



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA
DEPARTAMENTO DE FÍSICA
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ASTRONOMIA
MESTRADO PROFISSIONAL**



JAIR PEREIRA DOS SANTOS

**ASTRONOMIA E ASTRONÁUTICA:
Ciência e Tecnologia na Educação Básica**

Feira de Santana - BA

2026

JAIR PEREIRA DOS SANTOS

**ASTRONOMIA E ASTRONÁUTICA:
Ciência e Tecnologia na Educação Básica**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós- Graduação em Astronomia, Departamento de Física da Universidade Estadual de Feira de Santana, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Astronomia.

Orientador(a): Prof. Dr. Paulo César da Rocha Poppe

Feira de Santana - BA

2026

Ficha catalográfica - Biblioteca Central Julieta Carteadó - UEFS

Santos, Jair Pereira dos
S235a Astronomia e Astronáutica: Ciência e Tecnologia na Educação Básica /
Jair Pereira dos Santos. - 2026.
53f.: il.

Orientador: Paulo César da Rocha Poppe

Dissertação (mestrado profissional) - Universidade Estadual de Feira de
Santana. Programa de Pós-Graduação em Astronomia, 2026.

1. Astronomia. 2. Astronáutica. 3. Ensino-aprendizagem. 4.
Interdisciplinaridade. I. Poppe, Paulo César da Rocha, orient. II.
Universidade Estadual de Feira de Santana. Programa de Pós-Graduação
em Astronomia. III. Título.

CDU: 521/525+629.79

JAIR PEREIRA DOS SANTOS

ASTRONOMIA E ASTRONÁUTICA:

Ciência e Tecnologia na Educação Básica

Dissertação apresentada ao Mestrado Profissional em Astronomia da Universidade Estadual de Feira de Santana, área de concentração em Ensino e Difusão de Astronomia, como requisito para obtenção do grau de Mestre em Ensino de Astronomia.

Feira de Santana, 30 de abril de 2026



Documento assinado digitalmente
PAULO CESAR DA ROCHA POPPE
Data: 11/06/2026 21:52:59-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Orientador: Prof. Dr. Paulo César da Rocha Poppe
Universidade Estadual de Feira de Santana



Documento assinado digitalmente
MARÇAL EVANGELISTA SANTANA
Data: 11/06/2026 14:24:28-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Membro Interno: Prof. Dr. Marçal Evangelista Santana
Universidade Estadual de Feira de Santana



Documento assinado digitalmente
ANTONIO CARLOS DA SILVA MIRANDA
Data: 10/06/2026 20:59:21-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Membro Externo: Prof. Dr. Antônio Carlos da Silva Miranda
Universidade Federal Rural de Pernambuco

*Este trabalho é dedicado às crianças adultas que,
quando pequenas, sonharam em se tornar cientistas.*

Agradecimentos

Agradeço primeiramente a Deus pela oportunidade e por me guiar até aqui. Aos meus pais, mesmo em outro plano, torcem por mim e a minha querida esposa por incondicional apoio.

Agradeço a todo apoio fornecido pelos meus colegas e professores do curso que por muitas situações estiveram sempre dispostos a me ajudarem e aconselharem. Agradeço aos meus professores da graduação por contribuírem na minha formação. Agradeço ao meu orientador por me direcionar e essencialmente ser um exemplo a ser seguido. Agradeço a minha excelentíssima esposa por me incentivar a não parar na graduação e progredir academicamente e profissionalmente pela paciência e me apoiar em todo meu percurso principalmente nos momentos em que pensei em desistir e seguir outros rumos. Por fim agradeço a toda instituição por promover um ensino de qualidade e excelência, disponibilizando de um corpo docente altamente habilitado e de uma estrutura física favorável a minha formação humana e profissional.

*Este trabalho, além de cultural, filosófico e pedagógico
É também medicinal, preventivo e curativo
Servindo entre outras coisas para pano branco e pano preto
Curuba e ferida braba
Piolho, chulé e caspa
Cravo, espinha e berruga
Pandarismo e água na pleura
Só não cura o velho chifre
Por que não mata a raiz
Pois fica ela encravada
No fundo do coração
(Falcão)*

Resumo

Astronomia é a ciência natural que busca entender, por meio da observação, a formação, estrutura e evolução do Universo em diferentes escalas. A Astronáutica, por outro lado, ao reunir os conhecimentos necessários para a construção de foguetes e a consequente exploração espacial, torna-se uma área igualmente fascinante de estudo que podem ser, aliada com a Astronomia, ferramentas bastante úteis para (i) motivar os/as estudantes na sala de aula, (ii) materializar conceitos abstratos e de como estes se aplicam ao mundo real, e (iii) despertar curiosidade de modo a tornar o aprendizado mais significativo. Esta dissertação objetiva reunir elementos da Astronomia, Astronáutica, Física e Matemática de modo a revelar aos estudantes a importância do estudo interdisciplinar para a compreensão mais abrangente da natureza. Então, partindo desta premissa básica, o Produto Educacional associado consiste de roteiros de atividades interdisciplinares lúdicas que abordam conceitos teóricos fundamentais e práticas experimentais simples de baixo custo. Todo o processo foi realizado com estudantes do 2º ano do Ensino Médio do Colégio Estadual Luiz José de Oliveira, do 3º ano do Colégio Estadual Carneiro Ribeiro Classe IV e também do 1º ano do Ensino Médio do Colégio Estadual Cleriston Andrade.

Palavras-chave: Astronomia; Astronáutica; Ensino-aprendizagem; Interdisciplinaridade.

Abstract

Astronomy is the natural science that seeks to understand, through observation, the formation, structure, and evolution of the Universe at different scales. Astronautics, on the other hand, by bringing together the knowledge necessary for the construction of rockets and the consequent space exploration, becomes an equally fascinating area of study that, combined with Astronomy, can be a very useful tool to (i) motivate students in the classroom, (ii) materialize abstract concepts and how they apply to the real world, and (iii) awaken curiosity in order to make learning more meaningful. This dissertation aims to bring together elements of Astronomy, Astronautics, Physics, and Mathematics in order to reveal to students the importance of interdisciplinary study for a more comprehensive understanding of nature. Therefore, starting from this basic premise, the associated Educational Product consists of scripts for playful interdisciplinary activities that address fundamental theoretical concepts and simple, low-cost experimental practices. The entire process was carried out with students from the 2nd year of high school at Colégio Estadual Luiz José de Oliveira, the 3rd year of high school at Colégio Estadual Carneiro Ribeiro Classe IV, and also the 1st year of high school at Colegio Estadual Cleriston Andrade.

Keywords: Astronomy; Astronautics; Teaching and learning; Interdisciplinarity

Lista de figuras

Figura 1 – CCD SBIG Aluma 694 instalada no foco do telescópio CDK20 instalado no Observatório Astronômico Antares, associado ao projeto AstroPT: Astronomia com Pequenos Telescópios. Fonte: AstroPT (< https://www.astropt.uefs.br/ >)	19
Figura 2 – Centro de Lançamento de Alcântara	24
Figura 3 – Centro de Lançamento da Barreira do Inferno	24
Figura 4 – Lançador de flechas	27
Figura 5 – Konstantin Tsiolkowsky (1857-1935)	27
Figura 6 – Robert Goddard. Fonte: Linda Hall Library. < https://www.lindahall.org/about/news/scientist-of-the-day/robert-goddard/ >	28
Figura 7 – Réplica do Sputnik 1, o primeiro satélite artificial. Fonte: National Air and Space Museum. < http://nssdc.gsfc.nasa.gov/database/MasterCatalog?sc=1957-001B >	29
Figura 8 – Estudante competidor no lançamento do foguete de propulsão a água. Fonte: MOBFOG. < http://www.oba.org.br/site/ >	30
Figura 9 – Modelos Geocêntrico e Heliocêntrico. Fonte: Domínio Público.	37
Figura 10 – Experimento em ambiente aberto - quadra poliesportiva: Determinando distâncias, alturas e ângulos. Fonte. Autor.	38
Figura 11 – Estudantes medindo a deformação do elástico. Fonte: Autor.	38
Figura 12 – Registro das medidas efetuadas com a Lei de Hooke. Fonte: Autor.	39
Figura 13 – Estudos simulados sobre trajetórias de foguetes. Fonte: Autor.	39
Figura 14 – Construção dos foguetes com a orientação da vídeo-aula. Fonte: Autor.	41
Figura 15 – Montagem para o lançamento do foguete de propulsão a água. Fonte: Autor.	42
Figura 16 – Quantitativo de resposta	49
Figura 17 – Estatística de pontuação	50
Figura 18 – Questão 01	50
Figura 19 – Questão 02	50
Figura 20 – Questão 03	51
Figura 21 – Questão 04	51
Figura 22 – Questão 05	52
Figura 23 – Questão 06	52
Figura 24 – Questão 07	53
Figura 25 – Questão 08	53
Figura 26 – Questão 09	54
Figura 27 – Questão 10	54
Figura 28 – Questões 11 a 15	54

Lista de tabelas

Tabela 1 – Dados das Escolas	32
Tabela 2 – Sala de Aula Invertida	34
Tabela 3 – Aprendizagem Invertida. Modificado pelo Autor.	34
Tabela 4 – Atividades Realizadas. Fonte: Autor.	35

Lista de abreviaturas e siglas

BNCC	Banco Nacional Comum Curricular
MOBFOG	Mostra Brasileira de Foguetes
OBA	Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astrofísica
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
PET	Polietileno Tereftalato
SBF	Sociedade Brasileira de Física
NASA	National Aeronautics and Space Administration
CELJS	Colégio Estadual Luiz José
CECR	Colégio Estadual Carneiro Ribeiro
CECA	Colégio Estadual Cleriston Andrade

Sumário

1	INTRODUÇÃO	13
2	BNCC E O ENSINO DE ASTRONOMIA	17
2.1	A Interdisciplinaridade da Astronomia	17
2.2	Por Que Estudar Astronomia?	18
2.3	BNCC - Componentes Curriculares	20
3	REFERENCIAL TEÓRICO: FOGUETES NA EDUCAÇÃO BÁSICA	22
3.1	A Agência Espacial Brasileira (AEB) na Sala de Aula	23
3.1.1	O Programa AEB Escola	24
3.2	O Princípio Físico do Lançamento	25
3.3	A Equação Fundamental e o Desafio da Massa	25
3.4	Matemática e Engenharia Aerodinâmica	25
3.5	O Voo em Múltiplos Estágios e a Órbita	26
3.6	Breve Historiografia dos Foguetes	26
3.7	Foguetes de Propulsão a Água	29
4	METODOLOGIA	31
4.1	Etapas da Proposta	33
4.2	Metodologias Ativas	33
4.3	Sala de Aula Invertida	33
4.4	Execução das Atividades	35
5	RESULTADOS OBTIDOS	43
6	CONCLUSÃO	45
	Referências	46
	APÊNDICE A Questionário no Google Forms	49

1

INTRODUÇÃO

Desde a Antiguidade, as civilizações observaram e tentaram compreender (com os conhecimentos disponíveis) o funcionamento do céu em termos dos movimentos do Sol, da Lua e das estrelas. Logo, a contínua prática observacional foi moldando a Astronomia, que cresceu gradativamente, suprimindo necessidades sociais, econômicas, religiosas e culturais.

A partir da análise dos dados extraídos da experiência observacional, o conhecimento progrediu, permitindo a explicação de fatos relacionados à realidade e a construção de modelos capazes de prever outros fenômenos. Neste contexto, a Matemática e a Física foram incluídas como aliadas essenciais para a compreensão e solução de problemas. A Astronomia, como uma das mais antigas ciências, surge, portanto, intimamente ligada à Matemática e à Física, e em conexão direta com outras áreas do conhecimento, como a Biologia e a Química.

No Brasil, o Ensino de Astronomia na Educação Básica, diferentemente de outras ciências, carece de tradição e experimentação curricular. As iniciativas e soluções existentes são, em grande parte, locais, faltando-lhes coordenação, cooperação em escala nacional e divulgação adequada. O trabalho docente, que exige atuação e diálogo entre sujeitos para a construção de saberes, está inserido em um contexto de mudanças significativas, como a implementação de novos recursos tecnológicos que precisam chegar às salas de aula.

O modelo tradicional de ensino frequentemente negligencia a Astronomia por priorizar conteúdos em detrimento de esquemas de aprendizagem construtivos, como a História da Astronomia e da Matemática. Nessa visão, a Astronomia é, erroneamente, percebida apenas como uma matéria lúdica, o que a priva de um espaço representativo. Essa ausência pode ser atribuída a fatores como: má formação inicial e pouca formação continuada dos docentes, escassez de material didático de qualidade e erros conceituais nos livros didáticos (Langhi, 2009).

A Astronomia, quando bem utilizada, é uma ferramenta poderosa nas mãos do professor(a), pois gera grande curiosidade, inquietação, entusiasmo e prazer nos estudantes diante de temas sobre a natureza do Universo. No entanto, poucos cursos de licenciatura no Brasil oferecem

disciplinas específicas sobre o tema (Bretones, 1999).

O Ensino de Ciências no Brasil passou por avanços importantes nas últimas décadas, especialmente com a ampliação de políticas públicas, mudanças curriculares e maior valorização da alfabetização científica. Apesar disso, os desafios estruturais ainda são grandes e impedem que essas melhorias aconteçam de forma igualitária em todas as regiões do país.

Uma das principais melhorias ocorreu com a implementação da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que reorganizou o Ensino de Ciências para desenvolver competências investigativas, pensamento crítico e resolução de problemas. A proposta deixou de priorizar apenas a memorização de conteúdos e passou a incentivar práticas mais contextualizadas e investigativas.

Um avanço importante foi a valorização das metodologias ativas e da educação STEM (Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática). Pesquisas recentes mostram que o ensino de Ciências passou a integrar mais experimentação, projetos interdisciplinares e o uso de tecnologias digitais. Além disso, houve maior preocupação com inclusão, equidade de gênero e acesso ao conhecimento científico.

A formação docente também apresentou melhorias. Programas de formação continuada, incentivos às licenciaturas e parcerias entre universidades e escolas ajudaram os professores a atualizar suas práticas pedagógicas. O Ministério da Educação destaca ações voltadas ao fortalecimento da prática científica nas escolas e à formação específica de professores de Ciências.

Outro ponto positivo é o aumento do uso de laboratórios e atividades práticas. Estudos demonstram que escolas que investiram em laboratórios de Ciências tiveram melhora no desempenho e maior participação dos estudantes. Em alguns casos, houve aumento significativo no IDEB e na frequência escolar.

Mesmo com os avanços, persistem problemas importantes. Muitas escolas públicas ainda enfrentam falta de laboratórios, materiais didáticos insuficientes e infraestrutura precária. Além disso, existe carência de professores especializados, especialmente em Física e Química, principalmente nas regiões mais afastadas dos grandes centros urbanos.

Outro desafio é transformar as propostas da BNCC em prática cotidiana. Embora o currículo incentive a investigação científica e a experimentação, muitos professores encontram dificuldades por falta de tempo, formação adequada ou apoio pedagógico.

De forma geral, pode-se afirmar que o ensino de Ciências no Brasil evoluiu ao buscar maior conexão entre ciência, cotidiano e tecnologia. O modelo atual procura formar estudantes mais críticos e capazes de compreender fenômenos científicos presentes na sociedade. Entretanto, para consolidar essas melhorias, ainda são necessários maiores investimentos em infraestrutura, formação docente e redução das desigualdades educacionais entre regiões e escolas.

Torna-se necessário, no contexto da Educação Básica, promover encontros e ações motivadoras para o ensino de Ciências. Neste sentido, o presente trabalho utiliza-se da interdisciplinaridade que a Astronomia permite para tratar, em conexão com a Astronáutica, atividades científicas e lúdicas de baixo custo como pano de fundo para uma intervenção pedagógica. O objetivo é elaborar um roteiro de ações planejadas que incluam conteúdos de Matemática e Física, relacionando-os diretamente com as áreas de Astronomia e Astronáutica, de modo a identificar e superar dificuldades específicas no processo de ensino-aprendizagem dos estudantes. O desafio educacional contemporâneo reside em desenvolver um ensino voltado para o futuro, que prepare o estudante para o pensamento crítico. Isso exige a revisão dos fundamentos pedagógicos e o reforço da interdisciplinaridade.

O desenvolvimento deste trabalho justifica-se pela missão da escola de ser um local de construção do aprendizado, aberto à reflexão sobre suas práticas pedagógicas. Os(As) professores(as), como condutores(as) desse aprendizado, precisam estar capacitados(as) para refletir sobre suas práticas, dominando teorias e metodologias diferenciadas. Contudo, muitos(as) encontram dificuldades em relacionar teoria e prática devido à formação inicial ou às condições estruturais das escolas, como a falta de laboratórios, computadores, internet, etc.

Nesta vertente, esta dissertação apresentada no Mestrado Profissional em Astronomia busca resgatar, por meio de uma “Metodologia Ativa de Intervenção Pedagógica”, aplicações mais sistemáticas e organizadas, minimizando as aulas meramente expositivas baseadas na leitura de livros. A ideia é despir o conceito de sua carga pejorativa e enxergá-lo como um instrumento de investigação pedagógica e de aplicação prática dos conceitos.

Então, por meio de uma perspectiva interdisciplinar envolvendo Matemática, Física e a Astronomia/Astronáutica, a intervenção pedagógica aqui proposta como Objetivo Geral, visa ampliar a capacidade do estudante de se posicionar de forma crítica e ativa diante da informação. O foco em atividades envolvendo foguetes e em práticas de leitura e observação de modelos, permitem aprimorar o conhecimento e uso dessas ciências, com os seguintes objetivos específicos:

- (i) ilustrar a dinâmica da Ciência como um projeto inacabado e em eterna construção, utilizando fenômenos astronômicos como base;
- (ii) promover o letramento científico a partir de conceitos de Astronomia/Astronáutica;
- (iii) melhorar a compreensão da ciência/tecnologia e as atitudes em relação a elas;
- (iv) auxiliar os(as) estudantes a desenvolverem o espírito crítico e argumentativo;
- (v) abordar conteúdos da Matemática e Física aplicados à compreensão da Astronomia/Astronáutica;
- (vi) auxiliar os(as) estudantes no estudo dos corpos celestes e na melhor compreensão do Sistema Solar, da Via Láctea e do Universo em grande escala;
- (vii) familiarizar o(a) estudante com aplicativos e softwares que auxiliem o processo de ensino-

aprendizagem.

Do exposto anteriormente, esta dissertação está organizada nos seguintes Capítulos:

Capítulo 1: Introdução.

Capítulo 2: Abordagem do Ensino de Astronomia nos documentos oficiais (PCN e BNCC), discutindo sua inserção no contexto escolar por meio da interdisciplinaridade, com foco específico no Ensino de Matemática e Física nos anos finais do Ensino Médio.

Capítulo 3: Fundamentação Teórica da pesquisa, correlacionando o ensino da Matemática e Física como aspectos facilitadores para a compreensão da Astronomia e Astronáutica.

Capítulo 4: Metodologia da Pesquisa, detalhando o uso da Metodologia Ativa por meio de uma Intervenção Pedagógica e discutindo seus conceitos no contexto do trabalho.

Capítulo 5: Apresentação dos resultados obtidos nos trabalhos realizados pelos estudantes, ressaltando a importância de materiais didáticos, suas implicações e contribuições.

Capítulo 6: Conclusão da pesquisa.

2

BNCC E O ENSINO DE ASTRONOMIA

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) para a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias privilegiou os conhecimentos conceituais de Matéria e Energia, Vida e Evolução, e Terra e Universo. Essa escolha dá continuidade à proposta do Ensino Fundamental, reforça a relevância das áreas de Física, Química e Biologia, e se adequa ao Ensino Médio. Portanto, podemos dizer que a BNCC propõe o aprofundamento dessas temáticas.

Os conhecimentos conceituais associados constituem uma base que permite aos estudantes investigar, analisar e discutir situações-problema de diferentes contextos socioculturais. Além disso, capacitam os mesmos a compreender, interpretar e aplicar leis, teorias e modelos na resolução de problemas individuais, sociais e ambientais. Com isso, os estudantes podem reelaborar seus próprios saberes e reconhecer as potencialidades e limitações das Ciências da Natureza e suas Tecnologias.

2.1 A Interdisciplinaridade da Astronomia

A interação permanente entre Astronomia, Matemática e Física pode ser explorada para superar a visão tradicionalista do ensino. As dificuldades que a maioria dos estudantes enfrentam na compreensão de conceitos matemáticos e em sua aplicação à realidade podem ser atenuadas ao se tirar partido da Astronomia, que é, por natureza, motivadora pela curiosidade que desperta (Langhi; Nardi, 2010).

A relevância deste dissertação reside em maximizar e difundir assuntos de Matemática e Física por meio do ensino da Astronomia (Dias, 2005). Uma grande vantagem da Astronomia é sua interdisciplinaridade, que não se limita às ciências exatas, mas engloba também áreas como História, Geografia, Filosofia e Química, como percebido pela estrutura do Mestrado Profissional em Astronomia (MPASTRO¹). No caso da Astronáutica, esta área é impulsionada por projetos

¹ <https://mpastro.uefs.br/>

universitários em centros e museus de ciências, programas como o ‘AEB Escola’ da Agência Espacial Brasileira, e competições como a OBAFOG (Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica/Olimpíada Brasileira de Foguetes²), que usam atividades práticas e materiais didáticos para despertar o interesse e desenvolver o pensamento crítico, conectando o tema ao cotidiano e a conquistas espaciais.

A Astronomia, por conter muitos temas que despertam a atenção e a curiosidade dos estudantes, constitui um recurso de suma importância para o aspecto interdisciplinar e integra conteúdos já propostos pelos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) e presentes nos programas oficiais e livros didáticos (Bretones, 2006).

Dessa forma, existe uma excelente oportunidade de demonstrar aos estudantes que as ciências não existem de maneira segmentada, mas sim de uma forma integrada e única. Nas aulas de Astronomia, é possível abordar temas que contemplem todos os níveis de ensino nas mais variadas áreas, sendo considerada um tema integrador.

Embora a inclusão da Astronomia como disciplina obrigatória no Ensino Médio seja uma estratégia interessante, ela está distante de acontecer e poderia, paradoxalmente, fragmentar ainda mais o conhecimento científico, indo na contramão da interdisciplinaridade sugerida pelos documentos PCN+ e BNCC (Layton, 1972).

2.2 Por Que Estudar Astronomia?

Não apenas no passado, mas também nos tempos modernos, é fundamental desenvolver e agregar o conhecimento astronômico em nosso cotidiano. No entanto, a forma como os temas ligados à Astronomia são frequentemente trabalhados em sala de aula, apenas como conteúdos livrescos e baseados no ato de decorrar, os distancia da realidade dos estudantes.

Dessa maneira, a Astronomia acaba sendo percebida como algo distante, muito abstrato e difícil de visualizar de modo concreto e incompreensível como parte integrante do dia a dia. Há, portanto, a necessidade de tornar a aprendizagem desse conteúdo significativa, sem perder seu rigor científico ou se tornar excessivamente complexa. O objetivo é fazer com que os estudantes observem o céu, conheçam os astros e os fenômenos astronômicos associados, um misto de curiosidade, ciência e tecnologia.

A inerente curiosidade humana em entender o Universo não apenas sacia o nosso desejo de conhecimento, mas também produz conhecimento básico essencial para o desenvolvimento de tecnologias e serviços diários. Muitas pessoas que utilizam GPS, Wi-Fi, telefone celular ou que já fizeram mamografia podem não se dar conta de que esses recursos foram desenvolvidos ou aprimorados pela Astronomia (veja o seguinte link “Astronomy in Everyday Life” e as referências associadas para maiores informações ³).

² <http://www.oba.org.br/site/>

³ http://iauarchive.eso.org/public/themes/astronomy_in_everyday_life/

Hoje, milhares de satélites orbitam a Terra, possibilitando chamadas telefônicas, programas de TV e a navegação por GPS. Para que tal maravilha científica-tecnológica funcione, precisamos entender profundamente o movimento desses corpos nas vizinhanças do nosso planeta, de sermos capazes de manobrá-los quando necessário e até protegê-los de eventos como as tempestades solar.

Um exemplo ilustrativo pode ser observado no aprimoramento das câmeras digitais que hoje dominam as redes sociais com as "selfies". Na década de 1970, os físicos William Sterling Boyle (1924-2011) e George Elwood Smith (1930-2025), canadense e norte-americano, respectivamente, desenvolveram o sensor de captura de imagens denominado CCD (Charged-Coupled Device), como aquele empregado no projeto AstroPT (Figura 1).

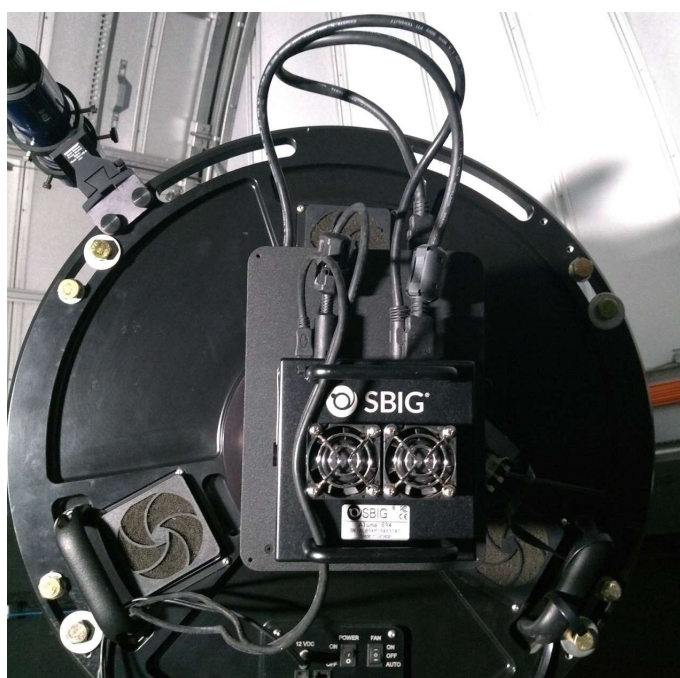


Figura 1 – CCD SBIG Aluma 694 instalada no foco do telescópio CDK20 instalado no Observatório Astronômico Antares, associado ao projeto AstroPT: Astronomia com Pequenos Telescópios. Fonte: AstroPT (<<https://www.astropt.uefs.br/>>)

O CCD demonstrou tanta eficiência que rapidamente substituiu as placas fotográficas dos telescópios (e os filmes das máquinas fotográficas tradicionais), proporcionando uma enorme revolução em diversos campos da Astronomia.

Embora possa parecer uma ciência complicada por tratar de questões de difíceis respostas, como a origem, evolução e o fim do Universo, a Astronomia é bastante acessível e, sobretudo, democrática. O mais óbvio é que quase todas as pessoas podem observar o céu (com ou sem equipamentos especiais) e aprender sobre objetos celestes e seus movimentos. Além disso, nos dias atuais, a informação é fácil de ser adquirida, seja por meio de artigos e vídeos na internet, seja por contato com astrônomos mais experientes, a maioria dos quais é acessível e ávida por compartilhar conhecimento, pelo noticiário na TV, em mensagens de celular, etc. Assim, qualquer

pessoa pode iniciar os estudos por conta própria e tirar dúvidas, ou buscar mais informações, em universidades, centros de pesquisas, museus de ciências, etc.

Por outro lado, o vasto universo de informações disponíveis pode, paradoxalmente, confundir e frustrar o iniciante. Ao se deparar com explicações avançadas logo no início dos estudos, as pessoas podem se sentir confusas e desmotivadas, dependendo da didática e das explicações do comunicador científico (ou do professor(a) em sala de aula).

É crucial ressaltar que, mais importante do que adquirir a informação em si, é aprender como obtê-la, como produzi-la e como analisá-la criticamente.

2.3 BNCC - Componentes Curriculares

A BNCC estrutura o componente curricular de Matemática em cinco Unidades Temáticas inter-relacionadas, que devem ser desenvolvidas ao longo do Ensino Fundamental. São elas: Números, Álgebra, Geometria, Grandezas e Medidas e Probabilidade e Estatística. O objetivo é que os estudantes desenvolvam o raciocínio lógico, a capacidade de resolver problemas e a habilidade de analisar informações, aplicando esses conhecimentos em diversas situações do cotidiano. A ênfase não está apenas na memorização de fórmulas, mas na compreensão dos conceitos e na construção de um pensamento matemático autônomo.

O componente curricular de Ciências da Natureza abrange um vasto campo do conhecimento e está organizado em três Unidades Temáticas: Matéria e Energia, Vida e Evolução e Terra e Universo. O foco é promover a alfabetização científica, permitindo que os estudantes compreendam fenômenos naturais, processos tecnológicos e as relações entre o ser humano e o meio ambiente. A BNCC estimula a investigação, a experimentação e a formulação de perguntas, buscando que o estudante não apenas consuma informações científicas, mas também aprenda a produzi-las, desenvolvendo um olhar crítico sobre o mundo.

Especificamente, a Astronomia é abordada dentro da Unidade Temática Terra e Universo no componente de Ciências da Natureza. Esta unidade explora desde as características da Terra, como sua estrutura e movimentos, até a composição e dinâmica do Sistema Solar e de outros corpos celestes. O estudo da Astronomia busca desenvolver a compreensão da posição da Terra no Universo, a relação dos fenômenos celestes com a vida e a cultura humana (como a contagem do tempo) e a utilização de instrumentos e tecnologias para a observação.

A BNCC incentiva fortemente a interdisciplinaridade e a contextualização dos conteúdos, assim como o Mestrado Profissional em Astronomia. No caso da Matemática e das Ciências, isso é essencial. Por exemplo, conceitos de Grandezas e Medidas (Matemática) são aplicados ao estudar fenômenos como temperatura ou velocidade (Ciências). Da mesma forma, a Astronomia (Ciências) utiliza intensamente a Geometria e a Álgebra para descrever órbitas e distâncias. A ideia central é que o aprendizado seja significativo, mostrando ao estudante como as diferentes

áreas do conhecimento se integram para explicar o mundo real.

Além dos conteúdos, a BNCC define “Competências Gerais” que permeiam todas as áreas e Habilidades Específicas para cada componente. Em Matemática e Ciências, há um foco no desenvolvimento do pensamento científico, crítico e criativo, na comunicação de ideias e resultados, e na capacidade de argumentação baseada em dados e fatos. Isso garante que, independentemente do tópico específico, seja um cálculo geométrico de área (ou na 2ª lei de Kepler) ou o ciclo da água (ou em qualquer exoplaneta na zona habitável), o estudante esteja desenvolvendo ferramentas cognitivas amplas e essenciais para a sua formação integral na sociedade contemporânea.

3

REFERENCIAL TEÓRICO: FOGUETES NA EDUCAÇÃO BÁSICA

Astronomia, Física e Matemática relacionam-se desde a Antiguidade, mas, é preciso compreender que estas possuem suas particularidades. Na Astronomia, temos a ciência que estuda a formação e a evolução dos corpos celestes, ou seja, astros que se encontram no espaço sideral, como asteroides, planetas, estrelas, galáxias, etc. No entanto, os corpos artificiais tais como foguetes e sondas espaciais, embora estejam de alguma forma relacionados com a Astronomia, estão mais próximos do campo da Astronáutica (Engenharia Aeroespacial). No caso da Física, voltada ao estudo dos fenômenos naturais, está estruturada em teorias e observações que permitem descrever os mundos micro e macro. Já a Matemática, temos a linguagem em diferentes formas para descrever estas duas ciências. De acordo com o cientista italiano Galileu Galilei (1564-1642), “A Matemática é a linguagem que Deus escreveu o Universo”.

A temática de foguetes na perspectiva do Ensino de Ciências já foi abordada em outras ocasiões, mas, é sempre possível dar uma contribuição adicional. Por exemplo, no MPASTRO, Ferreira (Ferreira, 2016) realizou uma “Oficina de Foguetes” envolvendo aspectos interdisciplinares entre Astronomia, Astronáutica e Física nas aulas de Ciências e Física do Ensino Fundamental e Médio em escolas públicas e particulares de Feira de Santana.

Outro texto de referência é o trabalho de (Bexiga, 2015): “Ensinando Física com Foguetes de Propulsão a Água e Utilizando Tics Através de uma Proposta multidisciplinar”. Trata-se de uma sequência de atividades didáticas e multidisciplinares que envolveram as disciplinas de Física, Matemática, História e Filosofia utilizando como motivador o lançamento de foguetes de água e a implementação de tecnologias computacionais como ferramenta de análise.

Ainda, destacamos o trabalho de Silva (Silva, 2015), onde o autor utiliza foguetes de água e ar comprimido, elaborando um manual didático para os professores que desejarem trabalhar com uma oficina de foguetes em suas escolas.

O trabalho de Cupaioli (Cupaioli, 2016) também merece destaque, onde foi elaborado

um curso de foguetes movidos a bicarbonato de sódio e vinagre para os estudantes do primeiro ano do Ensino Médio. Tal prática, assim como as demais, estão em sintonia com as atividades realizadas pela Sociedade Brasileira de Física (SBF) e diretamente com a Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica (OBA) e da Mostra Brasileira de Foguetes (MOBFOG).

A MOBFOG é dividida em 5 níveis. O nível 1 é destinado aos estudantes do 1º ao 3º ano do Fundamental I. O objetivo é construir e lançar foguetes de canudo por impulso de ar comprimido. No nível 2, estudantes do 4º ao 5º ano lançam foguetes de papel movidos por impulso de ar comprimido. Já o nível 3 é para os matriculados entre o 6º e o 9º, que precisam elaborar e lançar foguetes de garrafa PET movidos com água e ar comprimido. No nível 4, estudantes do Ensino Médio lançam foguetes movidos com vinagre e bicarbonato de sódio. Já no nível 5, estudantes também do Ensino Médio ou superior lançam foguetes de propulsão sólida. Durante as atividades, os estudantes conseguem aprender sobre Física, Astronáutica, Química e Astronomia, além de absorver lições sobre trabalho em equipe, liderança e inteligência emocional.

No que segue, descreveremos brevemente as conexões entre Astronomia, Astronáutica, Física e Matemática no lançamento de foguetes. Sugerimos para uma abordagem completa o trabalho publicado no link¹, “Introdução à Tecnologia de Foguetes”, onde o autor trata, dentre vários aspectos, de uma temática pouco conhecida do público: o parque tecnológico brasileiro e o desenvolvimento de foguetes espaciais.

3.1 A Agência Espacial Brasileira (AEB) na Sala de Aula

A Agência Espacial Brasileira (AEB), autarquia vinculada ao Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), é o órgão responsável por formular e coordenar a **Política Nacional de Desenvolvimento das Atividades Espaciais**. Para nós, educadores, a AEB é uma ponte valiosa para conectar conceitos abstratos de Física, Matemática, Geografia e História com a realidade tecnológica do nosso país.

O Brasil possui dois centros de lançamento de foguetes ou, como gostamos de chamar, as portas para explorar o espaço, que são operados pela Força Aérea Brasileira (FAB) em parceria com a AEB.

Centro de Lançamento de Alcântara (CLA, Maranhão, Figura 2): É considerado um dos melhores locais do mundo para lançamentos espaciais, localizado a 32 quilômetros da capital São Luís. Sua proximidade com a Linha do Equador (apenas 2º ao sul) permite uma economia de até 15% de combustível para foguetes que precisam colocar satélites em órbitas equatoriais, aproveitando a velocidade de rotação da Terra. Foi inaugurado em 1983, e em operação desde 1989.

Centro de Lançamento da Barreira do Inferno (CLBI, Rio Grande do Norte, Figura 3): Localizado em Parnamirim, foi a primeira base de foguetes da América do Sul (fundada em 1965). Hoje,

¹ <https://site-sindct.storage.googleapis.com/uploads/2022/06/13092930/TECNOLOGIA_DE_FOGUETES.pdf>



Figura 2 – Centro de Lançamento de Alcântara. Fonte: Governo do Maranhão.

foca principalmente em lançamentos de foguetes de sondagem para pesquisas científicas e no rastreamento de veículos lançados de Alcântara ou da Guiana Francesa.



Figura 3 – Centro de Lançamento da Barreira do Inferno. Fonte: Governo de Natal.

3.1.1 O Programa AEB Escola

Criado em 2004, o Programa AEB Escola é o braço educativo da agência. Seu objetivo não é apenas ensinar Astronomia, mas despertar vocações científicas e capacitar professores para utilizarem o tema “Espaço” como ferramenta pedagógica. O que o programa oferece para os professores(as)?

1. Capacitação Gratuita: Por meio da plataforma AEB Escola Virtual², são oferecidos cursos de extensão e aperfeiçoamento (com certificados) em temas como Satélites, Foguetes, Astronomia Básica e Robótica.
2. Materiais Didáticos: O programa disponibiliza guias, cartilhas e propostas de atividades práticas (como a construção de foguetes de garrafa PET) que podem ser aplicadas do Ensino Fundamental ao Médio, como empregado neste trabalho.
3. OBA e MOBFOG: A AEB apoia a Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica e a Mostra Brasileira de Foguetes, eventos que mobilizam milhares de escolas anualmente.

² <https://aebescolavirtual.aeb.gov.br/>

Então, podemos perceber que as escolas podem levar a AEB para a sala de aula. Por exemplo, na Geografia, podemos discutir a soberania nacional, o uso de satélites para monitorar o desmatamento da Amazônia e a importância geopolítica da Base de Alcântara. Na Física e Matemática, estudar as Leis de Newton através do lançamento de foguetes e calcular trajetórias e velocidades orbitais. Na História e Sociedade, analisar a evolução tecnológica brasileira e os impactos sociais da tecnologia espacial no cotidiano (GPS, previsão do tempo e comunicações).

3.2 O Princípio Físico do Lançamento

O sucesso de qualquer lançamento de foguete baseia-se fundamentalmente na 3ª Lei de Newton, a Lei da Ação e Reação, e no princípio da conservação do momento linear (ou quantidade de movimento³). O motor do foguete funciona expelindo gases de exaustão a uma altíssima velocidade para baixo por meio de um bocal. Essa ação gera uma força de reação igual e oposta, conhecida como Empuxo (E), que impulsiona o foguete para cima, superando a atração gravitacional da Terra e a resistência do ar. Essencialmente, o foguete se move ao “jogar fora” massa (o propelente queimado) em alta velocidade.

3.3 A Equação Fundamental e o Desafio da Massa

O desempenho de um foguete é descrito pela ‘Equação de Foguete’ de Konstantin Eduardovich Tsiolkovsky (1857-1935), cientista de foguetes russo-soviético e pioneiro na teoria astronáutica. De forma simples, estabelece a relação entre a variação de velocidade (Δv) que o foguete pode atingir, a velocidade de exaustão dos gases (v_e), e a razão de massa, que é a massa inicial total (m_i) dividida pela massa final (m_f):

$$\Delta v = v_e \cdot \ln\left(\frac{m_i}{m_f}\right) \quad (1)$$

Esta equação demonstra, de forma elegante, que para aumentar a variação de velocidade, é preciso aumentar drasticamente a razão de massa. Na prática, isso significa que a maior parte da massa inicial de um foguete deve ser composta por propelente (combustível e oxidante). O desafio central da Engenharia Aeroespacial é, portanto, maximizar o Δv minimizando a massa da estrutura do veículo.

3.4 Matemática e Engenharia Aerodinâmica

A Matemática sempre carregou o estigma de ser uma disciplina de difícil domínio, reservada a grandes intelectuais. No entanto, sua natureza é fundamentalmente lógica e está

³ Trata-se de uma grandeza vetorial definida pelo produto da massa (m) pela velocidade ($\vec{v}$) de um corpo ($\vec{p} = m\vec{v}$). No Sistema Internacional, temos como unidade kg.m/s.

intrinsecamente ligada à nossa realidade, permeando desde a escola e a universidade até as mais simples tarefas diárias, como equilibrar o orçamento no final de cada mês! O status de um campo de estudo nobre e essencial que a Matemática possui hoje remonta às suas origens na Grécia Antiga, onde foi cultivada por pensadores que a estabeleceram não apenas como um conjunto de regras, mas como a ciência da lógica e do padrão.

Para além dos cálculos de propulsão (Equação 1), a Matemática é crucial para o design aerodinâmico e o controle de trajetória. O estudo da Geometria define a forma ideal do nariz (ogiva) e das aletas (ou barbatanas) para reduzir o arrasto (resistência do ar) e manter a estabilidade. Além disso, a trajetória de lançamento é calculada usando modelos complexos que incluem funções polinomiais de grau 2 (para a fase balística), vetores e cálculo diferencial para considerar a força da gravidade, a resistência do ar e as constantes mudanças na massa e no ângulo de voo.

Nas atividades práticas realizadas com os estudantes que resultaram no Produto Educacional desta dissertação, cada aspecto acima descrito foi abordado (dentro dos conhecimentos pertinentes aos mesmos) como uma etapa fundamental para o entendimento da construção e do lançamento de foguetes, mesmo aqueles simples envolvendo garrafas PET.

3.5 O Voo em Múltiplos Estágios e a Órbita

A solução mais eficiente para superar o grande desafio de levantar tanto propelente é a utilização de foguetes de múltiplos estágios. Ao esgotar o combustível de um estágio, essa seção é descartada, permitindo que o estágio seguinte comece a queimar seu próprio propelente com uma massa total muito menor. Isso aumenta significativamente a razão de massa (m_i/m_f) do sistema remanescente, maximizando o Δv final. O objetivo último do lançamento é atingir uma altitude e, crucialmente, uma velocidade lateral suficiente para que o foguete (ou sua carga útil) permaneça em órbita ao redor da Terra, em um estado de queda livre contínua, em vez de retornar à superfície.

3.6 Breve Historiografia dos Foguetes

Os foguetes foram feitos para transformar o sonho do voo espacial em realidade, pois os mitos antigos das culturas de todo o mundo narram histórias de heróis que tentam conquistar os céus ou o sonho de voar. O primeiro relato confirmado de foguetes (para a guerra) ocorreu em 1232 d.C., quando a China os empregou contra os mongóis que cercavam a cidade de Kai-feng-fu. Um dos primeiros lança-foguetes registrados é o lançador de flechas de fogo “ninho de vespa” (Figura 1) produzido pela dinastia Ming em 1380, (Taylor, 1978). A raiz principal da palavra ‘foguete’, em diversas linguas latinas, reside no italiano, *rocchetto*, que significa bobina/carretel devido à sua forma inicial de lançar flechas propelidas por pólvora no período medieval. O termo italiano foi adotado em alemão em meados do século XVI por Leonhard Fronsperger



Figura 4 – Ilustração do lançador de flechas. Fonte: Themes in Chinese History: Patterns, Identity and Foreigners. <<https://factsanddetails.com/china/cat2/4sub7/item31.html>>

(1520-1575), soldado e escritor alemão da Baviera, em um livro sobre artilharia de foguetes publicado em 1557 (Taylor, 1978).

Em 1898, um professor russo, Konstantin Tsiolkowsky (1857-1935), propôs a ideia da exploração do espaço por meio de foguetes (Figura 5). Em um relatório publicado em 1903, ele sugeriu o uso de combustíveis líquidos para conseguir um alcance mais longo.



Figura 5 – Konstantin Tsiolkowsky (1857-1935). Fonte: Collections of the Presidential Library. <<https://www.prilib.ru/en/collections/1040826>>



Figura 6 – Robert Goddard. Fonte: Linda Hall Library. <<https://www.lindahall.org/about/news/scientist-of-the-day/robert-goddard/>>

Tsiolkowsky afirmou que somente a velocidade de exaustão dos gases limitava a velocidade e o alcance de um foguete. Por suas ideias, pesquisa cuidadosa e grande visão, Tsiolkovsky foi chamado de pai da Astronáutica. No entanto, a evolução natural do projeto ganharia aplicações militares e em 1944 surgiria, pelos cientistas do exército alemão, o foguete V2 que passaria a aterrorizar a Inglaterra no final da 2^a Guerra Mundial. Contudo, com o fim do conflito, soviéticos e americanos investiram no projeto alemão e os foguetes de ambos os lados começaram a empregar os avanços feitos desde então.

No início do século XX, o físico norte-americano Robert H. Goddard (1882-1945) conduziu experimentos com foguetes (Figura 6). Ele interessou-se pelo modo como se poderia atingir altitudes maiores do que eram possíveis com balões mais leves que o ar. Goddard publicou em 1919 um tratado de 69 páginas (*A Method of Reaching Extreme Altitudes* - Um Método para Chegar a Grandes Altitudes) que explicava como lançar foguetes de dois estágios. Atualmente, damos a essa análise matemática que estava contida no trabalho de Goddard o nome de ‘foguete de sonda meteorológica’.

Apesar de Goddard ter chegado a várias conclusões importantes para o desenvolvimento dos foguetes, a chamada ‘Era Espacial’ foi de fato iniciada a partir dos anos 1950, mais precisamente em 4 de outubro de 1957, quando os soviéticos lançaram o Sputnik I (Figura 7).



Figura 7 – Réplica do Sputnik 1, o primeiro satélite artificial. Fonte: National Air and Space Museum. <<http://nssdc.gsfc.nasa.gov/database/MasterCatalog?sc=1957-001B>>

3.7 Foguetes de Propulsão a Água

Foguetes de propulsão a água são modelos experimentais simples que utilizam uma combinação de água e ar comprimido para gerar impulso para o lançamento.

O processo de lançamento se inicia com uma garrafa PET (Polietileno Tereftalato), como as de refrigerante, preenchida com água na proporção de um terço do seu volume total. A garrafa é então invertida em um suporte que garante a vedação e a conexão com um sistema de pressurização. Utiliza-se um compressor ou uma bomba de ar (como as usadas para encher pneu de bicicleta) para injetar ar na garrafa.

À medida que o ar é bombeado, a pressão interna aumenta, comprimindo o volume de ar sobre a água. Quando essa pressão atinge o valor ideal de lançamento (geralmente na faixa de 80 a 110 PSI, libras por polegada quadrada), o sistema de soltura é acionado.

A alta pressão expelle a água pela abertura (bocal) em alta velocidade. De acordo com a 3ª Lei de Newton (Ação e Reação), essa expulsão violenta da massa de água gera uma força de reação e impulso no sentido oposto, fazendo com que a garrafa, no formato de um foguete, seja lançada verticalmente.

Enfim, trata-se de uma ferramenta educacional de grande importância, pois permitem aos estudantes aproximar a teoria da prática, aplicando conceitos abstratos de Física e Matemática de forma lúdica e envolvente, como observado na Figura 8.



Figura 8 – Estudante competidor no lançamento do foguete de propulsão a água.

Fonte: MOBFOG. <<http://www.oba.org.br/site/>>

4

METODOLOGIA

A proposta metodológica desta pesquisa está pautada em uma abordagem qualitativa. Usamos como ferramenta pedagógica, Metodologias Ativas, baseado na Sala de Aula Invertida. O presente estudo de pesquisa terá como sujeitos estudantes do 2º ano do Ensino Médio do Colégio Estadual Luiz José da Silva (CELJS) e também do 3º ano do Ensino Médio do Colégio Estadual Carneiro Ribeiro (CECR IV), ambos em Salvador-BA. A metodologia a ser desenvolvida encontra-se baseada em atividades didático-pedagógicas estruturadas a partir da interação teórico-prática sintonizadas com as tendências atuais de ensino.

Astronomia foi elencada como disciplina eletiva em 2023, Novo Ensino Médio, eixo formativo itinerante, para os estudantes do 2º ano do Ensino Médio do Colégio Estadual Luiz José de Oliveira, com carga horária de 3 horas/aula semanais, totalizando 12 horas/aula mensais. A partir de julho do mesmo ano, fui transferido para uma outra Instituição de Ensino Público, Colégio Estadual Carneiro Ribeiro Classe IV, onde o projeto ocorreu com estudantes do 3º ano do Ensino Médio, com carga horária de 8 horas/aula mensais. Em 2025, novamente fui transferido para uma outra Instituição de Ensino Público, Colégio Estadual Cleriston Andrade, CECA, onde o projeto ocorreu com estudantes no 1º ano do Ensino Médio com carga horária de 2 horas/semanais, totalizando 8 horas/aula mensais. A Tabela 1 resume as informações acima com o número de turmas e estudantes envolvidos no processo.

No Colégio Estadual Luiz José de Oliveira, a disciplina “Você o Mundo e suas Relações”, é uma eletiva do Novo Ensino Médio. Tem objetivo de desenvolver atividades que aguçam a percepção dos estudantes a respeito da presença da Matemática na natureza, na música, na arquitetura, nas obras de artes e no artesanato, desenvolvendo habilidades durante a construção do conhecimento sobre os objetos matemáticos presentes nesses campos.

Já no Colégio Estadual Carneiro Ribeiro Classe IV, a disciplina “Modelando Situações e Entendendo Contextos” pretende, a partir da observação da diversidade de contextos e/ou situações, aos quais os estudantes estão inseridos, levá-los a construir conhecimentos utilizando

COLÉGIO	ANO	DISCIPLINA	Nº TURMAS	Nº ESTUDANTES
CELJS	2º	VOCÊ, O MUNDO E AS RELAÇÕES	1	16
CECR IV	3º	MODELANDO SITUAÇÕES E ENTENDO CONTEXTOS	2	40
CECA	1º	FÍSICA	1	18

Tabela 1 – Dados das Escolas. Fonte: Autor.

modelos matemáticos que os/as representem, além de observar, interpretar e compreender os diversos fenômenos do nosso cotidiano para interferir ou não em seu processo de construção.

No Colégio Estadual Cleriston Andrade, a disciplina de Física na primeira série do Ensino Médio baseia-se no estudo da Mecânica Newtoniana, do calor e dos fluidos. Assim é feito o estudo da cinemática escalar e vetorial em seus tipos básicos de movimentos: uniforme e uniformemente variado, das Leis de Newton com suas respectivas aplicações e dos princípios físicos de conservação.

Do exposto anteriormente, o presente trabalho está estruturado de modo que o estudante relacione aspectos da Matemática e da Física ao lançamento de foguetes. Sendo assim, os conteúdos escolhidos foram:

- ♣ Um bate papo sobre Astronomia e apresentação de um vídeo;
- ♣ Um bate papo sobre Geocentrismo e Heliocentrismo, com a passagem de vídeos, relatando contextos históricos da época, apresentando os principais personagens;
- ♣ Estudo da Cinemática;
- ♣ Estudo da Força Elástica;
- ♣ Estudo de Funções 1º e 2º grau;
- ♣ Leis de Newton;
- ♣ Gravitação Universal - Velocidade de Escape;

4.1 Etapas da Proposta

Utilizamos um conjunto de etapas, atividades, que tiveram como base Metodologias Ativas, baseadas na Sala de Aula Invertida. Nesse modelo de Ensino os estudantes previamente sabiam do conteúdo a ser abordado nos encontros por meio de materiais disponibilizados, como textos, livros, vídeos, links, etc. Sendo assim, a turma debatia sobre o tema, sempre contextualizado, com Matemática, Física, Astronomia e Lançamentos de Foguetes.

4.2 Metodologias Ativas

Metodologia Ativa é um conceito de ensino que coloca o estudante como centro no seu processo de aprendizado. É uma forma de tirar o estudante do papel de ouvinte passivo e colocá-lo em ação por meio de jogos, aplicativos, projetos e demais atividades práticas que estimulem a participação dele na aprendizagem. De acordo com Ausubel (AUSUBEL, 2003), as Metodologias Ativas de Ensino exerce protagonismo ao estudante em seu desenvolvimento cognitivo, respeitando os saberes prévios, teóricos e práticos. O material aqui apresentado não objetiva esgotar a temática nem oferecer uma base teórica aprofundada sobre as metodologias ativas, mas, propõe-se a ser uma base de aproximação dos estudantes com a figura do Professor quanto a tais metodologias, abordando informações básicas e essenciais. Todavia foi aplicado a Sala de Aula Invertida no intuito de realizar um ensino integrado com a parte experimental do ensino de conteúdos de Matemática e Física. Apresenta-se, assim, um roteiro que contempla métodos que possibilita um aprofundamento do conteúdo para ser realizado em uma escola de Ensino Médio.

Para nortear o conteúdo, partimos da história antiga e moderna dos foguetes até o lançamento (materialização) que foi realizado pelos estudantes. Como já mencionado a pesquisa foi qualitativa descritiva, com metodologias ativas, ou seja, a pesquisa será centrada nos estudantes, e, para isso, uma série de estratégias que visam potencializar os processos educativos foram considerados.

4.3 Sala de Aula Invertida

A sala de aula invertida é uma metodologia de ensino que ganhou destaque nos últimos anos, especialmente na área da Matemática. Ela consiste em inverter a sequência tradicional de ensino, em que o professor apresenta o conteúdo em sala de aula e os estudantes fazem exercícios em casa. Na sala de aula invertida, os estudantes estudam o conteúdo em casa por meio de vídeos, textos e outros recursos, e a sala de aula é utilizada para aplicação do conhecimento, discussão e resolução de dúvidas.

A Sala de Aula Invertida, também conhecida como *flipped classroom*, surgiu na década de 1990 com o trabalho do professor de Química Jonathan Bergmann e do professor de Física Aaron

Sams, na escola Woodland Park High School, no Colorado, Estados Unidos. A Tabela 2 apresenta os quatro pilares da Aprendizagem Invertida, um acrônimo da palavra FLIP (proveniente do termo em inglês para Sala de Aula Invertida, Flipped Classroom).

Modelo	Sala de Aula	Casa e Outros
MODELO TRADICIONAL	• Transmissão de informação • Transmissão de conhecimento • Resolução de exemplos • Professor palestrante • Estudante passivo	• Exercícios • Projetos • Trabalhos • Soluções de problemas
SALA DE AULA INVERTIDA	• Atividades de simulação • Atividades de projeto • Trabalhos em grupo • Debates • Professor mentor • Estudante ativo	• Leituras • Vídeos • Pesquisas • Resolução de exemplos

Tabela 2 – Sala de Aula Invertida

Porém, de acordo com os autores, é preciso deixar claro que diferente de passar um vídeo ou material de leitura para que seja estudado em casa para em seguida, ser debatido o conteúdo em sala de aula (prática comum para alguns professores), a Sala de Aula Invertida propõe a Aprendizagem Invertida, ou seja, uma abordagem pedagógica na qual a aula expositiva passa da dimensão da aprendizagem grupal para a dimensão da aprendizagem individual, enquanto o espaço em sala de aula é transformado em um ambiente de aprendizagem dinâmico e interativo, no qual o professor guia os estudantes na aplicação dos conceitos (Tabela 3).

F	L	I	P
Ambiente Flexível Criar espaços flexíveis nos quais os estudantes escolhem quando e onde aprendem.	Cultura de Aprendizagem No modelo tradicional, a fonte principal de informação é centrada no professor. Na abordagem invertida a responsabilidade da instrução passa a ser centrada no estudante.	Conteúdo Dirigido Educadores pensam em como usar o modelo. Flipped para ajudar estudantes na compreensão conceitual e determinam o que precisam ensinar e quais materiais eles devem acessar por conta própria.	Educador Profissional É mais exigente e é continuamente demandado, fornecendo feedback imediato em aula, avaliando o trabalho. Conecta-se com outros facilitadores, aceita críticas e tolera o caos controlado em aula.

Tabela 3 – Aprendizagem Invertida. Modificado pelo Autor.

MÊS	CONTEÚDO	HABILIDADES
Março e Abril	Reflexão sobre Astronomia	Ampliar o cognitivo da Astronomia em nossas vidas
Maio	Geocentrismo e Heliocentrismo - Sistema Solar	Perceber as principais relações do modelo atual e o Sistema Solar
Junho	Cinemática Funções Polinomial 1º e 2º Grau e Funções Trigonométricas	Realizar deduções de equações, correlacionando com altura máxima e distância de lançamentos vertical e oblíquo
Julho	Força Elástica - Conservação do Movimento - Leis de Newton - Empuxo	Correlacionar o lançamento de foguetes com aspectos Matemáticos e Físicos
Agosto	Pesquisa sobre Foguetes - Apresentação de vídeos curtos sobre o Lançamento de Foguetes	Analisar e correlacionar a pesquisa com os vídeos amostrados
Setembro	Questionário no Google Forms sobre Lançamentos de Foguetes	Compreender e validar a pesquisa e os vídeos e atividades de palavras cruzadas
Outubro	Oficina de construção de Foguete de garrafa PET	Explorar e reconhecer elementos constitutivos do desenho, da pintura, da modelagem e da escultura em suas produções
Novembro	Lançamento dos Foguetes	Visualizar a dinâmica dos lançamentos de foguetes

Tabela 4 – Atividades Realizadas. Fonte: Autor.

4.4 Execução das Atividades

A Tabela 4 ilustra as atividades realizadas para este trabalho.

No mês de Março/Abril, iniciando o ano letivo de 2023, foi feito a reflexão sobre a nossa presença e o nosso lugar na história do Universo, tanto no tempo como no espaço. Dialogamos por meio de vídeos e textos sobre a Astronomia e seus aspectos interdisciplinares.

Foi abordado como a Astronomia tem um papel de ampliar os horizontes e a percepção sobre o mundo em que vivemos, de onde viemos e talvez para onde vamos. Foi discutido como a Astronomia nos auxilia na compreensão de fenômenos naturais, como a duração dos dias, semanas, meses e anos. Ainda, conhecendo mais sobre essa ciência, é possível agir e pensar sobre as possíveis influências que ela exerce sobre nossa vida, pois é possível usar os astros para além da compreensão, ou seja, seu conhecimento pode ser utilizado em atividades muito práticas, como prever o ciclo das marés a partir do regime das fases da Lua.

No mês de Maio foi abordado conteúdos sobre o Sistema Solar, um conjunto formado por oito planetas e outros corpos celestes que orbitam o Sol, a sua estrela. Na Via Láctea, encontra-se

localizado no Braço de Órion.

De acordo com a Resolução 5A da União Astronômica Internacional (IAU), aprovada em 24 de agosto de 2006, foi estabelecido que um planeta deve orbitar o Sol, ter forma arredondada (equilíbrio hidrostático) e ter “limpado” sua órbita de outros corpos, reduzindo, dessa forma, o número de planetas de nove para oito: Mercúrio, Vênus, Terra, Marte, Júpiter, Saturno, Urano e Netuno. Também tratamos aspectos das teorias Geocêntrica e Heliocêntrica (Figura 9). Na primeira, também chamada de sistema Ptolomaico, foi elaborada pelo astrônomo grego Claudio Ptolomeu no início da Era Cristã e defendida tal arquitetura em seu livro intitulado *Almagesto*. Nesta, abordamos que a Terra está no centro do Sistema Solar e os demais astros orbitam ao redor dela. Os astros estariam fixados sobre esferas concêntricas e girariam com velocidades distintas.

O geocentrismo, defendido por Cláudio Ptolomeu, dizia que:

- A Terra estava no centro do universo
- Todos os astros giravam ao redor dela

Problema para a Astronautica: Esse modelo não descreve corretamente os movimentos dos planetas. Ele usava ideias complicadas (como epiciclos) que não refletem a realidade física. Se a ciência tivesse continuado com essa visão, não conseguiríamos prever órbitas com precisão. Seria quase impossível calcular trajetórias de foguetes, missões espaciais seriam extremamente imprecisas.

O heliocentrismo, proposto por Nicolau Copérnico e aprimorado por Johannes Kepler e Isaac Newton, trouxe a ideia de que:

- O Sol está no centro do sistema solar
- Os planetas orbitam o Sol em trajetórias previsíveis

Isso permitiu descobrir: As leis de Kepler (órbitas elípticas) e A Gravitação Universal (força que governa os movimentos).

A teoria Heliocêntrica também foi abordada, um modelo teórico desenvolvido pelo astrônomo e matemático polonês Nicolau Copérnico (1473-1543). De acordo com Copérnico, a Terra e os demais planetas, diferente do modelo Geocêntrico, movem-se ao redor do Sol. Para maiores detalhes, sugerimos a dissertação¹ “DE Platão à Kepler: Um Recorte sobre o Movimento dos Planetas no Sistema Solar”, produzida no MPASTRO (SANTOS, 2023). Ver também o Produto Educacional associado².

Relação com lançamento de foguetes

A Astronautica depende diretamente dessas ideias:

¹ <[https://mpastro.uefs.br/storage/dissertations/8a.-Turma-\(Edital-2021\)/Disserta%C3%A7%C3%A3o%20-%20Maria%20Amanda%20Guimar%C3%A3es%20Santos.pdf](https://mpastro.uefs.br/storage/dissertations/8a.-Turma-(Edital-2021)/Disserta%C3%A7%C3%A3o%20-%20Maria%20Amanda%20Guimar%C3%A3es%20Santos.pdf)>

² <[https://mpastro.uefs.br/storage/educational-product/8a.-TURMA-\(Edital-2021\)-Produtos-Educacionais/Manual%20Oficinas%20-%20Maria%20Amanda%20Guimar%C3%A3es%20Santos.pdf](https://mpastro.uefs.br/storage/educational-product/8a.-TURMA-(Edital-2021)-Produtos-Educacionais/Manual%20Oficinas%20-%20Maria%20Amanda%20Guimar%C3%A3es%20Santos.pdf)>

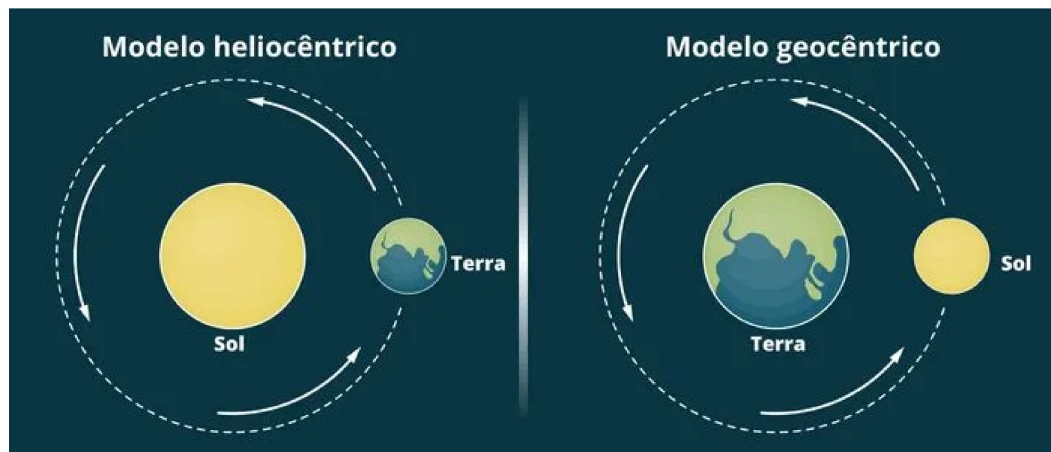


Figura 9 – Modelos Geocêntrico e Heliocêntrico. Fonte: Domínio Público.

1. Cálculo de órbitas

- Satélites e foguetes seguem trajetórias baseadas nas leis de Kepler

Exemplo: colocar um satélite em órbita da Terra

2. Velocidade de escape

- Conceito derivado da gravidade (Newton)
- Define a velocidade necessária para um foguete “escapar” da Terra

3. Transferência orbital

- Viagens espaciais (ex: Terra → Marte) usam trajetórias como a órbita de transferência de Hohmann

- Isso só é possível com o modelo heliocêntrico

4. Referencial de movimento

Na prática, usamos dois referenciais:

- Terra (para lançamento)
- Sol (para viagens interplanetárias)

Também abordamos que a sucessão de dias e noites é uma consequência do movimento de Revolução da Terra sobre seu próprio eixo. Finalizamos com Giordano Bruno (1548-1600) que reforça a tese de Copérnico, de que a Terra não é o centro do Universo, que tem movimentos próprios. Ainda, acrescenta a ideia de que o Universo não é finito, mas infinito.

No mês de Junho foi abordado o tema de cinemática, lançamentos verticais e oblíquos. No estudo de cinemática tratamos de conteúdos que nos ajudam a ver os movimentos pelo lado da Física, o qual se pode utilizar para calcular o tempo e a distância gastos em viagens, entender e saber conceitos relacionados à velocidade e aceleração. A Geometria também foi empregada com auxílio de instrumentos simples como trena manual e transferidor (Figura 10).



Figura 10 – Experimento em ambiente aberto - quadra poliesportiva: Determinando distâncias, alturas e ângulos. Fonte. Autor.



Figura 11 – Estudantes medindo a deformação do elástico. Fonte: Autor.

Em julho, foi conduzido um experimento com o objetivo de correlacionar a Lei de Hooke (que descreve a Força Elástica) com uma função polinomial de 1º grau (função linear). Para isso, os estudantes, organizados em duplas, utilizaram um dinamômetro e um elástico (Figura 11). O procedimento consistiu em medir o alongamento da mola, registrando o valor da força restauradora em Newtons (N) a cada incremento de um centímetro (1 cm) na extensão. Foram utilizados dinamômetros com diferentes faixas: de 0 a 2,5 N, de 0 a 5 N, e de 0 a 10 N.

Após as medições os estudantes com ajuda de *cromebooks* confeccionaram uma tabela no excel e fizeram a regressão linear, podendo assim verificar a relação da deformação da mola com a variável independente da função polinomial de grau 1 (Figura 12). A proposta era fazer a correlação da força elástica uma com uma função afim e mostrar a relação de proporcionalidade entre a força e a deformação da mola.

No mês de Agosto, foi solicitado as turmas que fizessem uma pesquisa, abordando os conceitos físicos sobre lançamento de foguetes, com prazo de entrega de uma semana.

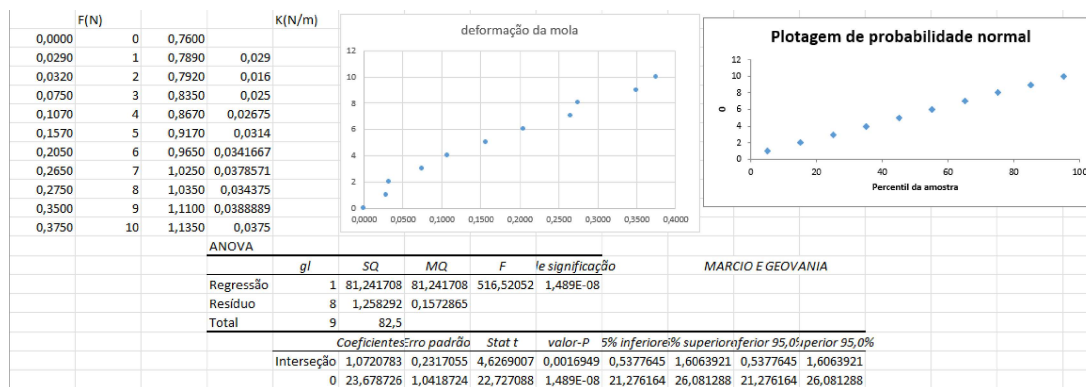


Figura 12 – Registro das medidas efetuadas com a Lei de Hooke. Fonte: Autor.

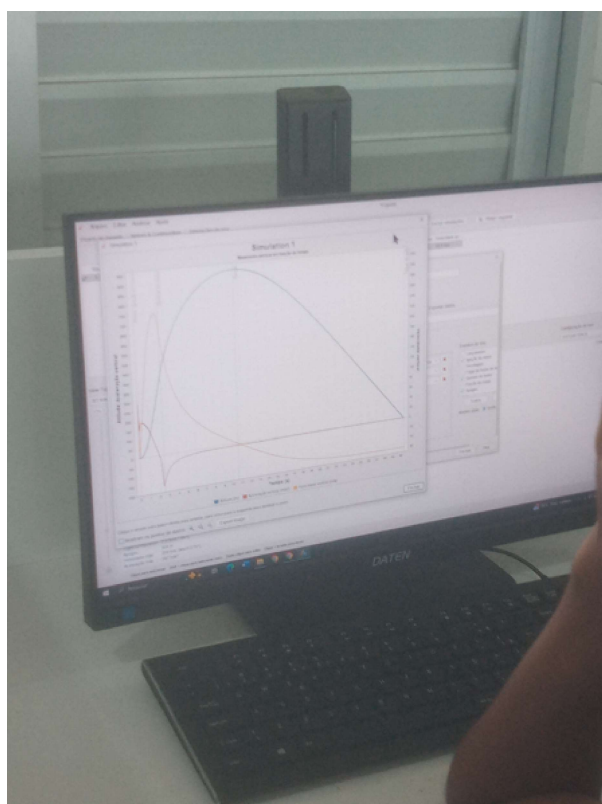


Figura 13 – Estudos simulados sobre trajetórias de foguetes. Fonte: Autor.

Na devolução dos trabalhos, foi passado vários vídeos curtos, com duração de dez a quinze minutos, abordando lançamentos de foguetes e aspectos físicos relacionado ao lançamento e trajetória (Figura 13). Durante a semana, foi realizada um debate em sala de aula, abordando os conceitos abordados. Neste momento, era avaliado as respostas dos estudantes com os conteúdos apresentados nos vídeos.

No mês de Setembro, foi passado para as turmas três palavras cruzadas, sendo duas com nível intermediário, e outra com um nível avançado. No nível intermediário, tivemos dois modelos de palavras cruzadas. Um modelo não haviam perguntas e as palavras poderiam ser encontradas na direção horizontal, vertical ou oblíqua, no sentido esquerda para direita, ou de

cima para baixo. Outro modelo haviam perguntas, cujas respostas devem ser colocadas nas respectivas lacunas numeradas, seja de direção vertical, seja na direção horizontal. As palavras contidas nas atividades são conceitos trazidos pelos próprios estudantes na pesquisa realizadas e discutidas em sala de aula. No nível avançado, as palavras poderiam ser encontradas na direção horizontal, vertical ou oblíqua, no sentido esquerda para direita, ou de cima para baixo e com sentido oposto. Também existia uma quantidade maior de palavras.

Também no mês de Setembro, foi passado um questionário no *Google Forms*, em que os estudantes respondiam on-line questões relacionadas a lançamento de foguetes. O objetivo dessa atividade, era melhor fixação dos conteúdos já vistos. O questionário possui dez questões objetivas e podem ser encontrados no Apêndice deste trabalho.

Após essas atividades, no mês de Outubro, foi iniciado uma oficina para fazer os foguetes de garrafa pet (Figura 14). Inicialmente foi compartilhado uma vídeo-aula para os as turmas, onde eu mostrava passo a passo os materiais necessários para atividade e como fazer a montagem do foguete. Após os estudantes assistirem o vídeo, reuniram-se em grupos e fizeram a montagem do foguete baseado na vídeo-aula.

Já no mês de Novembro, foram realizadas as atividades de Lançamento de Foguete de propulsão a água (Figura 15). Os próprios estudantes manufaturaram as bases e fizeram os lançamentos. A proposta desse experimento foi mostrar funcionamento do foguete, e discutir o empuxo, 3ª lei de Newton e o Princípio de Conservação do Movimento.



Figura 14 – Construção dos foguetes com a orientação da vídeo-aula. Fonte: Autor.



Figura 15 – Montagem para o lançamento do foguete de propulsão a água. Fonte: Autor.

5

RESULTADOS OBTIDOS

As atividades propostas durante o percurso desta pesquisa tende ao desenvolvimento cognitivo do estudante, pois o mesmo passa a compreender conceitos com mais clareza, a fazer conexões e corrigir os próprios erros. A Matemática passa a ser mais compreensível, a leitura se torna um hábito, ciência começa a fazer sentido como um jeito de olhar o mundo, e não mais como uma lista de fórmulas.

Surgem avanços socioemocionais: o estudante jovem aprende a colaborar, a ouvir, a argumentar sem brigar, a lidar com frustração e a se orgulhar de resolver problemas difíceis. Essa parte é invisível na nota do boletim, mas decisiva para tudo que vem depois.

Ainda, aparecem efeitos comportamentais observáveis: mais participação, autonomia, curiosidade e vontade de investigar. As vezes, o resultado é algo tão simples quanto um estudante que finalmente pergunta “por quê?” em vez de só copiar da lousa.

Os resultados também dependem do tipo de atividade. Uma tarefa investigativa fomenta pensamento crítico; um trabalho artístico amplia expressão, uma atividade de debate treina argumentação, um projeto longo cultiva persistência.

Atentando para atividades pedagógicas, o legal é ver que o aprendizado se espalha em direções inesperadas. Um exercício simples de observar um documentário, por exemplo, pode gerar discussões éticas, cálculos matemáticos, reflexões ambientais e até mudanças de comportamento. É aí que a Pedagogia mostra seu alcance real, i.e., de não só produzir respostas certas, mas de produzir mentes mais vivas.

Do exposto anteriormente, podemos enumerar as seguintes conquistas neste trabalho dissertativo, onde, por exemplo, os estudantes foram capazes de aplicar conceitos matemáticos ao analisar dados apresentados no documentário, evidenciando compreensão crítica e capacidade de relacionar teoria e prática.

A. Resultados Cognitivos (aprendizagens): Os estudantes demonstraram maior compreensão dos conteúdos trabalhados; Houve melhora na capacidade de interpretar textos e imagens; Identificaram relações entre conceitos matemáticos e situações reais; Aumentaram o vocabulário e a capacidade de argumentação.

B. Resultados Socioemocionais: Aumento da participação e colaboração entre os estudantes; Maior envolvimento nas discussões e troca de opiniões; Desenvolvimento da empatia e da escuta ativa.

C. Resultados Procedimentais (habilidades práticas): Melhor organização das informações; Capacidade de realizar cálculos e análises; Uso adequado de ferramentas como tabelas, mapas mentais, gráficos ou registros escritos; Desenvolvimento de argumentações fundamentadas.

D. Resultados Atitudinais: Maior interesse pelos temas abordados; Participação ativa nas atividades; Cumprimento de prazos e responsabilidades; Respeito às opiniões dos colegas.

Como conclusão geral, embora possa parecer uma atividade simples, as escolas em sua grande maioria não dispõem de laboratórios de ciências que possam complementar os conteúdos teóricos de Física vistos em sala de aula. Portanto, a propisção de atividades simples e lúdicas contribuem de forma significativa para que os estudantes passem a ver a ciência com uma outra percepção, que não deve ser encarrada como a visualização de figuras e a abstração das mesmas. Nesse sentido, avalio de forma muito positiva as atividades realizadas, de modo que os estudantes demonstraram postura investigativa e respeito nas discussões, valorizando a diversidade de opiniões.

Como Produto Educacional resultante desta dissertação, foi elaborado um roteiro de experimentos para o entendimento de algumas questões sobre o lançamento de foguetes de propulsão a água.

6

CONCLUSÃO

Esperamos, por meio desta abordagem simples, criativa e lúdica, inspirar os estudantes para uma melhor compreensão do mundo físico, de modo a oportunizar o acesso dos mesmos ao conhecimento científico e verídico de uma ciência holística.

Adicionalmente, o projeto permitiu a valorização das ciências e a construção de um material didático baseado em tecnologias acessíveis aos estudantes. Este material, fomentado por bases científicas, pode oferecer suporte aos professores(as) interessados em explorar a conexão entre Astronomia, Astronáutica, Física e Matemática. Os estudantes do Ensino Básico frequentemente enfrentam dificuldades significativas nas disciplinas da área de Exatas, e tais dificuldades se acentuam, muitas vezes, pela falta de métodos alternativos à tradicional aula expositiva e ao quadro. A simples exposição do conteúdo não garante o entendimento do mesmo. Mas, uma atividade prática pode facilitar muito esse caminho.

Do exposto, é fundamental a introdução de experimentos práticos, tanto em laboratórios fechados quanto a céu aberto, para demonstrar como a Astronomia, a Física e a Matemática podem ser explicadas e compreendidas por meio do ambiente em que os estudantes vivem. Portanto, concluí-mos que a proposta de roteiro de experimentos para o entendimento do lançamento de foguetes foi exitosa. O projeto conseguiu resgatar um novo olhar dos estudantes sobre o saber científico. Quando estimulados, os estudantes demonstram maior afinidade e interesse, o que facilita o processo de aprendizagem.

O resultado esperado é que as dificuldades em Matemática e Física sejam minimizadas por meio das atividades propostas nesta dissertação. Assim, esperamos que eles consigam explicar o funcionamento dos fenômenos a outros estudantes, compreender os conceitos sem a necessidade de memorizar cálculos descontextualizados, reconhecer que o ensino não se limita ao quadro, mas se estende a experimentos práticos que podem ser replicados em casa, e de desenvolver uma visão diferenciada e crítica em relação ao estudo da natureza, reconhecendo o ambiente natural como o maior laboratório que temos.

Referências

- AUSUBEL, D.P. **Aquisição e retenção de conhecimentos**: uma perspectiva cognitiva. Lisboa:Plátano Edições Técnicas, 2003
- BERNADES, Adriana Oliveira. **Astronomia na Escola**. Editora CRV, 2019, 116p.
- BÔAS, D. J. F. V, **Veículo Lançador de Satélites**, Curso Astronáutica e Ciências do Espaço, AEB – escola , Brasília, 2005
- BERGMANN, J. e Sams, A. **Sala de Aula Invertida**: Uma metodologia ativa de aprendizagem. 1. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2020
- BEXIGA, Victor Sardinha. **Ensinando Física com foguetes de água e utilizando proposta tics através de uma proposta multidisciplinar**. Defesa de Mestrado. Mestrado Nacional Profissional de Física. Universidade Federal de Rio Grande. 52p. 2015
- BICUDO, M.A.V **Pesquisa em Educação Matemática**: Concepções e perspectivas. São Paulo: Unesp 1999. 97-115
- BOYER, Carl B. **História da Matemática**; tradução: Elza F. Gomide. São Paulo: Editora Edgard BlucherLtda, 1974.
- BRASIL. **Secretaria de Educação Fundamental**. Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais. Brasília: MEC/SEF, 1997, 136p.
- BRASIL. **Secretaria de Educação Fundamental**. Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais. Brasília: MEC/SEF, 1998, 138p.
- BRASIL. **Secretaria de Educação Média e Tecnológica**. Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias. PCN+ Ensino Médio: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Brasília: MEC/SEMTEC, 2002. 144p.
- BRETONES, Paulo Sergio. **A Astronomia na formação continuada de professores e o papel da racionalidade prática para o tema da observação do céu**. Tese de doutorado. Programa de Pós-graduação em Ensino e História de Ciências da Terra. Universidade Estadual de Campinas. 252 pp. 2006
- CAPES - **Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior**. Documento da Área de Ensino. Brasília, DF, 2019. Disponível em: <https://www.gov.br/capes/pt-br/centrais-de-conteudo/ENSINO.pdf>.
- D'AMBRÓSIO, Ubiratan. **Educação Matemática**: da teoria a prática. 4 ed. Campinas: Papirus, 1998
- D'AMBRÓSIO. **A história da Matemática**: questões historiográficas e políticas e reflexos na

Educação Matemática. Papirus, 1999

DIAS, C. A. C. M. **Inserção da Astronomia como disciplina curricular no Ensino Médio**. Rio de Janeiro: Centro Federal de Educação Tecnológica - Pós-Graduação Lato-Sensu em Ensino de Astronomia, 2005. Disponível em: <http://www.ebah.com.br/content/ABAAAADU8AI/insercao-astronomia-como-disciplina-curricular-ensino-medio>

FERREIRA, R. S. CRUZ, **Oficina de foguete**: Aspectos interdisciplinares entre Astronomia, Astronáutica e Física. Defesa de Mestrado. Pós-graduação em Astronomia. Universidade Estadual Feira de Santana. 50p. 2016

FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia**: saberes necessários à prática educativa. São Paulo: Paz e Terra. 36ª Ed, 2007

GAMA, L.D.; HENRIQUE, A.B. **Astronomia na Sala de Aula**: Por Quê? Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia, n.9, p.7-15, 2010.

HAWKING, Stephen. **Breves Respostas para Grandes Questões**. Tradução Cássio de Arantes Leite. Editora Intrínseca, 2018.

LANGHI, Rodolfo. **Astronomia nos iniciais do ensino fundamental**: repensando a formação de professores. Tese de Doutorado. Programa de Pós Graduação em Educação para Ciência. Faculdade de Ciências, Universidade Estadual de São Paulo, Bauru, 370 pp. 2009

LAYTON, David. **Science as general education**. Trends in Education, v. 25, p. 11-15, 1972

LEITE. **Os professores de ciências e suas formas de pensar a astronomia**. Dissertação de mestrado, São Paulo: IFUSP/FEUSP, 2002

LIMA, V. C. S. **A utilização de protótipos de minifoguetes como estratégia da promoção de aprendizagem significativa das leis de Newton do movimento, em nível médio**. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino e Ciências) - UNB. Brasília - DF, 2009.

MOREIRA, M.A. **Aprendizagem significativa crítica**. Porto Alegre, RS: Instituto de Física da UFRGS, 2005

MOREIRA, M. A. **The relevance of physics knowledge for citizenship and the incoherence of physics teaching**. Contextualizing teaching to improve learning. New York: Nova Science Publishers, 2017

NASA – National Aeronautics and Space Administration. **Foguetes - Manual do Professor com Atividades de Ciências, Matemática e Tecnologia**. Traduzido pela Universidade do Vale do Paraíba. — São José dos Campos: Univap. 2001.

NEVES, Marcos César Danhoni. **Astronomia de régua e compasso**: de Kepler a Ptolomeu. Campinas, Instituto de Física, UNICAMP, 242p. Dissertação de Mestrado, 1986

NICOLINI, Jean. **Manual do Astrônomo Amador**. 3ª edição. Campinas: Editora Papirus, 2000

NOGUEIRA, S; BEZERRA, J. P. F.; SOUZA, P. N. **Astronáutica: Ensino fundamental e médio**, Coleção Explorando o Ensino, v. 12, Fronteira Espacial, parte 2. Brasília: MEC-SEB, MCT e AEB, 2009.

NÓVOA, António. **Desafio do Trabalho e Formação de Docentes**. Disponível em: <https://www.youtube.com/v/j1rM>. 2017

KANTOR, Carlos Aparecido. **A ciência do céu: uma proposta para o ensino médio**. São Paulo, USP, 2001. 116 p. Dissertação de Mestrado.

KAPLÚN, G. Material educativo: **A experiência de aprendizado**. Comunicação e Educação, São Paulo, n. 27, p. 46-60, 2003. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/comueduc/article/view/37491>

KOCHE, José C. **Fundamentos de Metodologia Científica**. Editora Vozes Ltda. Rio de Janeiro, 1997

PILETTI, Nelson. **História da educação no Brasil**. 7. ed. São Paulo: Ática, 1989.

ROCHA FILHO, J. B. **Atitudes de estudantes do ensino médio em relação à disciplina de Física**. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, v. 7, n. 2, p. 298-312, 2008.

SANTOS, Jair Pereira. **Produto Educacional** Atividades Didáticas Sobre Lançamento de Foguetes. Departamento de Física. Feira de Santana, UEFS, 25 p. Dissertação de Mestrado, 2026

SILVA, M. A. **Conceitos de física por meio do lançamento de foguetes de garrafa pet**: Uma proposta de transposição didática no ensino médio. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) - UNB. Brasília/DF. 2015.

SILVA, Marcelo Luiz da. **Mostra Brasileira de Foguetes e o Uso de Mapas Mentais como Ferramenta Avaliativa**: Estudo sobre o Ensino de Física em Cursos Integradas do IFMT – Campus de Alta Floresta. 2018. 110 Páginas. Tese (Doutorado)- Pós-graduação de Educação em Ciências e Matemática – Universidade Federal de Mato Grosso, Curitiba, MT, 2018.

TAYLOR, J.W.R. **Foguetes e Mísseis**, São Paulo, Edições Melhoramentos (USP), 1978.

ZUCOLOTTO, Benjamim, SILVA, Cláudia Adriana da. **Ensino de física em espaços informais: uma experiência com lançamentos de foguetes de garrafas pet**. In: V Colóquio internacional: educação e contemporaneidade. Nº 5, 2011, São Cristovão, SE. Ensino de Física em Espaço Informais. 2011.

APÊNDICE A – Questionário no Google Forms

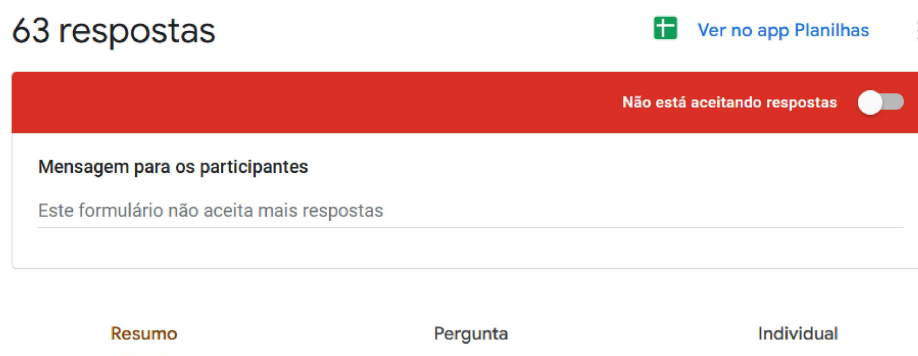


Figura 16 – Quantitativo de resposta



Figura 17 – Estatística de pontuação

O que são foguetes? *



- ☐ São motores que queimam combustível para criar propulsão
- ☐ São motores que queimam combustível para entrar em órbita
- ☐ São motores que absorvem uma energia cinética muito alta
- ☐ São motores que podem ser atuar tanto na gasolina, quanto no álcool

Figura 18 – Questão 01

Qual o princípio de funcionamento dos foguetes? *

- ☐ Usa o princípio da primeira lei de Newton
- ☐ Usa o princípio da segunda lei de Newton
- ☐ Usa o princípio da terceira lei de Newton
- ☐ Usa o princípio da lei de Morgan

Figura 19 – Questão 02

De acordo com a pergunta anterior, assinale o que descreve corretamente o princípio *

- ☐ Para cada ação, há uma reação igual e mesmo sentido
- ☐ Para cada ação, há uma reação igual e sentido oposto
- ☐ Para cada ação, há uma reação igual e direção oposta
- ☐ Para cada ação, não há uma reação igual e mesmo sentido

Figura 20 – Questão 03

...

Qual a grandeza física vetorial, gerada após a queima de combustível, que mede a variação da *
força aplicada sobre o foguete a cada segundo.



- ☐ velocidade
- ☐ aceleração
- ☐ impulso
- ☐ empuxo

Figura 21 – Questão 04

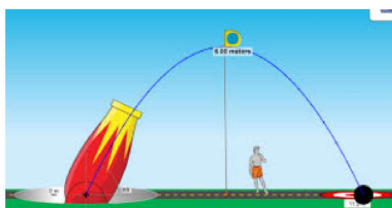
Qual é força motriz obtida quando o combustível dos foguetes entra em combustão e é forçado a sair por um pequeno bocal na parte inferior do foguete, direcionando a força de reação da direção vertical.



- ☐ velocidade
- ☐ aceleração
- ☐ impulso
- ☐ empuxo

Figura 22 – Questão 05

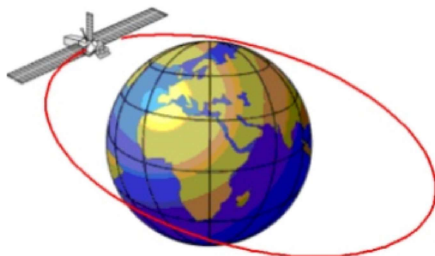
De acordo com a figura abaixo, o projétil descreve o movimento do tipo *



- ☐ Movimento retilíneo uniforme
- ☐ Movimento uniformemente variado
- ☐ Movimento circular uniforme
- ☐ Movimento pendular

Figura 23 – Questão 06

O que é velocidade orbital *



- ☐ é a velocidade de um objeto em um ponto qualquer de sua órbita
- ☐ é a velocidade de um objeto para sair da gravidade da Terra
- ☐ é a velocidade de lançamento do foguete
- ☐ é a velocidade do foguete para entrar na Terra

Figura 24 – Questão 07

o que é velocidade de escape *



- ☐ velocidade de lançamento
- ☐ velocidade mínima que um corpo precisa ter para escapar da atração gravitacional de um astro
- ☐ dobro da velocidade orbital
- ☐ velocidade de reentrada na Terra

Figura 25 – Questão 08

Qual o valor que se aproxima da velocidade de escape da Terra *

- ☐ 7,5 km/s
- ☐ 8,1 km/s
- ☐ 11,2 km/s
- ☐ 15 km/s

Figura 26 – Questão 09

Qual o valor que se aproxima da velocidade de escape da Terra *

- ☐ 7,5 km/s
- ☐ 8,1 km/s
- ☐ 11,2 km/s
- ☐ 15 km/s

Figura 27 – Questão 10

Relacione linha e coluna de acordo com a definição *
Cada linha e coluna só pode ser marcada uma única vez

	é a component...	é a tendência d...	é a component...	ação e reação	variação da qu...
sustentação	☐	☐	☐	☐	☐
arrasto	☐	☐	☐	☐	☐
inércia	☐	☐	☐	☐	☐
impulso	☐	☐	☐	☐	☐
3º lei de Newton	☐	☐	☐	☐	☐

Figura 28 – Questões 11 a 15