UNIVERSIDADE DO ESTADO DO PARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS SOCIAIS E EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS GRAUDAÇÃO EM EDUCAÇÃO E ENSINO DE CIÊNCIAS NA AMAZÔNIA

JOÃO VÍTOR SILVA FERREIRA

FOGUETE NÃO DÁ RÉ?: SEQUÊNCIA HISTÓRICO – INVESTIGATIVA PARA O ENSINO DE ASTRONOMIA

Belém – PA
2025

JOÃO VÍTOR SILVA FERREIRA

FOGUETE NÃO DÁ RÉ: SEQUÊNCIA HISTÓRICO – INVESTIGATIVA PARA O ENSINO DE ASTRONOMIA

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação e Ensino de Ciências na Amazônia da Universidade do Estado do Pará, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Educação e Ensino de Ciências, sob orientação Prof. Dr. Diego Ramon Silva Machado.

Área de concentração: Ensino, Aprendizagem e Formação de professores de Ciências na Amazônia.

Linha de pesquisa: Estratégias educativas para o ensino de Ciências Naturais na Amazônia.

Belém - PA
2025

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO-NA-PUBLICAÇÃO (CIP) DE ACORDO COM O ISBD SISTEMA DE BIBLIOTECAS DA UNIVERSIDADE DO ESTADO DO PARÁ

F383f Ferreira, João Vítor Silva

Foguete não dá ré?: Sequência Histórico-Investigativa para o Ensino de Astronomia / João Vítor Silva Ferreira. — Belém, 2024.
151f. : color.

Orientador: Prof. Dr. Diego Ramon Silva Machado

Dissertação (Pós- Graduação em Educação e Ensino de Ciências na Amazônia) - Universidade do Estado do Pará, Campus I - Centro de Ciências Sociais e Educação (CCSE), 2024.

1. Ensino de ciências. 2. Astronomia. 3. Ensino por investigação. 4. História da Ciência. I. Título.

CDD 22.ed. 372.3

Elaborada por Priscila Melo CRB

JOÃO VÍTOR SILVA FERREIRA

FOGUETE NÃO DÁ RÉ?: SEQUÊNCIA-HISTÓRICO INVESTIGATIVA PARA O ENSINO DE ASTRONOMIA

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação e Ensino de Ciências na Amazônia da Universidade do Estado do Pará, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Educação e Ensino de Ciências, sob orientação Prof. Dr. Diego Ramon Silva Machado.

Área de concentração: Ensino, Aprendizagem e Formação de Professores de Ciências na Amazônia.

Linha de pesquisa: Estratégias educativas para o ensino de Ciências Naturais na Amazônia.

BANCA EXAMINADORA

Data da Aprovação: ___/___/_____

_____

Prof. Dr. Diego Ramon Silva Machado

Orientador – Universidade do Estado do Pará - UEPA

Programa de Pós- graduação em Educação e Ensino de Ciências - PPGEECA

_____

Prof. Dr. Erick Elisson Hosana Ribeiro

Membro Interno – Universidade do Estado do Pará - UEPA

Programa de Pós- graduação em Educação e Ensino de Ciências - PPGEECA

_____

Profa. Dra. Camila Maria Sitko

Membro Externo – Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR

Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática - PPGECM

Belém – PA

2025

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais, pessoas que sempre apoiaram, incentivaram e me possibilitaram condições para que continuasse meus estudos e desenvolvimento pessoal e profissional.

AGRADECIMENTOS

Gostaria prestar agradecimentos aos meus pais, pessoas que mais me incentivaram a seguir, a construir uma vida através da educação, dedicação e estudos, ainda que não seja o caminho mais fácil a ser seguido.

Destaco a importância do acompanhamento, durante as reuniões de orientação, do meu orientador, que sempre buscou contribuir para o melhor desenvolvimento da pesquisa.

Claro, não posso deixar de agradecer aos meus amigos que fiz durante o curso, os quais destaco Joice Santana, Letícia Amaro, Alana Sousa, Robson Teixeira e Luiz Henrique. Sem eles, não chegaria nessa etapa. Agradeço cada momento e cada conselho vivido até aqui.

Agradeço ao apoio da FAPESPA, órgão que me concedeu uma bolsa de estudos, a qual é de grande valia para melhor dedicação para a pesquisa.

Agradeço aos professores do programa, em especial à professora Jacirene, a qual sempre me tratou com afeto e carinho, sempre buscando me animar para continuar no curso.

Por fim, agradeço todos aqueles que contribuíram de maneira direta e indireta para que eu conseguisse chegar até essa etapa, que é de grande importância e significado para mim.

EPÍGRAFE

Fazer o melhor, nas condições que tem, enquanto você não tem condições melhores para fazer melhor ainda (CORTELA, 2019).

MEMORIAL DE FORMAÇÃO

Iniciei o curso de Licenciatura em Física em 2018. Sempre gostei e tive atração por ciências, especialmente, em assuntos relacionados à Astronomia e conteúdos relacionados à dinâmica do cosmos. Como no meu estado não tinha, assim como ainda não tem, a opção de graduação na área, decidi cursar Física, uma vez que seria a área que estava mais relacionada com o que eu queria de fato. O fato de ter selecionado um curso de licenciatura se explica por eu gostar de interagir e explicar o conhecimento científico para as pessoas. Durante a graduação, participei de projetos e de estágios nos quais desenvolvi e aprimorei competências referentes à minha formação. O primeiro contato foi através do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID), onde vivenciei os primeiros momentos na condição de professor em formação. Vivenciei também o Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC), oportunidade a qual me possibilitou trabalhar e estudar a área de Teoria Quântica de Campos, área de pesquisa em Física Teórica. Fui monitor de Física por dois anos do Centro de Ciências e Planetário do Pará (CCPPA), instituição na qual trabalhei com ensino e divulgação de Física e Astronomia. Participei do projeto de extensão Cursinho Alternativo, onde lecionei a disciplina de Física para jovens que desejavam ingressar no nível superior. Essas vivências foram de extrema importância para a minha formação pessoal e profissional, pois me possibilitaram adquirir novas competências e habilidades no âmbito da minha área. Indo além, tais experiências despertaram em mim o interesse em ingressar no Programa de Pós-Graduação em Educação e Ensino de Ciências na Amazônia (PPGEECA). No programa, estou desenvolvendo novas habilidades e conhecimentos a respeito da docência no ensino de ciências, estratégias pedagógicas, novas metodologias de ensino, dentre outros conhecimentos. Esses aprendizados resultarão em trabalhos publicados em revistas, participação em eventos, capítulos de livros e outras formas de produção de conhecimento e de contribuição com a educação em ciências, em especial na região amazônica. Assim, a partir da nova formação adquirida de todos os conhecimentos, eu esperanço contribuir para a melhoria da educação através da presente pesquisa, possibilitando uma nova estratégia para ensinar ciências, com ênfase na Astronomia, bem como na promoção de um ensino contextualizado, crítico e reflexivo.

RESUMO

FERREIRA, João. **Foguete não dá ré?**: Sequência de Ensino Histórico Investigativa para o Ensino de Astronomia. 2025. 151 f. Dissertação (Mestrado em Educação e Ensino de Ciências na Amazônia), Universidade do Estado do Pará, Belém, 2025.

A maneira como a Astronomia vem sendo abordada na Educação Básica apresenta problemas que influenciam diretamente na realidade de seu ensino, bem como a maneira adotada pelos professores para abordar a temática, sendo em grande parte utilizado o modelo de ensino tradicional, onde o aluno não tem participação ativa no processo de construção do conhecimento, sendo o professor denominado como detentor do conhecimento, que por sua vez é depositado ao aluno, que compete apenas a ser o sujeito passivo. Abordagens históricas da Astronomia podem auxiliar na sensibilização dessas problemáticas, pois possibilitam o debate tanto sobre a dimensão conceitual, quanto do trabalho científico. Nesse sentido, surge a questão: De que forma a História e Filosofia da Ciência, a partir do ensino por investigação, pode se constituir como estratégia ensino e aprendizagem de conceitos sobre Astronomia? Assim, a pesquisa tem como objetivo propor e aplicar uma Sequência Histórico Investigativa - SHI com a temática voltada para Astronomia e tecnologia de foguetes, em uma turma de 1° ano do Ensino Médio de escola pública do município de Belém- Pará. Quanto a sua natureza, a pesquisa delimita-se em estudo de caso, sendo este classificado como estudo de caso intralocal, uma vez que será estudado um único caso, o qual é a aplicação de uma estratégia de ensino em uma escola pública de Belém. Para análise dos dados qualitativos coletados foram utilizados os Indicadores de Alfabetização Científica propostos por Sasseron e Carvalho. Os resultados obtidos apontam que a proposta didática possibilitou uma compreensão crítica e reflexiva pela turma a respeito do desenvolvimento das tecnologias de foguetes espaciais, tornando possível a relação entre os acontecimentos históricos e sociais para a influência nas transformações na exploração espacial e científica.

Palavras-chave: Ensino de ciências. Astronomia. Ensino por investigação. História da Ciência.

ABSTRACT

FERREIRA, João. Rocket doesn't go in reverse?: Historical-Investigative Teaching Sequence for Astronomy Education. 2025. 151 f. Qualification (Master of Science Educationand Teachingin the Amazon), State University of Pará, Belém, 2025.

The manner in which Astronomy has been approached in Basic Education contains problems that directly influence the reality of its teaching, as well as the way it is adopted by teachers to approach the subject, with the traditional teaching model being largely used, where the students do not have an active participation in the process of knowledge construction, with the teacher being considered the holder of knowledge, which in turn is deposited on the student, who is only responsible for being the passive subject. Historical approaches to Astronomy can help raise awareness of these issues, as they enable discussion on both the conceptual dimension and of the scientific work. In this framework, the question arises: How can the History and Philosophy of Science, based on teaching through research, be constituted as a strategy for teaching and learning concepts about Astronomy? Thus, this research aims to propose and apply a Historical Investigative Sequence - SHI, with the focus being on Astronomy and rocket technology, in a first year high school class at a public high school from the city of Belém- Pará. Regarding its nature, this research limits itself to a case study, which is classified as a intralocal case study, seeing as only one case is going to be studied, which is the adoption of a teaching strategy in a public school of Belém. For the analysis of the qualitative data collected, the Scientific Literacy Indicators proposed by Sasseron and Carvalho were used. The obtained results indicate that the didactic proposal enabled the class to have a critical and reflective understanding of the development of space rocket technologies, making it possible to relate historical and social events to the transformative influence of space and scientific exploration.

Key-words: Sciences teaching. Astronomy. Teaching through research. History of Science.

LISTA DE IMAGENS

Imagem 1 - Destacando o foguete espacial 59
Imagem 2 - Destaque de foguete e ônibus espacial 61
Imagem 3 - Representação de foguetes espaciais pelos estudantes 62
Imagem 4 - Foguete espacial V2, lançado durante a Primeira Guerra Mundial 63
Imagem 5 - Recortando os modelos de foguetes..... 81
Imagem 6 - Apresentação e orientação durante a atividade de montagem 82
Imagem 7 - Socialização da história de cada modelo com a turma pelas equipes 83
Imagem 8 - Realização do experimento pelas equipes 84

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Formas de utilização da abordagem HI 30
Quadro 2 - Grupos e Indicadores Científicos 40
Quadro 3 - Estrutura da SHI 50
Quadro 4 - Siglas das fontes de dados 53
Quadro 5 - Perguntas do questionário de sondagem 54
Quadro 6 - Questionário de sondagem X Questionário final 64
Quadro 7 - Categorias de respostas dos questionamentos 77
Quadro 8 - Categorias de respostas dos questionamentos realizadas na sistematização 85
Quadro 9 - Categorias de respostas dos questionamentos realizadas na sistematização 90
Quadro 10 - Avaliação dos estudantes da proposta 98
Quadro 11 - Características do PE 102

SUMÁRIO

1	**INTRODUÇÃO**	14
2	**REFERENCIAL TEÓRICO**	18
2.1	ENSINO DE ASTRONOMIA E HISTÓRIA E FILOSOFIA DA CIÊNCIA	18
2.2	SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA (SEI)	26
2.3	SEQUÊNCIA HISTÓRICO-INVESTIGATIVA (SHI)	28
2.4	DESENVOLVIMENTO DA ASTRONÁUTICA E HISTÓRIA DOS FOGUETES	31
2.5	ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA NO ENSINO DE CIÊNCIAS	38
3	**PRESSUPOSTOS METODOLÓGICOS**	41
3.1	NATUREZA DA PESQUISA	41
3.2	LOCAL E PARTICIPANTES DA PESQUISA	42
3.3	FONTES DE INFORMAÇÃO E COLETA DE DADOS	43
3.4	INSTRUMENTOS DE ANÁLISE DOS DADOS DA PESQUISA	44
3.5	PERCURSO METODOLÓGICO DA PESQUISA	44
3.5.1	**Observação Participante do Lócus da Pesquisa**	45
3.5.2	**Sondagem dos Conhecimentos Prévios dos Alunos**	45
3.5.3	**Apresentação da Sequência de Ensino Histórica – Investigativa**	46
3.5.4	**Aplicação da SHI**	46
3.5.5	**Análise e Avaliação da Proposta**	47
3.6	ESTRUTURAÇÃO DA SEQUÊNCIA	47
3.6.1	**Etapas de Aplicação da Sequência Histórico-Investigativa (SHI)**	50
4	**RESULTADOS E DISCUSSÃO**	53
4.1	ANÁLISE DOS DADOS COLETADOS E DISCUSSÃO	53
5	**ASPECTOS GERAIS DO PRODUTO EDUCACIONAL**	101
6	**CONSIDERAÇÕES FINAIS**	103
	REFERÊNCIAS	105
	ANEXO A – PARECER DO CEP	117
	ANEXO B – TERMO DE COMPROMISSO DO PESQUISADOR A	122
	ANEXO C – TERMO DE COMPROMISSO DO PESQUISADOR B	123
	ANEXO D – TERMO DE COMPROMISSO PARA A UTILIZAÇÃO E MANUSEIO DE DADOS (TCUD)	124

ANEXO E – TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TALE)..... 125
ANEXO F – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)..... 127
ANEXO G – TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE USO DE IMAGEM, VOZ E SOM 130
APÊNDICE A – PRODUTO EDUACIONAL..... 132
APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO DE SONDAGEM..... 133
APÊNDICE C – FICHAS HISTÓRICAS 135
APÊNDICE D – MAQUETE V2 139
APÊNDICE E – MAQUETE THOR ABLE 140
APÊNDICE F – MAQUETE SATURNO V 141
APÊNDICE G – MAQUETE FALCON HEAVY 143
APÊNDICE H – QUESTIONÁRIO FINAL DA ATIVIDADE 146
APÊNDICE I – LINKS DE SITES UTILIZADOS 148

1 INTRODUÇÃO

A educação em Ciências, bem como de Astronomia, deve possibilitar a compreensão do desenvolvimento e a construção do conhecimento científico por parte do educando como algo humano, questionável e que está relacionado com aspectos políticos e sociais (Reis, 2021). No entanto, esta ainda enfrenta diversas dificuldades em sua promoção. Por se tratar de eixos temáticos de caráter mais práticos, onde conceitos são melhores construídos através da prática, as aulas de ciências acabam ficando reféns de materiais e equipamentos, falta de tempo para promoção de aulas mais interessantes aos alunos.

Assim, fica evidente que o ensino de Astronomia, por ser uma área das ciências, também enfrenta diversos desafios particulares para a sua execução. Uma delas é a maneira como se pensa a ciência, que é compreendida por grande parte da sociedade e até mesmo por uma parcela da academia, como área destinada a um seleto grupo de gênios, o que também se relaciona com a concepção e a percepção tanto de alunos a respeito da Ciência e cientistas, quanto de professores a respeito da natureza da Ciência (Newerla, 2000).

Outra realidade vivenciada no ensino tradicional, agora especificamente de Física, é a concepção do aluno enquanto sujeito passivo na construção do conhecimento, sem ou com pouca autonomia crítica. Uma forma de buscar soluções para determinado problema é utilizar abordagens diferentes no processo de ensino, tais como a História e Filosofia da Ciência (HFC). A HFC possibilita a construção de uma ideia de que a ciência, além de ser estar sujeita a erros e fracassos, é uma prática cultural, assim, não é neutra e possui relações diretas com o meio externo, tais como fatores sociais, econômicos, históricos e filosóficos vivenciados ao longo do tempo. Logo, implementando-a no ensino de Astronomia, possibilita ao educando uma visão crítica e reflexiva quanto à construção do conhecimento científico.

Na literatura, é possível encontrar alguns trabalhos que vêm fazendo uso da HFC em temáticas diversas no ensino de Física, como a proposta de abordagem histórica a respeito do átomo de Bohr (Raicik, 2023; Guerra; Moura, 2022; Batista; Silva, 2018; Jardim e Guerra, 2017); experiências didáticas sobre o campo elétrico entre estudantes universitários (Tobaja; Gil, 2018); da história do laser (Neto; Júnior, 2017); da implementação da História da Ciência no ensino de Física (Vital; Guerra, 2017). Nesse caminho, quando se trata da relação entre ensino de Astronomia e História da Ciência, alguns dos problemas encontrados são a falta de

exploração da História da Ciência pelos professores e até mesmo nos livros didáticos, e grande número de conceitos e conhecimentos abstratos (Lira, 2019).

Por outro lado, os alunos apresentam dificuldades em entender a Astronomia por questões que envolvem a abstração e as dimensões dos corpos celestes, erros conceituais presentes em livros didáticos e concepções alternativas tanto por parte do aluno, quanto por parte do professor, justificando a necessidade de se pensar estratégias educativas que remetam à natureza investigativa da Ciência. Aqui, portanto, a abordagem do ensino por investigação se apresenta como uma opção para amenizar esse problema, pois proporciona maior autonomia no processo de aprendizagem do aluno no processo de Alfabetização Científica (Carvalho, 2013; Carvalho, 2014; Azevêdo; Fireman, 2021; Sasseron, 2020; Carvalho; Sasseron, 2015; Carvalho, 2018; Chagas, 2021).

Para Hazen e Trefil (1995), a Alfabetização Científica é o conhecimento necessário para entender os debates públicos sobre as questões de ciência e tecnologia. Este conceito envolve um conjunto de fatos, vocabulários, conceitos, história e filosofia do conhecimento científico. Além disso, a Alfabetização Científica é a compreensão da Ciência como construção humana, a qual é sujeita a erros e fracassos, além de sucessos e acertos. Assim, para Sasseron (2008), a um cidadão alfabetizado cientificamente é aquele capaz de perceber as diversas interfaces que permeiam o processo de síntese do conhecimento científico, considerando os elementos, políticos, sociais, históricos que nele estão envolvidos.

Assim, diante dos problemas apontados que perpassam pela falta de contextualização histórica no Ensino de Ciências, somado à dificuldade por parte dos alunos de construir conhecimentos acerca de ciências a fim de debater a realidade do ensino de Física, considera-se, portanto, pertinente a elaboração de uma estratégia didática, a fim de minimizar os entraves para a compreensão e estudo da temática. Dessa forma, a presente pesquisa busca responder ao seguinte problema: De que forma a História e Filosofia da Ciência, a partir do Ensino por Investigação, insere-se no processo de se constituir enquanto estratégia ensino pode contribuir com a aprendizagem de conceitos sobre Astronomia?

Nesse âmbito, a pesquisa tem como objetivo geral aplicar uma Sequência de Ensino Investigativa com um viés histórico para o ensino de Astronomia, para estudantes da 1ª série do Ensino Médio, a partir dos pressupostos teóricos da História e Filosofia da Ciência e Ensino por Investigação, sendo uma possibilidade para a promoção de um ensino de Astronomia contextualizado, não se limitando apenas a exemplificações sem relações com o processo histórico da construção do conhecimento.

Enquanto objetivos específicos apresenta-se: Investigar as contribuições de uma Sequência Histórico-Investigativa para o Ensino de Astronomia; Construir conhecimentos físicos acerca da tecnologia dos foguetes, tais como propulsão e força peso; Promover Alfabetização Científica, estabelecendo relações entre o desenvolvimento da tecnologia de foguetes e os contextos históricos envolvidos, tais como a Guerra Fria e a Corrida Espacial; Desenvolver um Produto Educacional (PE) sobre Astronáutica e Tecnologia de foguetes, a fim de contribuir para as práticas docentes no ensino de Ciências; Avaliar as contribuições da proposta didática para o ensino de Ciências a partir da aplicação de uma SHI.

Acredita-se que a utilização do Ensino por Investigação, relacionado com a implementação da História e Filosofia da Ciência, reunidos através de uma Sequência de Ensino Investigativa, seja capaz de proporcionar uma aprendizagem crítica e reflexiva para a construção do conhecimento científico no que tange a Astronomia, com ênfase na tecnologia de foguetes (Batista, 2018).

O trabalho proposto é relevante para a sociedade, especialmente para educandos da 1ª série do Ensino Médio, devido à sua potencialidade de promover a Alfabetização Científica destes, mediante a aplicação de uma Sequência Histórico-Investigativa (SHI). É importante destacar que o termo Alfabetização Científica, por vezes, é entendido como Letramento Científico. Na literatura, é possível identificar autores que os diferenciam. Logo, Santos (2007) aponta que a Alfabetização Científica está relacionada ao domínio da linguagem científica, tal como conceitos e leis que regem o universo, enquanto o Letramento Científico está intrinsecamente relacionado à utilização das ciências e de seus conceitos para a prática social.

Por outro lado, Bertoldi (2020), ao analisar a origem desses dois termos e de algumas obras dos principais autores que discutem a temática, concluiu que ambos os termos se referem ao mesmo propósito: Educação Científica. Indo além, para o mesmo autor, os termos são apenas variações, mantendo a essência. Assim, no âmbito da presente pesquisa, abordaremos os dois termos como sinônimos.

O Letramento Científico é defendido pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC), a qual é de suma importância para o desenvolvimento humano (Brasil, 2018). Nesse sentido, esta pesquisa tem a possibilidade de instigar os alunos a questionarem sobre os elementos científicos, históricos e sociais que proporcionaram a criação da tecnologia dos foguetes e posterior lançamento de foguetes para o espaço, e que, consequentemente, permitiram o desenvolvimento de tecnologias hoje utilizadas em larga escala pela sociedade mundial, tal como GPS, satélites, internet via rádio, pesquisas sobre vida fora do planeta Terra, entre outros.

Em vista do cenário atual do ensino de Ciências, a proposta se justifica, pois fomenta a Alfabetização Científica da sociedade, uma vez que proporciona ensino e aprendizagem de Física contextualizado com a realidade social. Como proposta de proporcionar uma Educação Científica mais próxima aos objetivos defendidos pelo currículo, buscar-se-á utilizar o Ensino Investigativo e a História e Filosofia da Ciência (HFC) para a construção de conhecimentos relacionados à Física e à Astronomia, com ênfase na tecnologia envolvendo o lançamento de foguetes.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Essa sessão é destinada a comentar e discutir acerca dos referenciais dispostos na literatura acerca da temática da pesquisa. Assim, nesse momento ocorrerão discussões sobre o Ensino de Astronomia, História e Filosofia da Ciência, Sequência de Ensino Investigativa, Sequência Histórico-Investigativa, Alfabetização Científica. Esses temas são a base teórica deste trabalho.

2.1 ENSINO DE ASTRONOMIA E HISTÓRIA E FILOSOFIA DA CIÊNCIA

A Astronomia é uma ciência que desperta interesse e curiosidade no homem, no entanto, quando se refere ao ensino dessa área, a literatura existente relata obstáculos significativos na construção de seu conhecimento, tais como uma formação inicial de professores que não contempla da melhor maneira a didática e o ensino de Astronomia, erros conceituais presentes em livros-texto, concepções alternativas enraizadas e compartilhadas pelos próprios professores de ciências (Lima, 2006; Sobreira; Ribeiro, 2023). Para que seus conhecimentos sejam construídos, é necessário que os conceitos lecionados pelo docente se relacionem com o convívio social do estudante, isto é, faz-se interessante possibilitar a ele uma contextualização do saber científico com a sociedade para que o conhecimento teórico se materialize na sua vida social.

Ademais, a maneira a qual a Astronomia vem sendo abordada na Educação Básica, pouco contribui à formação de cidadãos com autonomia crítica, que saibam analisar os fatos e suas implicações (Langhi; Nardi, 2015). Um dos fatores que influenciam diretamente nessa realidade é a maneira adotada pelos professores para abordar a temática, sendo em grande parte utilizado o modelo de ensino tradicional (Langhi; Nardi, 2015). Neste modelo, o aluno não tem participação ativa no processo de construção do conhecimento, sendo o professor denominado como detentor do conhecimento, o qual é depositado ao aluno, que compete apenas a ser o sujeito passivo (Pischetola; Miranda, 2019).

O ensino de Astronomia é fundamental para a Educação Científica, pois possibilita aos alunos uma compreensão completa do universo e dos processos físicos que governam os corpos

celestes. Os alunos aprendem conceitos fundamentais de Física, como gravidade, óptica, termodinâmica e dinâmica, ao estudar Astronomia. Esses conceitos são essenciais para uma compreensão mais ampla das leis naturais que governam o cosmo. Além disso, é comum que o ensino de Astronomia integre disciplinas interdisciplinares, como matemática, química e até mesmo filosofia, para fornecer uma visão ampla e sistemática do mundo científico.

A Astronomia também ajuda os alunos a aprenderem ciência e tecnologia, preparando-os para enfrentar problemas de cunho mais complexo e fazer escolhas inteligentes em um mundo cada vez mais baseado na ciência e tecnologia. O ensino de Astronomia auxilia os alunos a desenvolverem uma mente científica e crítica ao avaliar evidências, formular hipóteses e realizar experimentos, além de desenvolver habilidades analíticas, críticas e de resolução de problemas.

Apesar de possuir inúmeros benefícios para a formação cidadã, lecionar Astronomia tem sido cada vez mais incomum nas instituições de ensino, seja no âmbito nacional, quanto internacional. Na maioria das matrizes curriculares, os conhecimentos astronômicos não estão previstos, e na pouca parcela em que estão, o professor dificilmente os contempla, seja por falta de tempo ou mesmo por não possuir segurança para lecioná-los.

A presença da Astronomia nos currículos escolares oficiais sofre influências diretas de associações, sociedades e grupos de pesquisa na área, assim como o contexto histórico vivenciado em uma determinada região. De acordo com Langhi (2009), atividades educacionais contemplavam conhecimentos de Astronomia nas escolas dos EUA por volta de 1800 devido ao período de navegações, uma vez que, para navegar, era preciso ter conhecimentos de como utilizar o céu para orientação em alto mar. No Reino Unido, em meados do século XX, diversos tópicos da área eram presentes nas estruturas curriculares oficiais devido ao trabalho intenso de popularização da ciência de astrônomos como Herschel, que avistou pela primeira vez o planeta Urano, e de Clerke, astrônoma britânica e escritora de livros relacionados a Astronomia. No entanto, pouco tempo depois, a temática veio a perder espaço no currículo escolar. Mais recentemente, com a divulgação da primeira foto de um buraco negro, a Astronomia ganhou mais notoriedade novamente.

Ainda é possível identificar a existência de outros elementos que corroboram para a dificuldade do ensino da ciência do céu. Dificilmente conhecimentos de Astronomia são presentes em provas de vestibulares e outros exames direcionados para ingresso do estudante ao nível superior, o que limita ainda mais a construção de conhecimentos relacionados à área. No Japão, por exemplo, os currículos de ciências incluem Física, Química, Biologia, e Ciências da Terra. Tópicos de astronomia são previstos para serem abordados neste último, no entanto,

como afirma Tsubota (1990), os conteúdos não são considerados obrigatórios, uma vez que os mesmos conhecimentos não são cobrados em provas de vestibular, algo semelhante ao que ocorre no Brasil.

Apesar da realidade vivenciada no contexto formal de ensino, a Educação em Astronomia pode ser realizada de diversas maneiras, variando de lugar para lugar, de região para região, de indivíduo para indivíduo. A aprendizagem pode ocorrer em diferentes âmbitos, tais como a educação formal, informal, não formal e ainda em algumas atividades de popularização da ciência (Langhi; Nardi, 2010).

Entende-se por Educação Formal a educação que ocorre em espaços de ensinos formais, tais como escolas e outros estabelecimentos com estrutura própria e planejamento, desenvolvendo atividades como workshops, cursos extracurriculares, programas de treinamento profissional, atividades comunitárias, oficinas e outros contextos. Esses espaços têm em comum a sistematização do conhecimento com o propósito de ser didaticamente trabalhado. No entanto, há uma dificuldade em contemplar todos os conhecimentos de Astronomia nessa modalidade de ensino (Bretones, 1999; Maluf, 2000). Os conteúdos voltados para a Astronomia são trabalhados nas disciplinas de Ciências e Geografia quando no Ensino Fundamental, e em Física quando no Ensino Médio, de acordo com o currículo disposto na Base Nacional Comum (Brasil, 2018).

A outra maneira de se propor educação em Astronomia é através da Educação Informal, que é definida, conforme descreve Silva e Carneiro (2006) e Libâneo (2005), como sendo um processo de aprendizagem que ocorre fora do ambiente escolar tradicional e não segue necessariamente um currículo formal. Ela é baseada em experiências do dia a dia, interações sociais, observação, experimentação e autodidatismo. Em outras palavras, é o aprendizado que acontece naturalmente, muitas vezes de maneira não estruturada, mas que ainda assim contribui significativamente para o desenvolvimento pessoal e profissional.

Quanto à Educação não Formal, compreende-se que é um tipo de aprendizagem estruturada e organizada, porém, diferentemente da Educação Formal, não está vinculada à sistemas educacionais tradicionais, como escolas ou universidades, e não segue um currículo formalmente estabelecido. Ela ocorre em ambientes diversificados, tais como praças, parques, centro de ciências e planetários. Ela é conduzida por instrutores ou facilitadores que têm conhecimento especializado em determinada área e que utilizam métodos didáticos adaptados às necessidades e interesses dos participantes.

Por último, temos a popularização da ciência, que ganhou maior notoriedade com o advento da tecnologia, sobretudo o avanço, o desenvolvimento e criação das redes sociais nos

últimos anos. No âmbito da popularização da Astronomia, são notáveis instituições como planetários, museus de ciências, centro de ciências que fazem atividades dedicadas a popularizar a Astronomia. É importante lembrar que é também realizada em sites e redes sociais, através da internet. No entanto, quanto ao meio digital é importante alertar quanto a veracidade das informações compartilhadas. Assim, Santaella (2019) destaca os riscos da desinformação, sobretudo no campo científico, e o quanto a internet tem forte apelo especialmente em países como o Brasil, com grande desigualdade social, altos índices de analfabetismo funcional, desprezo e indignação com as instituições e queda na credibilidade da imprensa.

Quando adentramos para discussões sobre o ensino de Astronomia, é comum deparar-se com trabalhos voltados para o debate das dificuldades de se promover uma educação que atenda a construção do conhecimento de maneira mais completa, tais como Langhi e Nardi (2007), Bockzo (1998), Peña e Quilez (2001), Trevisan (1997), Canalle e Oliveira (1994), entre outros pesquisadores da área. Um desses diversos obstáculos que perduram no ensino é a existência de erros conceituais presentes nos livros didáticos de ciências.

Os livros didáticos são considerados uma das principais fontes de informação sobre os conteúdos e conhecimentos astronômicos, por parte do professor de ciências. No entanto, neles ainda estão presentes conceitos equivocados nas páginas que tratam de conteúdos astronômicos. De acordo com Sobreira e Ribeiro (2023), os principais erros conceituais existentes estão relacionados a assuntos como: Modelos e origens da Terra e do Universo; Origem e estrutura do Sistema Solar; Evolução Estelar; Movimentos orbitais na Terra, no Sistema Solar e no Universo; Exoplanetas e Astrobiologia; Origem dos Elementos Químicos.

Um dos conteúdos que geralmente é abordado nas aulas de Ciências e de Geografia é referente às estações do ano. Diversos livros texto explicam as estações do ano como sendo uma consequência da aproximação e afastamento da Terra em relação ao Sol, isto é, quanto mais próximo do Sol o planeta estiver, ocorre uma elevação da sua temperatura. Por outro lado, quanto mais distante, é observada uma redução de temperatura (Paula; Oliveira, 2002). Quanto a esse fato, a explicação mais coerente, de acordo com os princípios físicos, é a de que a variação de temperatura, e consequentemente a ocorrência das estações do ano, se dá devido ao eixo de inclinação da Terra, que é de aproximadamente 23,5º e por conta dos movimentos que o planeta realiza. É válido destacar que Bizzo (1996) ainda identificou que em alguns desses livros a órbita planetária era ilustrada com uma elipse excessiva e a posição do Sol deslocada de um dos focos, quando na verdade a órbita terrestre possui uma excentricidade muito similar à de uma circunferência.

Para reduzir a quantidade de erros conceituais presentes nos livros didáticos, o Ministério da Educação tornou mais rigoroso o processo de seleção e avaliação dos livros a partir do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), sendo a ausência de erros conceituais um dos critérios para aprovação no processo seletivo. No entanto, conforme apresentam Borges, Sobreira e Ribeiro (2022), o problema ainda persiste e parece estar longe de ser solucionado. Do total de livros aprovados pelo PNLD do ano 2021, todos contêm erros conceituais, somando 93. Desse total, a maior parte é oriunda sobre o que tange o conteúdo de modelos e origens da Terra e do Universo, possuindo 35 erros conceituais (Borges; Sobreira; Ribeiro, 2022).

Vale destacar outro ponto que dificulta o ensino de Astronomia, que é a característica peculiar da disciplina. A Astronomia é uma ciência que apresenta, dentre outras características, a significante abstração, com a qual são estudados corpos e objetos de escalas muito grandes, a ponto de difícil exemplificação. Para que os estudantes consigam construir esses conhecimentos e competências acerca do tema, deve-se construir uma ponte que interligue o conhecimento científico e o conhecimento prévio do educando. Além disso, é interessante fortalecer essa relação através da utilização da História e Filosofia da Ciência (HFC) no ensino desta temática.

Em termos gerais, a HFC tem um papel fundamental no ensino de Ciências, quando bem utilizada. Na literatura, é possível verificar que diversos autores a definem como metodologia de grande potencial para proporcionar um ensino mais crítico e reflexivo (Matthews, 1995; Allchin, 2014; Carvalho e Vannucchi, 2000; Peduzzi, 2020; Adúriz-Bravo *et al.*, 2023). Porém, quando adentramos o ramo de trabalhos que utilizam a HFC no ensino de maneira prática, há poucas obras disponíveis na literatura. Como Teixeira, Grega e Freire (2012) apontam, 87% dos trabalhos publicados em importantes periódicos da área tratam da prática da HFC no ensino como possibilidades e recomendação de sua implementação, resumindo-se em grande parte em trabalhos de cunho mais teórico, isto é, um número menor de trabalhos publicados nos periódicos trata de metodologias e estratégias pedagógicas que utilizam a HFC em sala de aula. Quando se trata da relação entre HFC e o ensino de Astronomia, apesar de já encontrarmos trabalhos como o de Ferreira e Ferreira (2010), Longhini e Gangui (2011), Batista e Silva (2018), Neto e Arthury (2022), Silvério, Sitko e Figueirôa (2023), também vemos a necessidade de estratégias educativas que façam essa interface entre as temáticas.

Para ser implementada como ferramenta para a educação, a HFC ainda enfrenta diversas dificuldades, como a falta de preparação inicial dos professores, uma vez que diversos cursos de graduação, incluindo os de licenciatura, dão maior atenção aos produtos da atividade científica, deixando de lado os processos por meio dos quais o conhecimento científico é

elaborado e construído (Cachapuz et al., 2005; Tardif, 2004; Marcelo García, 1999; Carvalho; Gil-Pérez, 2001).

Nesse sentido, a formação inicial de professores, sobretudo de ciências e matemática, ainda está longe de contemplar e construir as habilidades necessárias para que os docentes abordem a HFC durante suas aulas. Essa realidade fica evidente através das avaliações em larga escala, tais como o Exame Nacional de Desempenho dos Estudantes (ENADE). Nesse exame, que tem por objetivo avaliar a Educação Superior nacional, o estudante deve responder a algumas perguntas referentes a conceitos específicos de sua área. No âmbito da Ciência e Matemática, Judensnaider e Figueirôa (2023) analisaram o desempenho dos estudantes de licenciatura em Ciências (Física, Química e Biologia) e matemática em itens de HFC presentes no ENADE 2017, e apontaram que o desempenho dos licenciandos em questões envolvendo HFC sofre influência direta de suas condições socioeconômicas, isto é, quanto melhor a condição socioeconômica, melhor compreensão sobre aspectos históricos e filosóficos da ciência. As autoras ainda afirmam que a escola deve reduzir essas desigualdades ainda na Educação Básica, proporcionando um ensino contextualizado de maneira que a ciência seja compreendida como uma prática social, cultural do homem.

Partindo do pressuposto de que a escola deve proporcionar uma educação capaz de fazer com que os estudantes sejam capazes de pensar, refletir de maneira crítica sobre o mundo no qual estão inseridos, é interessante apontar que existem trabalhos buscando possíveis soluções, a fim de garantir uma Educação Científica que contemple os aspectos históricos e filosóficos presentes na construção do conhecimento científico, tais como Rinaldi e Guerra (2011), que avaliaram um projeto pedagógico a fim de construir conhecimentos acerca do Eletromagnetismo, a partir de textos narrativos; Rocha (2013), que pesquisou uma abordagem histórico-filosófica para o ensino de Física Quântica no Ensino Médio; Raiciki e Peduzzi (2015), que analisaram o percurso histórico e o contexto da descoberta de Charles Du Fay acerca das ondas eletromagnéticas e a natureza da Ciência.

Quando realizamos um breve levantamento de trabalhos que versam sobre o Ensino de Astronomia na interface com a História e Filosofia da Ciência em trabalhos publicados no portal EduCapes e Banco de Dissertações e Teses da Capes, com objetivo de identificar e verificar quais são os tópicos mais pesquisados, tendências de pesquisas, e, principalmente, analisar lacunas a serem preenchidas com novas pesquisas e novas propostas de estudos, encontramos evidências de que a Educação em Astronomia vem ganhando destaques e despertando interesse em pesquisadores da área.

Consultando o catálogo de teses e dissertações da CAPES, entre os anos de 2014 e 2024 (até o presente momento de escrita desta pesquisa), foram produzidos 163 trabalhos de pesquisa a nível de mestrado e doutorado na área de Educação em Astronomia. Assim, nota-se que há um crescimento significativo no interesse em pesquisar na área, que é evidenciado pela crescente quantidade de pesquisas nos últimos anos.

Neto (2021) realizou um levantamento bibliográfico de trabalhos publicados na Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia (RELEA) durante o período que compreende os anos de 2004 e 2019. O autor separou os trabalhos analisados em três categorias: Trabalho Docente, Formação de Professores e Políticas Públicas, e Currículo. Trabalhos enquadrados na primeira categoria abordaram tópicos relacionados à relação professor-aluno e a prática docente; na segunda categoria foram delimitados trabalhos cuja proposta centraliza discussões a respeito da formação inicial de professores, grade curricular e outros assuntos que remetem à formação de professores; na terceira categoria, os trabalhos analisados tinham em comum debates acerca das políticas educacionais, reformas educacionais e curriculares.

Ao todo, foram consultadas 28 edições do periódico, publicadas entre os anos de 2004 a 2019. É interessante destacar que se trata de um dos mais importantes e renomados periódicos específicos da temática de Educação em Astronomia no Brasil. Totalizando 123 artigos publicados nesse marco temporal, 71% desse total estão categorizados em Trabalho Docente; 19% em Formação de Professores; 10% em Políticas Públicas e Currículo (Neto, 2021).

Visando delimitar à temática da pesquisa, consultou-se o repositório da Capes com o intuito de levantar dissertações e teses com a temática envolvendo História da Ciência e Astronomia, publicadas nacionalmente, de todas as regiões do Brasil. A pesquisa foi feita utilizando as palavras-chaves “História da Ciência” e “Astronomia”. O intervalo de tempo selecionado foi entre os anos de 2013 a 2023. Foram encontrados 62 trabalhos, distribuídos entre dissertações e teses de diversos programas de pós-graduação a nível nacional.

De acordo com os dados encontrados, a média de publicação de trabalhos referentes à temática de História da Ciência e Astronomia foi de seis publicações por ano. É interessante destacar que do total de obras encontradas, apenas dezesseis trabalhos abordaram a HFC para o Ensino de Astronomia. A exemplo desses trabalhos, podemos citar o de Silva (2020), que buscou utilizar a abordagem histórico-filosófica como estratégia didática para construir conhecimentos de Astronomia que envolvem o astrônomo Galileu Galilei em aulas no Ensino Médio. Por outro lado, Faria (2019) ressaltou a importância de se trabalhar a íntima relação entre Ciência e Filosofia, ao abordar os modelos e a Filosofia Ptolomaica com a Astronomia Antiga. Batista e Peduzzi (2022) investigaram possíveis contribuições para o ensino de

Ciências/Física e para o pensamento crítico sobre a natureza da Ciência, promovidas por um amplo estudo da história conceitual da Astronomia, da Cosmologia e da Física, fundamentado na epistemologia da solução de problema de Larry Laudan.

Além dos trabalhos selecionados, foram encontrados alguns de caráter de formação de professores que utilizavam pressupostos da HFC na Educação em Astronomia. Mesmo não estando na área de ensino, é válido destacar a existência de obras do tipo. Assim, Guilger (2021) analisa as contribuições de duas intervenções didáticas na formação de professores de Física. Partindo do *Tratado da Esfera*, de Johannes de Sacrobosco, e *d'A divina comédia*, de Dante Alighieri, discute-se, de maneira contextualizada, o geocentrismo medieval, tendo como um de seus motes, fornecer subsídios para o ensino de conceitos de Astronomia em sala de aula. Não obstante, Garcia e Nardi (2021) desenvolveram uma proposta metodológica de aproximação de aspectos históricos e filosóficos de fatos históricos relacionados à Astronomia a ser implementada no contexto de um curso de formação continuada de professores da Educação Básica para o ensino de Astronomia, intitulada *O Diário do Céu*.

Como forma de tomar conhecimento e analisar a relevância da temática da pesquisa no âmbito do programa em que o autor da pesquisa está vinculado, foi realizado um levantamento da quantidade de dissertações que foram publicadas durante o período de 2020, ano de criação do programa, até o presente momento. A busca foi necessária para avaliar o caráter inovador e diferencial da presente pesquisa no referido programa de pós-graduação.

Assim, no Programa de Pós-Graduação em Educação e Ensino de Ciências na Amazônia (PPGEECA), programa vinculado à Universidade do Estado do Pará (UEPA), foram produzidas vinte dissertações entre os anos de 2020 e 2021. Desse total, não foram encontrados trabalhos voltados para a HFC no Ensino de Astronomia. Portanto, é possível compreender, após as buscas realizadas nos repositórios, que há uma carência de trabalhos que abordem a História e Filosofia da Ciência para o Ensino de Astronomia a nível regional e nacional.

Em tempo, a abordagem da HFC no ensino de Ciências também traz uma dimensão epistemológica do trabalho científico e da importância do processo investigativo que o envolve. Epistemólogos como Gaston Bachelard (1996) demonstram que a superação dos obstáculos epistemológicos faz parte do processo de apropriação do conhecimento científico por parte dos alunos, por meio de rupturas que podem, inclusive, assemelhar-se aos processos ocorridos na história da ciência nas transformações das teorias científicas. Outra contribuição do pensador é a de que todo conhecimento é fruto de uma questão, de problemas postos pelo sujeito. Sendo assim, Gil Pérez e Castro (1996), assim como Cleophas (2016, p. 272), destacam alguns

aspectos da atividade científica explorados em atividades investigativas e consequente construção do conhecimento.

Dentre esses aspectos, destacam-se a apresentação de situações problemáticas abertas; favorecimento à reflexão dos estudantes sobre a relevância e o possível interesse das situações propostas; potencialização de análises qualitativas, significativas, que ajudem a compreender e acatar as situações planejadas e a formular perguntas operativas sobre o que se busca; consideração à elaboração de hipóteses como atividade central de investigação científica, sendo este processo capaz de orientar o tratamento das situações e de fazer explícitas as preconcepções dos estudantes; consideração de análises, com atenção para os resultados (sua interpretação física, confiabilidade, etc.), a partir dos conhecimentos disponíveis, das hipóteses manejadas e dos resultados das demais equipes de estudantes; conceder uma importância especial à memórias científicas que reflitam o trabalho realizado e possam ressaltar o papel da comunicação e do debate na atividade científica; destaques à dimensão coletiva do trabalho científico, por intermédio de grupos de trabalho, que interajam entre si.

2.2 SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA (SEI)

Além da implementação da História da Ciência no ensino de Astronomia, é interessante abordar o Ensino por Investigação (EI). No universo das metodologias ativas de ensino, o ensino de Ciências por investigação é uma abordagem didática que visa a estimulação do aluno em construir conhecimentos partindo de uma problematização introduzida geralmente por uma questão problema. É importante esclarecer nesse momento que, nesse sentido, uma questão problema não se refere a um exercício teórico, o qual se resume a caneta e papel e listas de exercícios mecanizados, que são tradicionalmente usados nas escolas brasileiras. No âmbito da SEI, uma questão problema pode ser compreendida como uma pergunta que desperte interesse e curiosidade nos educandos sobre uma temática específica.

Assim, essa abordagem pode ser implementada pelos professores através de atividades nas quais os alunos investigam um problema proposto e tentam buscar hipóteses, soluções e considerações para respondê-lo (Santana; Capecchi; Franzolin, 2018). Nesse sentido, o principal papel do professor é dar condições para o discente refletir e buscar solucionar um problema através dos seus conhecimentos prévios e construir novos conhecimentos de maneira simultânea. Esse modo de ensinar ciências está associado às novas demandas que foram

aparecendo no ensino de ciências, uma vez que os profissionais da educação notaram a necessidade de se pensar em novas maneiras de ensinar (Carvalho, 1997).

A SEI é uma metodologia de ensino que envolve determinados procedimentos conexos, que permitem aos sujeitos envolvidos a atuação ativa nas atividades propostas para a aprendizagem. Dentre esses procedimentos, destacam-se a proposição do problema pelo professor; o agir do estudante quanto ao objeto para obter o resultado esperado; a tomada de consciência do aluno quanto à produção do efeito desejado; explicações causais; a sistematização do conhecimento.

De acordo com Carvalho (2009), o "objetivo das atividades relacionadas ao conhecimento científico é fazer os alunos resolverem os problemas e questões que lhes são colocados, agindo sobre os objetos oferecidos e estabelecendo relações entre o que fazem e como o objeto reage à sua ação" (Carvalho, 2009, p.18). Nesse sentido, o personagem mais importante nesse processo é o educando, e o professor fica a cargo de ser o mediador do processo de ensino e aprendizagem. É interessante frisar que essa mediação se caracteriza, principalmente, pela elaboração de perguntas capazes de problematizar o conhecimento que está sendo trabalhado. Nesse sentido, é válido destacar que problematizar não se limita à resolução de problemas em exercícios, mas gerar questionamentos capazes de provocar inquietação e curiosidade nos alunos.

No âmbito da presente pesquisa, a SEI contém perguntas-problema sobre a natureza e as características de foguetes espaciais, tais como: É possível um foguete dar ré? O que é necessário para algo ser considerado um foguete espacial? Qual a finalidade de um foguete espacial? Quais são os princípios físicos e científicos associado ao seu funcionamento? Os foguetes sempre foram iguais ou sofreram mudanças ao longo do tempo? Como pode um foguete dar ré?

Esses questionamentos serão lançados de acordo com o desenvolvimento das etapas da sequência, tornando o processo dinâmico e avançando de acordo com as atividades propostas. Assim, tais irão proporcionar reflexão dos alunos e fazer com que possibilite maior interação entre professor e turma.

2.3 SEQUÊNCIA HISTÓRICO-INVESTIGATIVA

Com o propósito de repensar o ensino de Ciências, diversas propostas e abordagens didáticas foram formuladas, a fim de proporcionar uma Educação Científica que alcançasse um aprendizado mais satisfatório na construção do conhecimento por parte do aluno. Assim, no início do século XX, John Dewey, o qual era filósofo e pedagogo norte-americano, propôs o que denominou de *inquiry learning*. Ele definiu como uma abordagem de ensino com atividades que relacionavam o conhecimento científico teórico com o mundo real vivenciado pelo educando. O diferencial e aspecto inovador proposto era que o *inquiry learning* buscava relacionar os conteúdos das ciências com o domínio das atividades humanas.

É importante destacar que essa proposta nasce num cenário político e econômico bastante delicado vivenciado nos Estados Unidos, o qual enfrentava crise econômica, falência de empresas, entre outros cenários. Para conter e almejar ir de encontro com a realidade, buscava-se a solução na inovação da Educação. Assim, diversas propostas de formas de ensinar foram sendo formuladas, todas com um propósito central: uma educação escolar que contribuísse para uma sociedade humanizada. É interessante refletir que a possível solução para mudar o cenário norte-americano da época era, dentre outros, encontrada na Educação. No entanto, por mais que o *inquiry learning* tivesse as melhores intenções e perspectivas, recebeu diversas críticas (Trópia, 2011).

Apesar das críticas, a ideia pensada por Dewey, ainda na primeira metade do século passado, traz uma reflexão pertinente para a educação, com ênfase na educação em Ciências: reunir conteúdos científicos com atividades humanas. Como mencionado em parágrafos anteriores, por diversas vezes, a ciência é entendida como uma área em que não se admite erros, há um absolutismo, entre outras visões que acabam fazendo esquecer que a ciência é uma atividade humana e que está sujeita a erros também. É nesse contexto e com o propósito de reduzir essas visões absolutistas inquestionáveis e não humanizadas da ciência, que nasce a abordagem Histórico-Investigativa.

A abordagem Histórico-Investigativa (HI) se baseia em princípios defendidos pelo Ensino Investigativo (EI) e História e Filosofia da Ciência (HFC). A HI visa motivar e ensinar conceitos científicos de uma forma mais crítica, de maneira que explicita e evidencia as dificuldades e conquistas, sempre prezando pela contextualização dos conteúdos abordados em sala de aula (Batista, 2018). Nessa abordagem, os sujeitos ativos no processo de construção do

conhecimento são os próprios estudantes, os quais podem discutir, dividir opiniões e conhecimentos, debater sobre diferentes interpretações de resultados experimentais, entender e compreender fenômenos estudados.

É lógico que todo o debate ocasionado durante a HI deve conter elementos e conceitos históricos. Assim, toda discussão provocada deve conter aspectos históricos relacionados à ciência e à compreensão do conhecimento. Por exemplo, quando abordado um experimento sobre modelos planetários que explique as órbitas planetárias, excentricidade e outros conceitos científicos, é fundamental contextualizar que o modelo planetário atual nasce num momento histórico caracterizado pelo iluminismo, transição da Idade Média para a Idade Moderna, na qual a ciência e a razão tomam a frente para explicar fenômenos naturais, deixando um pouco de lado a explicação divina, do clero.

Assim, a produção da Ciência é contextual, isto é, varia de acordo com diversos cenários vivenciados ao longo do tempo. A exemplo, a realidade vivida pela sociedade há 30 anos é significativamente diferente da vivenciada atualmente. Logo, é fundamental que o professor, durante suas aulas de ciências, aborde esse processo de construção do conhecimento científico. Para isso, a HFC possibilita humanizar o conhecimento científico, combater a história de uma ciência fundamentalmente progressiva, linear e de grandes feitos, expondo os embates e controvérsias que tiveram lugar na história de produção do conhecimento científico (Moura, 2021).

Dessa forma, como afirma Batista (2018), atividades histórico-investigativas não se limitam a manipulação de instrumentos de laboratórios de maneira automática, como ocorre com frequência em aulas de laboratórios tradicionais. Quando se desenvolve atividades desse tipo, espera-se que os estudantes se envolvam em uma participação ativa, não sendo desejado que apenas desfrutem da experiência. Nesse sentido, o professor tem a tarefa de mediar o processo de construção do conhecimento de seus alunos, ficando com a responsabilidade de proporcionar e garantir as condições necessárias para que os estudantes reflitam, discutam, contextualizem e relacionem a ciência com aspectos e elementos históricos envolvidos na construção e origem do conhecimento. Logo, é fundamental que o professor leia, estude aspectos da HFC, antes de pensar e formular uma atividade HI.

Tratando-se da construção de uma abordagem HI, Batista (2018) descreve alguns dos elementos essenciais para o melhor aproveitamento dessas atividades. Para a autora, em uma narrativa histórica não podem faltar: Contexto motivacional na narrativa, tanto cultural quanto biográfico, e que consista em perguntas para serem investigadas; Formato narrativo com um

exemplo de caso, mostrando uma explicação histórica do processo científico; A narrativa deve ter uma pausa que propicie a reflexão e o pensamento investigativo; Perspectivas históricas que mostrem a incerteza da ciência, ou seja, que a ciência está em construção; Questões que problematizem e promovam a investigação da natureza da Ciência; Finalização da investigação e narrativa histórica; Reflexão das lições acerca da natureza da Ciência.

O quadro 1 apresenta algumas formas de aplicar atividades Histórico-Investigativas com um caráter mais experimental para o Ensino de Ciências, fortemente pautadas pela cultura material e experimental da prática científica de cientistas do passado.

Quadro 1 - Formas de utilização da abordagem HI

Narrativas históricas com experimentação	Os alunos, com suas ideias e conhecimentos prévios, interagem com as ideias de narrativa histórica para realizar um experimento. Neste caso, os alunos formulam ideias e hipóteses e testam para comparar com o trabalho original.
Narrativa sobre história da ciência	Os professores orientam os alunos na narrativa, por meio de um processo de análise crítica para discutir, interagir e questionar sobre a história da ciência apresentada.
Manuscritos e diários de laboratórios de cientistas	Utilizam fontes primárias que podem fornecer uma base confiável para a compreensão da ciência. Esse tipo de abordagem mostra aos alunos que alguns dos questionamentos que eles possuem atualmente sobre determinado problema foram os mesmos ou semelhantes aos dos cientistas. Os experimentos descritos nos diários podem ser realizados pelos estudantes mostrando dificuldades e erros que os cientistas enfrentaram.
Instrumentos e/ou aparatos do passado	Reconstrução de experimentos históricos ou experimentação utilizando réplicas de aparatos originais. Essa abordagem fornece aos alunos o entendimento sobre como a construção de um conhecimento científico foi desenvolvido e contextualiza os experimentos, materiais e instrumentos utilizados na época.
Museus e centros de ciências	Conhecendo e explorando experimentos históricos e originais expostos em museus, os alunos exploram e analisam os fenômenos físicos no contexto histórico da época, facilitando uma visão sobre a cultura material da experimentação científica.

Fonte: Heering e Hottecke (2014)

Assim, podemos definir uma Sequência Histórico-Investigativa como sendo uma metodologia que usufrui da estrutura baseada na SEI, acrescida de aspectos históricos utilizando a HFC. Essa relação é frutífera, possibilitando a Alfabetização Científica quando bem utilizada. Assim, a SHI promove a construção do conhecimento de maneira contextualizada, considerando os aspectos humanos que permeiam a síntese do conhecimento científico.

As atividades que podem ser exploradas nessa abordagem são interessantes de serem trabalhadas em grupos de alunos, pois possibilita que haja discussões, debates, argumentação entre pares. Assim, a turma desenvolve, de maneira mais efetiva, a construção de conhecimentos. Essa relação entre os pares é uma das características do sociointeracionismo.

A proposta sociointeracionista ressalta a importância dessa interação do sujeito com o meio no qual se encontra para a construção do conhecimento. Sua base teórica está fundamentada, principalmente, nos estudos do educador Lev Vygotsky. Assim, o aprendizado ocorre através da colaboração e do diálogo entre indivíduos, em um contexto social. Essa interação entre indivíduos e o meio possibilita a construção de conhecimento através dessa troca de experiências (Vygotsky, 2007).

Assim, quando os sujeitos interagem entre si, ambos atingem uma zona de conhecimento que Vygotsky denomina de Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP). A ZDP, para o autor, é a diferença entre a Zona de Desenvolvimento Real, a qual pode ser compreendida como a zona de desenvolvimento que pode ser alcançada pelo sujeito, de forma isolada, sem interação com demais indivíduos e a Zona de Desenvolvimento Potencial, zona essa que é quando há interação.

Portanto, quando se propõe atividades em grupos ao invés de atividades individuais, os educandos têm a possibilidade de construir conhecimento de maneira mais rica, de maneira mais concreta, pois a interação entre os pares possibilita o alcance da ZDP. Assim, para enriquecer o processo de ensino e aprendizagem, recomenda-se a elaboração de atividades em grupos no decorrer dos momentos da SHI.

2.4 DESENVOLVIMENTO DA ASTRONÁUTICA E HISTÓRIA DOS FOGUETES

A ciência, assim como o mundo cotidiano no qual estamos inseridos, encontra-se em constante processo de mudanças e transformações. Essas transformações ocorrem durante um processo cheio de intercorrências e acontecimentos, não sendo linear. A astronáutica é o ramo científico que se utiliza dos conhecimentos da ciência, com ênfase na Física e Astronomia, para desenvolver tecnologias voltadas para a exploração espacial. São exemplos dessas tecnologias os satélites, sondas espaciais, *rovers* e foguetes. No âmbito deste último, há diversos contextos históricos, filosóficos e políticos que permeiam seu desenvolvimento.

O desejo do homem em visitar e explorar o inédito, o diferente, não é algo recente, quiçá novo. Assim, registros históricos coletados e estudados por historiadores e arqueólogos evidenciam o desejo imensurável de explorar o espaço desde séculos antes de Cristo. A exemplo, no século XIX, arqueólogos encontraram o conto do rei Etan nas escavações da grande biblioteca de Nínive, cidade situada às margens ocidentais do Rio Tigre, que foi capital do Império Assírio (1354 a.C. - 618 a.C.), hoje atual Iraque. O conto narrava a história de um rei que conseguiu subir a uma altura suficiente que permitia sair da Terra e visualizá-la como um pequeno corpo celeste.

Além do conto do rei Etan, no livro *A república*, de Marco Túlio Cícero, escrito em meados de 50 a.C e em 150 a.C verificamos a obra de Luciano di Samosata (120-180) intitulada *Vera História*. Nelas temos as narrativas de um espírito de um homem que viajou todos os cinco planetas conhecidos na época (Mercúrio, Vênus Terra, Júpiter e Saturno) e viagens espaciais de um homem repletas de encontros com seres extraterrestres, respectivamente. É interessante observar que dentre esses relatos e registros ainda não presenciamos a existência de foguetes espaciais ou qualquer estrutura semelhante capaz de fazer essas viagens para fora da atmosfera terrestre.

Algumas aparições de estruturas semelhantes a foguetes ficam evidentes entre diversas obras, dentre *L'Orlando Furioso* do poeta italiano Ludovico Ariosto, publicada em 1516. No livro, o protagonista é um jovem guerreiro que viajou à Lua em uma máquina voadora. Conhecido pelos seus estudos fundamentais para a Astronomia, Kepler também descreveu um sonho em que viajava até o nosso satélite natural para desvendar os mistérios do espaço. Dentre todos os que sonharam e especularam sobre viagens espaciais, o que mais se aproximou do que conhecemos como foguete hoje foi o escritor francês Júlio Verne.

Em seu romance *De La Terre à la Lune*, publicado em 1865, Verne descreveu uma viagem à Lua com um artefato de módulos desacopláveis construído por uma empresa norte-americana que partiu da Flórida com três astronautas posteriormente resgatados em uma pequena cápsula no oceano. Pode-se dizer que a criatividade e genialidade de Verne inspiraram os foguetes espaciais de décadas após sua publicação. Indo além, Verne ainda chegou a mencionar em uma outra obra, *Les Cinq cents millions de la Bégum*, a possibilidade de se construir um corpo que seria capaz de ficar orbitando outro fora do planeta, que hoje seria conhecido como satélites artificiais.

Apesar da grande animação e empolgação do homem em fazer viagens espaciais em carruagens, máquinas, estruturas e algo dessa natureza, o conceito científico base que torna

possível a projeção de corpos para cima, primeiramente, foi aplicado em foguetes rudimentares com propósito de apenas divertir a população de algumas sociedades, em ocasiões festivas. Não há um consenso na literatura que aponte com exatidão quando surgiu o primeiro foguete, mas o que se sabe é que os chineses provavelmente desenvolveram experiências com tubos cheios de pólvora e amarraram em varetas de bambu, assim, logo perceberam que o tubo se deslocava de acordo com a quantidade de pólvora existente dentro.

Segundo registros, os primeiros usos desses equipamentos pelos chineses são datados em 1232, período o qual estavam em conflitos com os mongóis. Nesse sentido, os foguetes eram amarrados em uma flecha de bambu e tinham o propósito de expulsar e afastar o exército inimigo, sendo usado como um armamento de guerra. A queima de pólvora promovia o movimento através de uma lei da Física que só viria ser melhor explicada por Isaac Newton, após alguns séculos. Por mais que chineses e mongóis utilizassem os equipamentos sem se preocuparem com a explicação científica de seu funcionamento, eles foram responsáveis por disseminar os foguetes pela Europa.

Nos séculos posteriores, há diversos registros históricos que apontam para o desenvolvimento na França, Inglaterra, Alemanha e outros países do velho continente. Com o passar do tempo, deixou de ser apenas relacionado a armamentos de guerras, mas também começou a ser utilizado para a fabricação de fogos de artifícios. É válido destacar que o primeiro foguete separado em estágios, como os modelos que conhecemos atualmente, foi justamente usado em fogos de artifícios.

Após essas tecnologias irem mudando ao longo do tempo no quesito utilitário, iniciaram as primeiras ideias para utilizar esses equipamentos com o intuito de auxiliar na exploração espacial. Usufruindo dos conceitos científicos, imaginação e desejo de explorar o espaço, nasce a Astronáutica. A Astronáutica é a ciência que estuda os aspectos da locomoção no espaço, o que inclui as tecnologias que envolvem a construção dos foguetes, o cálculo das órbitas dos satélites e das trajetórias das sondas espaciais, os meios de transmissão e recepção de sinais entre a Terra e as naves, as técnicas de pouso em outros corpos celestes e muitas outras atividades relacionadas ao tema. Assim, basicamente a Astronáutica é a aplicação da Física, Química, Biologia, Matemática e Engenharia para a construção e estudos de aeronaves cujo objeto de estudo é o espaço.

Essa ciência tem sua origem melhor explicada através dos estudos de Isaac Newton sobre Mecânica Clássica, com ênfase nos estudos da Dinâmica Newtoniana. Todo mecanismo de funcionamento de foguetes, desde os mais rudimentares até os mais atuais e modernos,

baseia-se nas Leis de Newton para o movimento. Newton publica seus estudos teóricos nessa área em meados do século XVII. No entanto, os foguetes espaciais começaram a ser estudados efetivamente apenas no século XX, uma vez que trabalhar com aeronaves dessas características, tais como atingir longas distâncias, capaz de sair do solo, entre outras variáveis necessitava de estudos de teor mais prático, como análise de estrutura, material, massa, órbita, combustível. Quanto a esse último, é interessante destacar que os foguetes tiveram um avanço significativo quando os cientistas dominaram os motores movidos a reação química e de combustíveis potentes.

Nesse quesito prático, alguns cientistas se destacam: o russo Konstantin Eduardovich Tsiolkovsky (1857-1935), que em 1903 publicou *A exploração do espaço cósmico com a ajuda de aparelhos propulsores à reação*, onde divulgava que nas suas concepções um foguete espacial seria metálico e de forma alongada, semelhante a um dirigível e com propulsores à base de oxigênio e hidrogênio líquido; o americano Robert Hutchings Goddard (1882-1945), que em 1912 demonstrou matematicamente que era possível fazer um foguete atingir grandes altitudes utilizando-se a força gerada pelos gases emitidos por propulsores. Assim, realizou o experimento com o primeiro foguete movido a combustível líquido da história, no dia 16 de março de 1926, prosseguindo com seus testes, em 1935 fez com que um de seus foguetes atingisse 2.280 metros de altura e a velocidade de 880 km/h.

Outro cientista que foi fundamental para o desenvolvimento da tecnologia dos foguetes espaciais foi o romeno de ascendência alemã Hermann Julius Oberth (1894-1989). Ele escreveu o *Os foguetes no espaço interplanetário*, o qual discutia a viabilidade do voo espacial humano, conjecturou as equações básicas da construção de foguetes e descreveu como os propelentes líquidos poderiam exceder amplamente o desempenho dos foguetes de pólvora. Sua obra chegou a diversos cientistas e entusiastas da Astronáutica, dentre eles o alemão Wernher Magnus Maximilian Von Braun (1912-1977).

Von Braun despertou seu interesse pela experimentação com foguetes ainda durante sua adolescência. Aos 13 anos, já fazia experimentos com foguetes rudimentares e seus brinquedos como *hobby.* Sua notória aptidão e desejo em seguir na área de Física e Matemática o levou ao seu doutoramento, em 1934. Sua tese *Contribuições teóricas e experimentais para o problema estrutural nos foguetes a combustível líquido* foi um importante marco para o desenvolvimento de foguetes espaciais. Logo após isso, foi integrado a equipe de cientistas que desenvolveu diversos projetos de foguetes espaciais com diferentes estruturas, combustíveis, entre outras

características para o exército alemão. É importante observar que o contexto histórico desse momento era a transição entre a Primeira Guerra e Segunda Guerra Mundial.

É nesse contexto de conflitos militares que Von Braun e sua equipe desenvolvem o foguete com tecnologia precursora dos foguetes posteriores. Lançado em 1942, o foguete V2, do alemão *Vergeltungswaffe.2*, que significa "arma de represália", tornou-se uma poderosa arma do exército nazista durante o fim da Segunda Guerra Mundial. Com a Alemanha Nazista dando indícios de que seria derrotada na guerra, Hitler ordenou a execução de Von Braun e sua equipe para limitar e restringir qualquer acesso dos inimigos à tecnologia do V2. No entanto, em setembro 1945, ele e sua equipe refugiaram-se nos Estados Unidos.

Assim, os mesmos cientistas que criaram o V2 começaram a trabalhar para o exército norte-americano, desenvolvendo foguetes e mísseis balísticos de grande alcance. Cinco anos após, em 1950, eram lançados os primeiros foguetes derivados das tecnologias do projeto V2: *Bumper*. Em 1 de fevereiro de 1956, foi criada a Agência de Mísseis Balísticos do Exército dos Estados Unidos (ABMA, ou *Army Ballistic Missile Agency*), com a missão de desenvolver mísseis nucleares balísticos para o exército americano. Reunidos nessa agência, estavam os criadores Von Braun e Hermann Oberth, entre outros. Von Braun e sua equipe trabalharam em inúmeros projetos para as forças armadas norte-americanas e para a NASA, inclusive nos foguetes Saturno, do Projeto Apollo, que acabou levando o homem à Lua.

Os norte-americanos não foram os únicos a terem acesso aos segredos do V2, tampouco os únicos a desenvolverem tecnologias espaciais. Os soviéticos também têm feitos importantes na astronáutica. Dentre eles, podemos citar o ucraniano Korolev, que graduou-se em engenharia na Rússia, em 1929. Logo a partir de 1933, passou a ser vice-chefe do Instituto de Pesquisa de Propulsão a Jato – RNII, participando do grupo que lançou o primeiro foguete soviético movido a combustível líquido. Durante o esforço de guerra soviético, trabalhou no desenvolvimento de aviões movidos a foguetes líquidos para o exército vermelho.

A partir de 1946, Korolev ainda trabalharia, simultaneamente, no desenvolvimento de tecnologia de mísseis nucleares balísticos e foguetes capazes de levar cargas (satélites) ao espaço. Assim, ele coordenou a criação do *Semiorka*, que seria um foguete de dois estágios, não superpostos, mas em feixe, capaz de colocar até 1300kg em órbitas baixas. O *Semiorka* obteve sucessos significativos e animadores em seus testes, o que fez com que fosse escolhido para marcar a história da astronáutica e da exploração espacial: em 1956, ele foi usado no lançamento do satélite artificial *Sputnik 1*.

Assim, podemos compreender que desenvolvimento da tecnologia de foguetes teve um avanço expressivo logo no cenário pós Segunda Guerra Mundial, iniciando com a Guerra Fria entre Estados Unidos e União Soviética, no final da primeira metade do século XX. Nesse período, foram desenvolvidas as aeronaves mais icônicas da história da Astronáutica, desde projetos voltados para levar satélites para a órbita da Terra, até a ida do homem à Lua. Dentre alguns dos foguetes que marcaram época, podemos citar os seguintes: Foguete V2 (1944), o primeiro a atingir 100 km de altitude; Vostok I (1961), a aeronave responsável por levar Iuri Gagarin ao espaço, sendo o primeiro homem a viajar para fora da atmosfera terrestre; Saturno V (1969), o foguete responsável por levar o primeiro homem à Lua; Ônibus Espacial Columbia (1981), a primeira aeronave reaproveitável para missões espaciais; Falcon 9 (2018), o primeiro foguete totalmente reaproveitável já lançado.

O V2 foi um dos mais importantes, uma vez que foi dele a tecnologia que os demais posteriores foram baseados. Desenvolvido pela Alemanha nazista durante a Segunda Guerra Mundial, foi o primeiro míssil balístico de longo alcance e o primeiro objeto feito pelo homem a alcançar o espaço. Com aproximadamente 14 metros de comprimento e peso superior a 12 toneladas, ele utilizava um motor-foguete movido a álcool etílico e oxigênio líquido, atingindo velocidades de até 5.760 km/h e podendo alcançar alvos a mais de 300 km de distância. Seu sistema de orientação inercial permitia maior precisão em relação a foguetes anteriores, tornando-se um marco na tecnologia de mísseis. Apesar de seu uso destrutivo durante a guerra, o V-2 serviu como base para o desenvolvimento da engenharia aeroespacial moderna, influenciando diretamente projetos como os foguetes norte-americanos Redstone e Saturno, que levaram o homem à Lua.

Já durante a Guerra Fria, temos o foguete Vostok I, veículo de lançamento que levou o cosmonauta Yuri Gagarin ao espaço em 12 de abril de 1961, tornando-se o primeiro foguete a colocar um ser humano em órbita. Desenvolvido pela União Soviética, o Vostok 1 era baseado no míssil balístico intercontinental R-7 (*Semiorka*) e possuía um design robusto, com quatro propulsores laterais acoplados a um estágio central, proporcionando impulso suficiente para escapar da gravidade terrestre. Alimentado por querosene e oxigênio líquido, ele tinha cerca de 38 metros de altura e pesava aproximadamente 287 toneladas. Seu sistema de controle automatizado garantiu a estabilidade e o sucesso da missão, estabelecendo um marco histórico na corrida espacial e servindo de base para futuros lançamentos tripulados.

Enquanto o russo *Vostok I* levou Gagarin para orbitar o espaço, o foguete norte-americano Saturno V foi responsável por um feito ainda maior. Projetado pela NASA para o

programa Apollo, ele levou os primeiros humanos à Lua. Com 110 metros de altura e um peso total de cerca de 3.000 toneladas, ele era composto por três estágios, cada um projetado para uma fase específica do lançamento. Seu primeiro estágio utilizava cinco motores F-1 movidos a querosene e oxigênio líquido, gerando um empuxo colossal de 34,5 milhões de newtons. O segundo e terceiro estágios utilizavam hidrogênio e oxigênio líquidos como propelentes, garantindo a velocidade necessária para escapar da gravidade terrestre e entrar em órbita lunar. O Saturno V teve um histórico impecável, sem falhas em voos tripulados, sendo essencial para as missões Apollo, incluindo o pouso histórico da Apollo 11 em 1969.

Buscando aperfeiçoar e tornar missões espaciais com menor custo operacional, a NASA desenvolveu o ônibus espacial Columbia, a primeira espaçonave reutilizável da NASA, inaugurando o programa dos ônibus espaciais com seu voo em 12 de abril de 1981. Com um design inovador à época, ele possuía um grande compartimento de carga, asas para reentrada atmosférica e um escudo térmico feito de milhares de ladrilhos cerâmicos para suportar as altas temperaturas do retorno à Terra. O Columbia tinha aproximadamente 37 metros de comprimento e uma envergadura de 24 metros, sendo lançado verticalmente com a ajuda de dois foguetes auxiliares de combustível sólido e um tanque externo de hidrogênio e oxigênio líquidos. Sua capacidade de transportar astronautas e satélites fez dele uma peça-chave no avanço da exploração espacial, embora tenha sido tragicamente perdido em 2003 durante sua reentrada, marcando um dos momentos mais tristes da história da exploração espacial.

Com ideia parecida a dos ônibus espaciais, em 2018 a emprese norte-americana *SpaceX* desenvolveu um foguete reutilizável, o Falcon 9. Ele é um foguete reutilizável desenvolvido e projetado para transportar cargas e tripulações ao espaço com eficiência e menor custo. Com aproximadamente 70 metros de altura e um diâmetro de 3,7 metros, ele possui dois estágios movidos a propelentes líquidos: querosene RP-1 e oxigênio líquido. Seu primeiro estágio conta com nove motores Merlin, que proporcionam um empuxo de cerca de 7.600 kN, permitindo seu retorno e pouso controlado para reutilização. O segundo estágio, equipado com um único motor *Merlin Vacuum*, é responsável por inserir a carga na órbita desejada. O Falcon 9 se destaca por sua versatilidade, sendo utilizado para lançar satélites, missões de reabastecimento para a Estação Espacial Internacional e até missões tripuladas, tornando-se um dos foguetes mais confiáveis da atualidade.

Nesse sentido, a conceituação do termo “foguete” não tem apenas um significado, mas algumas possibilidades de significados. Agora em que estamos vivenciando a época do desenvolvimento de aeronaves capazes de realizar mais de uma viagem para fora da atmosfera

terrestre, o conceito mais compartilhado e difundido pela sociedade é o de aeronave capaz de levar homem, através das leis da Física, para missões espaciais. No entanto, nem sempre foi assim, sendo possível identificar que foguetes eram, num primeiro momento, entendidos como ferramentas e armamentos de guerra desde o começo da sua história, a exemplo do século XIII.

2.5 ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA NO ENSINO DE CIÊNCIAS

Como mencionado em parágrafos anteriores, com essa pesquisa almeja-se, sobretudo, possibilitar a Alfabetização Científica dos estudantes, em ênfase na Astronomia. Entende-se por AC o compreendimento da Ciência e da linguagem científica, bem como a utilização dela em prol da sociedade, estabelecendo relações econômicas, históricas e sociais. Logo, um indivíduo alfabetizado cientificamente é aquele que compreende as relações sociais existentes no processo de produção da Ciência, sendo capaz de interpretá-la como um processo e não como um produto pronto e acabado (Sasseron, 2008).

O nível de AC de um estudante pode ser mensurado, isto é, o quão alfabetizado cientificamente é o sujeito. Assim, é possível mensurar o nível de AC através de três eixos, que são denominados de Eixos Estruturantes da Alfabetização Científica - EEAC (Sasseron, 2008). O primeiro eixo diz respeito à compreensão fundamental de termos, conhecimentos e conceitos que baseiam a ciência. Assim, ele se concentra em analisar a capacidade e habilidade do estudante em estabelecer definições entre conceitos científicos. Por exemplo, no conteúdo de Física, no tópico de cinemática, o conceito de aceleração, seria o estudante saber a definição conceitual de aceleração, não se preocupando em buscar maiores implicações com seu cotidiano. Assim, esse primeiro eixo analisa apenas se o sujeito compreende termos técnicos da ciência, de maneira mais direta (Sasseron, 2008).

Ainda segundo a autora, o segundo eixo se refere à compreensão da natureza, assim como os fatores éticos e políticos que permeiam a prática e síntese do conhecimento científico. Portanto, para Sasseron (2008), além de se ter conhecimento dos termos e conceitos científicos, para ser alfabetizado cientificamente, o sujeito não deve compreender a ciência como algo isolado do mundo, mas como uma prática cultural da humanidade, buscando refletir sobre os impactos políticos e éticos que permeiam essa atividade, refletindo, por exemplo, sobre os impactos positivos e negativos da prática científica.

O terceiro e último grande eixo relaciona o entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia e sociedade. Esse eixo reforça que o sujeito deve saber perceber e refletir os impactos da atividade científica na tecnologia e ambiente, nos quais está inserido. Assim, imagina-se que um cidadão alfabetizado cientificamente é capaz de compreender desde os conceitos técnicos científicos, até os impactos que a ciência gera na sociedade em que está inserido, seja de maneira positiva, possibilitando benefícios, seja de maneira negativa, ocasionando malefícios.

Esses eixos são fundamentais para analisar o desenvolvimento da AC na educação, pois permitem que o professor reflita e pense diferentes maneiras de lecionar, objetivando fazer com que o estudante perceba que a ciência não é algo dissociado da sua realidade e que nem sempre pode ser compreendida como sucesso, conquistas, acertos, mas que tenha a percepção de que ela também pode trazer consigo pontos negativos (Sasseron, 2008). Por exemplo, os mesmos princípios da Física nuclear que possibilitam avanços na medicina diagnóstica são os mesmos que possibilitaram a criação de armas nucleares, como a bomba atômica.

Partindo desses três eixos estruturantes, Sasseron e Carvalho (2008) constroem os IAC's. Segundo a autora, eles podem ser definidos como conjuntos de algumas das habilidades essenciais e necessárias para se entender e construir o conhecimento científico. Assim, eles são algumas habilidades próprias das ciências e do fazer científico, tais como habilidades comuns desenvolvidas e utilizadas para a resolução, discussão e divulgação de problemas nas áreas das ciências. Os IAC's propostos por Sasseron e Carvalho (2008) são: Seriação de informações (SI), Organização de informações (OI), Classificação de informações (CI), Raciocínio lógico (RL), Raciocínio proporcional (RP), Levantamento de hipóteses (LH), Teste de hipóteses (TH), Justificativa (J), Previsão (P) e Explicação (Exp).

Eles têm um papel fundamental na AC, pois dão um panorama de quais são as habilidades que devem ser trabalhadas para promovê-la. Assim, no momento de pensar em realizar alguma atividade centrada na AC do estudante, é imprescindível refletir acerca desses indicadores. Estes, assim como os eixos estruturantes, são distribuídos em três grupos: o primeiro está ligado com a obtenção de dados; o segundo integra a estruturação do pensamento; e o terceiro está relacionado com as buscas de relações. É importante destacar que cada grupo representa um bloco de ações que são colocadas em prática quando há um problema a ser resolvido. O quadro 2 apresenta os indicadores e suas características.

Quadro 2 - Grupos e Indicadores Científicos

Grupo	Indicador	Descrição
Primeiro	Seriação de informações	Está ligada ao estabelecimento de bases para a ação investigativa.
	Organização de informações	Surge quando se procura preparar os dados existentes sobre o problema investigado.
	Classificação de informações	Aparece quando busca-se estabelecer características para os dados obtidos.
Segundo	Raciocínio lógico	Compreende o modo como as ideias são desenvolvidas e apresentadas.
	Raciocínio proporcional	Assim como o raciocínio lógico, é o que dá conta de mostrar o modo como se estrutura o pensamento.
Terceiro	Levantamento de hipóteses	Aponta instantes em que são alçadas suposições acerca de certo tema.
	Teste de hipóteses	Trata-se das etapas em que as suposições anteriormente levantadas são colocadas à prova.
	Justificativa	Aparece quando, em uma afirmação qualquer proferida, lança-se mão de uma garantia para o que é proposto.
	Previsão	Este indicador é explicado quando se afirma uma ação e/ou fenômeno que sucede associado a certos acontecimentos.
	Explicação	Surge quando busca-se relacionar informações e hipóteses já levantadas.

Fonte: Sasseron e Carvalho (2008)

Assim, para esta pesquisa vislumbramos que os participantes, quando expostos a aspectos históricos, sociais, políticos e econômicos que permearam o desenvolvimento da tecnologia de foguetes espaciais, sobretudo durante a Guerra Fria, sejam capazes de compreender que as tecnologias de exploração espacial atuais levaram um longo período e foram produzidas em diversos contextos históricos até chegar no estágio atual, bem como as tecnologias futuras também sofrerão influências de diversos outros contextos.

3 PRESSUSPOSTOS METODOLÓGICOS

Nesta sessão, apresenta-se a natureza da pesquisa. Assim, aqui são apresentadas as características da pesquisa, tais como tipo, local, participantes, estruturação, instrumentos de coleta de dados, técnica de análise utilizada, entre outros aspectos metodológicos.

3.1 NATUREZA DA PESQUISA

Esta pesquisa delimita-se como um estudo de caso. Segundo Yin (2015, p. 32), o estudo de caso, na condição de estratégia de pesquisa, é entendido como "uma investigação empírica que investiga um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto da vida real, especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto não estão claramente definidos".

Segundo Creswel (2014), o estudo de caso, no âmbito qualitativo, pode ser identificado e caracterizado de duas maneiras distintas: intralocal e plurilocal. No âmbito da presente pesquisa, definimos como estudo de caso intralocal, uma vez que estamos lidando com um caso único, neste caso, a aplicação de uma estratégia de ensino da Astronomia numa escola pública de Belém, capital do estado do Pará. Nesse sentido, o grupo específico selecionado para o estudo será uma turma da 1ª série do Ensino Médio da Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio "Pedro Amazonas Pedroso".

Indo além, definimos como estudo de caso intrínseco. Para Stake (2000), o estudo de caso intrínseco é caracterizado quando o investigador pretende uma melhor compreensão de um caso particular que contém em si mesmo o interesse pela investigação. Quanto à natureza, delimita-se em estudo de caso exploratório. Para Rosa (2014, p. 74), o estudo de caso é dito exploratório quando seu objetivo é obter evidências sobre quais variáveis ou processos estão governando o problema estudado.

3.2 LOCAL E PARTICIPANTES DA PESQUISA

A pesquisa concentrou-se em aplicar uma Sequência de Ensino Histórico-Investigativa utilizando a História e Filosofia da Ciência, numa turma da 1ª série do Ensino Médio de uma Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio, mediante o parecer da instituição de ensino autorizando a realização da pesquisa, através da assinatura do termo de anuência.

Para a aplicação do trabalho, foi escolhida uma escola da rede estadual de ensino, localizada na cidade de Belém, capital do Pará. A escolha da instituição se deu devido ao fato de ter renome na educação belenense, pela assiduidade dos estudantes, além de grande histórico de parcerias com projetos de pesquisa, os quais se destacam o Projeto de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID), o Projeto de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC), tanto no âmbito do Nível Superior quanto na Educação Básica, além de contar com projetos internos que estimulam e incentivam a prática científica, como projetos de feiras vocacionais e feiras de ciências, ao longo do ano letivo.

Participaram dessa pesquisa estudantes da 1ª série do Ensino Médio, totalizando 33 (trinta e três) alunos, com idade entre 14 e 16 anos. Vale destacar que em alguns momentos das atividades não foi possível contar com esse total de participantes, pois alguns não compareceram em algumas aulas. Assim, por vezes, contou-se com um quantitativo reduzido de participantes. No entanto, buscou-se registrar o máximo de dados durante todo o decorrer da atividade.

Foi preferido aplicar a proposta com essa série do Ensino Médio devido a dois motivos principais. O primeiro se dá devido aos estudantes já terem construído, de acordo com a grade curricular de ciências humanas, como História e Geografia, alguns conhecimentos fundamentais sobre as Grandes Guerras e outros episódios históricos de grandes proporções. E, no âmbito da Física, espera-se que os educandos já tenham construído conhecimentos básicos acerca de conceitos de gravidade, força, aceleração, além de lançamentos de projéteis.

Além dos estudantes, também participou o professor de Física da turma, que contribuiu de forma significativa na elaboração da proposta educativa. Como forma de garantir o sigilo dos dados dos participantes e seguir as normativas de ética de pesquisa, todas as suas informações pessoais, imagem, entre outros documentos foram mantidos em sigilos, sendo vedado seus compartilhamentos. Quanto à parte documental da aplicação da proposta, há o

parecer de aprovação do projeto de pesquisa (Anexo A), alegando que o trabalho segue as normas éticas; A declaração de compromisso do pesquisador A (Anexo B), o qual é o autor principal desta pesquisa; A declaração de compromisso do pesquisador B (Anexo C), o qual é o autor secundário desta pesquisa.

Para zelar pelo sigilo dos participantes, foi utilizado o Termo de Compromisso para Utilização e Manuseio de Dados (TCUD) (Anexo D); Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE) (Anexo E); Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (Anexo F); Termo de Autorização de Uso de Imagem, Voz e Som (Anexo G).

3.3 FONTES DE INFORMAÇÃO E COLETA DE DADOS

Para a coleta de dados, foram construídos questionários prévios, isto é, para sondar os conhecimentos iniciais dos estudantes acerca da temática de História da Ciência e sua relação com a Astronáutica. Cabe ressaltar que esses questionários possuem itens de características de escrever e desenhar, os quais os estudantes tiveram a possibilidade de expor, através da escrita e desenho, suas concepções a respeito de foguetes. É válido destacar que esses materiais foram impressos e respondidos em sala de aula, através de uma folha de papel A4 (Apêndice B). Indo além, o professor da turma também participou da pesquisa no âmbito de contribuir com a avaliação da proposta. Essa contribuição foi realizada de acordo com a assinatura do termo de colaboração. Assim, os materiais avaliados foram os questionários prévios e finais (Apêndice C), juntamente com áudios e observações feitas pelo professor e registradas em diário de bordo a cada aula.

Cabe ressaltar que foi feito o registro em áudio das discussões geradas durante a dinâmica, em alguns momentos de debates e discussões entre os sujeitos, abrangendo todas as etapas idealizadas. Utilizando um celular, o registro de áudio foi feito para análise. Por fim, durante as atividades desenvolvidas na instituição de estágio, foram registradas observações utilizando um diário de campo, no decorrer dos encontros.

3.4 INSTRUMENTOS DE ANÁLISE DOS DADOS DA PESQUISA

Os dados foram obtidos através de questionários prévios e finais, bem como os áudios de discussões durante alguns momentos da SHI, tais como, aula expositiva, apresentação dos foguetes, experimentação e, posteriormente, foi realizada análise descritiva. Essa análise se apoia nos pressupostos teóricos dos Indicadores de Alfabetização Científica (IACs), propostos por Sasseron (2008). Entende-se por AC o compreendimento da Ciência e da linguagem científica, bem como a utilização dela em prol da sociedade, estabelecendo relações econômicas, históricas e sociais. Assim, é possível mensurar o nível de AC através de três eixos, que são denominados de Eixos Estruturantes da Alfabetização Científica - EEAC (Sasseron, 2008). Para este trabalho, utilizaremos os IAC's para análise dos questionários de sondagem e final, bem como dos áudios das aulas e o diário de campo.

3.5 PERCURSO METODOLÓGICO DA PESQUISA

A pesquisa foi realizada em cinco momentos: 1 - Observação participante no lócus da pesquisa; 2 – Elaboração da Sequência Histórico-Investigativa (SHI) ; 3 - Apresentação da SHI ao professor regente da turma; 4 – Aplicação da SHI; 5 - Análise e avaliação da proposta, como mostra a figura 1.

Figura 1 - Etapas da pesquisa



Fonte: Ferreira e Machado (2025)

3.5.1 Observação Participante no Lócus da Pesquisa

A observação participante é uma técnica de pesquisa que envolve a interação entre o pesquisador e os participantes do estudo, sendo uma estratégia de coleta de dados que permite uma proximidade com o grupo estudado. Para Aktinson e Hammsersley (1998), suas principais características são: ênfase na análise da natureza de um fenômeno social específico, o trabalho com dados qualitativos sem ter um esquema de análise de categorias previamente fixado e a análise de dados que envolvem interpretações explícitas dos significados das ações humanas. Os resultados são obtidos de modo indutivo e dialógico, ou seja, as conclusões podem ser discutidas com os informantes à medida que a observação se desenrola e as interpretações vão sendo construídas pelo pesquisador (Angrosino, 2009).

Assim, no primeiro momento, foi realizado o contato e sensibilização da escola com o projeto de pesquisa, o qual foi apresentado, inicialmente, à direção da escola através de um diálogo entre direção, professor regente e o autor da pesquisa através do documento de carta de aceite da instituição, o qual apresenta a liberação da escola para a realização das atividades pretendidas. Também nesse momento se conheceu mais a respeito do espaço, quantidade de alunos, dos espaços que poderiam ser utilizados para a realização da proposta, ambiente escolar, entre outras características. Também foi realizada observação participante, a qual permitiu observar o comportamento dos estudantes da escola, relações com os professores, para a partir de então, discutir junto ao professor regente de Física sobre sua opinião quanto ao projeto. A observação e o diálogo junto ao professor possibilitaram fazer uma escolha assertiva da turma que se trabalhou, a qual contou com estudantes participativos e interessados para fazer as atividades pensadas no ato de construção da sequência. Todas as informações pertinentes coletadas foram registradas através de diário de bordo.

3.5.2 Elaboração da Sequência Histórico-Investigativa (SHI)

O segundo momento da pesquisa foi dedicado para a elaboração de uma proposta que contemplasse os aspectos históricos da temática utilizando a HFC junto ao EI através de uma SEI, que originaria a SHI. Aqui, se pensou diversas possibilidades, porém sempre refletindo

quanto as características, objetivos e, sobretudo, que as atividades presentes na sequência fossem factíveis e executáveis considerando as especificidades da escola e do público-alvo. Esse processo de elaboração se deu através das considerações do professor orientador durante as reuniões de orientação e dos professores presentes na banca de qualificação, os quais sugeriram opiniões e sugestões relevantes para contemplar os objetivos da pesquisa. Assim, após esse diálogo e reflexões junto a banca, em algumas semanas a SHI foi pensada e elaborada.

3.5.3 Apresentação da SHI ao professor de Física

Durante o terceiro momento, após a elaboração, a SHI lhe foi apresentada ao professor de Física da escola. Essa etapa, assim como a anterior, tem grande importância para o desenvolvimento da pesquisa, uma vez que esse momento foi dedicado para o professor regente da turma avaliar e propor melhorias para o melhor aproveitamento da proposta, através de sua experiência com os alunos e com a instituição. A opinião do referido profissional foi de extrema relevância para delinear a proposta de acordo com a característica da turma onde seria realizada a pesquisa, uma vez que sua análise poderia tornar a elaboração da proposta mais assertiva e de melhor aproveitamento.

3.5.4 Aplicação da SHI

O quarto momento foi dedicado à aplicação da proposta, centralizando-se na construção do desenvolvimento histórico da tecnologia do foguete e a ciência envolvida. Nessa etapa, foi possível construir, junto à turma, não apenas conhecimentos prontos, mas sim fazer com que os educandos percebessem os motivos que alavancaram, ao longo da história, o lançamento de objetos para além da atmosfera terrestre, levando em conta os fatores históricos, políticos, econômicos e sociais. Nesse momento, os alunos construíram, a partir de suas observações, pesquisas e indagações, conhecimentos de Física e de Astronomia que proporcionaram o desenvolvimento da exploração espacial, com ênfase no lançamento de foguetes, à luz da História da Ciência.

3.5.5 Análise e Avaliação da Proposta

No momento final, foi realizada a análise dos dados coletados durante a SHI. Nesse estágio da pesquisa, avaliou-se a compreensão dos alunos quanto ao tema, focando no entendimento construído após o momento da SHI. Essa etapa, bem como as demais, foi importante para a pesquisa, pois foi nela que o conhecimento construído pelos educandos quanto à temática foi avaliado.

3.6 ESTRUTURAÇÃO DA SEQUÊNCIA

O modelo de intervenção pedagógica apresentado tem sua estrutura fundamentada a partir da organização de Carvalho (2013) sobre as etapas da Sequência Histórico-Investigativa (SHI), sendo estas: a Sondagem de conhecimento prévio (primeira etapa); Contextualização (segunda etapa); Problematização (terceira etapa); Sistematização (quarta etapa); Atividade final (quinta etapa). A SHI foi desenvolvida com a turma em aulas de 45 minutos cada. A figura 2 apresenta essa estruturação.

Figura 2 - Estrutura da SHI



Fonte: Ferreira e Machado (2025)

Na etapa inicial, ocorreu a sondagem de conceitos iniciais sobre a temática. Então, nesse momento, pretendeu-se verificar junto aos participantes, alunos da primeira série do Ensino Médio, o que os mesmos estudantes compreendiam e associavam aos conceitos da Astronomia, universo, foguetes e tecnologias. Esse procedimento foi realizado em uma aula de 45 minutos através de questionários de sondagem compostos por quatro itens para respostas escritas e dois de desenho (Apêndice B). A intenção de variar entre dados escritos e dados gráficos (desenhos) foi de coletar o máximo de informações possíveis dos participantes, uma vez que naturalmente existem sujeitos que se expressam melhor de maneira escrita, outros de maneira gráfica. Indo além, os desenhos também serviriam para comparar as concepções teóricas (escritas) e suas concepções reais (desenhos) quanto a definição de foguete espacial, por exemplo.

Após isso, para contextualizar a temática, foi realizada uma aula expositiva, utilizando uma apresentação de slides produzida pelo autor da pesquisa, contendo um breve histórico acerca da origem dos foguetes espaciais, desde a idealização e utilização para propósitos festivos na China até o desenvolvimento dos foguetes espaciais a partir do Foguete V2 durante a Segunda Guerra Mundial. É válido destacar que, durante esse momento, os estudantes foram questionados sobre seus entendimentos a respeito do tema, mantendo, assim, um diálogo entre professor e turma. Além disso, foram utilizados alguns vídeos e reportagens de lançamento das principais aeronaves e missões que marcaram a exploração espacial, tais como o lançamento do satélite *Sputnik,* e o voo de Yuri Gagarin.

A terceira etapa se iniciou com a proposição da pergunta problema: É possível um foguete dar ré? Cabe explicar que atualmente isso é possível, sendo inclusive fabricado pela empresa norte-americana *SpaceX*. Seu funcionamento está associado diretamente à Terceira Lei de Newton, além de outros princípios científicos. Após o lançamento da pergunta, ocorreu uma discussão e debates com os alunos sobre a história e trajetória dos foguetes. Assim, os estudantes foram estimulados a compartilhar suas opiniões, interagindo a partir do seu ponto de vista. É importante destacar que nesse momento não houve necessidade de os estudantes responderem corretamente de acordo com dados/conceitos científicos, uma vez que isso ocorreria nos momentos seguintes da dinâmica. Ainda nesse momento, os estudantes foram divididos em quatro equipes, as quais receberam uma ficha histórica (Apêndice C) de alguns foguetes que marcaram o desenvolvimento da exploração espacial. Nela constavam informações gerais como principais missões, suas finalidades, período de atividade e custo de operação. Os modelos selecionados foram: Foguete V2, que foi o primeiro míssil balístico a cruzar o limite Terra e espaço; Thor Able, o foguete que levou ao espaço as sondas espaciais

da família Pioneer para explorar a Lua; O Saturno V, que foi o responsável por levar os primeiros homens até a superfície lunar, na missão Apollo 11; e o Falcon Heavy, que recentemente levou astronautas à estação espacial internacional.

Ainda, os grupos receberam duas folhas de papel A4, contendo os foguetes com suas estruturas impressas para recorte e colagem (Apêndices D, E, F e G). Para a execução da atividade, receberam tesouras, cola e régua para confeccionarem os diferentes modelos. Assim, cada equipe ficou responsável por construir uma miniatura. A importância desse momento se dá devido à possibilidade de percepção de analisar as características estruturais peculiares de cada aeronave ao longo do tempo, além de servir como modelagem.

A quarta etapa, que é a sistematização, consistiu em dois momentos: a socialização de seus modelos para a turma e experimentação. No âmbito da socialização dos modelos construídos, cada equipe compartilhou com a turma as características das aeronaves, bem como a história de seus desenvolvimentos, principais missões, testes, contexto histórico de lançamento, dentre outras características; experimentação. O segundo momento foi destinado a experimentação, onde os alunos receberam materiais para a realização da atividade. Assim, foram entregues bexigas, varetas de plástico, fitas, tesouras, réguas, alfinetes e canudinho. O experimento consistia em fazer com que os estudantes, a partir da pergunta problema, provassem se era possível ou não um foguete dar ré e como seria possível. A bexiga, nesse caso, simularia a estrutura de um foguete espacial e, assim, o objetivo era fazer com que ela retornasse à superfície (nesse caso, a mesa).

Assim, para finalizar o momento de sistematização do conhecimento, os estudantes apresentaram suas explicações para a observação feita. Durante esse momento, os conceitos científicos foram discutidos com a turma a partir das suas conclusões e da pergunta problema.

Por fim, a partir de questionário final (Apêndice H) semelhante ao inicial, foi realizada a avaliação dos estudantes em relação à dinâmica, referentes ao seu conhecimento construído após as atividades.

3.6.1 Etapas de Aplicação da Sequência de Ensino Investigativa (SHI)

A sequência foi realizada em oito aulas de 45 minutos cada, sendo ministradas nos dias de quarta-feira e sexta-feira. É importante destacar que nesses referidos dias da semana o professor lecionava a disciplina de Física e uma Unidade Temática do novo Ensino Médio, a qual tratava de Astronomia e Tecnologias. Assim, o professor tinha duas disciplinas com duas aulas por semana de cada, totalizando quatro entradas na turma semanalmente. Para melhor compreensão acerca da intervenção pedagógica, o quadro 3 consiste em uma adaptação da aplicação de Roell (2019), que destaca o desenho da Sequência Histórico-Investigativa (SHI) que foi realizada.

Quadro 3 - Estrutura da SHI

Ciclos	Aula	Situação Problema	Atividade proposta	Assuntos discutidos	Etapas da SHI
1 Apresentação da temática e sondagem do conhecimento prévio dos estudantes;	Aula 1	O que é um foguete espacial?	• Questionários de sondagem;	• Concepções de Astronomia; • Concepcões de foguetes espaciais	Sondagem de conhecimento prévio
Introduzir os conceitos históricos e físicos a respeito da construção e aerodinâmica de foguetes.	Aula 2	Os foguetes sofreram mudanças ao longo do tempo?	• Slides sobre a história dos foguetes; • Imagens e vídeos sobre aeronaves espaciais ao longo do tempo; Discussão e debates com os alunos.	• História e evolução dos foguetes; • Desenvolvimento da tecnologia de foguetes; • Exploração espacial; • Episódios históricos que influenciaram maiores	Contextualização

				investimentos à exploração espacial.	
2 (Contextualização do desenvolvimento da tecnologia de foguetes e construção de maquetes de quatro modelos de foguetes espaciais)	Aula 3 e 4	É possível um foguete dar ré? (ao final dessa aula)	• Apresentação das fichas históricas e maquetes de foguetes; • Divisão de grupos;	• Aspectos históricos do desenvolvimento de tecnologias dos foguetes; • Episódios históricos que influenciaram maiores investimentos à exploração espacial.	Problematização
3 Validar, através da experimentação, as hipóteses criadas sobre o lançamento de foguetes	Aula 5	Existe alguma diferença entre os primeiros foguetes para os foguetes atuais?	• Socialização das maquetes construídas pelos grupos.	• Processo histórico do desenvolvimento de foguetes; • Aerodinâmica e estrutura de foguetes; • Leis de Newton; • Propulsão; • Peso; • Astronáutica; • Lançamento de projétil;	Sistematização
	Aula 6 e 7	Como um foguete pode retornar à Terra? Quais os princípios físicos envolvidos no lançamento de foguetes?	• Apresentação dos materiais para experimentação; • Experimentação de propulsão; • Discussão dos conceitos científicos que explicam o		

			funcionamento de foguetes;		
4 (Verificar o conhecimento construído a respeito da história e filosofia da Ciência e sua relação com o desenvolvimento da tecnologia de foguetes)	Aula 8	De que forma acontecimentos históricos impactaram o desenvolvimento da tecnologia dos foguetes?	• Questionário final.	• Resgate de conceitos anteriormente construídos e avaliação da atividade.	Atividade final

Fonte: Ferreira e Machado (2025)

A partir do quadro, observa-se que a SHI foi estruturada em 4 (quatro) ciclos: contextualização, que corresponde ao primeiro ciclo, o qual contém 1 (uma) aula; problematização, correspondente ao segundo ciclo, contendo 3 (três) aulas; sistematização, sendo o terceiro ciclo, com 3 (três) aulas; atividade final, sendo o quarto ciclo, com 1 (uma) aula.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesse momento, são apresentados os dados obtidos e suas respectivas análises realizadas a partir do referencial citado na metodologia.

4.1 ANÁLISE DOS DADOS COLETADOS E DISCUSSÃO

Durante todas as etapas da aplicação da sequência, buscou-se questionar os estudantes a fim de refletirem sobre a pergunta problema, sempre buscando fazer conexões entre a temática da tecnologia de foguetes com os aspectos históricos e sociais que permeiam suas transformações e feitos. Assim, eles foram construindo conhecimentos de forma gradual durante os momentos da SHI, mas sempre relembrando da pergunta inicial, para que ao final da dinâmica tivessem conhecimentos e habilidades que possibilitassem pensar na construção de um foguete que fosse capaz de realizar mais de um voo para o espaço, através da reflexão histórica e científica.

Partindo de perguntas retóricas presentes no questionário de sondagem durante o momento inicial da sequência, foi possível organizar os registros dos estudantes em categorias de acordo com seu compreendimento acerca da temática.

Para organizar os dados coletados através das fontes de coleta e facilitar a compreensão da leitura e análise, algumas siglas referentes às fontes de registros foram criadas. Assim, no decorrer desta seção, por vezes, serão discutidos e comparados diferentes dados de forma simultânea, relacionando dados presentes nos questionários, áudios e observações realizadas pelo professor pesquisador. Portanto, o quadro 4 apresenta essas representações. Os dígitos que são inseridos logo após a consoante E se referem a um estudante específico X (variando de 1 a 28), enquanto os dígitos 1 e 2, logo depois da consoante Q, indicam, respectivamente, questionário inicial e final. No momento da sistematização, foram ouvidas as equipes. Assim, esses dados estão organizados legendados como EQ.

Quadro 4 - Siglas das fontes de dados

Código	Significado
EXQ1	Resposta do Estudante X no Questionário de sondagem

EXQ2	Resposta do Estudante X no Questionário final
EXA1	Fala do Estudante X coletada na gravação de áudio no momento da contextualização
EXA2	Fala do Estudante X coletada na gravação de áudio no momento da problematização
EQXA3	Fala da equipe X coletada na gravação de áudio no momento da sistematização
EXD	Desenho do estudante X sobre a representação de foguete espacial

Fonte: Ferreira e Machado (2025)

No decorrer do texto, os quadros seguintes irão apresentar os dados coletados. Nos questionários de sondagem e final, algumas perguntas se repetiram. Assim, o quadro 5 apresenta alguns dados obtidos em relação às perguntas exclusivas do questionário inicial. Em momentos posteriores, quando houver questionamentos compartilhados entre os questionários, quadros serão utilizados relacionando-os, para facilitar e organizar o compreendimento da análise.

Antes de analisar especificamente os comentários da turma a respeito da natureza de um foguete espacial, é importante refletir e conhecer o conceito técnico e científico sobre a aeronave. Assim, Taylor (2009) define um foguete como qualquer dispositivo de propulsão a jato que carrega propulsores sólidos ou líquidos que fornecem tanto o combustível quanto o oxidante necessário para a combustão. No âmbito da astronáutica, o foguete espacial é capaz de ultrapassar o limite entre Terra e espaço, superando a intensidade do campo gravitacional do planeta. Portanto, partiremos dessa definição para avaliar os dados obtidos em sala de aula. Assim, o quadro 5 apresenta os relatos da turma quanto às características necessárias para que algo seja um foguete espacial.

Quadro 5 - Perguntas do questionário de sondagem

Pergunta	**Respostas dos alunos**	**IACs**
Na sua opinião, o que é necessário para que algo seja considerado um foguete espacial?	**E2Q1:** "*Que funcione com gasolina seja ela líquida ou sólida, e que leve astronautas até o espaço e acomode eles*."	Organização de Informações (OI); Classificação de Informações (CI); Justificativa (J);

	E3Q1: "*Ter a capacidade de viajar para fora da atmosfera do planeta Terra e ser criado para isso, para fazer pesquisas e estudos espaciais*."	Organização de Informações (OI); Seriação de Informações (SI); Justificativa (J).
	E5Q1: "*Na minha opinião, para ser um foguete, ele precisa andar no espaço e sair da Terra, viajar para outros planetas em grandes velocidades.*"	Organização de Informações (OI); Seriação de Informações (SI); Justificativa (J).
	E6Q1: "*Para que seja considerado um foguete espacial é necessário um formato de cone cilíndrico, asas e um propulsor de combustível*."	Organização de Informações (OI); Seriação de Informações (SI); Classificação de Informações (CI).
	E7Q1: "Ter fogo, asas ao lado e ser grande."	Organização de Informações (OI); Seriação de Informações (SI).
	E8Q1: "Precisa de tecnologia avançada para poder sair do chão e ir pro espaço."	Organização de Informações (OI); Explicação (Exp).

Fonte: Ferreira e Machado (2025)

De acordo com os dados obtidos para esse item, podemos destacar que a percepção dos estudantes quanto ao termo "foguete" pode se resumir em um objeto que funciona através de combustível e que tenha capacidade de ir ao espaço. Indo além, pode-se afirmar que os IACs mais presentes foram: Organização de Informações (OI) e Seriação de Informações (SI). Assim, pode-se entender que os educandos se enquadram no primeiro eixo estruturante de AC, isto é,

compreendem os conceitos científicos, mas sem relação com os aspectos sociais e éticos (Sasseron; Carvalho, 2008).

Assim, na resposta de E5Q1, temos:

Na minha opinião, para ser um foguete, ele precisa andar no espaço e sair da Terra, viajar para outros planetas em grandes velocidades.

É interessante mencionar que os sujeitos não se sentiram motivados a responder os questionários, gerando, por vezes, respostas curtas, sem detalhamento. Esse fato contribuiu para a seleção de algumas respostas mais elaboradas, as quais pudessem ser analisadas com mais ênfase. Assim, por vezes, apesar de contar com cerca de 15 questionários respondidos, nem todas as respostas serão compartilhadas por esse motivo. Indo além, vale destacar que isso já era esperado, pois no trabalho semelhante de Souza e Almeida (2005), os autores mencionam que os estudantes preferem verbalizar ao invés de escrever.

Apesar desse fato, a partir da análise textual inicial, foi possível identificar similaridades entre as reflexões, sendo interessante criar categorias para estas. Assim, quanto às características e elementos para ser considerado um foguete espacial, temos as seguintes categorias: sair da Terra, design aerodinâmico, tecnologia avançada.

Tabela 1 - Categorias de respostas para a segunda pergunta

Categoria	**Definição**	**Quantidade de alunos**
Não soube responder	Estudantes que não souberam responder, tinham ideias confusas e sem clareza.	5 (18%)
Sair da Terra	Entendem um foguete espacial deve ser capaz de sair da atmosfera terrestre.	7 (25%)
Design aerodinâmico	Compreendem que o foguete deve possuir um formato aerodinâmico que favoreça o voo.	14 (50%)
Tecnologia avançada	Interpretam que um foguete espacial tem que ser uma aeronave equipada com	2 (7%)

	uma tecnologia avançada.	

Fonte: Ferreira e Machado (2025)

A partir do quadro, é possível identificar que 25% da turma entende um foguete como algo que necessariamente seja capaz de sair do planeta Terra. Como exemplificação, temos o relato do E3Q1, o qual menciona a capacidade de fazer viagens espaciais, bem como o E5Q1 complementa que seus destinos são outros planetas. Portanto, de maneira geral, na concepção desses estudantes, um foguete é um objeto que, no mínimo, tem capacidade de sair do nosso planeta. Essa concepção é correta, uma vez que um foguete é uma máquina que se desloca expelindo, em sua parte traseira, um fluxo intenso de gás a alta velocidade, impulsionando através da Terceira Lei de Newton, a estrutura para cima, atingindo alturas elevadas até sair da atmosfera terrestre (Alves *et al*, 2020).

É pertinente salientar que a percepção e interpretação de qualquer elemento ou objeto sofre influências de acordo com o meio em que o sujeito está inserido. Por vezes, há divergências entre o real e o concreto. Assim, o conceito de foguete espacial pode ser idealizado, interpretado de diversas maneiras distintas. No campo da filosofia, a realidade é compreendida como “a totalidade daquilo que há (Almeida, 2003)”, mas esse conceito é vago, pois permite diversas idealizações do que é real. Isso porque a realidade difere de sujeito para sujeito, de cultura para cultura, ideologia, entre outros (Almeida, 2003).

Assim, um foguete espacial pode ser caracterizado de uma forma para uma criança de 6 anos de idade e de outra por um jovem de 15 anos, por exemplo. Além disso, possivelmente, se fizermos o mesmo questionamento a jovens de mesma idade, porém, de localização geográfica e contextos sociais diferentes, as definições podem ser divergentes. A exemplo, se questionarmos um jovem que reside em alguma zona de conflitos e guerras, outro de uma zona pacífica que investe em tecnologia espacial, há grande chance de que o que reside em zona conflituosa definir foguete como unicamente uma arma de fogo que traz consigo destruição e crises. Por outro lado, o segundo pode defini-lo como avanço científico, exploração espacial, conhecimento. As duas respostas estariam de acordo com a realidade, mas a realidade vivenciada por cada um (Almeida, 2003).

Outro grupo, equivalente a 50% da turma, tomou como base para justificar seu ponto de vista os aspectos aerodinâmicos da aeronave, tais como formato e peças, como o E7Q1. Logo, nesse grupo, pode-se identificar que o fator que permite as viagens espaciais feitas por essas aeronaves são suas características físicas peculiares. Assim, fica evidente que estes associam

que para conseguir sair do campo gravitacional terrestre é necessário o objeto – nesse caso, um foguete espacial -, possuir um formato, um design específico que permita gerar o menor arrasto possível, ainda que não explicitem de maneira clara em suas falas.

Relacionando as expressões anteriores da turma com as bases teóricas da astronáutica, o que possibilita essas grandes aeronaves executarem viagens espaciais são diversos fatores, tais quais podemos destacar a superação do campo gravitacional da Terra, que faz com que os objetos sejam atraídos para o seu centro, dificultando assim qualquer movimento em direção oposta a ele; redução na força de arrasto, que seria o atrito entre o ar e a estrutura imersa no fluido (Halliday; Resnick, 2012).

Assim, é pertinente salientar a percepção de complemento dessas respostas, uma vez que há um grupo que evidencia a funcionalidade de um foguete espacial, outro que apresenta os fatores físicos, ainda que indiretamente, que possibilitam esses deslocamentos interplanetários, de certa forma. Por outro lado, um grupo de estudantes, o qual representa 7% dos alunos, comenta de maneira mais superficial os requisitos para um objeto ser um foguete espacial. Assim, comentam que este necessita ter tecnologia avançada, mas sem citá-las especificamente, como é perceptível na fala de E8Q1.

Assim, de maneira geral, pode-se compreender que 93% dos sujeitos têm uma percepção já construída a respeito dos elementos essenciais de um foguete espacial, ainda que de forma inicial e básica. Somado a isso, pode-se compreender que esse grupo se encontra no primeiro eixo estruturante de AC. Em contrapartida, os demais não apresentaram, para esse primeiro questionamento, algum eixo estruturante, tampouco IACs.

Além das perguntas dispostas no questionário, havia também, no mesmo material, uma tarefa de caráter mais prático. Nela, o educando tinha em mãos 6 (seis) imagens representativas de diferentes tipos e formas de foguetes: um foguete espacial; um foguete de artifício; um foguete de caça de guerra; o ônibus espacial; o ônibus espacial junto ao avião que o levava para lançamento; e uma imagem de um satélite em órbita terrestre. A tarefa era destacar através um círculo qual das representações tratava-se de um foguete espacial. Nesse momento, o estudante poderia destacar uma ou todas as imagens que, segundo ele, representaria tal aeronave.

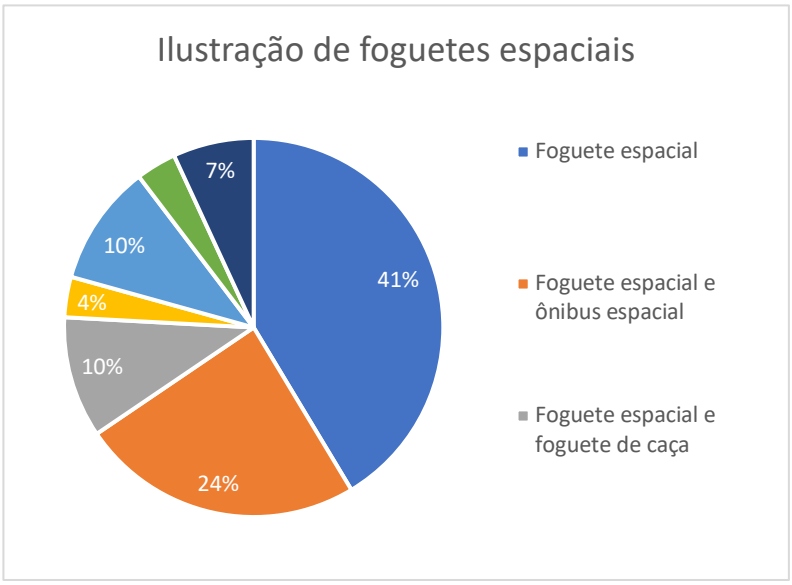
Imagem 1 - Destacando o foguete espacial



Fonte: Ferreira e Machado (2025)

Dentre as seis opções, apenas uma representava um foguete espacial. No entanto, 59% da turma circulou mais de uma. Dos 28 estudantes, 12 circularam apenas o foguete espacial, enquanto o restante alternou entre as demais opções. Assim o gráfico 1 ilustra a situação.

Gráfico 1 - Respostas por categoria no destaque do foguete espacial



Fonte: Ferreira e Machado (2025)

É interessante destacar que alguns alunos souberam definir um foguete espacial, de maneira escrita, através de outro item do questionário, o que será analisado posteriormente, ao longo do texto. No entanto, quando foram escolher qual a imagem de um foguete, houve dificuldades e assinalaram mais de uma representação, além da representação mais adequada. Assim, por exemplo, E1Q1 e E3Q1 selecionaram a imagem do foguete espacial e a do

armamento do foguete de caça. Isto é, mesmo tendo uma definição clara de foguete espacial, no momento de selecionar as imagens que representariam mais adequadamente essa noção, selecionaram também a do ônibus espacial. Assim, pode-se inferir que os estudantes possuem um conceito funcional de foguete espacial, mas quanto à sua representação física ainda é superficial.

Essa divergência conceitual entre o escrito e o representável iconograficamente aponta para dois caminhos: o uso de imagens nas aulas de ciências pode facilitar e complementar o entendimento de um conceito científico, assim como pode dificultar ou consequenciar interpretações equivocadas; a representação de um foguete espacial pela turma não é transparente, isto é, não traz apenas uma única interpretação, mas diversas.

Essas divergências entre conceitos escritos e representados graficamente em sala de aula possuem algumas explicações que podem ser observadas no contexto escolar. Conforme o estudante vai se desenvolvendo nas séries da Educação Básica, passando pelo Ensino Fundamental Anos Iniciais até chegar ao último do Ensino Médio, as informações, os conceitos ficam cada vez mais restritos à linguagem verbal e escrita (Souza, 2014). Enquanto o sujeito, nos seus primeiros anos na escola, é estimulado de forma constante a representar o mundo através de desenhos e imagens, ao chegar no Ensino Médio, essa cultura se perde quase que de maneira integral. Assim, por vezes, o sujeito sabe descrever um determinado conceito científico, no entanto, sente certa insegurança no momento de representá-lo através de elementos gráficos.

A utilização de imagens em sala de aula é fundamental para possibilitar relações entre um conhecimento de cunho mais teórico e abstrato pelo estudante. Desde a criação e popularização de máquinas capazes de imprimir imagens em materiais escritos, como jornais, revistas, artigos e livros, elementos gráficos são, hoje, indispensáveis na hora de se escrever um livro. Essa utilização é tão importante que o Plano Nacional do Livro Didático (PNLD) exige em seus editais de chamada a presença de imagens nos materiais selecionados, mas não valorizando como deveria seu cunho pedagógico (Souza; Rego, 2018).

Assim, é importante que elementos gráficos, tais como imagens, ilustrações, gráficos, quadros, desenhos etc, não estejam presentes em livros por meramente estar, mas que exerçam papel de informar, construir conhecimento também, afinal, a imagem é um tipo de linguagem (Souza; Rego, 2018). Pois, a mera inserção desses elementos nos materiais pode gerar concepções equivocadas ou confusas sobre determinados conceitos, a exemplo dos foguetes espaciais, como ficou evidenciado na atividade.

Imagem 2 - Destaque de foguete e ônibus espacial

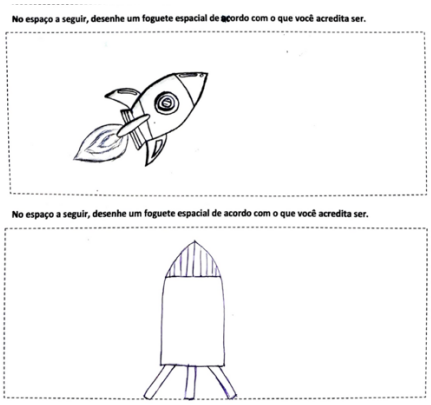


Fonte: Ferreira e Machado (2025)

A imagem 2 evidencia essa possibilidade de relacionar conceitos científicos com representações gráficas não condizentes com a realidade. Indo além, esse fato reflete mais uma vez que dos três grandes eixos estruturantes que permitem avaliar a AC, tais sujeitos se encontram apenas no primeiro, tendo o conceito científico pronto em sua mentalidade de maneira verbal, mas que na hora de relacionar esse conhecimento com o mundo em que vive, com a linguagem não verbal, encontra dificuldade (Sasseron, 2008).

Ainda com o enfoque nas representações não verbais e finalizando a análise dos itens exclusivos do questionário de sondagem, foi solicitado aos estudantes que desenhassem um foguete espacial. Houve diversos modelos desenhados, no entanto, todos com características estruturais similares: formato do corpo arredondado, semelhante a um cilindro e bico triangular. Além disso, foi notória a presença de aletas, que são asas laterais e a presença de propulsores na região inferior a estrutura. A imagem 3 apresenta o modelo que mais se repetiu entre os estudantes.

Imagem 3 - Representação de foguetes espaciais pelos estudantes



Fonte: Ferreira e Machado (2025)

O desenho foi importante, pois os educandos apresentaram alguns aspectos que comentaram de maneira escrita no item que versou sobre os elementos necessários para que algo fosse considerado um foguete. Assim, a imagem explicita alguns dos modelos que os estudantes representaram, sendo possível perceber semelhanças significativas entre os registros. Apesar de sofrer variações de detalhes, a estrutura se manteve quase que de forma idêntica, apresentando formato cônico, asas e aletas. É válido refletir que a concepção dos estudantes, principalmente analisando os desenhos compartilhados, reforça uma visão simplista de um foguete espacial com esse formato cônico e com asas, bem frequente na cultura pop através de filmes e desenhos animados.

Quanto a isso, é válido destacar que a cultura pop tem ganhado notoriedade entre as crianças e jovens, através de heróis e personagens que são oriundos de outros planetas, tais como Thor, Dr. Estranho, Superman, entre outros que remetem a essa temática astronômica e galáctica, o que pode ser uma faca de dois gumes, pois não necessitam serem baseadas em conceitos fielmente científicos. Assim, Drive (1989) já alertava que a ficção pode despertar esse interesse científico e astronômico entre o público, bem como pode fortalecer o ensino comum quanto à interpretação de fenômenos científicos, dificultando significativamente o processo de construção do conhecimento científico.

Quanto à percepção de estudantes a respeito da tecnologia, é possível encontrar trabalhos como de Yalçin e Alkar (2024), cujo objetivo foi identificar visões de estudantes do ensino secundário a respeito destas tecnologias; e permeiam também visões de estudantes do secundário em atividades com objetivo de desenhar engenheiros (Ergun; Kulekci, 2019), onde é possível ver os foguetes representados e associados a estes. Indo além, Cunha (2010)

investigou a percepção de estudantes do ensino médio em relação a Ciência e Tecnologia com a divulgação científica. Esses trabalhos apontam que os jovens entendem que a Ciência torna suas vidas mais fáceis, mas que ao mesmo tempo corrobora para impactos pessoais e ambientais, tais como isolamento social e desmatamento de áreas florestais.

Os modelos representados pelos sujeitos da pesquisa possuem grandes semelhanças com um dos foguetes mais importantes e icônicos da exploração espacial, o Foguete V2. A imagem 4 explicita essa aeronave e evidencia as semelhanças com os desenhos feitos pelos estudantes da turma. Assim, podemos estabelecer relações interessantes entre a idealização do foguete pelos estudantes e o foguete real, isto é, o objeto real.

Imagem 4 - Foguete espacial V2, lançado durante a Primeira Guerra Mundial



Fonte: Nasa Stock

Assim, é possível compreender que, mesmo após várias décadas de sua criação e posterior lançamento, o foguete V2 ainda está presente na cultura científica, ainda que de forma indireta. Logo, é importante resgatar esses momentos históricos que marcam a história das aeronaves espaciais.

A utilização de desenhos no ensino de Ciências é uma estratégia de grande potencial pedagógico, sobretudo em áreas como Geociências e Astronomia. No âmbito do Ensino de Astronomia, ele se torna algo essencial, visto as particularidades dessa ciência: elevada abstração e corpos com dimensões extremamente fora do comum, presentes no cotidiano. Assim, Compiani (2010) salienta que o desenho é uma forma de expressão corriqueira, pois o recurso visual amplia as possibilidades de se trabalhar com a dimensão gigantesca do espaço e

tempo, também, de se trabalhar a grande variedade de escalas observáveis (do micro à macro até à astronômica), onde temos uma gama enorme de formas diversas que vão desde o Universo visível, a Terra, os continentes, suas estruturas, rochas, minerais até a estrutura cristalina e Química da matéria.

Nos parágrafos anteriores, foi realizada a análise dos itens exclusivos do questionário de sondagem. Agora serão analisados os itens que estiveram presentes tanto no questionário de sondagem (Q1), quanto no final (Q2). O quadro 6 apresenta a relação entre as respostas dos estudantes para cada pergunta seguida dos IACs.

Quadro 6 - Questionário de sondagem X Questionário final

Pergunta	**Respostas dos alunos**		**IAC's**
	Q1	**Q2**	
Um foguete espacial é ...	**E1Q1**: "*É um meio de transporte para os astronautas e cientistas que vai de a Terra para o espaço para os cientistas fazerem pesquisas sobre o espaço etc.*"	**E1Q2:** "*É um transporte capaz de realizar missões e levar pessoas para fora da atmosfera terrestre (o espaço). É também muito usado para transportar satélites e vários outros tipos de estudo.*"	Organização de Informações (OI); Seriação de Informações (SI)
	E2Q1: "*Uma grande máquina, e ela se desloca para fora do planeta, contra a velocidade que a logo emite*."	**E2Q2:** "*Um foguete é um meio que estudantes e pesquisadores usam para conhecer o espaço e descobrir coisas de lá.*"	Organização de Informações (OI); Raciocínio Proporcional (RP).

	E3Q1: "*Um instrumento para estudo científico de planetas, satélites naturais, e astros no espaço, que também serve de laboratório para pesquisas, usado para locomoção de astronauta e cientistas para realizar pesquisas astronômicas e etc.*"	***E3Q2:*** *"Eu acho que um foguete é uma aeronave de vários formatos que são utilizadas para várias coisas, como estudo e etc."*	Organização de Informações (OI); Classificação da Informação (CI); Seriação da Informação (SI).
Como você acredita que um foguete espacial funciona? Existe algum princípio físico científico associado ao seu funcionamento? Você pode descrever quais são eles?	**E2Q1: "***Através da física. Sim, cálculos físicos para calcular aonde pousa, como vai sair do local e como ele vai sair de órbita*."	**E2Q2:** "*O foguete espacial funciona com combustíveis sólidos ou líquidos levados no seu interior. Funcionam baseados na Terceira Lei de Newton (ação e reação), pois os gases expelidos para baixo impulsionam o foguete a ir para cima.*"	Organização de Informações (OI)
	E4Q1: "*Bom é necessário ter combustível para*	***E4Q2:*** *"O foguete funciona com combustível sólidos*	Organização de Informações (OI);

	ele poder ter força para voar e ter duas turbinas e também precisa de muitos estudos para poder voar."	*ou líquidos. Acredito que o princípio físico científico seja a Terceira Lei de Newton.*"	Seriação da Informação (SI).
	E3Q1: "*Ele funciona por meio de sistemas tecnológicos, motores, computadores e toda uma preparação tecnológicas e princípios físicos para funcionar, tipo, as mudanças da gravidade, de gases, e etc*."	**E3Q2:** *A terceira lei de newton, a lei da ação*	Organização de Informações (OI); Seriação da Informação (SI); Explicação (Exp).
Qual a finalidade de um foguete espacial? Eles sempre foram iguais ou não? Os desenvolvimentos dessas aeronaves sofreram influências históricas e sociais ao longo dos anos?	**E4Q1: "***O foguete espacial é um meio de transporte que nos ajudou a conhecer melhor a órbita da Terra. Provavelmente desde o primeiro foguete até os dias atuais deve ter ocorrido uma grande evolução*	**E4Q2:** "*O foguete espacial é um meio de transporte que serve para explorar o universo. Não foram sempre iguais, pois ao longo do tempo sofreu mudanças no seu formato, material e estrutura devido aos avanços das*	Organização de Informações (OI); Seriação de Informações (SI); Explicação (Exp).

	devido a evolução da tecnologia."	*tecnologias. Sofreu influências históricas também como por exemplo a era da Corrida Espacial durante a Guerra Fria.*"	
	E5Q1: "*Os foguetes espaciais para irem ao espaço. Não, não foram sempre iguais, os foguetes sofreram diversas mudanças para terem melhor performance, serem mais econômicos, oferecer mais segurança e outras coisas.*"	**E5Q2:** "*Os foguetes foram criados para irem ao espaço. Com o avanço das tecnologias sofreram mudanças como nas asas, formato, material, combustível e etc. Teve impacto social e político também, principalmente durante as guerras. O custo também influenciou na quantidade de lançamentos.*"	Organização de Informações (OI); Seriação da Informação (SI); Explicação (Exp).
	E6Q1: "*Tem a finalidade de explorar tudo o que há fora da Terra, com o decorrer do tempo a tecnologia foi avançando oq*	**E6Q2:** "*Viajar para fora da Terra, para conhecer mais sobre o espaço. Sofreram influências históricas durante*	Organização de Informações (OI); Seriação de Informações (SI).

	nos permitiu melhorar o foguete em diversos aspectos, é bem provável que tenha sim sofrido influências históricas.”	*o tempo que influenciaram na criação de melhorias nas tecnologias de voo.*”	
	E7Q1: “*É feito para levar cientistas para o espaço e fazer descobertas sobre o universo. Acho que sofreu influências históricas no meu ponto de vista*.”	**E7Q2:** “*Levar cientistas e astronautas para o espaço para descobrir novos conhecimentos espaciais, como gravidade, viagem espacial, planetas, estrelas, buracos negros e outros corpos celestes. Foi influenciado desde a ciência antiga, com os chineses até o momento atual principalmente na guerra fria e deve continuar sofrente mudanças.*”	Organização de Informações (OI); Seriação de Informações (SI); Explicação (Exp); Levantamento de Hipóteses (LH).

Fonte: Ferreira e Machado (2025)

Considerando o quadro 6, podemos inferir que houve um avanço significativo em relação à quantidade de IACs presentes nas respostas do questionário de sondagem para o final.

Assim, E2Q2, na primeira pergunta explicita de forma mais detalhada a funcionalidade de um foguete espacial. No segundo questionário, é possível notar que ele **organiza as informações** e as **classifica**. Por outro lado, podemos identificar através das respostas de E3, que no primeiro questionário houve maior engajamento quando comparado ao segundo, o qual descreve com mais clareza e detalhe o as funcionalidades de um foguete.

Assim, E3Q1 comenta:

Um instrumento para estudo científico de planetas, satélites naturais, e astros no espaço, que também serve de laboratório para pesquisas, usado para locomoção de astronauta e cientistas para realizar pesquisas astronômicas e etc.

Enquanto E3Q2 explicita:

Eu acho que um foguete é uma aeronave de vários formatos que são utilizadas para várias coisas, como estudo e etc.

Como mencionando em parágrafos anteriores, é natural que os estudantes prefiram expor seus pensamentos de outras maneiras, além da escrita. Indo além, o intervalo de tempo entre a apresentação dos questionários é de aproximadamente 3 semanas, e, no último dia, houve contratempos na escola que fizeram a aula terminar mais cedo, o que pode ter influenciado nos detalhamentos devido ao menor tempo.

Ainda de acordo com o quadro 6, na perguntas iniciais, pode-se inferir que o conhecimento prévio dos jovens acerca da temática era superficial, sem riquezas em detalhes e definições a respeito, com exceção de alguns, como o próprio E3, da natureza de um foguete, sendo possível identificar poucos indicadores de AC. Ainda assim, os IACs que mais sobressaíram nesse momento foram: **Organização de Informações (OI)**, que versa sobre a separação de dados existentes sobre o problema investigado; **Seriação de Informação (SI)**, que visa o estabelecimento de bases para a ação investigativa; **Explicação (Exp)**, que versa sobre propor explicações para determinado fenômeno. Assim, isso mostra ainda que para essa primeira pergunta, nota-se a pouca reflexão do conhecimento e seus processos de construção.

Como foi percebido, para a questão inicial, quanto à definição de foguetes espaciais, as respostas dos estudantes se assemelharam em alguns momentos. Assim, com o intuito de evidenciar e deixar mais claramente a concepção dos jovens, foi feita a categorização das respostas. Logo, organizando-as, temos as seguintes categorias: meio de transporte; ferramenta para estudo do espaço; instrumento de pesquisas espaciais; aeronave para estudo do espaço; veículo; máquina espacial; avião espacial. É importante destacar que durante o processo de preenchimento do material, o estudante não teve acesso à internet e a outros equipamentos eletrônicos, a fim de garantir o máximo de fidelidade das respostas, de acordo com suas

reflexões. A tabela 2 apresenta as categorias e suas respectivas respostas para o questionamento inicial.

Tabela 2 - Categorias associadas às respostas da questão final

Categoria	Definição	Quantidade de alunos
Meio de transporte	Definiram um foguete espacial como um meio de transporte.	7 (25%)
Instrumento/ferramenta	Entendem o foguete espacial como sendo uma ferramenta/instrumento para estudar o universo.	6 (21%)
Aeronave	Interpretam um foguete espacial como uma aeronave para realizar estudos sobre o universo.	6 (22%)
Veículo	Entendem como um veículo para fazer viagens ao espaço.	2 (7%)
Máquina espacial	Enxergam o foguete como uma máquina para fazer estudos espaciais.	6 (21%)
Avião espacial	Compreendem que é um avião comum que vai ao espaço.	1 (4%)

Fonte: Ferreira e Machado (2025)

Assim, em ordem decrescente, temos os seguintes dados: 25% definem um foguete sendo meio de transporte; 22% como aeronave; 21% como máquina espacial; 14% como instrumento; 7% como ferramenta; 7% como veículo e 4% como avião espacial. É interessante observar que um quantitativo significativo da turma interpreta um foguete como sendo um meio de transporte, uma espécie de transporte espacial. Essa visão talvez esteja relacionada com a

percepção que é altamente difundida nas mídias sociais atualmente e com projeções futuras que projetam passeios espaciais.

Para maior compreensão da percepção em cada categoria, selecionamos alguns comentários dos sujeitos que se encaixam em cada uma, tornando, assim, mais claro os seus entendimentos. Assim, vamos seguir a ordem decrescente.

Àqueles sujeitos que conceituam um foguete espacial como um meio de **transporte**, temos a fala de E4Q1, E5Q1, E6Q1 respectivamente:

- Um meio de transporte feito pra ir levar pessoas pra conhecer o espaço e descobrir coisas do universo.

- O foguete espacial é igual um ônibus normal que transporta pessoas. Só que ele leva pessoas para o espaço, diferente do ônibus normal. Acho que ele é feito pra isso, pra levar pessoas.

- É o principal meio de transporte para andar no espaço. Só que muito mais caro que os transportes que a gente usa no dia a dia.

Na categoria denominada **aeronave**, temos os seguintes comentários de E9Q1 e E10Q1, respectivamente:

- Acho que é uma grande aeronave que faz viagens no universo.

- É uma aeronave muito grande que os cientistas usam para mandar objetos pro espaço.

Para a categoria de **máquina espacial**, temos os relatos de E15Q1 e E16Q1, também de forma respectiva. Assim, temos:

- Uma máquina espacial construída para explorar o espaço sideral.

- Uma máquina gigante muito maior que o B-747, capaz de ir até a Lua...

Para a concepção de **instrumento/ferramenta** de pesquisa, temos os comentários de E12Q1, E11Q1, E14Q1 e E13Q1, logo:

- É um instrumento de pesquisa pra descobrir e pesquisar novos conhecimentos sobre a origem do universo.

- O foguete é um instrumento de pesquisa igual um telescópio pra fazer descobertas do espaço.

- Ferramenta feita pra servir de ajuda aos cientistas e estudantes de engenharia pra pesquisar mais sobre as estrelas, os cometas, os asteroides, planetas e outras coisas que existem no espaço.

- Funciona como uma ferramenta de exploração espacial.

Com relação aos que falaram sobre o foguete ser um **Veículo**, temos E20Q1 e E21Q1, respectivamente:

- Um veículo específico diferente de carros e motos capaz se distanciar muito do chão e alcançar alturas muito maiores que a de avião.

- É um veículo que sai de planetas e visita outros levando muita gasolina nele pra poder aguentar a viagem.

Por fim, apenas E24Q1 definiu como um **Avião espacial**, através do seguinte registro escrito:

- É um avião espacial que consegue voar mais alto que os aviões normais. Ele vai até o espaço.

No próximo item disposto nos questionários, os estudantes tinham de responder como um foguete espacial funcionava e se existia algum princípio científico associado ao seu funcionamento. Aqui, deveriam expor os conceitos científicos que acreditavam estar associados ao funcionamento das aeronaves espaciais. De acordo com as respostas, foi possível identificar que associaram mais facilmente com alguns conceitos de Física, tais como gravidade e Terceira Lei de Newton, e a com a Química, dando ênfase na natureza do combustível, os quais ficam evidentes na tabela 3.

Tabela 3 - Categorias de respostas para a terceira pergunta

Categoria	Definição	Quantidade de alunos
Não soube responder	Estudantes que não souberam responder, tinham ideias confusas e sem clareza.	8 (28%)
Aspectos químicos	Citaram aspectos e fenômenos relacionados à química no seu funcionamento, tais como a composição do combustível e a reação que ocorre nos propulsores.	12 (42%)
Aspectos físicos	Comentaram características como gravidade, força peso, aspectos aerodinâmicos	8 (29%)

	estruturais.	

Fonte: Ferreira e Machado (2025)

Para exemplificar a tabela 3, selecionamos algumas falas por categoria também. Para a categoria **aspectos químicos**, temos os registros de E4Q1, E7Q1 e E10Q1, respectivamente:

- Acho que funciona devido ao avanço da tecnologia e da ciência. Acho que tem a ver com o tipo de combustível que usa pra sair da Terra, acho que deve ser um tipo de combustível muito potente como do tipo sólido pra gerar uma reação química muito forte pra ter força.

Nesse comentário, percebe-se o **levantamento de hipótese**, ao afirmar que deve haver um combustível potente**.**

- Funciona por que tem combustível diferente, tipo sólido ou líquido que são diferentes da gasolina comum dos carros e ônibus da cidade.

- Devido a queima de gasolina ou outro qualquer combustível pra mandar fumaça pra baixo e ele conseguir subir.

Para categoria **aspectos físicos**, selecionamos as respostas de E5Q1, E8Q1 e E9Q1, também de maneira respectiva. Assim, temos:

- Sim, tem aspectos científicos. Não sei com certeza, mas acho que tem a ver com o formato dele, com o peso. Tipo acho que tem a ver com a força que ele faz pra sair do chão, porque como ele é pesado e grande, tem que fazer mais força pra sair e também meio que furar o vento que freia ele na subida.

- Assim, acho que tem mais a ver com alguma lei de newton, tipo aquela de ação e reação.

- Funciona devido conseguir ser mais forte e vencer a gravidade pra poder subir.

Apesar de uma parte não saber associar o mecanismo de funcionamento dos foguetes, é importante destacar suas concepções, ainda que sejam mais rasas e superficiais, afinal, almeja-se com este trabalho construir conhecimentos, junto aos estudantes, capazes de alfabetizá-los cientificamente. Assim, nessa categoria de estudantes que encontraram maiores dificuldades em relacionar esses conhecimentos com a dinâmica dos foguetes, temos comentários de E20Q1 e E21Q1. Assim, temos:

- Possui muita tecnologia no seu funcionamento e leis científicas por isso consegue voar.

- Sim, ele consegue subir e ir para o espaço porque tem tecnologia avançada.

O terceiro último item disposto de maneira compartilhada nos questionários abordava a sua finalidade e se sofreu influências históricas ao longo do tempo no seu desenvolvimento. Seguindo a mesma dinâmica dos itens anteriores, as respostas foram categorizadas. Nesse item, optou-se por separar as respostas em duas: uma referente à funcionalidade, outra referente às influências históricas sobre seu desenvolvimento, respectivamente. Indo além, algumas foram selecionadas para exemplificar cada uma delas. Os dados explicitados na tabela 4 apresentam as categorias relacionadas às finalidades que satisfazem um foguete espacial.

Tabela 4 - Finalidade de um foguete espacial

Categoria	Definição	Quantidade de alunos
Não soube responder	Estudantes que não souberam responder ou deixaram em branco o campo de resposta.	10 (36%)
Viajar ao espaço	O critério fundamental é o corpo sair do planeta.	10 (36%)
Pesquisar sobre o universo	O Critério fundamental é pesquisar sobre o universo.	8 (28%)

Fonte: Ferreira e Machado (2025)

Assim, para a categoria **Viajar ao espaço**, tem-se relatos de estudantes E12Q1 e E28Q1:

- O foguete tem a finalidade de viajar ao espaço e ser um meio de transporte para os cientistas e astronautas.

- Foi feito para viajar pro espaço servir como naves dos cientistas.

Em **Pesquisar sobre o universo**, temos as falas de E10Q1 e E11Q1:

- Tem a finalidade de explorar tudo o que há lá fora da Terra.

- Sua finalidade pode ser diversa, incluindo ajudar com estudos.

Assim, fica evidente que os estudantes da turma possuem uma ideia de aspecto geral sobre a finalidade de um foguete espacial, não tendo grande grau de detalhamento. É importante enfatizar que a utilidade de um foguete espacial não se restringe meramente a ir ao espaço ou mesmo a estudá-lo. Obviamente, durante alguns marcos históricos como a Corrida Espacial, por vezes, os estudos espaciais centralizaram suas pesquisas para conseguir chegar à Lua mais

como uma competição, de fato, não colocando os possíveis estudos e descobertas científicas em primeiro plano. Mas, hoje, o contexto da exploração espacial é outro.

Atualmente, diariamente diversos satélites, sondas, entre outros artefatos são enviados ao espaço para realizar estudos sobre o universo, bem como estudos da própria Terra. No Brasil, o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) possui satélites de monitoramento da região amazônica, onde extrai dados de grande importância sobre o desmatamento, índices pluviométricos, entre outros. Os sistemas de posicionamento (GPS) presentes em aparelhos do cotidiano, a exemplo de *smartphones*, funcionam devido aos satélites, que são enviados pelos foguetes, entre outras aplicações. Assim, a compreensão sobre a funcionalidade de um foguete espacial não se limita a ir ao espaço e estudar coisas distantes. Pelo contrário, é utilizado para a obtenção de dados do nosso planeta, bem como proporcionar conexão de GPS, *internet*, comunicação, e outras tecnologias do dia a dia (Reis *et al*, 2021).

Quanto ao questionamento sobre influências históricas, 21% da turma não soube argumentar, concedendo respostas vagas e superficiais. Outra parcela, correspondente a 71% da sala, afirmou que ao longo do tempo os foguetes sofreram modificações, no entanto, não citou de que maneira e em quais contextos históricos ocorreram essas modificações. Ainda, 4%, superando as expectativas, citou que o desenvolvimento das tecnologias dos foguetes sofreu influências históricas de acordo com os eventos ocorridos, como Guerra Fria. Por fim, 4% indicou que o desenvolvimento não sofre influências históricas. Assim, a tabela 5 apresenta esses dados e categorias.

Tabela 5 - Categorias de respostas para a terceira pergunta

Categoria	**Definição**	**Quantidade de alunos**
Não soube responder	Estudantes que não souberam responder ou deixaram em branco o campo de resposta.	6 (21%)
Desenvolvimento descontextualizado	Citaram aspectos que remetem ao desenvolvimento das aeronaves espaciais, principalmente seus aspectos físicos, mas sem	20 (71%)

	relação com elementos históricos.	
Desenvolvimento contextualizado	Comentaram sobre a relação entre o desenvolvimento das tecnologias espaciais com alguns momentos históricos ao longo do tempo.	1 (4%)
Sem influência histórica	Citaram que não sofrem influência histórica.	1 (4%)

Fonte: Ferreira e Machado (2025)

Destacando algumas falas presentes na categoria **desenvolvimento descontextualizado**, temos as falas de E13Q1, E14Q1, respectivamente:

- provavelmente desde o primeiro foguete até os dias atuais, deve ter ocorrido uma grande evolução devido a evolução da tecnologia.

- sofreram diversas mudanças para melhorar a performance, serem mais econômicos, oferecer mais segurança e outras coisas.

Conferindo a categoria **desenvolvimento contextualizado**, temos apenas o E9Q1:

- O desenvolvimento dos foguetes foi profundamente influenciado por eventos históricos e sociais durante a Segunda Guerra Mundial.

Na categoria **sem influência histórica**, temos o relato de E19Q1:

- Eles mudam sim com o passar dos tempos mas não é devido acontecimentos históricos.

Assim, fica evidente que 71% dos sujeitos percebem e têm consciência de que a tecnologia dos foguetes espaciais foi variando ao longo do tempo, o que possibilitou novas descobertas e conquistas científicas. No entanto, é um conhecimento construído ainda de maneira isolada, não percebendo a relação entre os motivos e contextos históricos que influenciaram direta e indiretamente essas transformações tecnológicas.

Quanto a isso, é notório que a concepção de uma Ciência de cunho positivista ainda resiste mesmo no século XXI, bem como é evidenciada nas falas dos participantes da pesquisa. A visão positivista da Ciência não corrobora para a reflexão e criticidade científica. Pelo contrário, como afirma Alvim (2023), essa concepção fomenta a ideia de uma Ciência universal, estritamente objetiva, neutra e permanente, sob um desenvolvimento puramente internalista e

como única expressão do conhecimento humano sobre à natureza, conflita com a realidade mutável e diversa do mundo em que vivemos.

É pertinente refletir, ainda, que talvez os sujeitos não percebam que fazem parte da história. Por vezes, a concepção de História que estudantes do Ensino Médio possuem é de uma área que se limita a estudar eventos e acontecimentos ocorridos no passado, deixando de lado que o presente em que vivem faz parte do processo histórico e que moldará a realidade de um futuro próximo (Carvalho, 2019). Partindo disso, fica evidente que os alunos possivelmente tentaram buscar eventos passados que tivessem atrelados ao desenvolvimento dos foguetes espaciais, o que é válido, mas também poderiam citar a própria era em que estão vivenciando, a era da tecnologia.

Ainda nesse ponto de compreensão histórica por parte dos educandos, é fundamental que os estudantes possuam consciência histórica, isto é, saibam em que meio estão inseridos, considerando todos os demais aspectos que o rodeiam, como ambiente, relações políticas, ideológicas, econômica, entre outros. Desse modo, o conhecimento histórico é fundamental para a sociedade contemporânea por advir da História como resultado das práticas de diversas gerações, pois as transformações ocorrem de forma contínua nas esferas sociais, políticas e econômicas, caracterizando os diferentes momentos históricos. Com efeito, a intenção do conhecimento histórico é congregar o conhecimento das gerações passadas até a contemporaneidade (Bianchessi; Romanowski, 2023).

Então, é interessante e necessário que os estudantes sejam capazes de relacionar e ter ciência de que o processo do desenvolvimento das tecnologias de foguetes espaciais, bem como da Ciência como um todo, se dá em diferentes contextos, e que é totalmente mutável, indo de encontro a ideia positivista de absolutismo e dona de verdades incontestáveis e neutras.

Após a análise dos questionários de sondagem e parte do final, foi realizada a análise dos dados coletados no momento da contextualização. Durante esse momento, houve apresentações breves sobre o conceito e história dos foguetes espaciais. Os educandos foram estimulados a refletir quanto à temática, através de algumas perguntas do professor, as quais eram semelhantes às do questionário, até chegar na pergunta problema da SHI: É possível um foguete dar ré? Nesse momento, surgiu um grande debate na turma, uma vez que os educandos ficaram curiosos e pensativos a respeito do questionamento. O quadro 7 apresenta algumas das respostas expostas em sala por eles.

Quadro 7 - Categorias de respostas dos questionamentos

Pergunta	**Respostas dos estudantes**	**Indicadores de**

		Alfabetização Científica
É possível um foguete dá ré?	**E8A1:** "*Não, professor. Porque ele explode*."	Organização de Informações (OI)
	E9A1: "*Não, professor! É muito pesado e foi feito só pra voar*."	Organização de Informações (OI)
	E10A1: "*Eu acho que não, acho que só vai para a estação espacial, o que volta é só a cápsula com os astronautas e cientistas*."	Organização de Informações (OI); Seriação da Informação (SI); Levantamento de hipótese (LH); Explicação (Exp); Previsão (P).
	E11A1: "*Acho que não, porque não tem combustível pra volta, então ele não consegue dar ré pra Terra*."	Organização de Informações (OI); Seriação da Informação (SI)
	E12A1: "*Acho que pode, mas não sei como, não tenho certeza*."	
	E13A1: "*Acho que pode! Uma vez eu vi um foguete do Elon Musk pousando em cima de uma base no mar. Acho que pode dar ré*."	Organização de Informações (OI); Seriação da Informação (SI)

Fonte: Ferreira e Machado (2025)

Dentre as falas da turma, a do E13A1 se destaca perante os demais, pois cita que já viu (através de vídeos, pressupõe-se) um foguete da empresa norte americana *SpaceX,* cujo dono é Elon Musk, simpatizante da exploração espacial. Nos últimos anos o advento das redes sociais possibilitou e tem possibilitado uma grande quantidade de conteúdos compartilhados em rede. Dentre esses, estão presentes os de divulgação científica, que atrai cada vez mais crianças e

jovens a conhecer mais sobre a área científica no ambiente digital (Andrade; Meinerz; Yano, 2024).

A divulgação científica realizada nas mídias sociais tem atraído os jovens por alguns fatores, dentre os quais se destacam: facilidade de acesso à informação; produções de vídeos chamativos e cativantes; e principalmente, tópicos científicos raramente explorados no contexto escolar. Assim, os conteúdos lecionados nas escolas, sobretudo, da rede pública, englobam a Física Clássica, a Mecânica, a Termodinâmica, a Óptica, a Ondulatória, a Acústica e o Eletromagnetismo. Enquanto isso, assuntos mais atrativos à comunidade juvenil, tais como Mecânica Quântica, Relatividade Geral, Física de Partículas, Física Nuclear, são compartilhados em larga escala nas redes sociais (Moura *et al,* 2022).

Após o momento da contextualização, a turma foi dividida em equipes, as quais receberam, cada uma, um modelo de foguete espacial que marcaram a história da exploração espacial ao longo do tempo. Cada equipe teve a tarefa de recortar os modelos, dobrar e colar as peças, até o montar totalmente. Os modelos escolhidos foram selecionados a critério do pesquisador por marcarem de maneira contextualizada a exploração espacial em diferentes contextos históricos. Assim, os modelos Foguete V2, Thor Able, Saturno V e Falcon Heavy foram distribuídos entre os grupos pela sala. É válido salientar que esses modelos foram acessados de maneira virtual, em um site de internet (Apêndice I).

Nessa atividade, foi possível identificar grande interesse na turma, bem como empenho e concentração entre os integrantes das equipes. A atividade era bastante detalhada e queria calma e paciência pelo nível dos detalhes das peças das aeronaves. Apesar disso, a turma participou de forma intensa e animadora, acima da expectativa. Foi possível também identificar bastante interação entre os membros das equipes, onde algumas tarefas foram distribuídas entre eles. Assim, foi notório alguns integrantes recortando as peças, outros organizando e outros fazendo as colagens das estruturas.

Além construí-los, cada equipe recebeu uma ficha histórica de cada aeronave, a qual foi idealizada e reproduzida pelo autor da pesquisa. Nela, algumas informações da aeronave constavam, tais como contexto histórico em que foi desenvolvida, país de origem, principais missões, custos, entre outras informações. Ao final da montagem, cada equipe teve de socializar com a turma sobre as principais características das aeronaves que a montaram, além de expor aspectos históricos e sociais que permearam seu desenvolvimento.

Essa atividade de socialização foi pensada para que os educandos tivessem a oportunidade de apresentar resultados das suas pesquisas referentes aos modelos que ficaram responsáveis por construir e pesquisar mais acerca dos elementos históricos que permearam sua construção. O objetivo era que não ficassem restritos a construção e apresentação, mas que buscassem outras fontes de informações acerca das aeronaves, possibilitando melhor aproveitamento na atividade, com ênfase no processo histórico de cada modelo. Assim, discutiram o ano de origem, tecnologia associada ao seu funcionamento, tais como tipos de combustíveis, estrutura, principais missões e outros contextos peculiares de cada foguete. Assim, esse momento fui fundamental para que a turma pudesse compreender mais profundamente como o conhecimento científico é construído. Além disso, foi possível contemplar os eixos estruturantes de AC.

A ilustração da figura 3 apresenta as fichas históricas dos modelos.

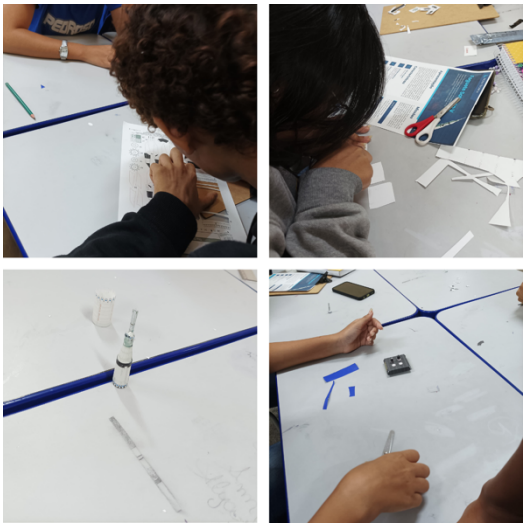
Figura 3 - Fichas históricas



Fonte: Ferreira e Machado (2025)

A imagem abaixo ilustra esse processo de recorte e construção dos modelos das aeronaves pelas equipes.

Imagem 5 - Recortando os modelos de foguetes



Fonte: Ferreira e Machado (2025)

Os foguetes selecionados participaram de momentos históricos de grande destaque para a exploração espacial, e durante a apresentação das equipes, essa linha histórica ficou evidente para todos os estudantes. Nesse sentido, os educandos tomaram conhecimento dos momentos históricos que marcaram grandes desenvolvimentos na exploração espacial e que revolucionaram a tecnologia científica, tais como a Primeira e Segunda Guerra Mundial e a Guerra Fria. Esse momento de socialização foi importante para os educandos, pois a partir da ficha histórica que receberam e suas pesquisas pessoais em outras fontes de informação, enriqueceram sua compreensão acerca da temática trabalhada. As imagens 7 e 8 ilustram a dinâmica.

Esse momento foi frutífero, pois os estudantes participaram ativamente da montagem e da pesquisa sobre as aeronaves. Quanto especificamente a esse momento de montagem, houve orientações do professor para recortes das peças e posteriormente colagem. Foi perceptível que essa atividade foi bem recebida pelos sujeitos, os quais a acharam divertida. Outro fato importante de ser mencionado é que se notou *expertises* em se trabalhar com recortes e montagem dos modelos, sendo possível identificar estudantes com mais apreço e afinidade nesse tipo de tarefa. Assim, estes sujeitos com mais facilidades foram ajudando os que possuíam mais dificuldade.

Esse processo de ajuda e cooperação entre os pares evidencia algo importante durante o processo de construção do conhecimento: a Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP). Foi observado que alguns integrantes dos grupos lidavam bem com cortes das peças, sendo fiéis

aos mínimos detalhes, mas com algumas dificuldades de encaixá-las. Enquanto outros tinham maiores afinidades no encaixe e dificuldades no recorte. Assim, cada um contribuiu com o outro. Em aspectos gerais, a turma gostou bastante desse momento.

Cabe ainda salientar que após a entrega das folhas contendo as peças para recorte dos modelos, o professor pesquisador deu instruções básicas para cortar, dobrar e colar as estruturas. Indo além, cada grupo recebeu uma folha impressa da imagem das miniaturas prontas. Essas imagens foram retiradas do mesmo site que se usou para baixar os modelos. Somado a isso, utilizando seus celulares, os sujeitos fizeram buscas de imagens disponíveis na *web*, dos foguetes reais a fim de comparar fotos reais dos modelos com cada peça que estavam destacando na folha, o que é um ponto positivo também da atividade, pois estimulou-os a buscarem outras fontes de informações acerca das aeronaves. Assim, as imagens 6 e 7 ilustram esse processo de orientação e socialização dos modelos desenvolvidos pela turma.

Imagem 6 - Apresentação e orientação durante a atividade de montagem



Fonte: Ferreira e Machado (2025)

Imagem 7 - Socialização da história de cada modelo com a turma pelas equipes



Fonte: Ferreira e Machado (2025)

Destaca-se ao término desse momento, que se encerrou com a apresentação da última equipe, que a resposta para a pergunta problema pôde ser respondida pelos estudantes, uma vez que o último modelo de foguete compartilhado entre eles contava com essa tecnologia, a qual inclusive nos momentos de problematização, o E13A1 chegou a citar o foguete da *SpaceX*, mas sem clareza e certeza. Assim, a turma passou a ter conhecimento de que é possível um foguete dar ré, fazendo mais de um voo ao espaço. No entanto, não tinham conhecimento do porquê e de como isso era possível. Partindo desse princípio, o momento seguinte da atividade visou exatamente construir conhecimentos para responder a essa questão: Como é possível um foguete dar ré?

Façamos uma ressalva quanto à construção de foguetes entre estudantes do Ensino Médio: ela tem sido comum quando se trata da produção de foguetes de garrafas de polietileno tereftalato (PET), onde encontramos práticas diversas como: Xavier *et al.* (2022) e Cuzinatto *et al.* (2015), que demonstram as Leis de Newton através do lançamento dessas aeronaves para estudantes do Ensino Médio; Oliveira (2022), que contempla, além dos conceitos físicos, relações entre combustíveis e meio ambiente, condições climáticas para o lançamento de foguetes reais, entre outros; Chang *et al.* (2019), que utilizando o mesmo sistema de propulsão, centraliza seu estudo na obtenção do cálculo do coeficiente de arrasto.

A construção e o lançamento desses foguetes de PET são possibilidades pertinentes para o Ensino de Física e Astronomia. No entanto, por vezes, esbarra na limitação de serem

realizadas em espaços específicos, como parques e quadras esportivas, devido ao grande alcance e a própria segurança no trânsito de pessoas, pois o desenvolvimento dessa atividade torna-se difícil em escolas de menor estrutura. Assim, o uso de foguetes de papel para a modelização dessas aeronaves se mostra como uma alternativa interessante para o Ensino de Física e Astronomia, seja através de uma abordagem histórica ou não, sobretudo quando o objetivo principal for atender à tecnologia em si, uma vez que os eventos físicos tornam-se mais difíceis de abordar com estes modelos. Todavia, em nossas buscas, não encontramos o uso desses foguetes para a modelização dessa tecnologia. Assim, consideramos uma proposta pertinente e possível.

Dando prosseguimento com a atividade, chegou o momento de fazer uma experiência prática com a turma, a qual buscava explorar as Leis de Newton, com ênfase na Terceira Lei, a respeito do voo de foguetes. Para isso, a turma foi separada em seis grupos contendo 5 alunos cada, os quais receberam os seguintes materiais: prancheta, estilete, fita adesiva, tesoura, vareta de plástico, canudinho, bombinhas de ar e bexigas. É interessante destacar que esse último item tinha a funcionalidade de representar os foguetes espaciais e suas diferentes variáveis físicas e estruturais, tais como tamanho, comprimento, formato, entre outras características. A imagem 8 mostra a organização das equipes realizando o experimento.

Imagem 8 - Realização do experimento pelas equipes



Fonte: Ferreira e Machado (2025)

Assim, os estudantes receberam três modelos de bexigas: tamanho pequeno, tamanho médio e tamanho grande. Essas variações dimensionais possibilitavam, de acordo com sua capacidade de armazenar ar, formar estruturas mais redondas e até mais cônicas, bem como alternar sua massa. Logo, as equipes poderiam verificar e relacionar as variáveis de massa, velocidade e peso relacionando com a aerodinâmica. Quanto mais ar era colocado na bexiga, mais veloz o foguete iria, porém, ficava mais difícil de controlar a saída da bexiga.

Durante esse momento, o professor fez alguns questionamentos para instigar a turma a chegar na conclusão de como era possível o foguete dar ré.

Quadro 8 - Categorias de respostas dos questionamentos realizadas na sistematização

Pergunta	**Respostas dos alunos**	**Índices de Alfabetização Científica**
Como é possível um foguete espacial dar ré?	**E1A2:** "*Acho que tem que ter muito combustível, professor. Acho que tem que mandar muito gás pro chão para que ele não se exploda ao tocar no solo*."	Organização de Informações (OI); Levantamento de hipóteses (LH); Explicação (Exp).
	E2A2: "Tem que ter propulsores para aparar a queda pra não bater no chão."	Organização de Informações (OI); Previsão (P)
	E8A2: "*O vento que sai dele tem que ser forte, porque tem que empurrar de volta pra cima. Mas também não pode ser tão forte se não ele volta a subir. Deve controlar o jato com a descida.*"	Organização de Informações (OI); Seriação da Informação (SI); Previsão (P); Explicação (Exp);
Será que o material de que ele é feito influencia no retorno dele?	**E2A2:** "*Sim, porque não tem que ser muito pesado, se não ele volta com muita força pra baixo*."	Organização de Informações (OI); Previsão (P).

	E4A2: "*Acho que sim. Porque tem que ser leve, mas também resistente pra conseguir não queimar no retorno pra Terra, igual como acontece em filmes. Então, acho que deve ter um material que seja mais leve e resistente também.*"	Organização de Informações (OI); Previsão (P); Explicação (Exp); Raciocínio Lógico (RL); Levantamento de Hipótese (LH)
	E3A2: "*Sim. Acho que é igual um carro. Tava vendo uma reportagem sobre o desempenho de carros atuais com os mais antigos. Os mais antigos eram feitos mais de metal, eram mais pesados e não tinham um desempenho bom. Os de hoje são feitos de metal também, mas metais mais leves e tem plástico na sua carcaça pra ficar mais leve, e tem desempenhos melhores que os antigos. Acho que um foguete funciona igual*."	Seriação de Informações (SI); Organização de Informações (OI); Raciocínio Lógico (RL); Raciocínio Proporcional (RP); Previsão (P).
De que forma as características da bexiga podem facilitar ou dificultar o voo?	**E6A2:** "*Acho que o balão menor tem mais facilidade de ir pra cima, porque é mais leve.*"	Organização de Informações (OI); Raciocínio Proporcional (RP).
	E5A2: "*Quanto maior o balão, maior a quantidade de ar que consigo encher. Ele*	Organização de Informações (OI); Raciocínio Proporcional (RP);

	foi mais longe do que o menor."	Levantamento de Hipótese (LH); Previsão (P).
	E13A2: "*Enchi mais esse aqui de ar (balão maior). Ele ficou num formato mais cônico, subiu mais rápido na vareta assim. Acho que o formato também causa mais velocidade na subida. Quanto enchi pouco, ele ficou com um formato mais redondo na ponta, acho que assim pegou mais ar de fora e freou ele na subida.*"	Organização de Informações (OI); Seriação de Informações (SI); Raciocínio Proporcional (RP); Previsão (P); Levantamento de Hipótese (LH); Explicação (Exp).

Fonte: Ferreira e Machado (2025)

A expressão dos pensamentos e ideias sobre o fenômeno observado pela turma através da fala, isto é, linguagem verbal, é importante para a construção do conhecimento científico que, de fato, estava em foco na atividade experimental. Afinal, só é possível fazer ciência e, principalmente, entender ciência, se houver comunicação, diálogo entre os pares. Isso porque, como destaca Sutton (1997), há uma necessidade de se estabelecerem relações entre as palavras, tecendo conexões entre diversos significados que as palavras têm e os tipos de afirmações que podem ser construídas como forma de tornar um conceito passível de ser mais bem compreendido.

Para Jiménez e Díaz de Bustamante (2003), o discurso dos estudantes durante as aulas de ciências é um fator fundamental para a compreensão e construção generalizada do conhecimento científico, possibilitando aos sujeitos "fazerem ciência", isto é, dando condições de discutirem ideias, avaliarem alternativas, escolhendo entre diferentes explicações para os fenômenos observados. Baseado nisso, tendo a fala de E1A2:

Acho que tem que ter muito combustível, professor. Acho que tem que mandar muito gás pro chão para que ele não se exploda ao tocar no solo

Embora não explicite certeza em sua fala, seu comentário é capaz de fornecer uma **explicação** para a pergunta sobre como é possível um foguete dar ré. Sua afirmação demonstra o **levantamento de hipótese** para a situação e, associada a esta hipótese, E1A2 propõe uma **previsão** relacionada ao acontecimento que pode ocorrer com o foguete se não mandar muito gás para o solo. Isto é, se a "frenagem" não for intensa o suficiente para desacelerar, o foguete poderá explodir ao colidir com o solo. Somado a isso, é possível verificar o **raciocínio proporcional** referente à quantidade de gás e essa desaceleração da aeronave.

Com um raciocínio bem similar, o E8A2 comenta:

O vento que sai dele tem que ser forte, porque tem que empurrar de volta pra cima. Mas também não pode ser tão forte se não ele volta a subir. Deve controlar o jato com a descida.

Um pouco diferente de E1A2, podemos perceber através de seu comentário uma maior convicção do que pensa a respeito da pergunta. Assim, ainda que de maneira indireta, podemos identificar que ele relaciona a propulsão (vento que sai do foguete) à capacidade de se fazer com que retorne um pouco para cima, configurando uma **explicação** e **raciocínio proporcional**. Indo além, ele elenca também que o jato deve ser controlado, caso contrário, a aeronave retornaria aos céus, caracterizando, assim, uma **explicação** e **levantamento de hipótese**.

Quanto ao segundo questionamento, referente à natureza do material (foguete) e sua possível influência no fenômeno, temos a fala de E2A2 e E4A2. Logo, E2A2 comenta:

Sim, porque não tem que ser muito pesado, se não ele volta com muita força pra baixo.

Pode-se inferir que, de acordo com ele, a força peso não deve ser muito intensa (forte), caso contrário, ele retornaria com excesso de força para baixo, causando um retorno de maneira descontrolada e, de um certo ponto, perigosa. Assim, identifica-se **raciocínio proporcional**, **explicação** e **levantamento de hipótese**.

De maneira semelhante, dessa forma, E4A2 cita:

Acho que sim. Porque tem que ser leve, mas também resistente pra conseguir não queimar no retorno pra Terra, igual como acontece em filmes. Então, acho que deve ter um material que seja mais leve e resistente também.

É perceptível que ele busca associar, de maneira proporcional, as grandezas de massa e resistência (calor específico) referentes à estrutura, evidenciando, assim, um **raciocínio proporcional**. Também relaciona o peso (massa) com capacidade de realizar voo. Ainda, **levanta hipótese** ao mencionar que deve ser resistente, pois caso contrário, pode queimar na reentrada.

Para o terceiro questionamento, o qual foi destinado às características da bexiga utilizada no experimento, temos como destaque as falas de E5A2 e E13A2. Dessa forma, E5A2 menciona

Quanto maior o balão, maior a quantidade de ar que consigo encher. Ele foi mais longe do que o menor.

De imediato, pode-se notar que ele relaciona diretamente as dimensões do balão, quantidade de ar e deslocamento. Assim, é evidente o **raciocínio proporcional**, além de **organizar** as informações, **levantamento de hipótese**, **previsão.**

De acordo com E13A2, temos:

Enchi mais esse aqui de ar (balão maior). Ele ficou num formato mais cônico, subiu mais rápido na vareta assim. Acho que o formato também causa mais velocidade na subida. Quanto enchi pouco, ele ficou com um formato mais redondo na ponta, acho que assim pegou mais ar de fora e freou ele na subida.

A análise de E13A2 é mais detalhada que a anterior e há aqui um novo olhar, dessa vez referente ao formato (perfil) aerodinâmico também. Assim, ele associa de **maneira proporcional**, as grandezas de volume, formato e velocidade, o que caracteriza a **organização da informação**, **seriação da informação**. Comenta que à medida que enche mais a bexiga, seu formato se altera, ficando mais cônico, proporcionando, assim, maior velocidade. O efeito reverso também ocorre, sendo possível notar a **previsão**, **levantamento de hipótese** e **explicação**.

As falas anteriores são dados fundamentais e permitem reafirmar a importância de atividades experimentais investigativas no contexto escolar, uma vez que propicia a argumentação, levantamento de hipóteses, socialização com a turma, construção do conhecimento de forma coletiva, o que faz com que a aula se torne mais atrativa e interessante para os estudantes (Carvalho, 2018).

De qualquer forma, também é essencial citar que atividades experimentais, sejam em laboratórios utilizando equipamentos profissionais, seja em sala de aula utilizando materiais alternativos, ou até mesmo simulações computacionais, sobretudo nas aulas de ciências, é uma estratégia didática pertinente. Na literatura disponível, diversos trabalhos destacam os benefícios que essa prática possibilita, tais como: Porto; Amantes; Hohenfeld, (2020), que abordam o experimento investigativo sobre pêndulo simples nas aulas de Física; Santos e Oliveira (2017), os quais abordam experiências com o tubo sonoro durante aulas para oscilações; Terenti; Silva e Rosa (2018), que relacionam as tecnologias digitais com a experimentação no ensino de eletrodinâmica no Ensino Médio.

Após a realização do experimento, quando todos os grupos chegaram no final da atividade, conseguindo, assim, fazer com que a bexiga retornasse até a base, na extremidade inferior da vareta, chegou o momento de sistematizar o conhecimento. Assim, foi solicitado para cada equipe explicar, através dos conceitos científicos, como era possível tal feito, bem como refletir quanto ao processo histórico para se chegar até esse momento. Como forma de organizar da melhor maneira as falas das equipes, o quadro 9 difere dos anteriores, contendo um grupo de resposta dos alunos integrantes de cada equipe, ao invés de falas individuais. É importante frisar que as equipes tiveram 5 minutos para debater entre si antes de socializar com os demais.

Os estudantes ficaram livres para socializar, podendo ser todos os integrantes contribuindo com falas, ou mesmo de forma eletiva, um membro falando por todo o grupo. A segunda opção foi escolhida pelos grupos. Assim, o quadro 9 apresenta os diálogos socializados com a turma nesse momento.

Quadro 9 - Categorias de respostas dos questionamentos realizadas na sistematização

Pergunta	**Respostas dos alunos**	**IACs**
A ciência sofre influências históricas?	**EQ1A3:** "*Sim. Tipo, pode ser usada para o bem e para o mal. Acho que depende do contexto, porque durante a atividade de pesquisar sobre o foguete V2 que a gente montou, percebemos que, na verdade, ele não foi criado para ir ao espaço, mas sim pra explodir bases inimigas durante a guerra. A gente estudou algumas guerras*	Organização de Informações (OI); Seriação Informações (SI); Raciocínio Proporcional (RP); Raciocínio Lógico (RL); Explicação (Exp); Levantamento de Hipóteses (LH); Teste de Hipóteses

	na disciplina de história, mas não sabíamos que esses eventos podiam afetar a ciência, como exploração espacial. Achava que a astronomia e toda a ciência era uma parte separada das ciências humanas, tipo história, geografia, filosofia etc. Mas não é assim."	(TH); Previsão (P); Justificativa (J);
	EQ2A3: "*Sim, sofre. Hoje a gente usa muita tecnologia que na verdade só foi criada porque cientistas estudaram o espaço, tipo o GPS, o celular e outros. A gente não sabia que os foguetes espaciais tinham sido mais criados durante a Guerra Fria. Não sabia também que na verdade não se queria tanto pesquisar sobre o espaço, na verdade queriam principalmente chegar na Lua primeiro para dizer que tinha mais força e mais tecnologia que o outro e que o capitalismo/socialismo eram melhores*. *Tipo, o Thor Able foi apenas um dos vários foguetes desenvolvidos nesse período, e que também teve falhas nos testes e em missões, mas mesmo com isso foi importante para estudos*."	Organização de Informações (OI); Seriação Informações (SI); Raciocínio Proporcional (RP); Raciocínio Lógico (RL); Explicação (Exp); Levantamento de Hipóteses (LH); Teste de Hipóteses (TH); Previsão (P); Justificativa (J);
	EQ3A3: "*Sim, professor. Com certeza. Acho que desde os tempos dos chineses, séculos atrás a ciência mudou e continua mudando. Por exemplo, nos tempos mais antigos os foguetes eram usados como armas de guerras e até mesmo para animar festas nos fogos de artifícios. Mas aí devido as guerras do último século também foram usados para ir ao espaço, mas depois de*	Organização de Informações (OI); Seriação Informações (SI); Raciocínio Proporcional (RP); Raciocínio Lógico (RL); Explicação (Exp); Levantamento de Hipóteses (LH); Teste de Hipóteses

	vários anos de estudos e também de erros de testes. Tipo, o Saturno V foi lançado para levar o homem até na Lua e de lá pra cá temos até foguetes que conseguem ir e voltar sem se explodir na volta ."	(TH); Previsão (P); Justificativa (J);
	EQ4A3: "*Eu pensava que não, mas a gente viu que durante muito tempo eram apenas usados como instrumento de guerra e até mesmo em festas comemorativas. Mas durante o passar do tempo vieram muitas guerras e conflitos. Acho interessante que mesmo nas guerras que a gente tem uma visão meio pessimista e que só traz coisas ruins, tem muito desenvolvimento científico também. Por exemplo, foi devido a Primeira Guerra que a tecnologia do V2 foi usada para construir anos depois, o Saturno V, que levou o primeiro homem para o espaço, pra Lua. De lá pra cá, diversos estudos foram feitos e até mesmo continuam fazendo, né? Hoje temos até foguete que consegue pousar do espaço, que foi o que nossa equipe apresentou*."	
Como vocês explicam o foguete dando ré, quais são os princípios científicos?	**EQ1A3:** "*Depende do material que é feito, da quantidade de combustível, do formato que ele tem, da potência que ele manda o jato pra baixo. Tipo, quanto mais combustível ele tiver, mais longe ele chega, mas também ele fica mais pesado. Também*	Organização de Informações (OI); Seriação Informações (SI); Raciocínio Proporcional (RP); Raciocínio Lógico (RL); Explicação (Exp);

	tem a gravidade que pode mudar de acordo com a localização dele. O que deixa ele retornar sem explodir, é que o mesmo princípio físico associado na subida é o mesmo no pouso. Tipo, o ar que ele manda pra baixo tem que ser suficiente para frear ele, mas também não subir. Acho que tem que igualar a força peso com a força de propulsão. Tem haver com a Terceira Lei de Newton também, a da ação e reação."	Levantamento de Hipóteses (LH); Teste de Hipóteses (TH); Previsão (P); Justificativa (J);
	EQ2A3: "*O peso do foguete. Porque tem que ser um material resistente e ao mesmo tempo leve. Porque quanto mais pesado for, mais força o ar que sai debaixo deles tem que fazer. E isso deixa mais difícil de controlar essa vazão. Como a gente fez o experimento do balão, acho que funciona da mesma forma, depende do formato e principalmente da quantidade de combustível que tem dentro dele. Quando ele ta chegando de novo pra Terra, ele tem que acionar os motores pra mandar pra baixo, aquela fumaça que a gente ver nos vídeos. Esse ar faz uma força pra baixo e o foguete é mandado pra cima de novo, só que tem que controlar essa força para que ele não suba de novo, apenas seja freado até pousar mesmo. A gente viu que isso tá relacionado a algumas coisas, tipo gravidade, peso e a Terceira Lei de Newton da ação e reação. Quando ele manda ar pra baixo, o chão joga o foguete pra cima e aí*	Organização de Informações (OI); Seriação Informações (SI); Raciocínio Proporcional (RP); Raciocínio Lógico (RL); Explicação (Exp); Levantamento de Hipóteses (LH); Teste de Hipóteses (TH); Previsão (P); Justificativa (J);

	nesse caso de controle do ar, ele apenas freia e pousa."	
	EQ3A3: "*Sim. Acho que é igual um carro. Tava vendo uma reportagem sobre o desempenho de carros atuais com os mais antigos. Os mais antigos eram feitos mais de metal, eram mais pesados e não tinham um desempenho bom. Os de hoje são feitos de metal também, mas metais mais leves e tem plástico na sua carcaça pra ficar mais leve, e tem desempenhos melhores que os antigos. Acho que um foguete funciona igual*."	Organização de Informações (OI); Seriação Informações (SI); Raciocínio Proporcional (RP); Raciocínio Lógico (RL); Explicação (Exp); Levantamento de Hipóteses (LH); Teste de Hipóteses (TH); Previsão (P); Justificativa (J);
	EQ4A3: "*Se tornou possível um foguete dá ré e voltar pra Terra por causa das pesquisas que foram feitas e até são ainda feitas na exploração espacial envolvendo descobertas de novos materiais mais resistentes para a construção de projetos mais elaborados em relação aos foguetes mais antigos. A gente viu que o Falcon Heavy conseguiu retornar em segurança só depois de muitos testes que deram errado. E também foi feito por uma empresa privada, então acho que essa parceria entre empresas e o governo são importantes para melhorar a ciência, porque na teoria, o que tornou essa conquista ser possível acho que foi todos os princípios físicos por trás disso, tipo a gravidade, Leis de Newton, características do combustível e outras coisas. Mas também acho que os*	Organização de Informações (OI); Seriação Informações (SI); Raciocínio Proporcional (RP); Raciocínio Lógico (RL); Explicação (Exp); Levantamento de Hipóteses (LH); Teste de Hipóteses (TH); Previsão (P); Justificativa (J);

	investimentos na ciência foram essenciais para o projeto sair do papel.”	

Fonte: Ferreira e Machado (2025)

Ao analisar o quadro acima, é possível constatar que os estudantes expandiram seu conhecimento acerca da temática abordada, principalmente quanto às reflexões a respeito da história e dos acontecimentos que marcaram o desenvolvimento dessas tecnologias. Isso fica evidente através dos IACs. É importante destacar também que os três eixos estruturantes de AC foram notados, sendo possível inferir que os jovens foram capazes de reconhecer os conceitos e princípios científicos acerca da temática: “compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais”; o segundo refere-se à “compreensão da natureza das ciências e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática”; e o terceiro “compreende o entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente”.

A partir dos comentários, podemos analisar aspectos científicos, históricos e sociais que foram mencionados. Desta forma, para a primeira pergunta, a EQA3 comenta:

Sim. Tipo, pode ser usada para o bem e para o mal. Acho que depende do contexto, porque durante a atividade de pesquisar sobre o foguete V2 que a gente montou, percebemos que, na verdade, ele não foi criado para ir ao espaço, mas sim pra explodir bases inimigas durante a guerra. A gente estudou algumas guerras na disciplina de história, mas não sabíamos que esses eventos podiam afetar a ciência, como exploração espacial. Achava que a astronomia e toda a ciência era uma parte separada das ciências humanas, tipo história, geografia, filosofia etc. Mas não é assim.”

Essa equipe ficou responsável por montar o primeiro foguete “espacial”, que originalmente era um míssil balístico de grande alcance usado pelo exército alemão durante a Segunda Guerra Mundial. A expressão destacada remete explicitamente ao seu compreendimento sobre aspectos importantes sobre o desenvolvimento da tecnologia dos

foguetes espaciais: funcionalidade do foguete; desenvolvimento; contexto histórico no qual se deu esse desenvolvimento.

A Astronomia, por ser uma prática humana, perpassa por transformações, transições de pensamentos e ideias, assim, está em dinâmica constante. O episódio que fez com que a sociedade voltasse toda sua atenção para a exploração espacial se dá em um contexto histórico, político e social complexo: a Guerra Fria. É evidente que se pode refletir sobre outros contextos históricos para o Ensino do Astronomia, tal como Alvarado-Gusmán, Ribeiro e Nardi (2022) centralizam suas discussões na transição de modelos planetários. Mas, no âmbito do desenvolvimento da tecnologia de foguetes espaciais, a Guerra Fria tem um impacto profundo.

Podemos destacar compreensões interessantes em trechos dessa fala, tais como: compreensão do papel da ciência e da tecnologia na sociedade; reconhecimento da relação entre ciência e história; pensamento sobre a evolução da ciência.

Os trechos "*pode ser usada para o bem e para o mal. Acho que depende do contexto*", mostra uma visão crítica e ética sobre como a ciência e a tecnologia não são neutras, mas podem ser utilizadas para diferentes propósitos; ao perceber que "*não sabíamos que esses eventos podiam afetar a ciência*", há um reconhecimento de que descobertas científicas não ocorrem de forma isolada, mas estão ligadas a fatores históricos, como guerras e disputas políticas; ao identificar que o foguete V-2 foi inicialmente criado para fins militares e depois influenciou a exploração espacial, o estudante mostra um entendimento sobre a transformação da ciência ao longo do tempo, considerando aspectos exteriores à prática científica, assim como elementos históricos.

Assim, é observável que os estudantes relacionaram não apenas conceitos físicos e científicos, bem como foram capazes de integrar essa construção do conhecimento considerando seus aspectos éticos, históricos, sociais, o que é fundamental para o ensino de ciências (Forato; Pietrocola; Martins, 2011). Indo além, identifica-se que a atividade possibilitou contemplar os três grandes eixos da AC, pois os sujeitos conheceram (ou relembraram) e reconheceram conceitos e ideias científicas, aspectos da natureza da ciência e relações entre as ciências, as tecnologias, a sociedade e o ambiente (Sasseron, 2014, p. 51).

Em relação aos diálogos iniciais e questionários de sondagem, a fala anterior possibilita uma reflexão importante: os estudantes foram capazes de estabelecer relações entre aspectos históricos e a síntese científica, em ênfase na tecnologia de foguetes espaciais. Nota-se que as atividades realizadas de construção das aeronaves, socialização com a turma, e fenômenos

observados durante o processo de experimentação, estimularam reflexões nesse sentido, uma vez que tiveram que pesquisar mais afundo acerca da temática, elementos e conceitos científicos bases sobre a mecânica de foguetes e suas relações para cada época.

Para o outro questionamento, o foco foi trabalhar as construções dos conhecimentos científicos que permeiam essa tecnologia de retorno à superfície terrestre em segurança. Assim, a EQ2A3 comenta:

O peso do foguete. Porque tem que ser um material resistente e ao mesmo tempo leve. Porque quanto mais pesado for, mais força o ar que sai debaixo deles tem que fazer. E isso deixa mais difícil de controlar essa vazão. Como a gente fez o experimento do balão, acho que funciona da mesma forma, depende do formato e principalmente da quantidade de combustível que tem dentro dele. Quando ele ta chegando de novo pra Terra, ele tem que acionar os motores pra mandar pra baixo, aquela fumaça que a gente ver nos vídeos. Esse ar faz uma força pra baixo e o foguete é mandado pra cima de novo, só que tem que controlar essa força para que ele não suba de novo, apenas seja freado até pousar mesmo. A gente viu que isso tá relacionado a algumas coisas, tipo gravidade, peso e a Terceira Lei de Newton da ação e reação. Quando ele manda ar pra baixo, o chão joga o foguete pra cima e aí nesse caso de controle do ar, ele apenas freia e pousa.

O trecho menciona a relação entre peso, material e resistência do foguete "*porque tem que ser um material resistente e ao mesmo tempo leve*", caracterizando, assim, a **classificação de informações**, **seriação** e **raciocínio proporcional**, o qual pode ser observado no trecho "*depende do formato e principalmente da quantidade de combustível que tem dentro dele".* Além disso, propõe uma **explicação** percebida no trecho *"Esse ar faz uma força pra baixo e o foguete é mandado pra cima de novo, só que tem que controlar essa força para que ele não suba de novo, apenas seja freado até pousar mesmo."*, levando em conta a Terceira Lei de Newton. Somado a isso, temos a seriação dos elementos no trecho "*A gente viu que isso tá relacionado a algumas coisas, tipo gravidade, peso e a Terceira Lei de Newton da ação e reação"*.

Nesse momento de sistematização, fica claro que os sujeitos foram capazes de refletir de outra forma quanto a foguetes espaciais. Como notado anteriormente em outros momentos da sequência, havia uma descontextualização referente à temática, não sendo possível identificar relações entre o desenvolvimento, construção do conhecimento científico, com os aspectos históricos, por parte da turma. Por outro lado, a partir de suas falas na sistematização, fica evidente que passaram a compreender a ciência, sobretudo, o desenvolvimento dos foguetes

espaciais, como um longo processo histórico, atrelado a relações políticas, sociais e econômicas.

Assim, pode-se concluir que a proposta do PE pôde ser contemplada, proporcionando um ensino de Astronomia de maneira contextualizada, relacionando o conhecimento produzido na área das ciências humanas também na área das ciências da natureza, o que evidencia a potencialidade do PE para a promoção da Educação em Astronomia no contexto da Educação Básica.

Além desses questionamentos voltados para avaliar os conhecimentos construídos pelos educandos, no questionário estavam duas perguntas finais a respeito da avaliação deles quanto à atividade executada durante as aulas. Assim, o quadro 10 apresenta essa avaliação pelos estudantes.

Quadro 10 - Avaliação dos estudantes da proposta

Perguntas	**Respostas dos alunos**
Na sua opinião, o que achou da atividade? O que mais lhe interessou?	E7Q2: "*Achei legal e interessante, deu pra aprender bastante coisa"* E10Q2*: "Achei maravilhoso pois mostra um pouco como as aeronaves pousão e como funciona, espero que tenha mais aula sobre astronomia."* E13Q2: *"Achei muito interessante, da forma como eles eram usados antigamente em guerras e o funcionamento deles (foguetes)*." E5Q2: *"Achei interessante a parte que o professor distribuiu uns papéis que tinham peças para a gente recortar e montar um foguete e espero que tenham mais atividades sobre astronomia."*

	E3Q2: *"Achei muito interessante pois nunca havia tido um estudo tão aprofundado nessa áreas, me interessei muito por astronomia."*
O que você achou das atividades sobre foguetes espaciais? Quais os pontos positivos e o que você acredita que possa melhorar?	E7Q2: "*Eu achei super legal, deu pra aprender bastante coisa, acho que poderia melhorar a questão do tempo de aula, porque pega a aula de física quase (as vezes toda) toda o que me incomoda porque é uma matéria que tenho dificuldade*." E10Q2: "*Foi uma atividade muito estimulante, a história como foi criado, e vários testes foi feito".* E13Q2: "*Achei legal, espero que tenha mais atividade sobre astronomia e como ela influenciam na história do mundo."* E5Q2: "*Achei legal e interessante aprender e conhecer mais a história sobre como foi criado o início e como elas influenciam a história do mundo."* E3Q2: "*Achei tudo ótimo, o professor foi excelente, creio que não tenha muito o que melhorar, mas talvez o horário das aulas."*

Fonte: Ferreira e Machado (2025)

A partir das falas referentes a primeira pergunta, podemos compreender que os estudantes se limitaram a mencionar suas opiniões quanto as atividades mais práticas da SHI, tais como a montagem das miniaturas e experimentação, sem se preocupar tanto com os aspectos históricos. Apesar disso, é compreensível esse destaque para as atividades mais práticas, uma vez que o estudante da educação básica aprecia bastante atividades práticas

durante as aulas de ciências, fato que reforça a importância de atividades que não se limitam a resolução de exercícios e teoria em sala de aula (Carvalho, 2013).

Enquanto a primeira pergunta se concentrou em entender o que mais interessou os alunos durante a SHI, a segunda foi destinada para verificar quais pontos positivos e que poderiam melhorar segundo a experiência dos estudantes. Assim, foi possível identificar satisfatoriamente que mencionaram aspectos históricos no contexto do desenvolvimento da Astronomia, sobretudo da tecnologia de foguetes espaciais, como fica evidente na fala de E5Q2:

Achei legal e interessante aprender e conhecer mais a história sobre como foi criado o início e como elas influenciam a história do mundo.

Na fala é possível compreender que não apenas cita a importância dos contextos históricos no desenvolvimento dos foguetes, mas como relaciona esse desenvolvimento com a história do mundo.

Assim, podemos concluir que a proposta foi bem aceita pela turma, a qual foi bastante participativa durante os momentos da sequência, principalmente durante as discussões e indagações a respeito do tema, onde os quais se manifestaram mais em relação aos questionários em sala de aula.

5 ASPECTOS GERAIS DO PRODUTO EDUCACIONAL

O Produto Educacional fruto da pesquisa consiste num material didático/instrucional. Para Rizzatti *et al.* (2020), são exemplos: "*propostas de ensino, envolvendo sugestões de experimentos e outras atividades práticas, sequências didáticas, propostas de intervenção, roteiros de oficinas; material textual [...]*". Ainda de acordo com os autores, o material didático é um produto de apoio/suporte com fins didáticos na mediação de processos de ensino e aprendizagem em diferentes contextos educacionais (Rizzatti *et al. 2020, p. 4*). Assim, este PE será disponibilizado através das plataformas digitais, bem como uma versão impressa para o programa de pós-graduação, à qual o pesquisador está vinculado.

O nível de ensino do produto é destinado para ações no ensino de ciências, com ênfase em Astronomia, a partir de um viés histórico, na Educação Básica, nas turmas de Ensino Médio. O PE, portanto, é pertinente e relevante para a área de Educação e Ensino de Ciências pelo fato de abordar de maneira integradora o Ensino por Investigação junto à História e Filosofia da Ciência. Pautado a isso, o PE tem alto teor inovador, possibilitando ao docente de ciências uma visão mais ampla para alfabetizar os estudantes cientificamente, contribuindo para a formação de cidadãos críticos e reflexivos à sociedade.

Quanto à sua replicabilidade, é importante destacar que pode ser acessado e utilizado de maneira simples, sendo necessário apenas um computador, impressora e papel para impressão dos materiais de apoio, tais como fichas históricas e modelos dos foguetes dispostos no PE.

Quadro 11 - Características do PE

Tipologia	Sequência didática
Nome do PE	Foguete não dá ré?: Uma Sequência Histórico-Investigativa sobre o desenvolvimento de foguetes espaciais
Nível de Ensino	Educação Básica
Público-alvo	Estudantes da 1ª série do Ensino Médio
Finalidade	Promover o ensino de Astronomia através de uma Sequência de Ensino Histórico-Investigativa para construir conhecimentos científicos e tecnológicos no âmbito da Astronomia.
Perspectiva de inovação	O Produto Educacional abordará o conteúdo da Astronomia considerando aspectos da História e Filosofia da Ciência com a SEI, algo que ainda não foi, em geral, trabalhado de maneira conjunta na literatura.

Fonte: Ferreira e Machado (2025)

6 CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aplicação da proposta, de maneira geral, ocorreu de forma bastante proveitosa e atingiu as expectativas. Os objetivos foram alcançados, uma vez que as falas e comentários dos estudantes durante o processo evidenciam que eles conseguiram perceber os contextos históricos que influenciaram o processo de desenvolvimento da tecnologia espacial, com ênfase nos foguetes espaciais, possibilitando, assim, um ensino de Astronomia crítico e reflexivo.

Os estudantes foram participativos durante as aulas, fazendo questionamentos, perguntas, compartilhando suas ideias e opiniões. A pergunta problema da SHI gerou uma grande discussão entre a turma, o que motivou os educandos a refletirem se era, de fato, possível, um foguete dar ré. A partir desse questionamento, os estudantes levantaram hipóteses, buscaram explicar e justificar seus pontos de vista utilizando alguns conhecimentos físicos e científicos.

É válido destacar que durante a atividade, os estudantes por vezes debateram e discutiram conceitos como, por exemplo, a ré. Assim, antes de responder o questionamento, eles foram conceituando primeiramente o que se tratava de ré, isto é, qual o movimento que caracteriza ré de um foguete. Assim, tomaram como conceito e definição que a ré de um foguete consistiria na reentrada da aeronave a superfície terrestre, em especial ao local de lançamento do foguete.

Com as observações e análise dos dados coletados, foi possível identificar que os jovens inicialmente não apresentavam todos os três eixos estruturantes de AC, sendo notório apenas o primeiro, que se concentra na compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais. Os outros dois, que se concentram na compreensão da ciência e sua relação com a sociedade não haviam sido identificados, todavia com aplicação e validação da sequência, foi observado que a turma passou a relacionar os conceitos e conhecimentos científicos com a natureza da ciência, fatores éticos e políticos e sua relação com a sociedade e ambiente. Assim, podemos entender que a proposta se mostrou relevante para a formação científica dos educandos, possibilitando uma visão mais ampla da ciência e sua natureza, trazendo uma visão integradora da natureza da ciência e sua construção, com seus impactos na sociedade e ambiente.

Além disso, a proposta incentivou o trabalho em equipe da turma, fortalecendo relações entre os jovens nos diferentes momentos das atividades. É interessante destacar, nesse momento, que a sequência se mostrou interessante para os diferentes perfis de alunos presentes

na turma, pois atendeu aqueles que tinham mais *expertise* em trabalhos mais práticos e manuais, como o recorte e montagem dos modelos de aeronaves dispostos em sala, bem como àqueles que tinham preferência para atividades de cunho mais teórico, como levantar hipóteses para explicar o funcionamento do foguete através do experimento com a bexiga.

Desde o projeto de pesquisa até o estágio final da aplicação da proposta didática, foram vivenciadas algumas dificuldades, dentre as quais destacam-se as reiteradas mudanças no calendário escolar e, com ele, nos horários dos docentes, as quais impactaram no andamento da pesquisa. Destaca-se também dificuldades na consolidação das etapas de pesquisa por conta do processo de submissão do projeto ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP), na Plataforma Brasil, onde houve certas intercorrências que atrasaram a aprovação, finalizada dentro de um prazo de 5 meses.

Apesar das dificuldades impostas pela realidade escolar e dinâmica do trabalho de pesquisa, este trabalho pode contribuir com pesquisas futuras, uma vez que possui teor inovador ao propor foguetes de papel para o modelismo dessas aeronaves, possibilitando que o professor de física/ciências os utilize dentro de sala, não necessitando de espaços maiores, como quadras e parques, que são utilizados frequentemente na utilização de foguetes de PET. Indo além, com esses modelos, torna-se possível observar as características peculiares das aeronaves ao longo do tempo, tais como altura, formato, propulsores, entre outros.

Outro ponto interessante que esta pesquisa proporciona é quanto à elaboração de fichas históricas de cada aeronave, pois estimula os estudantes a tomarem conhecimento acerca dos diversos contextos sociais em que elas são e foram desenvolvidas, integrando conhecimento científico, bem como político, ético, social e econômico, propiciando, assim, a Alfabetização Científica, contribuindo para a formação de cidadãos críticos.

Assim, pode-se concluir que mesmo com algumas intercorrências no processo de construção e elaboração da pesquisa, o trabalho conseguiu atender as expectativas, possibilitando a construção de um Produto Educacional destinado ao ensino de Astronomia, utilizando aspectos históricos que permeiam o desenvolvimento da tecnologia de foguetes espaciais, contextualizando os fatores históricos e sociais.

REFERÊNCIAS

ADÚRIZ-BRAVO, Augustin. Didactics of Science in Latin America. **Contemporary Trends and Issues in Science Education**, v. 59, p. 349-370, 2024.

ADÚRIZ-BRAVO, Augustin. Concepções de ensino sobre a natureza da ciência: obstáculos epistemológicos que aparecem entre os professores de ciências, **Revista Internacional de Pesquisa em Didática das Ciências e Matemática**, v. 4, ed. 023004, p. 1 – 33, 2023.

ALLCHIN, Douglas; ANDERSEN, Hanne; 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.

ALVARADO-GUSMAN, Lisbeth; RIBEIRO, Erick; NARDI, Roberto. **As micro e macro rupturas nos modelos ptolemaico e Kepleriano:** reflexões para o ensino de astronomia. Simpósio Nacional de Educação em Astronomia, Bauru, 2022.

ALMEIDA, Aires (org). **Dicionário Escolar de Filosofia**. Lisboa: Plátano, 2003.

ANDRADE, Raul; MEINERZ, Daiane; YANO, Cassia. A relevância da ciência e da divulgação científica: análise da percepção de estudantes do ensino médio em Mato Grosso do Sul, **Revista Ciências e Ideias**, v. 15, p. e24152381, jan, 2024.

AZEVÊDO, Lidiany; FIREMAN, Elton. Sequência de Ensino Investigativa: Problematizando aulas no ensino de ciências nos anos iniciais com conteúdos de eletricidade, **Revista Entre Saberes, Práticas e Ações, Palmas dos Índios**, v. 1, n. 1, p. 1 – 180, mar. 2021.

ANGROSINO, M. **Etnografia e observação participante**. Porto Alegre: Artmed, 2009.

AKTINSON, P; HAMMERSLEY, M. **Ethnography and participant observation**. In: DENZIN, N. K; LINCOLN, Y. S. (Org). Strategies of qualitative inquiry Thousand Oaks: Sage, 1998. p. 248-261.

BACHELARD, Gaston. **A formação do espírito científico**: contribuição para uma psicanálise do conhecimento. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996. 314 p.

BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. São Paulo, SP: Edições 70, 2016.

BATISTA, Carlos; PEDUZZI, Luiz. Contextualizando conteúdos científicos fundamentais à compreensão docente e estudantil da relação terra-universo sob a lente epistemológica da

solução de problemas de larry laudan**. Investigações Em Ensino De Ciências**, v. 27, n. 2, p. 23–56, set. 2022.

BATISTA, Renata; SILVA, Cibelle. A abordagem histórico-investigativa no ensino de Ciências. **Estudos Avançados**, v. 32, n. 94, p. 97-110, dez. 2018.

BERTOLDI, Anderson. Alfabetização científica versus letramento científico: um problema de denominação ou uma diferença conceitual?, **Revista Brasileira de Educação**, v. 25, ed. 250033, p. 1 – 17, 2020.

BIZZO, Nélio. Falhas no ensino de ciências. **Ciência Hoje**, v. 159, n. 27, p. 26-31, abt. 2000.

BIZZO, Nélio; et al. Graves erros de conceito em livros didáticos de ciência. **Ciência Hoje**, v. 121, n. 21, p. 26-35, jun. 1996.

BOCZKO, Roberto. Erros comumente encontrados nos livros didáticos do ensino fundamental. In: EXPOASTRO98 ASTRONOMIA: EDUCAÇÃO E CULTURA, 3, 1998, Diadema. Anais... Diadema: SAAD, 1998. p. 29-34.

BORGES, Elizandra; SOBREIRA, Paulo; RIBEIRO, José. Sistema Solar: modelos mentais a partir da leitura de um livro infantil. **Revista Latino-Americana De Educação Em Astronomia**, v. 33, p. 21–49, 2022.

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília, 2018.
Brasileira de História da Ciência, v. 9, p. 3-5, 1990.

BRETONES, Paulo. **Banco de Teses e Dissertações sobre Educação em Astronomia**. Disponível em: <http://www.dme.ufscar.br/btdea>. Acesso em: 20 de abril 2014.

BRETONES, Paulo. **Disciplinas introdutórias e Astronomia nos cursos superiores do Brasil**. 1999. 187 f. Dissertação (Mestrado em Geociências), Instituto de Geociências, UNICAMP, Campinas, 1999.

CACHAPUZ, Antonio. et al (org.). **A necessária renovação do ensino das ciências** Porto Editora, 1999.

CACHAPUZ, António et al. **A necessária renovação do ensino das ciências**. São Paulo: Cortez. Acesso em: 30 jan. 2025., 2005

CANALLE, João; OLIVEIRA, Inês. Comparação entre os tamanhos dos planetas e do Sol. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v.11, n. 2, p. 141-144, 1994.

CARVALHO, Ana. Por um ensino de História que faça sentido: análise das concepções de história de alunos do Ensino Médio, **Revista História Hoje**, v. 8, n. 16, p. 209 – 233, 2019.

CARVALHO, Aanna; VANNUCCHI, Andrea. History, Philosophy and Science Teaching: Some Answers to "How?". **Science & Education,** v. 9, n. 5, p. 427-448, 2000.

CARVALHO, Anna. **Ensino de Ciências por Investigação**: Condições para implementação em sala de aula. 1ª ed. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

CARVALHO, Anna. Fundamentos Teóricos e Metodológicos do Ensino por Investigação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 18, n. 3, p. 765–794, 2018.

CARVALHO, Anna. SASSERON, Lúcia. Ensino de física por investigação: referencial teórico e as pesquisas sobre as sequências de ensino sobre calor e temperatura. **Ensino em Re-Vista**, v. 22, n. 2, p. 249-266, dez. 2015.

CARVALHO, Anna; GIL-PÉREZ, Daniel. **A formação de professores de ciências**. 6ª ed. São Paulo: Cortez, 2001.

CARVALHO, Anna; IZIDORO, Emerson; AZEVEDO, Maria; DATE, Marlene. **Calor e temperatura**: um ensino por investigação. 1ª ed. São Paulo: Livraria da Física, 2014.

CARVALHO, Anna. Ciências no ensino fundamental, **Cadernos de Pesquisa**, n. 101, p. 152-168, 1997.

CARVALHO, Anna. **Ciência no Ensino Fundamental:** o conhecimento físico. São Paulo: Scipione, 2009.

COMPIANI, Maurício. Narrativas e desenhos no ensino de astronomia/geociências com o tema "a formação do universo": Um olhar das geociências, **Revista Ensaio**, v. 12, n. 2, p. 257 – 278, mai-ago, 2010.

CHAGAS, Danielle; CARITÁ, Lucas. Ensino de ciências por investigação. A viabilidade de sobrevivência humana fora da Terra. **Revista de Enseñanza de la Física**, v. 33, n. 3, p. 51-73, dez. 2021.

CHANG, Jessica *et al*. Obtenção experimental do coeficiente de arrasto com o lançamento de fo- guetes de garrafas PET, **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 36, n. 2, p. 529 – 542, ago. 2019.

CLEOPHAS, Maria das Graças. Ensino por investigação: concepções dos alunos de licenciatura em Ciências da Natureza acerca da importância de atividades investigativas em espaços não formais. **Revista Linhas**, v. 17, n. 34, p. 266-298, mai. 2016.

CRESWELL, John. **Investigação qualitativa e projeto de pesquisa**: escolhendo entre cinco abordagens. Porto Alegre, RS: Penso, 2014.

CUZINATTO, Rodrigo *et al.* Rocketeers UNIFAL-MG: o ensino de Física através do lançamento de foguetes artesanais, **Revista Ciência em Extensão**, v. 11, n. 3, p. 40 – 62, 2015.

DRIVER, R. Student's conceptions and the learning of Science. **Internation Journal of Science Education**, v. 11, special issue, p. 481-490, 1989.

ERGUN, Ayşegül; KÜLEKCI, Erhan. The Effect of Problem Based STEM Education on the Perception of 5th Grade Students of Engineering, Engineers and Technology, **Pedagogical Research**, v. 4, n. 3, jul, 2019.

FARIA, Rodrigo. **Filosofia, história, astronomia:** um estudo sobre Ptolomeu. 2019. 193f. Dissertação (Mestrado em Filosofia) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019.

FERREIRA, Alexandre; FERREIRA, Maria. A história da ciência na formação de professores, **História da Ciência e Ensino: Construindo Interfaces**, v. 2, nov. 2010.

FORATO, Thaís; PIETROCOLA, Maurício; MARTINS, Roberto. Historiografia e Natureza da Ciência na sala de aula, **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 28, n. 1, p. 27 – 59, abr. 2011.

GARCIA, André; NARDI, Roberto. Diário do céu: formação continuada e práxis docente em astronomia. 2021. **Revista de Enseñanza de la Física**, v. 33, n. 2, p. 253-258, 2021.

GARCIA, Carlos. **Formação de professores: para uma mudança educativa**. Portugal:

GIL PEREZ, Daniel; VALDES CASTRO, Pablo. La orientación de las practices de laboratorio como invetigagación: un ejemplo ilustrativo. **Enseñanza de las ciencias**, v. 14, n. 2, 1996.

DÍAZ DE BUSTAMANTE, J. Discurso de aula y argumentación en la clase de ciências: cuestiones teóricas y metodológicas, **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v. 21, n. 3, p. 359-370, 2003.

MARCELO GARCIA, Carlos. **Formação de professores. Para uma mudança educativa**. Porto: Porto Editora, 1999.

MARCELO GARCIA, Carlos. Desenvolvimento Profissional: passado e futuro. Ísifo, **Revista das Ciências da educação**, n. 08, p. 7-22, jan./abr. 2009.

GOUVÊA, Guaracira. **A divulgação científica para crianças:** o caso da Ciência Hoje das crianças. 2000. 305 f. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2000.

GUERRA, Andreia; MOURA, Cristiano. História da Ciência no ensino em uma perspectiva cultural: revisitando alguns princípios a partir de olhares do sul global. **Ciência e Educação**, v. 28, n. e22018, 2022 .

GUILGER, Fernando; FORATO, Thaís. Pelas esferas celestes do Tratado da Esfera de Sacrobosco até o Paraíso: uma proposta para formação de professores. **Anais...** XXIV Simpósio Nacional de Ensino de Física, 2021.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos de física**. 9. ed. v 1. Rio de Janeiro: LTC, 2012.

HEERING, Peter; HOTTECKE, Dietmar. Historical-Investigative Approaches in Science Teaching. **International Handbook of Research in History, Philosophy and Science Teaching**, 2014.

HAZEN, R. M.; TREFIL J. (1995). Saber ciência. São Paulo: Cultura Editores Associados.

HURD, P. D. (1998). Scientific literacy: new mind for a changing world. In: Science & Education. Stanford, USA, n. 82, p. 407-416.

JARDIM, Wagner; GUERRA, Andreia. Experimentos históricos e o ensino de física: agregando reflexões a partir da revisão bibliográfica da área e da história cultural da ciência. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 22, n. 3, p. 244–263, dez. 2017.

JUDENSNAIDER, Ivy; FIGUEIRÔA, Silvia. O status socioeconômico e o desempenho de licenciandos em Biologia, Física, Matemática e Química nos conteúdos de História e Filosofia da Ciência no Enade 2017. **Revista Brasileira De Estudos Pedagógicos**, v. 104, n. e5612, 2023.

LANGHI, Rodolfo; NARDI, Roberto. Dificuldades em relação ao ensino da Astronomia encontradas na interpretação dos discursos de professores dos anos iniciais do Ensino Fundamental. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 6, Florianópolis, 2007. Anais... Belo Horizonte: FAE/UFMG, 2008a.

LANGHI, Rodolfo; NARDI, Roberto. Ensino da astronomia no Brasil: educação formal, informal, não formal e divulgação científica. **Revista Brasileira De Ensino De Física**, v. 31, n. 4, p. 4402–4412, 2009.

LANGHI, Rodolfo; NARDI, Roberto. Ensino de Astronomia: Erros conceituais mais comuns presente em livros didáticos de ciência. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 24, n. 1, 2007.

LANGHI, Rodolfo; NARDI, Roberto. Formação de professores e seus saberes disciplinares em astronomia essencial nos anos iniciais do ensino fundamental. **Revista Ensaio**, v. 12, n. 2, p. 205-224, mai. 2010.

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, 2015.

LEITE, Andriele; BONAMINO, Alícia. Letramento científico: um estudo comparativo entre Brasil e Japão. **Cadernos De Pesquisa**, v. 51, n. e07760, 2021.

LIBÂNEO, José. **Pedagogia e pedagogos, para que?**. 8ª ed. São Paulo: Cortez, 2005.

LIMA, E. J. M. de. A visão do professor de ciências sobre as estações do ano. Dissertação (Mestrado em Educação de Ciências e Matemática). Everaldo José Machado de Lima. UEL, Londrina PR, 2006.

LIRA, Tatiane. **História da ciência, ensino de astronomia e os livros didáticos**. 2019. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Centro de Educação, Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2019.

LONGHINI, Marcos; GANGUI, Alejandro. Atividades de ensino em Astronomia a partir de elementos da História da Ciência – o caso do movimento retrógrado de Marte, **História da Ciência e Ensino**, v. 3, jun. 2011.

MALUF, Vitérico. **A Terra no espaço:** a desconstrução do objeto real na construção do objeto científico. 2000. 141 f. Dissertação (Mestrado em Educação). UFMT, Cuiabá, 2000.

MARTINS, Roberto. **A maçã de Newton: História, Lendas e Tolices**. In Silva, C. C. (ed.) Estudos de história e filosofia das ciências: subsídios para aplicação no ensino. São Paulo: Editora Livraria da Fisica.

MARTINS, Roberto. Arquimedes e a Coroa do rei: problemas históricos. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 17, n. 2, p. 115-121, 2000.

MARTINS, Roberto. Sobre o papel da história da ciência no ensino. **Boletim da Sociedade**

MATTHEWS, Michael. História, filosofia e ensino de ciências: a tendência atual de reaproximação. **Caderno Brasileiro De Ensino De Física**, v. 12, n. 3, p. 164–214, 1995.

MATTHEWS, Michael. **Science Teaching - The Role of History and Philosophy of Science**. New York: Routledge, 1994.

MOURA, Gilson *et al.* Disseminação do Ensino de Física no Twitter: uma análise altmétrica, **Revista REAMEC - Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**, v. 10, n. 2, e22032, mai – ago, 2022.

MOURA, Cristiano. Para que história da ciência no ensino? Algumas direções a partir de uma perspectiva sociopolítica, **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 4, edição especial, p. 1155 – 1178, 2021.

NARDI, Roberto. (org.). **Questões atuais no Ensino de Ciências. Coleção Educação para a Ciência**. São Paulo: Escrituras Editora, 1998.

NETO, Alexandre. O que se pesquisa em educação em astronomia: Uma análise do periódico revista latinoamericana de educação em astronomia no período compreendido de 2004 a 2019. **Revista Internacional de Pesquisa em Didática das Ciências e Matemática**, v. 2, n. e021002, p. 1-13, 2021.

NETO, Climério; JÚNIOR, Olival. Um Presente de Apolo: lasers, história e aplicações. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 39, n. 1, 2017.

NETO, Leopoldo; ARTHURY, Luiz. O ensino de astronomia e a história e filosofia da ciência na visão de professores de astronomia de licenciaturas em física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 39, n. 3, p. 769-797, 2022.
Paulo: Cortez, 2005.

NETO, Leopoldo; ARTHURY, Luiz. O ensino de astronomia e a história e filosofia da ciência na visão de professores de astronomia de licenciaturas em física, **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 39, n. 3, p. 769 – 797, dez. 2022.

NEWERLA, V. B. **Rios vistos e revistos:** as expedições de exploração do Sertão da Comissão Geográfica e Geológica de São Paulo na história da ciência e no ensino de ciências naturais. 2000. 175f. Dissertação (Mestrado em Educação Aplicada às Geociências) - Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2000.

OLIVEIRA, Paulo. **Lançamento de foguetes pet no contexto do ensino médio:** um convite para o
aprendizado da composição de movimentos e da Terceira Lei de Newton por um sistema de massa variável. 2021. 173 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) -

Departamento de Física, Química e Matemática, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2021.

PEDUZZI, Luiz; RAICIK, Anabel. Sobre a natureza da ciência: asserções comentadas para uma articulação com a história da ciência. **Investigações Em Ensino De Ciências**, v. 25, n. 2, p. 19–55, 2020.

PEÑA, B. M.; QUILEZ, M. J. G. The importance of images in astronomy education. **International Journal of Science Education**, v.23, n. 11, p. 1125-1135, 2001.

PORTO, S. C. C.; AMANTES, A.; HOHENFELD, D. P. O que se Aprende sobre Pêndulo Simples em Atividades Investigativas nos Laboratórios Material e Computacional?, **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v.19, p.825–858, 2020.

PISCHETOLA, Magda; MIRANDA, Lyana. Metodologias ativas: uma solução simples para um problema complexo?. **Educação e Cultura Contemporânea**, v. 16, n. 43, p. 30-56, fev. 2019.

RAICIK, Anabel. Um resgate histórico-epistemológico do átomo de Bohr: uma gênese nem sempre contada e suas implicações ao ensino de ciências. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 45, 2023.

RAICIK, Anabel; PEDUZZI, Luiz. Um resgate histórico e filosófico dos estudos de charles du fay. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 12, n. 1, abr. 2015.

RAICIK, Anabel; PEDUZZI, Luiz. Uma discussão acerca dos contextos da descoberta e da justificativa: a dinâmica entre hipótese e experimentação na ciência. **Revista Brasileira de História da Ciência**, v. 8, n. 1, p. 132-146, 2015.

RINALDI, Enoque; GUERRA, Andreia. História da ciência e o uso da instrumentação: construção de um transmissor de voz como estratégia de ensino, **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 28, n. 3, jan. 2011.

ROCHA, Tiago. **As contribuições da história e filosofia da ciência para o ensino de física quântica na educação básica**. 2013. 319 f. Dissertação (Mestrado em Matemática) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2013.

ROELL, Josiane. **Sequência de Ensino Investigativa: Tratamento da água**. 2019. 186 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências, Matemática e Tecnologias) – Universidade do Estado de Santa Catarina, Florianópolis, 2019.

BIANCHESSI, Cleber; ROMANOWSKI, Joana. A construção do conhecimento histórico pelos alunos do ensino médio, **Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação**, v. 18, n. 00, 2023.

REIS, Marcello *et al.* Mapeamento Patentário Sobre as Tecnologias Aeroespaciais das Instituições de Pesquisa e das Empresas Brasileiras, **Caderno de Prospecção – Salvador**, v. 14, n. 4, p. 1219 – 1235, dez., 2021.

REIS, Pedro. Desafios à Educação em Ciências em Tempos Conturbados, **Ciência & Educação**, v. 27, n. 21, p. 1 – 9, jan., 2021.

RIZZATTI, Ivanise *et al.* Os produtos e processos educacionais dos programas de pós-graduação profissionais: proposições de um grupo de colaboradores, **Actio Docência em Ciências**, v. 5, n. 2, p. 1 – 17, mai. 2020.

SANTANA, Ronaldo; CAPECCHI, Maria; FRANZOLIN, Fernanda. O ensino de ciências por investigação nos anos iniciais: possibilidades na implementação de atividades investigativas, **Revista electrônica de ensenanza de las ciencias**, vol. 17, n. 3, p. 686 – 710, 2018.

SANTAEELA, L. As ambivalências da divulgação científica na era digital. Boletim Gepem - Educação Matemática e Científica na Cibercultura, n. 75, 2019.

SANTOS, Ronaldo. Et al. O ensino de ciências por investigação nos anos iniciais: possibilidades na implementação de atividades investigativas. **Revista Enseñanza de las Ciências**, v. 17, n. 3, 2018.

SANTOS, L. F. F.; OLIVEIRA, A. L. Experimento em tubo sonoro: Aprendendo a usar o Sweep Gen com o tubo de kundt. **Revista Ciência & Ideias**, v.8, n.3, 2017.

SASSERON, Lúcia. Interações discursivas e argumentação em sala de aula: a construção de conclusões, evidências e raciocínios. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 12, dez. 2020.

SASSERON, Lúcia. **Alfabetização científica no ensino fundamental: estrutura e indicadores deste processo em sala de aula**. 2008. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

SASSERON, Lúcia. **Alfabetização científica como objetivo do ensino de ciências**. Licenciatura em Ciências, São Paulo, Modulo 7, p. 47-57, 2014.

SILVA, José. **Um olhar da filosofia da ciência no ensino de física:** a perspectiva feyerabendiana da astronomia de Galileu. 2020. 166f. Dissertação (Mestrado Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2020.

SILVA, Márcia; CARNEIRO, Maria. Popularização da Ciência: análise de uma situação não-formal de ensino. In: 29ª. Reunião Anual da ANPEd / Educação, Cultura e Conhecimento na Contemporaneidade: Desafios e Compromissos, 2006, Caxambu, MG. 29ª. Reunião Anual Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Educação (ANPEd). Caxambu, MG: Portal e Anais da ANPEd, 2006.

SOBREIRA, Paulo; RIBEIRO, José. Erros conceituais de Astronomia em livros didáticos de Ciências da Natureza e suas Tecnologias – PNLD 2021, **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, n. 35, p. 77-126, 2023.

TARDIF, Maurice. **Saberes docentes e formação profissional**. 4ª ed. Petrópolis: Vozes, 2004.

TRENTIN, M. A. S.; SILVA, M.; ROSA, C. T. W.; Eletrodinâmica no ensino médio: uma sequência didática apoiada nas tecnologias e na experimentação, **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 9, n. 5, p. 94-11, 2018.

SILVÉRIO, Bárbara; SITKO, Camila; FIGUEIRÔA, Silvia. O protagonismo de Henrietta Leavitt na elaboração da relação período-luminosidade da astronomia, **Vitruvian cogitationes – RVC**, v. 3, p. 114 – 125, 2022.

STAKE, Robert. Case studies. In: DENZIN, N. K.; LINCOLN, Y. S. (ed.) Handbook of qualitative research London: Sage, 2000. p. 435-454.

SANTOS, W. L. P. Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. Revista Brasileira de Educação, Rio de Janeiro, v. 12, n. 36, p. 474-550, 2007.

SOUZA, Lucia; REGO, Sheila. Imagens em livros didáticos de ciências e as orientações do programa nacional do livro didático, **Ensaios pedagógicos**, v. 2, n. 3, set-dez, p. 5 – 15, 2018.

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

TEIXEIRA, Elder; GRECA, Ileana; M.; FREIRE, Olival. **Uma revisão sistemática das pesquisas publicadas no Brasil sobre o uso didático de História e Filosofia da Ciência no ensino de Física**. In: PEDUZZI, Luiz; MARTINS, André; FERREIRA, Juliana. (orgs.) Temas de História e Filosofia da Ciência no ensino. Natal: EDUFRN, 2012, p.9-40.

TOBAJA, Luis; GIL, Julia. Enfoque histórico en la enseñanza del campo electro magnético: Historical approach in electromagnetic field teaching. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 40, n. 4, 2018.

TREVISAN, Rute. et al. Assessoria na avaliação do conteúdo de Astronomia dos livros de ciências do primeiro grau. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 14, n. 1, p. 7-16, 1997.

TRÓPIA, Guilherme. Percursos históricos de ensinar ciências através de atividades investigativas no século XX. **Revista Ensaio**, v. 13, n. 1, p. 121-38, 2011.

TSUBOTA, Yukimasa. Teaching astronomy at Keio Senior High School, Japan. In: PASACHOFF, J.; PERCY, J. (org). **The teaching of astronomy**. Cambridge: U. Press, 1990.

VEIGA, Ilma (0rg.). **Projeto Político-Pedagógico da escola:** uma construção possível. 23. ed. Campinas, São Paulo: Papirus, 2007.

VEIGA, Ilma (0rg.). **Quem sabe faz a hora de construir o Projeto Político Pedagógico da escola**. Campinas, São Paulo: Papirus, 2007.

VELOSO, Gabriella; MENDONÇA, Paula; MOZZER, Nilmara. Compreensões sobre natureza da ciência de uma licencianda em química a partir de suas reflexões sobre um estudo de caso histórico. **Ensaio Pesquisa Em Educação Em Ciências**, v. 22, n. e25329, 2020.

VITAL, Abigail; GUERRA, Andreia. A implementação da história da ciência no ensino de física: uma reflexão sobre as implicações do cotidiano escolar. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 19, dez. 2017.

VYGOTSKY, Lev. **Mind in society: the development of higher psychological processes**. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1978.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente**. São Paulo: Martins Fontes, 2007.

XAVIER *et al.* Foguete de garrafa pet como ferramenta para o ensino de física, **ReviVale**, v. 2, n. 1, 2022.

YALÇIN, Ali; ALKAR, Elif. The Perception of Technology in Secondary School Students' Drawings and Expressions, **Participatory Educational Research (PER)**, v. 11, n. 3, p. 244 – 259, 2024.

YIN, Robert. **Estudo de caso:** planejamento e métodos. 5ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

ANEXO A - PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

UNIVERSIDADE DO ESTADO DO PARÁ - CAMPUS VIII - MARABÁ - UEPA

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Foguete não dá ré?: "Sequência de Ensino Histórico-Investigativa para o Ensino de Astronomia"

Pesquisador: JOAO VITOR SILVA FERREIRA

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 78403224.6.0000.8607

Instituição Proponente: Universidade do Estado do Pará - Campus VIII

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 6.900.707

Apresentação do Projeto:

A educação em ciências vem sendo debatida há décadas pelos pesquisadores e professores da área. Dentre os fatores discutidos, destacam-se a falta de contextualização do conhecimento científico, perdurando a ideia de que ciência se limita a um grupo seleto de pessoas e que se desenvolve de maneira independente dos processos históricos, políticos e sociais. Também se destaca a metodologia de ensino tradicional no âmbito das ciências, onde o aluno é sujeito meramente observador no processo de construção do conhecimento e o professor como sujeito central. Como proposta para alterar tal realidade e promover um ensino de ciências, com ênfase em astronomia, o presente trabalho visa desenvolver uma metodologia inovadora para o ensino de astronomia em turma de 1º ano do ensino médio. Discute-se os pressupostos do Ensino por Investigação e a História e Filosofia da Ciência para a elaboração de uma Sequência de Ensino Investigativa histórica, sendo composta por quatro momentos. Assim, será aplicada, numa turma de 1º ano do ensino médio de uma instituição pública no município de Belém, uma Sequência de Ensino Histórico Investigativa. O produto fruto da pesquisa é uma Sequência de Ensino Investigativa com a temática da história do desenvolvimento da tecnologia de foguetes.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

Aplicar uma Sequência de Ensino Investigativo (SEI) sobre Astronáutica e Tecnologia de foguetes a partir de uma abordagem da História e Filosofia da Ciência em uma turma do ensino

Endereço: Avenida Hiléia, s/nº ¿ Agrópolis do Incra bloco 4 terreo
Bairro: AMAPA **CEP:** 68.502-100
UF: PA **Município:** MARABA
Telefone: (94)3312-2103 **E-mail:** cepmaraba@uepa.br

médio.

Objetivo Secundário:
Construir conhecimentos físicos acerca da tecnologia dos foguetes, tais como propulsão, peso;

Estabelecer relações entre o desenvolvimento da tecnologia de foguetes e os contextos históricos envolvidos, tais como a Guerra Fria e corrida espacial;

Promover o conteúdo de Astronomia alinhado à BNCC em uma turma do primeiro ano do ensino médio.

Desenvolver um Produto Educacional (PE) sobre Astronáutica e Tecnologia de foguetes a fim de contribuir para as práticas docentes no ensino Ciências;

Avaliar as contribuições da proposta didática para o ensino de Ciências a partir da aplicação de uma Sequência de Ensino Histórica Investigativa.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:
Riscos:
Possibilidade de constrangimento ou desconforto ao responder o questionário; Quebra de sigilo/anonimato/confidencialidade; Estresse ou dano; Cansaço ao responder às perguntas; Lesão corporal com os equipamentos da atividade (tesouras);

Benefícios:
Sensibilização dos alunos para a importância da História e Filosofia da Ciência no contexto da Astronomia e exploração espacial;

Contribuições metodológicas com o desenvolvimento de estratégias para o ensino de ciências;

Aprendizagem significativa e contextualizada sobre astronomia e exploração espacial;

Maior percepção quanto o desenvolvimento de tecnologias e ciência atrelados a episódios históricos;

Valorização da história da ciência no processo do desenvolvimento científico, em especial na tecnologia de foguetes.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:
Pesquisa relevante, com metodologia adequada aos objetivos propostos, riscos mínimos, benefícios máximos.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:
Em conformidade.

Recomendações:
Ao final do parecer tem informações importantes sobre o envio dos relatórios parcial e final. E sempre que necessário, enviar notificações e emendas.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:
Sem pendências.

Considerações Finais a critério do CEP:
90ª Reunião ordinária do CEP/Marabá, realizada no dia 20 de junho de 2024, por meio de videoconferência.
OFÍCIO CIRCULAR Nº 25/2022/CONEP/SECNS/DGIP/SE/MS de 17 de outubro de 2022.

ATENÇÃO: Relatório Parcial e Final
Os pesquisadores são responsáveis por anexarem a PLATBR, como notificação, os relatórios parcial (meados do projeto) e o final (até 60 dias após o seu término) relativos a seu projeto aprovado, com intuito de esclarecer que a pesquisa foi realizada em conformidade com os aspectos éticos (Resolução 466/2012, XI.2.d e Resolução 510/16, Art. 28, V). Mais informações, consulte o site do CEP/Marabá.

https://maraba.uepa.br/index.php/comite-de-etica/

Demais informações:
E-mail: cepmaraba@uepa.br
Telefone: 94 3198-1886

Recesso do CEP/Marabá: de 01/07/2024 a 31/07/2024 - O setor administrativo do CEP

continuará ativo, porém as relatorias ficarão suspensas nesse período.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_2302967.pdf	02/06/2024 15:06:07		Aceito
Outros	carta_resposta_cep.pdf	02/06/2024 15:05:32	JOAO VITOR SILVA FERREIRA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLEmodificado.pdf	02/06/2024 15:02:57	JOAO VITOR SILVA FERREIRA	Aceito
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_2302967.pdf	09/05/2024 11:28:22		Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	apendice_a_termo_anuencia.pdf	09/05/2024 11:27:11	JOAO VITOR SILVA FERREIRA	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	apendice_a_termo_anuencia.pdf	09/05/2024 11:27:11	JOAO VITOR SILVA FERREIRA	Postado
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PROJETO_JOAO_FERREIRA_V3word.docx	09/05/2024 11:21:16	JOAO VITOR SILVA FERREIRA	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PROJETO_JOAO_FERREIRA_V3word.docx	09/05/2024 11:21:16	JOAO VITOR SILVA FERREIRA	Postado
Cronograma	anexo_i_cronograma.pdf	09/05/2024 11:18:54	JOAO VITOR SILVA FERREIRA	Aceito
Cronograma	anexo_i_cronograma.pdf	09/05/2024 11:18:54	JOAO VITOR SILVA FERREIRA	Postado
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PROJETO_JOAO_FERREIRA_V3.pdf	09/05/2024 11:13:13	JOAO VITOR SILVA FERREIRA	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PROJETO_JOAO_FERREIRA_V3.pdf	09/05/2024 11:13:13	JOAO VITOR SILVA FERREIRA	Postado
Outros	apendice_b_questionario_sondagem.pdf	09/05/2024 11:12:13	JOAO VITOR SILVA FERREIRA	Aceito
Outros	apendice_b_questionario_sondagem.pdf	09/05/2024 11:12:13	JOAO VITOR SILVA FERREIRA	Postado
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de	anexo_f_tcle_pais_responsaveis_1_assinado.pdf	09/05/2024 11:11:11	JOAO VITOR SILVA FERREIRA	Aceito

Ausência	anexo_f_tcle_pais_responsaveis_1_assinado.pdf	09/05/2024 11:11:11	JOAO VITOR SILVA FERREIRA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	anexo_f_tcle_pais_responsaveis_1_assinado.pdf	09/05/2024 11:11:11	JOAO VITOR SILVA FERREIRA	Postado
Folha de Rosto	Joao_folhaDeRosto_assinado_assinado.pdf	13/03/2024 16:36:35	JOAO VITOR SILVA FERREIRA	Aceito
Declaração de concordância	anexo_e_tale_assinado.pdf	13/03/2024 12:01:37	JOAO VITOR SILVA FERREIRA	Aceito
Outros	anexo_h_imagem_som_assinado_assinado.pdf	13/03/2024 11:58:25	JOAO VITOR SILVA FERREIRA	Aceito
Outros	anexo_d_tcud_assinado_assinado.pdf	13/03/2024 11:58:06	JOAO VITOR SILVA FERREIRA	Aceito
Outros	anexo_g_termo_colaboracao.pdf	13/03/2024 11:56:11	JOAO VITOR SILVA FERREIRA	Aceito
Orçamento	anexo_j_orcamento.pdf	13/03/2024 11:50:07	JOAO VITOR SILVA FERREIRA	Aceito
Declaração de Pesquisadores	anexo_c_compromisso_pesquisador_b_assinado.pdf	13/03/2024 11:49:49	JOAO VITOR SILVA FERREIRA	Aceito
Declaração de Pesquisadores	anexo_b_compromisso_pesquisador_a_assinado.pdf	13/03/2024 11:49:40	JOAO VITOR SILVA FERREIRA	Aceito

Situação do Parecer:
Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:
Não

MARABA, 21 de Junho de 2024

Assinado por:
Daniela Soares Leite
(Coordenador(a))

ANEXO B – TERMO DE COMPROMISSO DO PESQUISADOR A

UNIVERSIDADE DO ESTADO DO PARÁ/CAMPUS VIII

COMITÉ DE ÉTICAEM PESQUISA COM SERES HUMANOS - CEP

Declaração de Compromisso do Pesquisador A

Eu, João Vítor Silva Ferreira, portador do RG 8261530 e CPF01810455243, pesquisador responsável do projeto de pesquisa intitulado "Foguete não dá ré?: Sequência de Ensino Histórico-Investigativa para o Ensino de Astronomia", comprometo-me a utilizar todos os dados coletados, unicamente, para o projeto acima mencionado, bem como:

- Garantir que a pesquisa somente será iniciada após a avaliação e aprovação do Comitê de Ética de Pesquisa (CEP) da Universidade do Estado do Pará, Campus VIII/Marabá, respeitando assim, os preceitos éticos e legais exigidos pelas Resoluções vigentes, em especial a 466/12 do Conselho Nacional de Saúde do Ministério da Saúde;
- Desenvolver o projeto de pesquisa conforme delineado;
- Apresentar dados solicitados pelo CEP ou pela CONEPa qualquer momento;
- Preservar o sigilo e a privacidade dos participantes cujos dados serão coletados e estudados;
- Assegurar que os dados coletados serão utilizados, única e exclusivamente, para a execução do projeto em questão;
- Assegurar que os resultados da pesquisa somente serão divulgados de forma anônima;
- Encaminhar os resultados da pesquisa para publicação, com os devidos créditos aos pesquisadores associados e ao pessoal técnico integrante do projeto;
- Justificar fundamentadamente, perante o CEP ou a CONEP, a interrupção do projeto ou a não publicação dos resultados.
- Elaborar e apresentar os relatórios parciais e final ao CEP;
- Manter os dados da pesquisa em arquivo, físico e digital, sob minha guarda e responsabilidade, por um período de 5 (cinco) anos após o término da pesquisa.

Belém, 28 de fevereiro de 2024.

gov.br Documento assinado digitalmente
JOAO VITOR SILVA FERREIRA
Data: 28/02/2024 19:54:52-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

ASSINATURA DO PESQUISA DOR RESPONSÁVEL

ANEXO C – TERMO DE COMPROMISSO DO PESQUISADOR B

UNIVERSIDADE DO ESTADO DO PARÁ/CAMPUS VIII

COMITÉ DE ÉTICA EM PESQUISA COM SERES HUMANOS - CEP

Declaração de Compromisso do Pesquisador B

Eu, Diego Ramon Silva Machado, portador do RG 4450332 e CPF 83718486253, pesquisador responsável do projeto de pesquisa intitulado "Foguete não dá ré?: Sequência de Ensino Histórico-Investigativa para o Ensino de Astronomia", comprometo-me a utilizar todos os dados coletados, unicamente, para o projeto acima mencionado, bem como:

- Garantirqueapesquisasomenteseráiniciadaapósaavaliaçãoeaprovaçãodo Comitê de Ética de Pesquisa (CEP) da Universidade do Estado do Pará, Campus VIII/Marabá, respeitando assim, os preceitos éticos e legais exigidos pelas Resoluções vigentes, em especial a 466/12 do Conselho Nacional de Saúde do Ministério da Saúde;
- Desenvolver o projeto de pesquisa conforme delineado;
- Apresentar dados solicitados pelo CEP ou pela CONEP a qualquer momento;
- Preservarosigiloeaprivacidadedosparticipantescujosdadosserãocoletados e estudados;
- Assegurar que os dados coletados serão utilizados, única e exclusivamente, para a execução do projeto em questão;
- Assegurar que os resultados da pesquisa somente serão divulgados de forma anônima;
- Encaminhar os resultados da pesquisa para publicação, com os devidos créditos aos pesquisadores associados e ao pessoal técnico integrante do projeto;
- Justificar fundamentadamente, perante o CEP ou a CONEP, a interrupção do projeto ou a não publicação dos resultados.
- Elaborar e apresentar os relatórios parciais e final ao CEP;
- Manter os dados da pesquisa em arquivo, físico e digital, sob minha guarda e responsabilidade, por um período de 5 (cinco)anos após o término da pesquisa.

Belém, 28 de fevereiro de 2024.

Documento assinado digitalmente
gov.br
DIEGO RAMON SILVA MACHADO
Data: 28/02/2024 18:05:10-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

ASSINATURA DO PESQUISADOR RESPONSÁVEL

ANEXO D – TERMO DECOMPROMISSO PARA UTILIZAÇÃO E MANUSEIO DE DADOS (TCUD)

UNIVERSIDADE DO ESTADO DO PARÁ/CAMPUS VIII COMITÉ DE ÉTICA EM PESQUISA COM SERES HUMANOS - CEP

Termo Compromisso para Utilização e Manuseio de Dados (TCUD)

Nós, João Vítor Silva Ferreira e Diego Ramon Silva Machado, da Universidade do Estado do Pará (UEPA), pesquisadores do projeto de pesquisa intitulado "Foguete não dá ré?: SequênciadeEnsinoHistórico-Investigativaparaoensinodeastronomia", declaramos, para os devidos fins, conhecer e cumprir as Resoluções Éticas Brasileiras, em especial a Resolução nº 466/12 do Conselho Nacional de Saúde.

Nos comprometemos com a utilização dos dados contidos no banco de dados do Programa de Pós-graduação em Educação e Ensino de Ciências na Amazônia (PPGEECA) da Instituição Universidade do Estado do Pará (UEPA), que serão manuseados somente após receber a aprovação do sistema CEP-CONEP e da instituição detentora.

Nos comprometemos a manter a confidencialidade e sigilo dos dados contidos nos arquivos de áudio, fotos e vídeos, bem como a privacidade de seus conteúdos, mantendo a integridade moral e a privacidade dos indivíduos que terão suas informações acessadas. Não repassaremos os dados coletados ou o banco de dado sem sua íntegra, ou parte dele, a pessoas não envolvidas na equipe da pesquisa.

Também nos comprometemos com a guarda, cuidado e utilização das informações apenas para cumprimento dos objetivos previstos nesta pesquisa aqui referida. Qualquer outra pesquisa, em que necessitamos coletar informações, será submetida para apreciação do Comitê de Ética em Pesquisa. Os dados obtidos da pesquisa documental serão guardados de forma sigilosa, segura, confidencial e privada, por cinco anos, e depois serão destruídos.

Ao publicar os resultados da pesquisa, manteremos o anonimato das pessoas cujos dados foram pesquisados, bem como o anonimato da Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio "Pedro Amazonas Pedroso".

Belém, 28 de fevereiro de 2024.

gov.br Documento assinado digitalmente
JOAO VITOR SILVA FERREIRA
Data: 28/02/2024 19:43:06-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

gov.br Documento assinado digitalmente
DIEGO RAMON SILVA MACHADO
Data: 28/02/2024 17:42:38-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

ANEXO E – TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TALE)

Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE)

Você está sendo convidado a participar da pesquisa "**Foguete não dá ré?: Sequência de Ensino Histórico-Investigativa para o Ensino de Astronomia**", coordenada pelos professoresJoãoVítorSilvaFerreira[1]eDiegoRamonSilvaMachado[2], que tem como objetivo elaborar uma Sequência de Ensino Investigativa utilizando a História e Filosofia da Ciência como ferramenta para o ensino de Astronomia, com ênfase na tecnologia de foguetes.

A pesquisa será desenvolvida na Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio "Pedro Amazonas Pedroso", localizada na Avenida Almirante Barroso, bairro do Marco, em Belém do Pará, com adolescentes com idades entre 14 e17 anos. Estes participarão das etapas da proposta didática envolvendo a temática de "Tecnologia dos foguetes". Como instrumentos para coleta de dados, serão utilizados registros escritos das atividades, áudios e observação das demais atividades em sala.

A intervenção será realizada em quatro etapas (Problematização, Sistematização, Contextualização e Atividade Final), contando com atividades no decorrer do percurso, como: debates e rodas de conversas, análises audiovisuais, experimentos com confecção de miniaturas de foguetes de garrafa PET.

Durante o desenvolvimento da pesquisa há alguns riscos a serem considerados, tais como: Possibilidade de constrangimento ou desconforto ao responder o questionário; Quebra de sigilo/anonimato/confidenciabilidade; Cansaço ao responder as perguntas. No entanto, você só participará da pesquisa se estiver de acordo com os riscos e benefícios, sendo um direito seu encerrar sua participação nesse trabalho a qualquer momento. Como benefícios, a pesquisa busca promover o ensino de astronomia contextualizado, crítico, reflexivo, efetivo e construção de conhecimento científico com a história da ciência.

Caso aconteça algum imprevisto ou tenha dúvidas, você poderá contatar os responsáveis da pesquisa a partir das seguintes informações: [1]E-mail: joao.vs.ferreira@aluno.uepa.br e Tel (91) 98889-3717| [2]E-mail: diego.machado@uepa.br e Tel (91) 9198157-1902.

Reiteramos que garantimos o sigilo ao participante, e que somente os pesquisadores responsáveis terão acessos as informações coletadas. Os resultados da pesquisa vão ser publicados na base de dados da Universidade, mas sem identificação dos alunos envolvidos.

Eu, _____aceito participar da pesquisa "**Foguete não dá ré?: Sequência de Ensino Histórico-Investigativa para o ensino de Astronomia**". Concordo com os riscos e benefícios apresentados e compreendo que posso encerrar minha participação na pesquisa no momento que quiser. Os pesquisadores responsáveis esclareceram minhas dúvidas e conversaram com os meus responsáveis. Também recebi uma cópia deste termo de assentimento e declaro que li e concordei em participar desta pesquisa.

Belém,_____de_____de2024.

gov.br
Documento assinado digitalmente
JOAO VITOR SILVA FERREIRA
Data: 28/02/2024 19:54:52-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Assinatura do menor **Assinatura do pesquisador responsável**

ANEXO F – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

Termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) (Para participantes maiores de 18 anos)

(De acordo coma Resolução no 466 de 12 de dezembro de 2012)

O seu filho está sendo convidado(a) como voluntário(a) a participar da pesquisa: "**Foguete não dá ré?: Sequência de Ensino Histórico-Investigativa para o ensino de Astronomia**". A justificativa para a realização da presente pesquisa se dá pela ausência e carência de contextualização existente no ensino de ciências na educação básica, com ênfase na astronomia. Na educação básica, através da literatura acadêmica é possível identificar inúmeros trabalhos que apontam que os estudantes idealizam que as ciências, como astronomia, são áreas destinada a um seleto grupo de cientistas, considerados gênios. Assim, a pesquisa é de extrema relevância para romper essa idealização equivocada, como objetivo de construir junto aos participantes conhecimentos a respeito da história e a influência dos contextos históricos para o desenvolvimento da tecnologia e ciência.

A pesquisa se desenvolverá por meio de uma intervenção através de uma Sequência de Ensino Histórico-Investigativa, a qual será realizada em quatro etapas: Problematização, Sistematização, Contextualização e Atividade Final.

Para a coleta de dados, assim como os registros das atividades elaboradas durante o desenvolvimento das atividades, serão utilizadas ferramentas para registrar dados de áudio e escritos. Para realizar o registro em áudio, serão usados aparelhos celulares com a função de gravar áudio. Após a gravação poderá ser realizada a transcrição. Como forma de registrar de maneira escrita, será utilizado diário de bordo durante a execução das atividades. Por fim, também os participantes também irão escrever e desenhar suas concepções sobre a temática da pesquisa, que nesse caso é sobre tecnologia dos foguetes. Diante disso, ressaltamos que possíveis riscos de desconforto e danos quanto participação da pesquisa serão minimizados pela preparação cautelosa das estratégias de elaboração de conteúdo e modo de aplicação dos instrumentos de coleta de dados. Dentre os possíveis riscos da pesquisa, destacam-se: Possibilidade de constrangimento ou desconforto ao responder o questionário; Quebra de sigilo/anonimato/confidenciabilidade; Cansaço ao responder as perguntas. Bem como, que ouso de áudio será reservado estritamente para os fins desta pesquisa e será mantido em total sigilo, assim como a identidade do participante. Vale ainda ressaltar que as descobertas deste projeto poderão contribuir para a formação não somente

dos sujeitos desta pesquisa, mas também de outros estudantes da educação básica, tendo em vista que os produtos/processos desenvolvidos serão difundidos na comunidade técnico-científica e poderão ser utilizados em outros ambientes escolares. No entanto, vale dizer que seu filho não será identificado (a) em nenhuma publicação que possa resultar deste estudo.

Os participantes terão acompanhamento irrestrito do pesquisador responsável, em caso de questionamentos quanto ao problema pesquisado. Em caso de problemas de saúde causados pela pesquisa, esses serão acompanhados e encaminhados para tratamento adequado em comum acordo com pesquisador/participante.

Por fim, ressaltamos que você é livre para não permitir que seu filho(a) participe do estudo, retirar seu consentimento ou interrompera participação a qualquer momento. A participação é voluntária (sem compensação financeira) e a recusa em participar não acarretará qualquer penalidade ou perda de benefícios. A participação no estudo não acarretará custos para você será custeada pelo pesquisador responsável.

Uma cópia deste consentimento será arquivada no Curso Programa de Pós- Graduação em Educação e Ensino de Ciências na Amazônia da Universidade do Estado do Pará, campus VIII, e outra será fornecida a você.

Diante do exposto,

Eu,_____, portador (a) do RG _____, concordo de livre e espontânea vontade que meu filho/minha filha _nascido/a em/ /_, seja participante do estudo "Foguete não dá ré?: Sequência de Ensino Histórico-Investigativa para o ensino de Astronomia". Declaro que obtive todas as informações necessárias e que todas as minhas dúvidas foram esclarecidas.

Eu,_____fui informado (a) dos objetivos da pesquisa acima de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas. Sei que em qualquermomentopodereisolicitarnovasinformaçõesemotivarminhadecisãoseassim o desejar. O pesquisador certificou-me que todos os dados desta pesquisa são confidenciais. Também sei que caso existam gastos adicionais, estes serão absorvidos pelo orçamento da pesquisa. Em caso de dúvidas poderei contatar o pesquisador João Vítor Silva Ferreira no telefone (91) 98889-3717, pelo e-mail: joao.vs.ferreira@aluno.uepa.br ou no endereço institucional, localizado na Rodovia Augusto Montenegro, sem número, no Km 03, ao

lado da Arena Guilherme Paraense (Mangueirinho), CEP: 66635-924, bairro Mangueirão, cidade de Belém-PA. Em caso de demais dúvidas, recursos ou reclamações em relação ao presente estudo, você ainda poderá contatar a Secretaria da Comissão de Ética em Pesquisa com Seres Humanos, localizada nas dependências do bloco IV, no térreo, sala 01 da Universidade do Estado do Pará, Campus Marabá - Avenida Hiléia, s/no – Agrópolis do Incra – Bairro Amapá, por meio do Fone (94) 3198-1886 ou por e-mail: cepmaraba@uepa.br, nos dias de segunda-feira a sexta-feira no horário de 7:30h às 13:30h. Declaro que concordo em participar desse estudo. Recebi uma cópia deste termo de consentimento livre e esclarecido e me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

_____Data:_____/_____/_____

Assinatura do Responsável pelo menor

Documento assinado digitalmente
gov.br
JOAO VITOR SILVA FERREIRA
Data: 05/05/2024 16:55:25-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

_____Data:_____/_____/_____

Assinatura do Pesquisador responsável

Documento assinado digitalmente
gov.br
DIEGO RAMON SILVA MACHADO
Data: 16/04/2024 12:06:35-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

_____Data:_____/_____/_____

Assinatura do Professor Orientador

ANEXO G – TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE USO DE IMAGEM, VOZ E SOM

UNIVERSIDADE ESTADO DO PARÁ/CAMPUS VIII CENTRO DE CIÊNCIAS SOCIAIS E EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO E ENSINO DE CIÊNCIAS NA AMAZÔNIA

TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE USO DE IMAGEM, VOZ E SOM

Título da Pesquisa: Foguete não dá ré?:Sequência de Ensino Histórico-Investigativa para o Ensino de Astronomia.

Pesquisadores responsáveis: João Vítor Silva Ferreira[1] e Diego Ramon Silva Machado[2]. Contato(s): (91) 988893717/ joao.vs.ferreira@aluno.uepa.br[1];diego.machado@uepa.br[2]

Local de realização da pesquisa: Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio "Pedro Amazonas Pedroso".

Eu, , _____

Portador do CPF_____, **AUTORIZO** as pesquisadoras responsáveis a utilizar a minha imagem e som de voz, em todo e qualquer material de divulgação científica desenvolvida a partir da pesquisa "Foguete não dá ré?: Sequência deEnsinoHistórico-InvestigativaparaoEnsinodeAstronomia".Apresenteautorização é concedida a título gratuito, abrangendo o uso da imagem e som de voz acima mencionada em todo território nacional e no exterior, **DECLARO**, portanto, que estou de acordo com as imagens utilizadas que não violam os direitos de imagem e de privacidade do cedente, e que tenho ciência que esse material constituído por imagens e sons poderão ser manuseados,

exclusivamente, pelos pesquisadores João Vítor Silva Ferreira e Diego Ramon Silva Machado, afim de divulgar os resultados de sua pesquisa. Este documento será assinado em duas vias de igual teor, uma com a pesquisadora responsável e o outro com o participante da pesquisa.

Belém (PA), de_____de 2024.

Assinatura do cedente

Documento assinado digitalmente
gov.br
JOAO VITOR SILVA FERREIRA
Data: 28/02/2024 19:43:06-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Documento assinado digitalmente
gov.br
DIEGO RAMON SILVA MACHADO
Data: 28/02/2024 17:42:38-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Assinatura do pesquisador responsável

Assinatura do pesquisador orientador

APÊNDICE A – PRODUTO EDUCACIONAL



https://educapes.capes.gov.br/handle/capes/922261

APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO DE SONDAGEM

QUESTIONÁRIO DE SONDAGEM DE CONHECIMENTO

PROFESSOR: JOÃO FERREIRA
ALUNO(A): _____
SÉRIE:_____

Apresentação

Caro estudante, me chamo João Vítor Silva Ferreira, sou professor de física e pesquisador vinculado ao Programa de Pós-Graduação em Educação e Ensino de Ciências na Amazônia da Universidade do Estado do Pará. Estou realizando uma pesquisa para identificar e propor o uso da História da Ciência durante as aulas de Física no Ensino Médio. Para isso, é de extrema importância a sua participação em responder algumas perguntas relacionadas ao tema da pesquisa presentes nesse formulário. Conto com sua participação!

Complete a frase

Um foguete espacial é...

_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____

Qual das imagens abaixo melhor representa um foguete espacial?

A partir da observação e da análise das imagens abaixo, circule qual (ais) você acredita ser um foguete espacial.








Na sua opinião, o que é necessário para que algo seja considerado um foguete espacial?

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

Como você acredita que um foguete espacial funciona? Existe algum princípio físico científico associado ao seu funcionamento? Você pode descrever quais são eles?

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

Qual a finalidade de um foguete espacial? Eles sempre foram iguais ou não? O desenvolvimento dessas aeronaves sofreram influências históricas e sociais ao longo dos anos?

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

No espaço a seguir, desenhe um foguete espacial de acordo com o que você acredita ser.

APÊNDICE C – FICHAS HISTÓRICAS

FICHA HISTÓRICA

Foguete V2

O foguete V2, desenvolvido na Alemanha durante a Segunda Guerra Mundial, foi o primeiro míssil balístico de longo alcance do mundo. Foi o primeiro foguete a ultrapassar a atmosfera terrestre, indo para o espaço.



Apresentação

O foguete V2, desenvolvido na Alemanha durante a Segunda Guerra Mundial, foi o primeiro míssil balístico de longo alcance do mundo. Criado sob a liderança do engenheiro Wernher von Braun, o V2 fez seu voo inaugural em 1944 e foi utilizado pelos nazistas como arma de vingança contra alvos no Reino Unido e na Bélgica. Com um alcance de até 320 quilômetros e uma velocidade que ultrapassava os 5.000 km/h, o V2 marcou um avanço significativo na tecnologia de mísseis. Após a guerra, o conhecimento e a tecnologia dele foram fundamentais para o desenvolvimento dos programas espaciais nos Estados Unidos e na União Soviética.

Características

País de origem
Alemanha

Contexto histórico
Foi desenvolvido durante a Segunda Guerra Mundial como armamento militar.

Estágios
Era inteiro (único), não possuindo estágios.

Orçamento
R$ 2.817.600.000,00* o prejeto V1 e V2.
*Cotação atual

Missões

O V2 teve diversas missões realizadas tanto pela Alemanha quanto pelos Estados Unidos. Após a Segunda Guerra Mundial, algumas unidades foram levadas para território norte americano, onde cientistas realizaram diversos estudos científicos.

Voo teste

- O primeiro voo teste bem sucedido foi realizado em 3 de outubro de 1942, na Alemanha.

Voo inaugural

- Em 1944 foi usado pelos nazistas como arma para atacar alvos do Reino Unido e na Bélgica.

Operação Sandy

- Em 1947 o V2 foi lançado para testes pelos Estados Unidos através de um porta aviões.

Foguetes | Foguete V2 | 2ª Guerra Mundial

FICHA HISTÓRICA

Foguete Thor Able

Esse foguete foi projetado e construído para lançar satélites de comunicação e sondas espaciais para estudar o universo e suas origens.



Apresentação

O foguete Thor Able foi um importante veículo lançador desenvolvido nos Estados Unidos no início da década de 1950. Originado a partir do foguete balístico Thor, o Thor Able foi adaptado para missões espaciais e se destacou por ser um dos primeiros foguetes usados para lançar satélites na órbita da Terra. Com uma combinação do estágio inferior Thor e o estágio superior Able, o foguete desempenhou um papel crucial nos primeiros esforços dos EUA para explorar o espaço e colocar satélites em órbita, como o satélite de comunicações Pioneer 1. Seu sucesso ajudou a pavimentar o caminho para a futura exploração espacial e o desenvolvimento de foguetes mais avançados.

Características

País de origem
Estados Unidos

Contexto histórico
Foi desenvolvido na durante a Corrida Espacial, um dos marcos da Guerra Fria.

Estágios
O Thor Able possuía 2 estágios.

Orçamento
Sem dados encontrados.

Missões

As principais missões do Thor Able foram os lançamentos da família de sondas espaciais Pioneers, sendo a mais bem sucedida a Pioneer 4, durante a Guerra Fria.

Pioneer 1

- Em 1958 a Pioneer 1 foi lançada com o objetivo de estudar a radiação e a atmosfera da Terra. No entanto, não atingiu a órbita desejada.

Pioneer 2 e 4

- Tinham missões parecidas com sua antecessora, mas também fracassaram. No entanto, forneceu dados importantes para o aprimoramento do projeto.

Pioneer 4

- A missão Pioneer 4, de 1959 foi mais bem-sucedida, conseguindo alcançar uma órbita elíptica ao redor da Terra e realizar uma passagem próxima à Lua. A missão forneceu dados valiosos sobre a radiação espacial e a estrutura do campo magnético da Terra.

Foguetes | Thor Able | Exploração espacial

FICHA HISTÓRICA

Foguete Saturno V

Esse foguete foi consagrado por ser a aeronave responsável por levar o primeiro homem à Lua na missão Apollo 11, da Agência Espacial Norte Americana (NASA).



Apresentação

O Saturno V foi um dos mais icônicos foguetes da história espacial, projetado pela NASA para o programa Apollo e lançado entre 1967 e 1973. Com uma altura de 111 metros e capacidade de levantar cerca de 140 toneladas de carga ao espaço, o Saturno V desempenhou um papel crucial na conquista da Lua, levando os astronautas da missão Apollo 11 até o nosso satélite natural em 1969. Sua impressionante engenharia e potência fizeram dele o maior e mais poderoso foguete já construído, marcando um marco na exploração espacial e na corrida espacial da década de 1960.

Características

País de origem
Estados Unidos

Contexto histórico
Foi desenvolvido durante o período da Corrida Espacial, marco importante da Guerra Fria entre os anos de 1949 e 1991 .

Estágios
O Saturno V possuía três estágios.

Orçamento
R$ 10.081.760.000,00* por lançamento.
*Cotação atual

Missões

A aeronave ficou pronta em 1967, sendo testada durante meses antes de ser enviada para a sua missão principal. Ao todo, esse foguete operou em 11 missões espaciais, sendo elas: Apollo 4; Apollo 6; Apollo 8; Apollo 9; Apollo 10; Apollo 11; Apollo 12; Apollo 13; Apollo 14; Apollo 15; Apollo 16.

Apollo 4

- 1° vôo teste da aeronave
- Data: 9 de novembro de 1967
- Testados todos os três estágios

Apollo 8

- 1° vôo tripulado do Saturno V
- 1° tripulado da órbita lunar
- Data: 21 de dezembro de 1968

Apollo 11

- 1° vôo tripulado com destino à Lua
- 1° homem a pisar em solo lunar
- Astronautas: Buzz Aldrin e Neil Armstrong
- Data: 16 de julho de 1969

Foguetes | Saturno V | Homem à Lua

FICHA HISTÓRICA

Foguete Falcon Heavy

Esse foguete foi consagrado por ser a primeira aeronave projetada e construída integralmente pela iniciativa privada para o desenvolvimento de pesquisas e estudos referentes a exploração espacial.



Apresentação

O Falcon Heavy é um dos foguetes mais poderosos já desenvolvidos pela SpaceX, projetado para transportar cargas pesadas ao espaço com eficiência e inovação. Lançado pela primeira vez em fevereiro de 2018, o Falcon Heavy é uma versão ampliada do Falcon 9, equipado com três núcleos de foguete principais e uma configuração de 27 motores Merlin, o que lhe confere uma capacidade de carga excepcional. Sua estrutura modular permite o envio de satélites, sondas espaciais e até mesmo missões interplanetárias, tornando-o uma peça chave para a exploração espacial e a economia espacial comercial.

Características

País de origem
Estados Unidos

Contexto histórico
Foi desenvolvido na última década por cientistas da NASA e da empresa norte americana SpaceX.

Estágios
O Falcon Heavy possui 2 estágios.

Orçamento
R$ 494.667.000,00* por lançamento.

*Cotação atual

Missões

A aeronave conta atualmente com 10 lançamentos, dentre os quais se destacam o envio de um carro da Tesla para o espaço, envio do satélite Arabisat 6A,

Envio do X37-B

- Implantar o avião espacial X-37B, da Força Espacial, que realizará testes em órbita, como voar em novos regimes orbitais e investigar os efeitos da radiação em materiais da NASA

Envio de astronautas

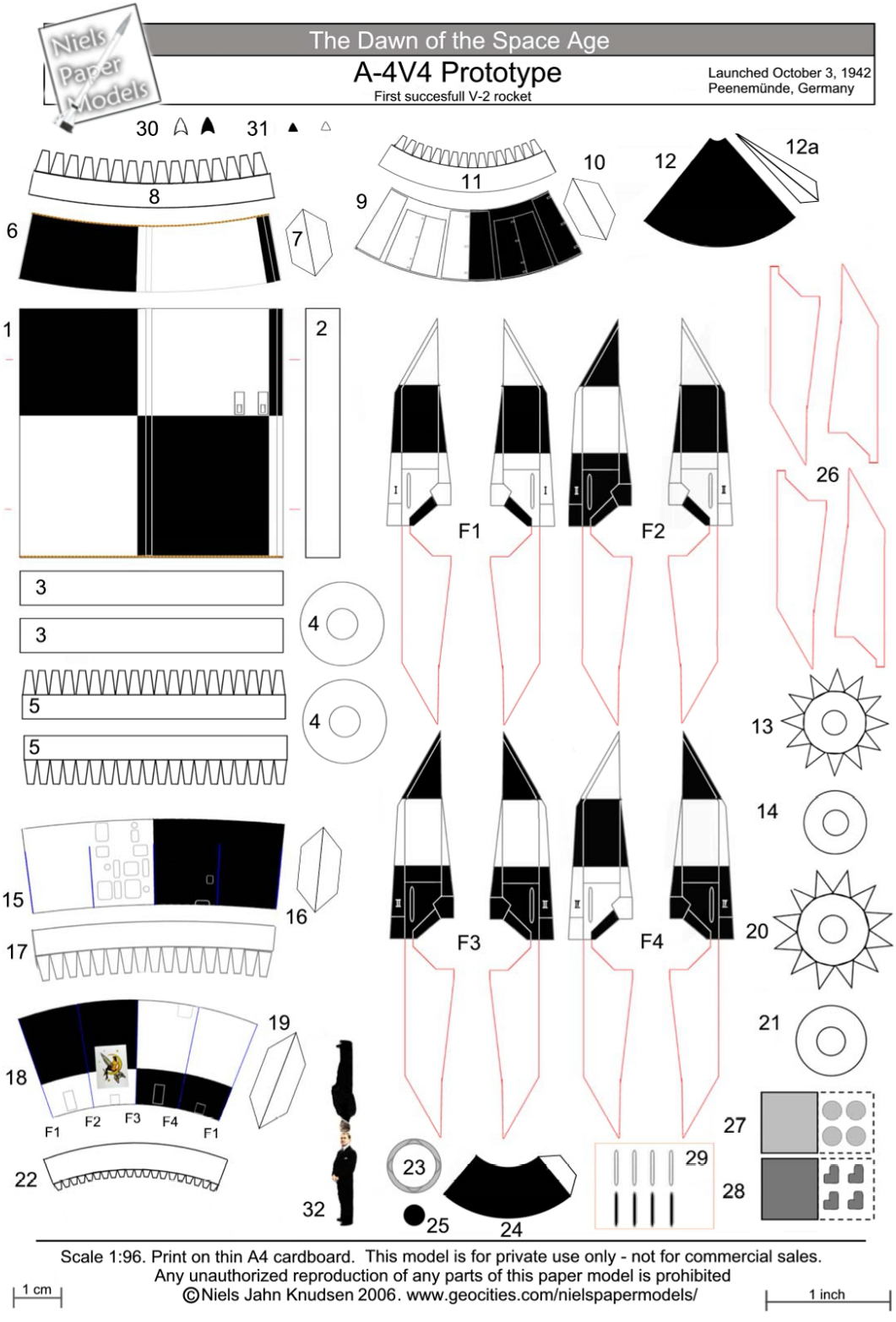
- Em parceria com a NASA, enviou astronautas para fazer manutenção da Estação Espacial Internacional (ISS).

GOES U

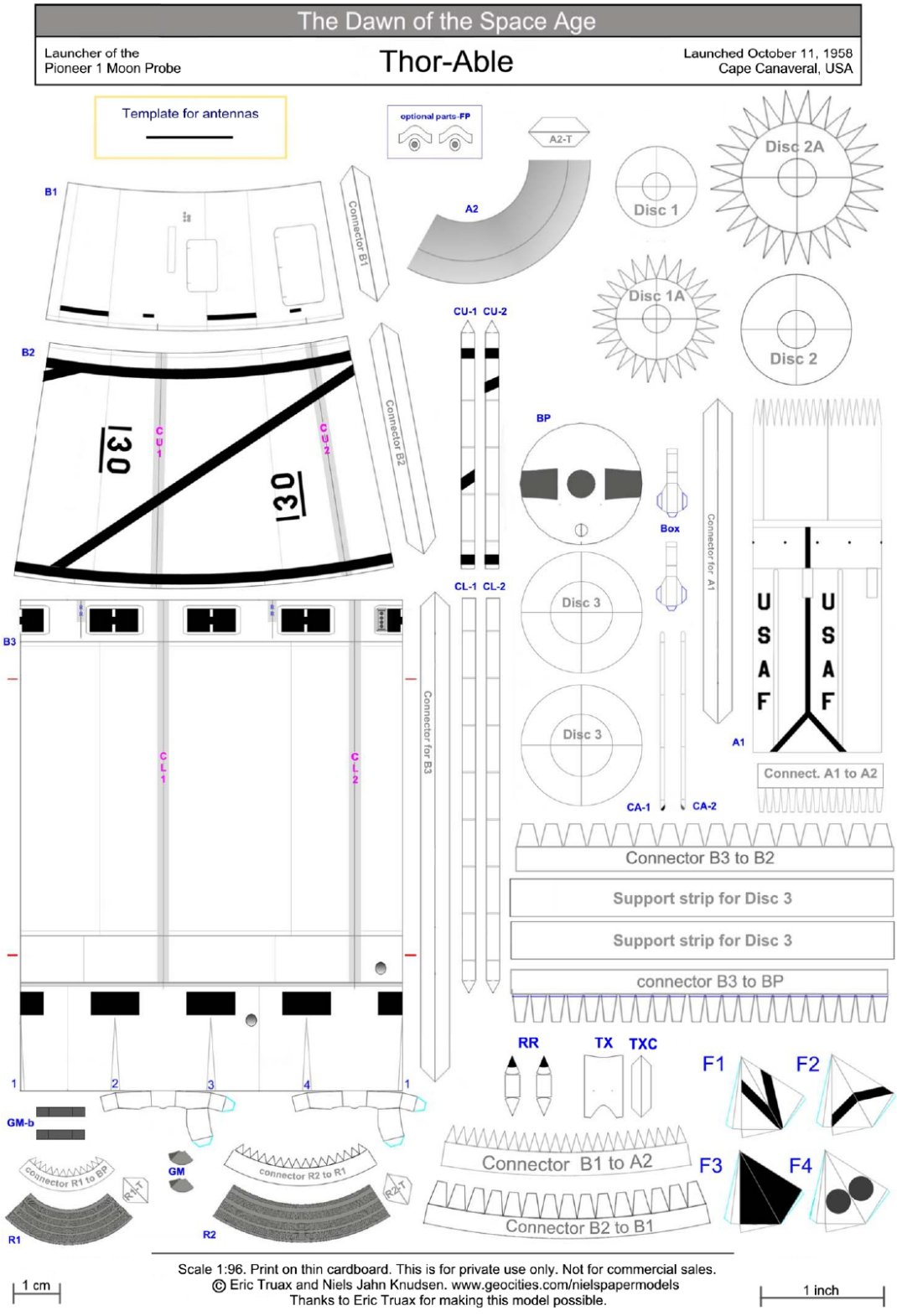
- Enviou o Satélite Goes 19, que é o quarto da nova geração de satélites meteorológicos operado pela National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) dos Estados Unidos.

Foguetes | Falcon Heavy | Exploração espacial

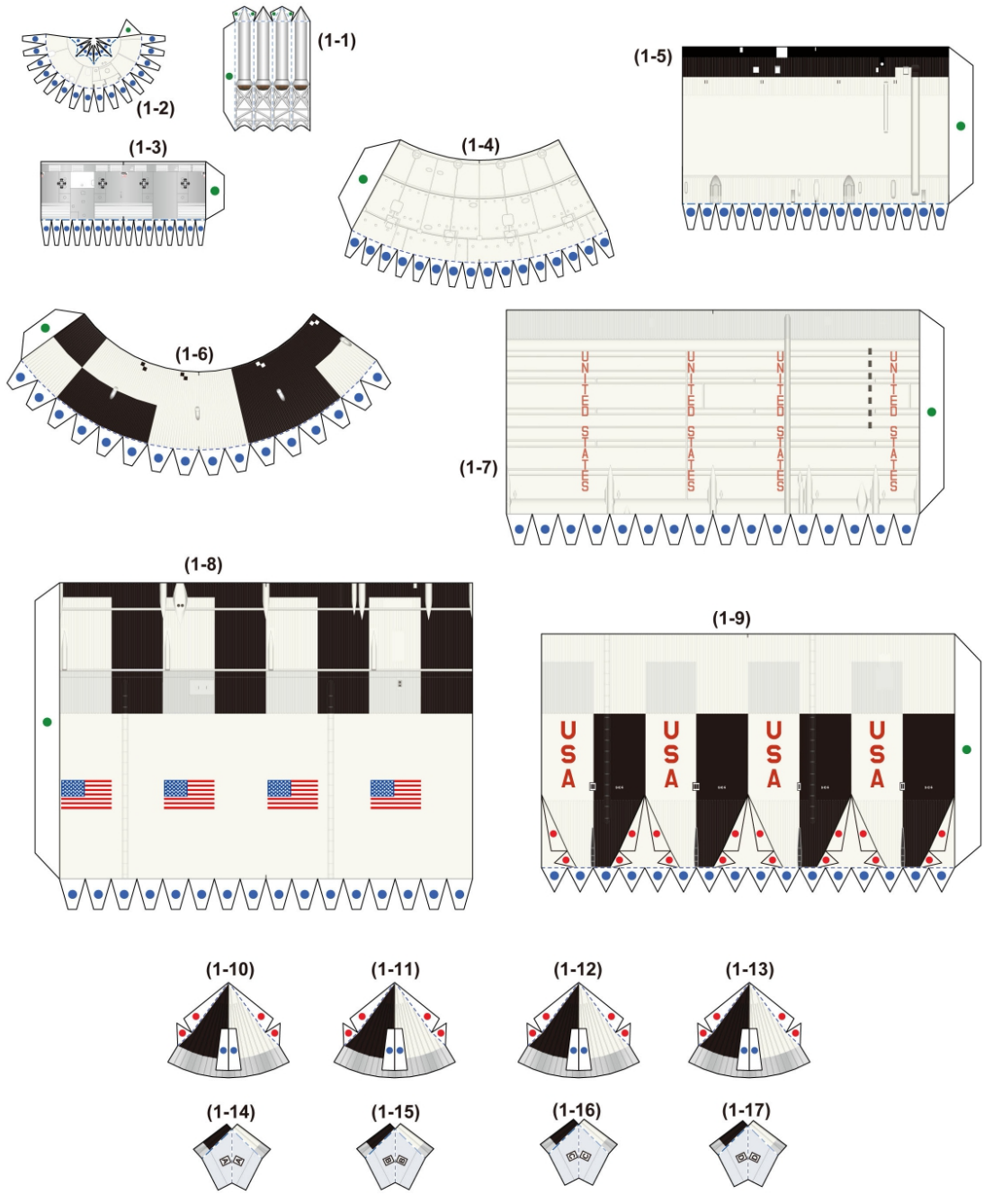
APÊNDICE D – MAQUETE V2



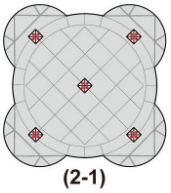
APÊNDICE E – MAQUETE THOR ABLE



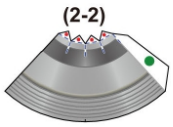
APÊNDICE F – MAQUETE SATURNO V



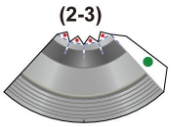
© 2015 P.Model K.Kiyonaga



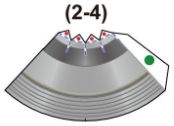
(2-1)



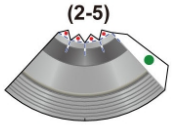
(2-2)



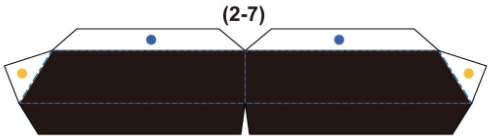
(2-3)



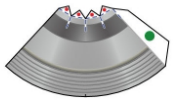
(2-4)



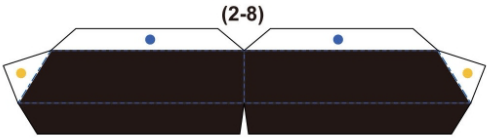
(2-5)



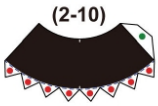
(2-7)



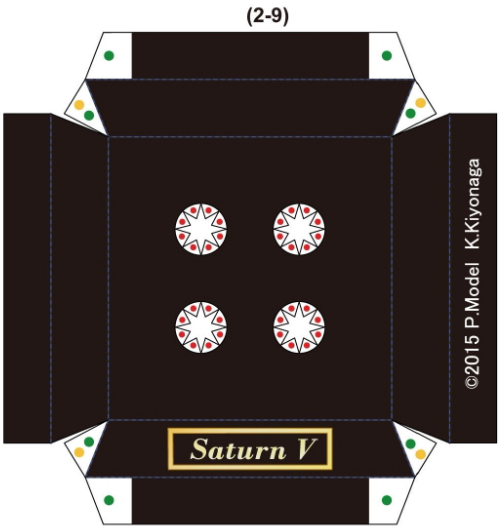
(2-6)

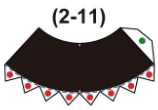


(2-8)

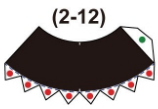


(2-10)

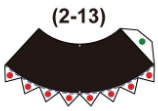




(2-11)



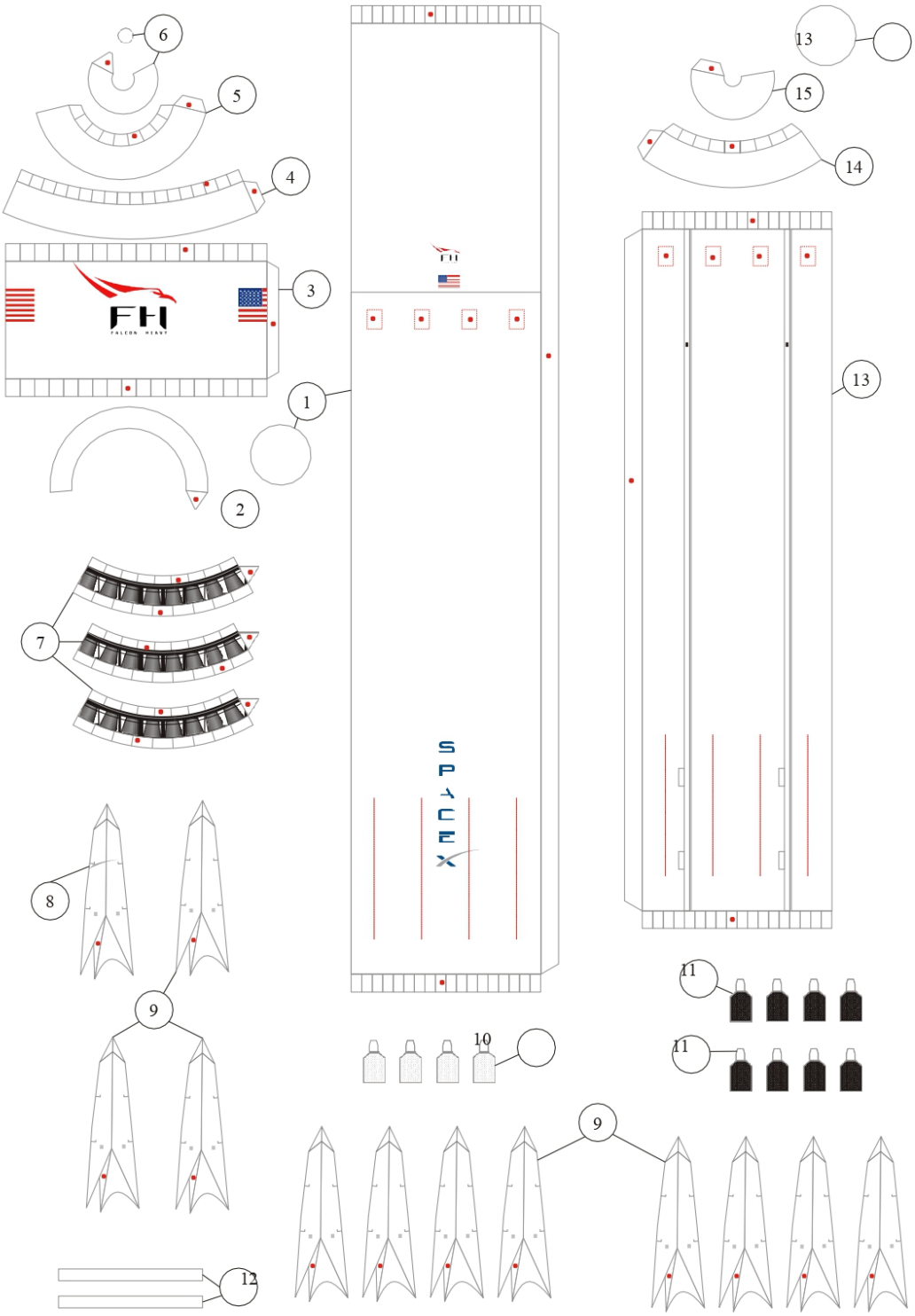
(2-12)

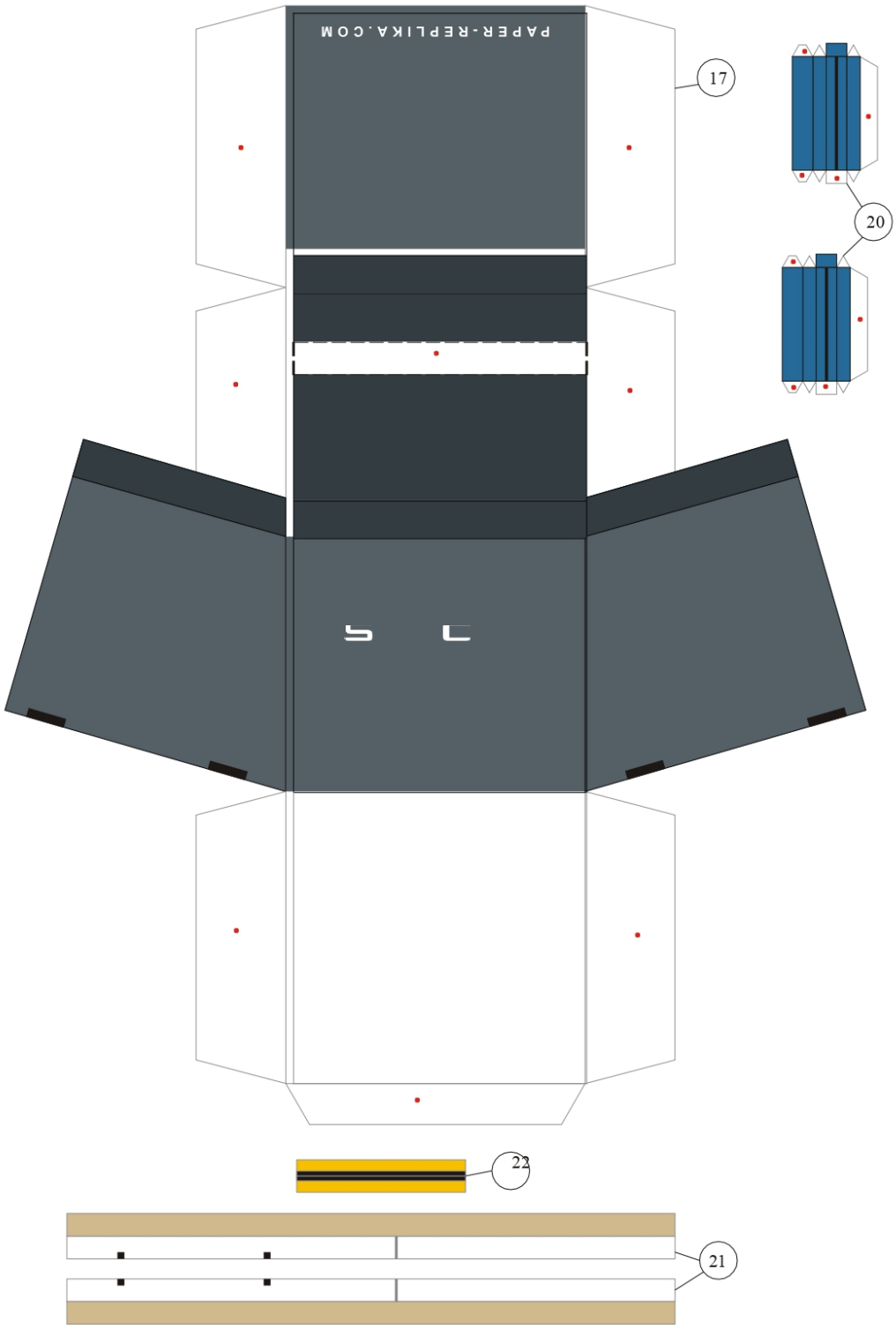


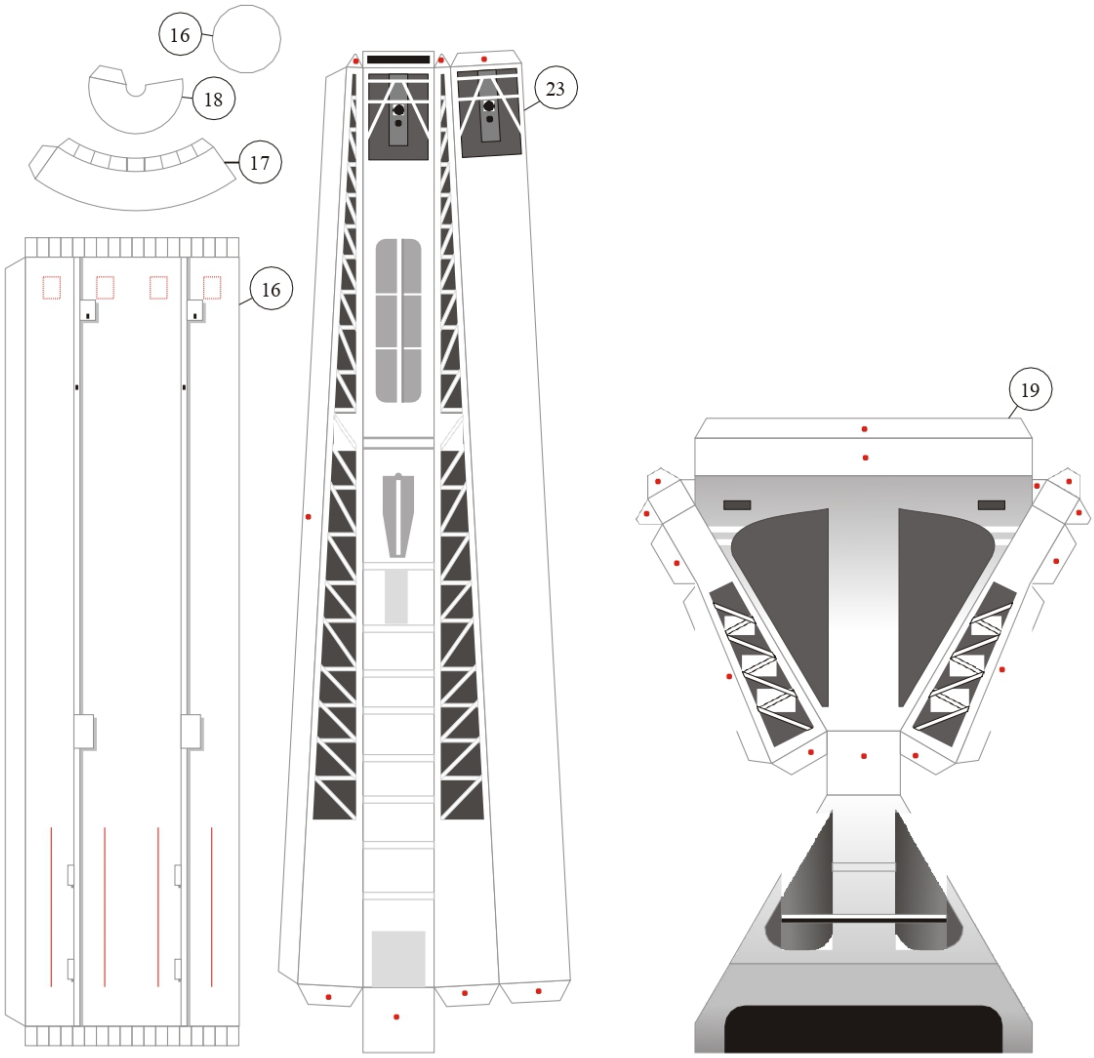
(2-13)

© 2015 P.Model K.Kiyonaga

APÊNDICE G – MAQUETE FALCON HEAVY




PAPER-REPLIKA.COM
17
20
22
21


16
18
17
16
23
19

APÊNDICE H – QUESTIONÁRIO FINAL DA ATIVIDADE

QUESTIONÁRIO FINAL DA ATIVIDADE

PROFESSOR: JOÃO FERREIRA
ALUNO(A): _____
SÉRIE:_____

Complete a frase

Um foguete espacial é...

_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____

Como você acredita que um foguete espacial funciona? Existe algum princípio físico científico associado ao seu funcionamento? Você pode descrever quais são eles?

_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____

Qual a finalidade de um foguete espacial? Eles sempre foram iguais ou não? O desenvolvimento dessas aeronaves sofreram influências históricas e sociais ao longo dos anos? Se sim, exemplifique.

_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____

Na sua opinião, o que você achou da atividade? O que mais lhe interessou?

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

O que você achou das atividades sobre foguetes espaciais? Quais os pontos positivos e o que você acredita que possa melhorar?

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

APÊNDICE I – LISTA DE LINKS DE SITES UTILIZADOS

Material	Link
Modelos de foguetes	https://www.nielspapermodels.com/models.htm
Vídeo de lançamento do V2	https://drive.google.com/file/d/1FwJYlHgrqwDZ50PONOmQu440CbibFVU7/view
Vídeo de lançamento do Thor Able	https://drive.google.com/file/d/1FvIEc0qjH0cwhGao9fzvt9d5KY9juoxV/view
Vídeo de lançamento do Saturno V	https://drive.google.com/file/d/1FsQ3DeWJH22gcXFFpRQBS2ejAgdrULL8/view?usp=drivesdk
Vídeo de retorno do Falcon Heavy	https://drive.google.com/file/d/1FZcSGbCmo93z94KlFcIjAH6G8MLQj-ZQ/view?usp=drivesdk
Vídeo de lançamento do ônibus espacial	https://drive.google.com/file/d/1Fk5uZoQBBPQarnHcypWLc5CZcxxeRkfW/view
Reportagem de lançamen	https://drive.google.com/file/d/1FOm0bgTPRMzVgWJ1jBpiU4D9i7tm0Xdx/view

to do Sputnik	
Acidente do ônibus espacial	https://drive.google.com/file/d/1FSOtmw5nznS_wKT-ZWRz25liZgFddjy7/view?usp=drivesdk