



UNIVERSIDADE FEDERAL DO SUL E SUDESTE DO PARÁ
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA
POLO 29

GILMAR DA SILVA ARAÚJO

**ENSINANDO FÍSICA E MATEMÁTICA POR MEIO DE CONSTRUÇÃO E
LANÇAMENTO DE FOGUETES DE GARRAFA PET ATRAVÉS DE UMA
PROPOSTA INTERDISCIPLINAR**

Marabá - PA

2024

GILMAR DA SILVA ARAÚJO

**ENSINANDO FÍSICA E MATEMÁTICA POR MEIO DE CONSTRUÇÃO E
LANÇAMENTO DE FOGUETES DE GARRAFA PET ATRAVÉS DE UMA
PROPOSTA INTERDISCIPLINAR**

Dissertação apresentada ao Polo 29 do Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física da Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física. Área de concentração: Física na Educação Básica.

Orientador: Prof^o. Dr. Jeânderson de Melo Dantas

Marabá - PA

2024

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará
Biblioteca Setorial Campus do Taurizinho

A663e Araújo, Gilmar da Silva
Ensinando física e matemática por meio de construção e lançamento de foguetes de garrafa PET através de uma proposta interdisciplinar / Gilmar da Silva Araújo. — 2024.

Orientador(a): Jeânderson de Melo Dantas.
Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará, Instituto de Ciências Exatas, Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, Marabá, 2024.

1. Física - Estudo e ensino. 2. Matemática - Estudo e ensino. 3. Foguetes - aerodinâmica. 4. Física (Ensino médio) - Estudo e ensino. I. Dantas, Jeânderson de Melo, orient. II. Título.

CDD: 22. ed.: 530.07

Elaborado por Renata Matos de Souza – CRB-2/1586

GILMAR DA SILVA ARAÚJO

**ENSINANDO FÍSICA E MATEMÁTICA POR MEIO DE CONSTRUÇÃO E
LANÇAMENTO DE FOGUETES DE GARRAFA PET ATRAVÉS DE UMA
PROPOSTA INTERDISCIPLINAR**

Dissertação apresentada ao Polo 29 do Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física da Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física. Área de concentração: Física na Educação Básica.

Aprovada em (dia) de (mês) de (ano).

BANCA EXAMINADORA

Prof^o. Dr. Jeânderson de Melo Dantas - Orientador
Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará

Prof^a. Dr^a. Cristina Cardoso de Araújo – Membro Externo
Universidade Federal do Maranhão/UFMA

Prof^a. Dr^a. Franciane Silva de Azevedo – Membro interno
Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará/Unifesspa

SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DO SUL E SUDESTE DO PARÁ
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS-ICE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FÍSICA
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO

Ata da apresentação e defesa de dissertação de Mestrado intitulada: “ENSINANDO FÍSICA E MATEMÁTICA POR MEIO DE CONSTRUÇÃO E LANÇAMENTO DE FOGUETES DE GARRAFA PET ATRAVÉS DE UMA PROPOSTA INTERDISCIPLINAR” para concessão do grau de Mestre em Ensino de Física, realizada às 15:00 horas do dia **24 de outubro de 2024**, na sala 105A, 1º andar do Bloco Central, Campus III/Unifesspa. A dissertação foi apresentada durante 50 minutos pelo mestrando: **Gilmar da Silva Araújo**, diante da banca examinadora aprovada pela Sociedade Brasileira de Física, assim constituída, membros: Prof. Dr. Jeanderson de Melo Dantas (Presidente), Profa. Dra. Franciane Silva de Azevedo (Membro Interno) e Profa. Dra. Cristina Cardoso de Araújo (Membro Externo à Instituição). Em seguida, o mestrando foi submetido à arguição, tendo demonstrado suficiência de conhecimento no tema objeto da dissertação, havendo à banca examinadora decidido pela **Aprovação** da dissertação. Para constar, foram lavrados os termos da presente ata, que lida e aprovada recebe a assinatura dos integrantes da banca examinadora e do mestrando.



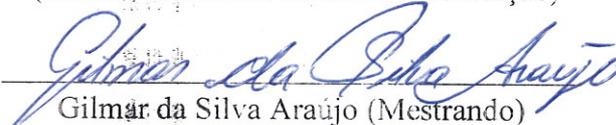
Prof. Dr. Jeanderson de Melo Dantas
(Unifesspa - Presidente)



Profa. Dra. Franciane Silva de Azevedo
(Unifesspa - Membro Interno)



Profa. Dra. Cristina Cardoso de Araújo
(UFMA - Membro Externo à Instituição)



Gilmar da Silva Araújo (Mestrando)

DEDICATÓRIA

Dedico esta tese à minha filha Helena Hope e à minha esposa Helynne Feitosa.

Helena, sua presença ilumina meus dias e me inspira a buscar sempre o melhor. Seu sorriso e inocência são o combustível para minhas jornadas mais desafiadoras. Helynne, sua parceria, compreensão e amor incondicional foram fundamentais para a realização deste trabalho. Agradeço por estar ao meu lado em cada etapa desta caminhada, oferecendo apoio, encorajamento e sacrifícios. Esta conquista é nossa.

Aos alunos, que mergulham de cabeça nessa aventura, minha admiração. Sua disposição para experimentar, falhar e aprender é a essência do verdadeiro progresso científico. Cada foguete lançado é mais do que uma teste de física, é uma conquista coletiva que demonstra o poder da colaboração e da perseverança.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de expressar minha profunda gratidão à minha família, cujo amor incondicional e suporte constante foram fundamentais para a minha perseverança e dedicação.

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – código de financiamento 001. Tenho muito a agradecer a CAPES, minha imensa gratidão.

Agradeço aos meus amigos, que estiveram ao meu lado em todos os momentos, me encorajando e compartilhando conhecimentos valiosos. Suas palavras de incentivo foram um combustível essencial para enfrentar os desafios que surgiram durante o processo.

Gostaria de expressar minha imensa gratidão aos meus professores e orientadores, cuja sabedoria e orientação foram fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho. Seu comprometimento em compartilhar conhecimento e inspirar meu crescimento intelectual foi verdadeiramente inestimável.

Minha esposa e filha merecem uma gratidão especial. Seu apoio constante, incentivo e compreensão foram essenciais para me manter motivado durante todo o percurso. Agradeço por acreditarem em mim e por serem fontes inesgotáveis de amor e suporte.

Além disso, gostaria de expressar meu agradecimento aos participantes da pesquisa, cuja colaboração e disposição em compartilhar suas experiências foram essenciais para a coleta de dados e para a validade deste trabalho.

Por fim, gostaria de agradecer a todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho. Sua influência, conselhos e encorajamento foram elementos-chave que impulsionaram meu progresso e me ajudaram a superar os desafios encontrados ao longo do caminho.

EPÍGRAFE

"Um pequeno passo para o homem, um salto gigantesco para a humanidade." - Neil Armstrong

RESUMO

O trabalho tem como contexto o ensino fundamental anos finais, abordando a temática da construção de foguetes de garrafa PET de acordo com as normas da OBA no contexto do ensino fundamental anos finais, destacando a interdisciplinaridade envolvida nesse processo. Explorando os conhecimentos das disciplinas de Ciências e Matemática, evidenciando como cada uma contribui para a compreensão e desenvolvimento desse projeto educacional. Buscando integrar essas duas disciplinas do currículo escolar em uma atividade prática e lúdica: a produção e lançamento de foguetes PET a ar comprimido. A proposta é oferecer aos professores a oportunidade de explorar conceitos de física e matemática de forma interdisciplinar e dinâmica, incentivando o trabalho em equipe, a criatividade e a curiosidade científica. Além disso, o projeto também visa estimular a imaginação e o interesse dos alunos pela exploração espacial e pela tecnologia, despertando o desejo de aprender e descobrir mais sobre o mundo que nos cerca. Este trabalho tem como objetivo analisar a produção e lançamento de foguetes de garrafa PET no ensino fundamental anos finais, integrando as disciplinas de matemática e ciências. A metodologia utilizada consiste em uma sequência didática aplicada nas disciplinas dos anos finais do ensino fundamental, na construção dos foguetes e lançamento pelos alunos com a orientação dos professores, considerando aspectos como ângulo de lançamento, velocidade, trajetória, terceira lei de Newton e gráfico na trajetória do lançamento. O lançamento será realizado com uma bomba de ar comprimido, e serão registrados dados como distância alcançada, tempo de voo, trajeto, velocidade, momento de ação e reação de acordo com a terceira lei de Newton e ângulo de inclinação. O resultado esperado é a integração de disciplinas no processo de aprendizagem, despertando o interesse dos alunos pela ciência e tecnologia, além de fomentar a criatividade e a habilidade manual. As considerações finais apontam para a importância de projetos interdisciplinares, estimulando o pensamento crítico e a colaboração entre as áreas do conhecimento.

Palavras-chave: Foguete de Garrafa PET; interdisciplinaridade; Ensino de Física e Matemática.

ABSTRACT

The work has as its context the final years of elementary school, addressing the theme of building PET bottle rockets in accordance with OBA standards in the context of final years of elementary school, highlighting the interdisciplinarity involved in this process. Exploring knowledge of the Science and Mathematics disciplines, highlighting how each one contributes to the understanding and development of this educational project. Seeking to integrate these two subjects from the school curriculum into a practical and playful activity: the production and launch of compressed air PET rockets. The proposal is to offer teachers the opportunity to explore physics and mathematics concepts in an interdisciplinary and dynamic way, encouraging teamwork, creativity and scientific curiosity. Furthermore, the project also aims to stimulate students' imagination and interest in space exploration and technology, awakening the desire to learn and discover more about the world around us. This work aims to analyze the production and launch of PET bottle rockets in elementary school in the final years, integrating the subjects of mathematics and science. The methodology used consists of a didactic sequence applied in the subjects of the final years of elementary school, in the construction of rockets and launch by students with the guidance of teachers, considering aspects such as launch angle, speed, trajectory, Newton's third law and graph in launch trajectory. The launch will be carried out with a compressed air pump, and data will be recorded such as distance reached, flight time, path, speed, moment of action and reaction according to Newton's third law and inclination angle. The expected result is the integration of subjects in the learning process, awakening students' interest in science and technology, in addition to encouraging creativity and manual skills. Final considerations point to the importance of interdisciplinary projects, stimulating critical thinking and collaboration between areas of knowledge.

Keywords: PET Bottle Rocket; interdisciplinarity; Teaching Physics and Mathematics.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	JUSTIFICATIVA	17
3	FUNDAMENTAÇÃO DIDÁTICA PEDAGÓGICA	18
3.1	ENSINO E APRENDIZAGEM	18
3.2	AUSUBEL E SUA TEORIA DE APRENDIZAGEM	19
4	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	20
5	FÍSICA RELACIONADA COM CONSTRUÇÃO E LAÇAMENTO DE FOGUETES DE GARRAFAS PET	23
5.1	MOVIMENTO	23
5.2	VELOCIDADE MÉDIA	23
5.3	VELOCIDADE ESCALAR MÉDIA	24
5.4	VELOCIDADE INSTANTÂNEA	24
5.5	MOVIMENTO RETILÍNEO UNIFORME (MRU)	25
5.6	TRAJETÓRIA	25
5.7	A TERCEIRA LEI DE NEWTON	28
6	MATEMÁTICA RELACIONADA COM CONSTRUÇÃO E LANÇAMENTOS DE FOGUETES DE GARRAFA PET 30	
6.1	ÂNGULO DE 45°	30
6.2	GRÁFICO DE UMA PARÁBOLA	32
7	A INTERDISCIPLINARIDADE NA CONSTRUÇÃO E LANÇAMENTO DE FOGUETE DE GARRAFA PET.	35
8	DESCRIÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL	38
9	ORGANIZAÇÃO DA APLICAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL	40
10	METODOLOGIA E APLICAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL	42
10.1	PROCEDIMENTO DE COLETA E ANÁLISE DE DADOS	43
11	RESULTADOS	45
12	CONCLUSÃO	48
	REFERÊNCIAS	50
	ANEXO 1 QUESTIONÁRIO	53
	ANEXO 2 RELATÓRIO	56

1 INTRODUÇÃO

O ensino de ciências é uma área fundamental no currículo escolar, sendo responsável por promover o desenvolvimento do pensamento crítico, da curiosidade científica e da compreensão do mundo ao nosso redor (SOUZA, 2022). Dentro desse contexto, a proposta de ensinar ciências por meio da construção e lançamento de foguetes de garrafa PET surge como uma abordagem inovadora e interdisciplinar, que integra conceitos teóricos com atividades práticas estimulantes.

A matemática desempenha um papel crucial no projeto de foguetes, fornecendo as ferramentas necessárias para calcular trajetórias, prever altitudes e realizar análises quantitativas dos resultados obtidos (VIEIRA et al., 2023). Desde o planejamento inicial até a análise dos dados experimentais, os princípios matemáticos estão presentes em todas as etapas do projeto, contribuindo para uma compreensão mais profunda dos fenômenos físicos envolvidos.

A principais áreas da matemática aplicada no projeto é sobre o ângulo de 45° e gráfico de uma parábola. Ao calcular a trajetória dos foguetes, é essencial levar em consideração ângulos de lançamento, velocidades iniciais e alturas alcançadas. A matemática fornece as ferramentas necessárias para realizar esses cálculos de forma precisa, permitindo que os alunos compreendam e prevejam o comportamento dos foguetes durante o voo.

Além do ângulo de 45° e gráfico de uma parábola, a geometria também desempenha um papel importante no projeto de foguetes. Ao projetar as aletas e o formato do foguete, os alunos precisam considerar princípios geométricos como área, perímetro e proporções. Um entendimento desses conceitos é essencial para garantir o equilíbrio e o desempenho adequado dos foguetes durante o lançamento (TEODOSIO et al., 2022).

Outro aspecto crucial da matemática no projeto de foguetes é a análise de dados experimentais. Após cada lançamento, os alunos coletam uma variedade de dados, incluindo a altura máxima alcançada, o tempo de voo e a distância percorrida. A análise desses dados envolve o uso de conceitos estatísticos como média, desvio padrão e regressão, permitindo que os alunos identifiquem padrões, façam previsões e avaliem o desempenho dos seus foguetes de forma objetiva (XAVIER et al., 2022).

A aplicação da matemática no contexto do projeto de foguetes não se limita apenas aos cálculos e análises quantitativas. Ela também desempenha um papel fundamental no desenvolvimento do pensamento lógico e na resolução de problemas. Ao enfrentar desafios durante o processo de construção e lançamento dos foguetes, os alunos são incentivados a

pensar de forma criativa e analítica, aplicando os conceitos matemáticos de maneira prática e contextualizada (DA SILVA, 2018).

Além disso, a interdisciplinaridade entre a matemática e as ciências físicas proporciona uma compreensão mais abrangente e integrada dos fenômenos naturais. Os alunos aprendem a reconhecer as relações entre diferentes áreas do conhecimento e a aplicar abordagens interdisciplinares na resolução de problemas do mundo real. Essa integração entre disciplinas fortalece não apenas o aprendizado específico relacionado ao projeto de foguetes, como o desenvolvimento de habilidades transversais, trabalho em equipe, pensamento crítico e comunicação (DE ABREU et al., 2018).

Além disso, é importante destacar o papel do professor como mediador do processo de ensino e aprendizagem. O professor desempenha um papel fundamental na orientação dos alunos, na promoção da reflexão sobre os conceitos estudados e na criação de um ambiente de aprendizagem estimulante e desafiador. Ao integrar a matemática de forma significativa no projeto de foguetes, o professor contribui para a construção de uma aprendizagem mais contextualizada e relevante para os alunos (DA SILVA et al., 2023).

O ensino de Ciências desempenha um papel fundamental no desenvolvimento cognitivo e na formação crítica dos alunos, proporcionando-lhes uma compreensão mais profunda do mundo que os cerca. No entanto, muitas vezes, o ensino tradicional dessa disciplina pode se mostrar desafiador, com uma abordagem centrada na memorização de conceitos e fórmulas, distante da realidade dos estudantes (DE ABREU et al., 2018).

Nesse contexto, torna-se essencial repensar as estratégias pedagógicas utilizadas, buscando metodologias mais dinâmicas e participativas que estimulem a curiosidade e o pensamento crítico dos alunos, e promovam uma aprendizagem significativa (CUZINATTO et al., 2015). Ao trabalhar com a construção de foguetes, os alunos são desafiados a aplicar conceitos matemáticos em várias etapas do projeto. Desde o cálculo das proporções ideais de água e ar para gerar pressão suficiente para impulsionar o foguete até a análise de dados obtidos durante os lançamentos, a Matemática está presente em cada fase do processo. Os alunos precisam calcular volumes, áreas, proporções e interpretar gráficos para entender o desempenho de seus foguetes e fazer ajustes necessários para melhorá-los (DE OLIVEIRA et al., 2020).

No momento da construção dos foguetes, os alunos precisam entender e aplicar conceitos geométricos para garantir a aerodinâmica adequada do artefato. Eles devem calcular a velocidade, distância e altura, garantindo que ele voe de maneira estável e previsível. Além disso, o estudo de trajetórias e ângulos de lançamento requer conhecimentos de trigonometria,

permitindo aos alunos fazerem previsões sobre a distância e altura alcançadas pelo foguete (DA SILVA; DA CRUZ; DA SILVA, 2023).

Durante os testes de lançamento, os alunos coletam dados sobre a altura e o tempo de voo dos foguetes. Em seguida, eles podem analisar esses dados usando conceitos estatísticos, como média, mediana e desvio padrão, para identificar padrões de desempenho e comparar resultados entre diferentes experimentos. Essa análise estatística não só permite aos alunos avaliar o sucesso de seus projetos, mas também desenvolve suas habilidades de interpretação e comunicação de resultados (VIEIRA; CONEGLIAN; BATISTA, 2020).

Ao integrar a Matemática ao ensino de Ciências por meio da construção e lançamento de foguetes, os alunos podem explorar conceitos de física, como o princípio de ação e reação de Newton. Eles podem usar equações matemáticas para calcular a força resultante do impulso do foguete e entender como isso afeta sua trajetória e velocidade. Dessa forma, a Matemática não é apenas uma disciplina isolada, mas sim uma ferramenta essencial para a compreensão e o aprimoramento das experiências científicas (ANGELO, 2021).

Os métodos lúdicos têm se mostrado uma ferramenta eficaz para promover a aprendizagem no ensino fundamental, proporcionando um ambiente de ensino mais atrativo e estimulante para os alunos. Jogos, experimentos práticos e atividades criativas são exemplos de estratégias que permitem aos alunos explorar conceitos científicos de forma ativa e envolvente, possibilitando uma compreensão mais profunda dos fenômenos naturais. Além disso, essas abordagens facilitam a integração de diferentes disciplinas, promovendo o conhecimento e incentivando o desenvolvimento de habilidades transversais, como trabalho em equipe e resolução de problemas (DE SOUZA et al., 2018).

Ao trabalhar com medidas precisas e análise de dados quantitativos, os alunos desenvolvem habilidades e competências essenciais para o sucesso em matemática e ciências. Eles aprendem a usar ferramentas matemáticas para modelar fenômenos do mundo real e fazer previsões sobre seu comportamento, contribuindo assim para uma compreensão mais profunda e abrangente dos conceitos científicos (DE SOUZA SANTOS; LEÃO, 2022).

O uso do foguete de garrafa PET como recurso educacional tem se popularizado nas últimas décadas com o surgimento de iniciativas educacionais e projetos de divulgação científica que buscam tornar o ensino de ciências mais atrativo e prático (Teodosio et al., 2022). A sua construção e lançamento envolvem atividades práticas e experimentais que estimulam a curiosidade, o raciocínio lógico e o trabalho em equipe dos discentes (TEODOSIO et al., 2022).

O cerne deste estudo reside na busca por estratégias educacionais que estimulem a participação ativa dos alunos e promovam uma compreensão mais profunda dos conceitos

científicos, particularmente no que tange à física e à matemática. Diante dos desafios enfrentados pelo sistema educacional em manter os estudantes engajados e motivados, surge a questão central: Como podemos tornar o ensino de física e matemática mais envolvente e acessível, ao mesmo tempo em que exploramos a interdisciplinaridade e a aplicação prática dos conhecimentos?

É importante ressaltar que o ensino interdisciplinar, que combina Ciências e Matemática, enriquece a experiência educacional dos alunos. Em um mundo cada vez mais orientado pela tecnologia e pela inovação, a integração e aplicação do conhecimento de diferentes disciplinas é uma habilidade valiosa. Portanto, ao promover essa integração por meio da construção e lançamento de foguetes de garrafa PET, os educadores estão capacitando esses estudantes (DE FREITAS ALVAIDE; PUGLIESE, 2020).

A relevância desse problema reside na necessidade de soluções rápidas para a inovação no ensino de ciências, considerando as demandas da sociedade contemporânea e a importância crescente das habilidades científicas e matemáticas no mercado de trabalho. Além disso, a interdisciplinaridade tem se mostrado uma abordagem promissora para integrar diferentes áreas do conhecimento, proporcionando aos alunos uma visão mais ampla e contextualizada dos temas abordados.

Os objetivos desta pesquisa, primeiramente, visa-se desenvolver uma proposta interdisciplinar detalhada para o ensino de física e matemática, utilizando foguetes de garrafa PET como elemento central. Em seguida, pretende-se relacionar os conceitos específicos dessas disciplinas com a construção e lançamento dos foguetes, estimulando o trabalho em equipe e a colaboração entre os professores de ciências e matemática.

Quanto às hipóteses, especula-se que a abordagem interdisciplinar, aliada à aplicação prática dos conhecimentos, resultará em uma maior motivação e engajamento dos alunos, refletindo-se em um melhor desempenho acadêmico e uma compreensão mais profunda dos conceitos científicos e matemáticos. Adicionalmente, acredita-se que a colaboração entre os professores e a integração dos conteúdos contribuirão para uma aprendizagem mais significativa e contextualizada.

O produto educacional proposto neste estudo é uma proposta interdisciplinar destinada aos professores de ciências e matemática do nono ano do ensino fundamental anos finais. Consiste em uma abordagem inovadora que utiliza a construção e lançamento de foguetes de garrafa PET como ferramenta pedagógica para explorar conceitos de física e matemática de forma prática e contextualizada.

O produto será aplicado em duas escolas do ensino fundamental anos finais, especificamente em duas turmas do nono ano, na Escola Municipal Humberto de Campos (EMHC) e na Escola Municipal São Francisco (EMSF), localizadas na cidade de Vila Nova dos Martírios, no estado do Maranhão. Ambas as escolas foram selecionadas devido à sua disposição para participar do estudo e à disponibilidade de recursos para a implementação do produto educacional.

Os participantes incluirão os professores envolvidos na implementação da proposta, bem como os alunos das escolas selecionadas para a aplicação do produto. A proposta interdisciplinar fornecerá orientações detalhadas, sugestões metodológicas e materiais de apoio, visando proporcionar aos alunos uma experiência de aprendizagem estimulante e significativa, que integre os conteúdos de ciências e matemática de maneira coesa e interconectada.

Nas próximas seções deste trabalho, serão apresentados aspectos fundamentais relacionados à didática pedagógica, bem como a interligação entre a construção e lançamento de foguetes de garrafa PET e diversos conceitos físicos. Inicialmente, abordaremos temas como ensino e aprendizagem, estratégias e metodologias de ensino, além da teoria de aprendizagem de Ausubel. Em seguida, adentraremos nos conceitos de física que estão diretamente relacionados à construção e lançamento de foguetes, tais como velocidade, movimento, princípio da ação e reação. Posteriormente, exploraremos a interdisciplinaridade envolvida nesse processo, destacando como conhecimentos de diferentes disciplinas contribuem para o sucesso do projeto. Em seguida detalharemos a metodologia aplicada e a descrição do produto educacional, seguido pelos resultados obtidos e, por fim, apresentaremos as conclusões decorrentes deste estudo.

2 JUSTIFICATIVA

Primeiramente, o interesse dos alunos é um fator crucial. O tema dos foguetes e exploração espacial naturalmente desperta a curiosidade e o engajamento dos estudantes, o que torna o aprendizado mais envolvente. Ao utilizar esse tema como centro da atividade educacional, é possível captar a atenção dos alunos de forma eficaz.

O ensino de Ciências por meio da construção e lançamento de foguetes de garrafa PET é uma estratégia pedagógica que oferece uma abordagem prática e interdisciplinar para o aprendizado. Ao envolver os alunos em atividades de construção e experimentação, essa proposta educacional desperta o interesse e a curiosidade dos estudantes, promovendo um ambiente de aprendizado dinâmico e participativo. Além disso, essa metodologia permite a integração de diferentes disciplinas, incluindo a Matemática, proporcionando uma compreensão mais ampla e aprofundada dos conceitos científicos (DE OLIVEIRA et al., 2020).

A integração de disciplinas é um aspecto relevante. A construção e lançamento de foguetes envolvem conceitos das disciplinas de ciências e matemática do nono ano do ensino fundamental dos anos finais. Propor uma atividade interdisciplinar permite uma abordagem mais abrangente do tema, promovendo a sinergia entre diferentes áreas do conhecimento.

Outro ponto importante é a aprendizagem prática proporcionada pelo projeto. Ao construir e lançar seus próprios foguetes de garrafa PET, os alunos têm a oportunidade de vivenciar na prática os conceitos teóricos aprendidos em sala de aula. Essa abordagem concreta e experiencial contribui significativamente para a compreensão dos conteúdos.

O projeto estimula o desenvolvimento de habilidades essenciais nos alunos, como trabalho em equipe, resolução de problemas, criatividade, pensamento crítico e comunicação. Essas habilidades são fundamentais para o desenvolvimento integral dos estudantes e sua preparação para os desafios futuros.

Por fim, a contextualização dos conteúdos e o estímulo à criatividade são aspectos adicionais que reforçam a importância desse produto educacional. Ao relacionar os conceitos teóricos de física e matemática com uma aplicação prática e real, os alunos compreendem a relevância dos conteúdos estudados e são incentivados a explorar sua criatividade na elaboração dos projetos.

3 FUNDAMENTAÇÃO DIDÁTICA PEDAGÓGICA

A proposta de ensino interdisciplinar através da construção e lançamento de foguetes de garrafa PET encontra respaldo nas teorias de David Ausubel sobre aprendizagem significativa. Segundo Ausubel, a aprendizagem significativa ocorre quando novas informações são incorporadas e relacionadas aos conhecimentos prévios já existentes na estrutura cognitiva do indivíduo (MOREIRA, 1999).

Nesse contexto, a atividade de construção e lançamento de foguetes de garrafa PET se revela altamente significativa para os alunos, uma vez que lhes proporciona a oportunidade de aplicar os conhecimentos prévios adquiridos em física e matemática de maneira prática e concreta.

3.1 ENSINO E APRENDIZAGEM

Segundo Silva, Teixeira e Martins (2024), o ensino efetivo é aquele que promove a construção ativa do conhecimento pelo aluno, ao invés de apenas transmitir informações. Nesse sentido, a aprendizagem significativa ocorre quando os novos conhecimentos são relacionados de forma relevante e contextualizada aos conhecimentos prévios do aluno, permitindo a sua integração na estrutura cognitiva.

De acordo com a teoria de David Ausubel, a aprendizagem significativa ocorre quando o novo conhecimento é relacionado a conceitos ou ideias preexistentes na estrutura cognitiva do aluno. Essa assimilação ocorre por meio da ancoragem dos novos conceitos a ideias relevantes já estabelecidas na estrutura cognitiva (SILVA, 2020).

Para Ausubel, o ensino eficaz é aquele que facilita essa assimilação, projetado para promover a conexão do novo conhecimento aos conceitos já estabelecidos na mente do aluno. Para alcançar esse objetivo, Ausubel propõe o uso de estratégias como organizadores prévios, analogias e comparações (MOREIRA, 1999).

Os organizadores prévios consistem em informações introdutórias apresentadas antes da introdução do novo conceito, auxiliando na conexão do novo conhecimento com os conceitos já existentes na estrutura cognitiva. As analogias e comparações desempenham um papel crucial na promoção da aprendizagem significativa, ao conectar o novo conhecimento a ideias familiares e já estabelecidas na mente do aluno (SILVA, 2020).

3.2 AUSUBEL E SUA TEORIA DE APRENDIZAGEM

A teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel, conforme discutida por diversos estudiosos, destaca-se por sua relevância na educação contemporânea. Ausubel postula que a aprendizagem significativa ocorre quando os novos conhecimentos são integrados de forma não arbitrária à estrutura cognitiva existente do aprendiz, relacionando-se com conceitos ou proposições relevantes que já fazem parte de seu repertório cognitivo (DA SILVA, 2020). Nesse sentido, a aprendizagem significativa é contrastada com a aprendizagem mecânica, na qual os novos conhecimentos são simplesmente memorizados sem uma conexão real com os conhecimentos prévios do aprendiz.

Segundo Ausubel, para que a aprendizagem significativa ocorra, é necessário que o material de ensino seja potencialmente significativo, ou seja, que possua significado lógico e relevância para o aprendiz. O aprendiz deve estar predisposto a aprender de maneira significativa, possuindo um conhecimento prévio relacionado ao novo conteúdo, que sirva como âncora para a assimilação dos novos conceitos (MOREIRA, 1999). Ausubel também destaca a importância dos organizadores prévios, que são informações introdutórias apresentadas antes da aprendizagem do novo conceito, auxiliando na conexão do novo conhecimento com os conceitos já existentes na estrutura cognitiva do aprendiz.

Além dos organizadores prévios, Ausubel sugere o uso de outras estratégias e metodologias de ensino para facilitar a aprendizagem significativa. Entre essas estratégias, destacam-se as analogias e comparações, que ajudam os alunos a conectar o novo conhecimento a ideias familiares e estabelecidas em suas mentes (DA SILVA, 2020). Essas analogias e comparações fornecem uma estrutura cognitiva preexistente na qual o novo conhecimento pode ser ancorado, facilitando a sua assimilação e compreensão.

4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A revisão bibliográfica foi um processo essencial para formular uma base sólida e bem estruturada para a pesquisa acadêmica, e no caso da dissertação sobre o ensino de física e matemática por meio da construção e lançamento de foguetes de garrafa PET através de uma proposta interdisciplinar, ela teve um papel central na articulação de conceitos, métodos e práticas existentes. Para isso, a revisão precisou estar ancorada em uma argumentação clara, com um marco conceitual bem definido e critérios rigorosos de inclusão e exclusão de estudos.

Para desenvolvimento da revisão, foram utilizados buscadores acadêmicos como Google Scholar, Scielo e Web of Science, com foco em artigos publicados entre 2019 e 2023. As palavras-chave usadas incluíram termos como "foguetes de garrafa PET", "ensino interdisciplinar", "física e matemática no ensino fundamental", "metodologia ativa" e "projetos pedagógicos".

Os critérios de seleção de artigos foram:

- Artigos revisados por pares, publicados em periódicos acadêmicos reconhecidos;
- Pesquisas empíricas ou revisões teóricas relacionadas ao uso de projetos práticos para ensino de física e matemática;
- Estudos focados em ensino fundamental II.

Os critérios de inclusão envolveram:

- Estudos que abordassem explicitamente o uso de foguetes de garrafa PET como ferramenta pedagógica;
- Pesquisas que discutissem estratégias interdisciplinares ou metodologias ativas.

Os critérios de exclusão incluíram:

- Estudos fora do recorte temporal (antes de 2019);
- Pesquisas que não apresentassem aplicabilidade direta à educação formal;
- Artigos que focassem exclusivamente em ensino superior ou infantil.

Os trabalhos selecionados foram sistematizados em categorias temáticas, conforme a abordagem que faziam ao ensino de física e matemática, ao uso de metodologias ativas, e à

aplicação prática do projeto de foguetes de garrafa PET. Cada trabalho foi avaliado com base nos seguintes critérios:

- Relevância para o tema da dissertação: Quanto o trabalho contribui para o entendimento ou desenvolvimento da prática interdisciplinar.
- Qualidade metodológica: Verificação de rigor metodológico, validade e confiabilidade das pesquisas analisadas.
- Resultados apresentados: Impacto sobre a aprendizagem dos alunos, engajamento e desenvolvimento de habilidades.

Os trabalhos selecionados e suas referências:

Confrontando os resultados da revisão com as questões de pesquisa da dissertação, fica claro que o uso de foguetes de garrafa PET, em uma abordagem interdisciplinar, atende às premissas centrais da pesquisa: favorece o ensino de física e matemática de maneira mais envolvente e eficaz, além de contribuir para o desenvolvimento de competências além do conteúdo, como trabalho em equipe e habilidades práticas.

A revisão bibliográfica dos últimos quatro anos evidencia que o uso de foguetes de garrafa PET como estratégia pedagógica tem ganhado destaque nas práticas de ensino interdisciplinares, particularmente nas áreas de física e matemática. Autores como Assis. (2019) e Souza. (2021) ressaltam que essa metodologia proporciona aos alunos uma experiência prática que favorece a compreensão de conceitos abstratos, como as Leis de Newton, hidrodinâmica, e o cálculo da trajetória e velocidade. O caráter interdisciplinar dessas atividades permite que, além dos conceitos específicos de física e matemática, habilidades como a resolução de problemas e o trabalho colaborativo sejam desenvolvidas, promovendo um aprendizado mais significativo.

Relacionando essa revisão ao tema da dissertação, "Ensinando Física e Matemática por meio da Construção e Lançamento de Foguetes de Garrafa PET através de uma Proposta Interdisciplinar", observa-se que as pesquisas recentes reforçam a eficácia dessa abordagem na prática. As atividades práticas envolvem os alunos em projetos que conectam teoria e prática, contribuindo não apenas para o entendimento dos conteúdos, mas também para a motivação e engajamento. Contudo, os desafios apontados, como a necessidade de formação contínua de professores e a adequação de avaliações interdisciplinares, conforme Carvalho.

(2020) e Nascimento e Silva (2021), também devem ser considerados no desenvolvimento e implementação dessa proposta.

5 FÍSICA RELACIONADA COM CONSTRUÇÃO E LAÇAMENTO DE FOGUETES DE GARRAFAS PET

Neste capítulo, serão abordados os conceitos fundamentais de física que servirão como base para o desenvolvimento do produto educacional. Serão apresentados de forma detalhada os temas relacionados aos movimentos, trajetórias e à Terceira Lei de Newton, os quais orientam a estrutura e o conteúdo do produto. A abordagem desses conceitos é embasada nas obras "Fundamentos de Física, Volume 1: Mecânica" de Halliday e Resnick, assim como em "Física 1: Mecânica" de Young & Freedman. A minuciosa descrição dos conceitos e inferências das equações pertinentes proporcionará uma compreensão aprofundada desses temas, oferecendo aos alunos uma base sólida para explorar e aplicar os princípios da física em atividades práticas relacionadas ao lançamento de foguetes de garrafa PET.

5.1 MOVIMENTO

O movimento é um dos conceitos fundamentais da física, e seu estudo é essencial para entender o comportamento e mudança de posição e as interações dos objetos no mundo ao nosso redor.

O deslocamento é a mudança de posição de um objeto ao longo do tempo. Ele é representado pela diferença entre a posição final e a posição inicial do objeto. O deslocamento é uma grandeza vetorial, o que significa que possui magnitude (valor numérico) e direção. A uma mudança de posição x_1 para uma posição x_2 é incorporado a um deslocamento Δx , dado por:

$$\Delta x = x_2 - x_1$$

A letra grega Δ (delta) é usada para descrever a variação de uma grandeza e corresponde à diferença entre valor final e o valor inicial.

5.2 VELOCIDADE MÉDIA

Essa grandeza está conectada à variação de posição por unidade de tempo. Sendo a razão entre o deslocamento Δx e o intervalo de tempo Δt durante o qual esse deslocamento ocorre:

$$v_m = \frac{\Delta x}{\Delta y} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1}$$

A notação denota que a posição é x_1 no momento t_1 e x_2 no momento t_2 . A unidade de v_m no Sistema internacional de Unidades (SI) é o metro por segundo (m/s).

Durante o lançamento, a velocidade do foguete aumenta à medida que o propelente é expelido, gerando uma força de empuxo. No entanto, é importante lembrar que a velocidade alcançada pelo foguete é limitada por vários fatores, incluindo a resistência do ar, a eficiência do sistema de propulsão e a estabilidade do foguete (De Abreu et al., 2018).

No entanto, é importante ter em mente que os foguetes de garrafa PET não atingem velocidades extremamente altas em comparação com foguetes de propulsão mais avançada. Eles são mais adequados para fins educacionais e recreativos, proporcionando uma introdução prática aos conceitos de física e engenharia (De Souza et al., 2018).

5.3 VELOCIDADE ESCALAR MÉDIA

A velocidade escalar média $s_{méd}$ É uma forma distinta de delinear com que rapidez um objeto está se movendo. Enquanto a velocidade média envolve o deslocamento do objeto, a velocidade escalar média é deliberada em termos da distância total percorrida, independentemente da direção. Portanto:

$$s_{méd} = \frac{\textit{distância total}}{\Delta t}$$

5.4 VELOCIDADE INSTANTÂNEA

Analisamos até o momento duas formas de apresentar a rapidez com qual um objeto se move: a velocidade média e a velocidade escalar média, ambas medidas para um intervalo de tempo Δt . Contudo, quando mencionamos rapidez em geral estamos ajuizando na rapidez com a qual um objeto está se movendo em um certo instante, ou seja, em sua velocidade instantânea. (DA SILVA, 2018).

A velocidade em um dado instante é alcançada a partir da velocidade média reduzindo o intervalo de tempo Δt até torna-lo próximo de zero. À medida que Δt diminui, a velocidade média se aproxima de um valor-limite, que é a velocidade instantânea, significa à medida da velocidade em cada instante.

$$\frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{dx^1}{dt}$$

Em que v é a taxa com a qual a posição x está variando com o tempo em um dado instante, significa que, v é derivada de x em relação a t .

5.5 MOVIMENTO RETILÍNEO UNIFORME (MRU)

No momento em que um objeto percorre uma trajetória retilínea desenvolvendo um deslocamento em tempos iguais, a velocidade escalar instantânea é constante e diferente de zero, nesse caso, o objeto se move em movimento retilíneo uniforme. Dado pela seguinte equação:

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x - x_0}{t - t_0}$$

Temos que $t = 0$ s, assim:

$$v = \frac{x - x_0}{t}$$

$$x = x_0 + vt$$

Essa equação nos demonstra o atrelamento linear da posição com o tempo, significa que, quanto mais tempo a partícula estiver se movimentando em velocidade constante, maior será a variação da posição.

5.6 TRAJETÓRIA

A trajetória de um foguete de garrafa PET durante o lançamento pode ser analisada pelos movimentos Horizontal e Vertical.

Como não existe aceleração na direção horizontal, a componente v_x da velocidade de um projétil permanece inalterada e igual ao seu valor inicial v_{0x} durante toda a trajetória. Em qualquer instante t , o deslocamento horizontal do projétil em relação à posição inicial, $x - x_0$, é dado por:

$$x - x_0 = v_{0x}t$$

Sendo $v_{0x} = v_0 \cos \theta_0$, portanto:

$$x - x_0 = (v_0 \cos \theta_0)t$$

O movimento vertical de um projétil é determinado pela aceleração da gravidade, que atua ao longo da direção vertical e afeta a componente vertical da velocidade do projétil. O mais importante é que a aceleração é constante, desde que aceleração seja substituída por $-g$ (gravidade) e o eixo x seja substituído pelo eixo y (Da Silva, 2018). Assim temos:

$$y - y_0 = v_{0y}t - \frac{1}{2}gt^2$$

$$y - y_0 = (v_0 \sin \theta_0)t - \frac{1}{2}gt^2$$

Em que a componente vertical da velocidade inicial, v_{0y} , é substituída pela expressão equivalente $v_0 \sin \theta_0$.

$$v_y = v_0 \sin \theta_0 - gt$$

$$v_y^2 = (v_0 \sin \theta_0)^2 - 2g(y - y_0)$$

O comportamento da componente vertical da velocidade é como de uma bola lançada verticalmente para cima. Ela se anula no momento que atinge a altura máxima da trajetória, pois inicialmente ela está dirigida para cima e seu módulo irá diminuir continuamente.

O caminho percorrido por um projétil, considerando um lançamento oblíquo (ou seja, um ângulo diferente de 0 graus ou 90 graus em relação à horizontal), forma uma parábola devido à combinação do movimento horizontal e vertical. Para obtermos a equação da trajetória, ou seja, o caminho percorrido pelo projétil, usaremos as equações do movimento horizontal e vertical, eliminando o t das duas equações, portanto:

$$y = (\tan \theta_0)x - \frac{gx^2}{2(v_0 \cos \theta_0)^2}$$

Essa é a equação da trajetória.

O alcance horizontal H de um projétil é a distância total que ele percorre na direção horizontal antes de atingir o solo novamente. É uma medida importante para entender o desempenho de projéteis lançados com diferentes ângulos de lançamento. O alcance máximo ocorre quando o ângulo de lançamento é idealmente escolhido. Para determinar o alcance H , consideramos $x = x_0 = H$ na equação do movimento horizontal e $y - y_0 = 0$ na equação do movimento vertical, assim obtemos:

$$R = (v_0 \cos \theta_0)t$$

e

$$0 = (v_0 \sin \theta_0)t - \frac{1}{2}gt^2$$

Extinguindo t nessas duas equações, temos

$$H = \frac{2v_0^2 \sin \theta_0 \cos \theta_0}{g}$$

$$H = \frac{v_0^2 \sin 2\theta_0}{g}$$

Essa é a equação de alcance horizontal.

É denominada altura máxima do lançamento quando um projétil atinge seu ápice na direção vertical. Analisamos a coordenada y quando o projétil atinge o ponto mais alto de sua trajetória. Tendo em vista que o projétil é lançado do solo, temos $y = 0$, e no ponto de apogeu $v_y = 0$, assim a equação do movimento vertical se transforma em:

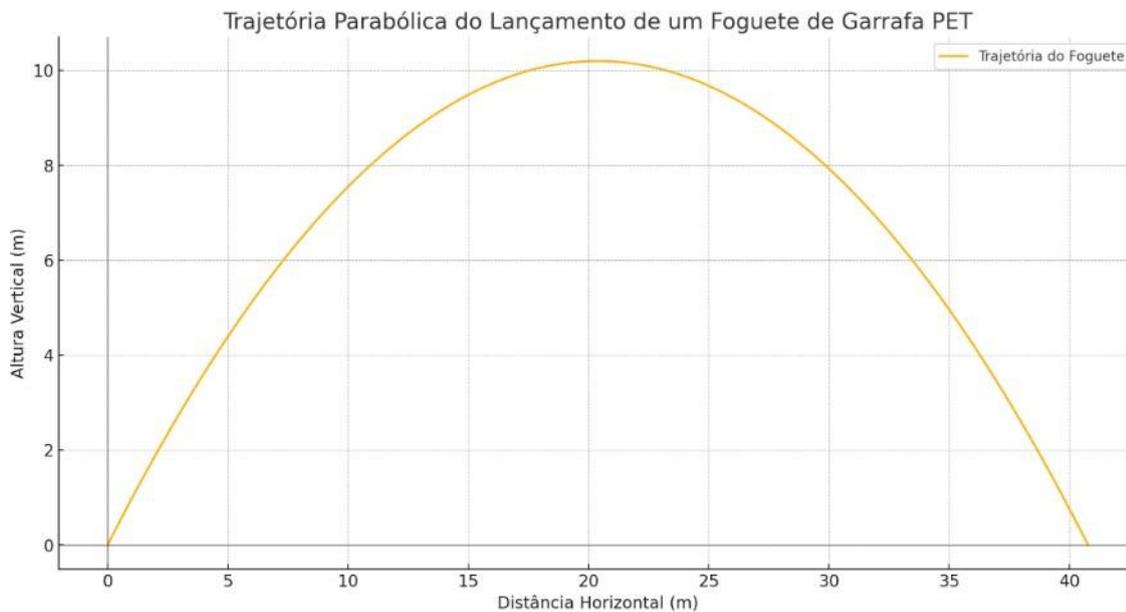
$$0 = v_0^2 \sin^2 \theta - 2g(y - 0)$$

$$y = \frac{v_0^2 \sin^2 \theta}{2g}$$

Equação da altura máxima de um projétil lançado com determinado ângulo de inclinação.

A trajetória de um foguete de garrafa PET envolve uma fase inicial ascendente, atingindo o apogeu, seguida por uma fase de queda livre em direção ao solo. A forma do foguete, a pressão do ar, a estabilidade e outros fatores influenciam a trajetória do foguete durante o lançamento (SILVA et al., 2020).

O gráfico mostra a trajetória parabólica de um foguete de garrafa PET lançado a um ângulo de 45° com uma velocidade inicial de 20 m/s. A representação horizontal permite visualizar claramente como a altura e a distância horizontal variam ao longo do tempo.



A trajetória parabólica de um foguete de garrafa PET, quando lançado a um ângulo de 45° .

5.7 A TERCEIRA LEI DE NEWTON

A Terceira Lei de Newton, também conhecida como a Lei da Ação e Reação, é um dos princípios fundamentais da física clássica formulados por Isaac Newton. Ela descreve a relação entre as forças que interagem entre dois corpos e é uma das pedras angulares da mecânica clássica. Essa lei enfatiza a natureza recíproca das interações entre objetos e destaca a igualdade nas forças trocadas.

Figura 1 - Foguete de Garrafa PET



Fonte: Autor (2024).

Um foguete de garrafa PET voar com base nos princípios da ação e reação, também conhecidos como terceira lei de Newton. O funcionamento básico envolve a criação de uma força de empuxo através da expulsão de ar comprimido em alta velocidade (SILVA et al., 2020).

O propelente (água) é colocado dentro da garrafa, que será expelida para criar a força de empuxo. O ar comprimido é introduzido dentro da garrafa, aumentando a pressão interna. Isso cria uma diferença de pressão entre o interior e o exterior da garrafa, criando uma força empurrando o propelente para fora (SILVA et al., 2020).

Quando o mecanismo de liberação é acionado, a pressão faz com que o propelente (água) seja expelido através da boca da garrafa. A expulsão do propelente gera uma força de reação contrária, de acordo com a terceira lei de Newton, formando um par de forças, portanto (SILVA et al., 2020).

$$F_{A \text{ em } B} = -F_{B \text{ em } A}$$

De acordo com a Terceira Lei de Newton, para cada ação há uma reação de igual magnitude, porém em direção oposta. Assim, quando a água é expelida para baixo, o foguete é impulsionado para cima, criando um par de forças. O foguete exerce uma força para baixo na água expelida (força A em B), enquanto a água exerce uma força igual e oposta para cima no foguete (força B em A). Essa relação de forças é crucial para entender o princípio básico por trás do lançamento do foguete de garrafa PET (Silva et al., 2020).

6 MATEMÁTICA RELACIONADA COM CONSTRUÇÃO E LANÇAMENTOS DE FOGUETES DE GARRAFA PET

Neste capítulo, serão abordados os conceitos fundamentais de matemática que servirão como base para o desenvolvimento do produto educacional. Serão apresentados de forma detalhada os temas relacionados a gráfico de uma função quadrática, unidade de medida de distância e ângulos, os quais orientam a estrutura e o conteúdo do produto. A abordagem desses conceitos é embasada nas obras “Geometria” de Antonio Caminha Muniz ". A minuciosa descrição dos conceitos e inferências das equações pertinentes proporcionará uma compreensão aprofundada desses temas, oferecendo aos alunos uma base sólida para explorar e aplicar os princípios da matemática em atividades práticas relacionadas ao lançamento de foguetes de garrafa PET.

6.1 ÂNGULO DE 45°

O ângulo de 45° é frequentemente considerado o ângulo ideal para o alcance máximo em lançamentos de projéteis, incluindo foguetes de garrafa PET. Abaixo, exploraremos os conceitos, demonstrações e fórmulas para entender por que esse ângulo é ideal e como ele afeta o lançamento de um foguete de garrafa PET.

- Movimento Parabólico

O lançamento de um foguete de garrafa PET pode ser modelado como um movimento parabólico, onde a trajetória do foguete segue uma parábola. Esse tipo de movimento é caracterizado por:

- ✓ Velocidade Inicial (\mathbf{v}_0)
- ✓ Ângulo de Lançamento (θ)
- ✓ Aceleração devido à Gravidade (\mathbf{g})

- Componentes da Velocidade Inicial

- ✓ Horizontal (v_{0x}):

$$v_{0x} = v_0 \cos(\theta)$$

- Equação da Posição

- ✓ Horizontal ($x(t)$):

$$x(t) = v_{0x}t = \cos(\theta)t$$

- Alcance Máximo

O alcance horizontal máximo (R) ocorre quando o foguete atinge o solo novamente ($y(t) = 0$). Para encontrar o tempo de voo ($t_f = 0$):

Fatorando t_f .

$$v_0 \sin \theta t_f - \frac{1}{2} g t_f^2 = 0$$

$$t_f (v_0 \sin(\theta) - \frac{1}{2} g t_f) = 0$$

Portanto, $t_f = 0$ (o início do voo) ou $t_f = \frac{2v_0 \sin \theta}{g}$ (tempo total de voo)

Substituindo t_f na equação de posição horizontal $x(t)$, obtemos o alcance máximo:

$$R = v_{0x} t_f = v_0 \cos(\theta) \left(\frac{2v_0 \sin \theta}{g} \right)$$

$$R = \frac{v_0^2 \sin(2\theta)}{g}$$

- Ângulo de 45° para alcance máximo

Para maximizar R, precisamos maximizar $\sin(2\theta)$. A função $\sin(2\theta)$ atinge seu valor máximo de 1 quando $\sin(2\theta) = 90^\circ$ ou $\theta = 45^\circ$.

Portanto, para o ângulo de 45°:

$$\sin(2 \times 45^\circ) = \sin(90^\circ) = 1$$

O alcance máximo é:

$$R_{max} = \frac{v_0^2}{g}$$

- Exemplo numérico

Suponha que um foguete de garrafa PET é lançado com uma velocidade de $v_0 = 20 \text{ m/s}$:

Alcance máximo para $\theta = 45^\circ$:

$$R_{max} = \frac{(20)^2}{9,81} \approx 40.8 \text{ m}$$

O ângulo de 45° é ideal para maximizar o alcance de um foguete de garrafa PET devido à maximização da componente horizontal da velocidade e das propriedades

trigonométricas. Considerações avançadas, como resistência do ar, podem modificar levemente o ângulo ótimo, mas 45° continua sendo uma excelente aproximação para casos práticos.

6.2 GRÁFICO DE UMA PARÁBOLA

Para analisar o gráfico de uma parábola na trajetória do lançamento de um foguete de garrafa PET, é importante entender os conceitos de movimento parabólico, as equações do movimento e como esses elementos se combinam para formar uma parábola.

- Conceitos Básicos
 - ✓ Trajetória Parabólica: A trajetória de um foguete de garrafa PET lançado ao ar sob a influência da gravidade, com desprezo da resistência do ar, é uma parábola.
 - ✓ Velocidade Inicial: (v_0): A velocidade com que o foguete é lançado.
 - ✓ Aceleração devido a Gravidade (g): Aproximadamente 9.81 m/s^2 .

- Equação do Movimento

Para um projétil lançado com uma velocidade inicial (v_0) a um ângulo θ , as equações de movimento podem ser decompostas em componentes horizontal (x) e vertical (y).

Componentes da Velocidade Inicial:

- ✓ Horizontal (v_{0x}):

$$v_{0x} = v_0 \cos(\theta)$$

- ✓ Vertical (v_{0y}):

$$v_{0y} = v_0 \sin(\theta)$$

Equações de Posição:

- ✓ Horizontal ($x(t)$):

$$x(t) = v_{0x}t = v_0 \cos(\theta) t$$

- ✓ Vertical ($y(t)$):

$$y(t) = v_{0y}t - \frac{1}{2}gt^2 = v_0 \sin(\theta) t - \frac{1}{2}gt^2$$

- Trajetória Parabólica

Para eliminar o tempo (t) e encontrar a equação da trajetória y(x), substituímos t da equação horizontal na equação vertical:

$$t = \frac{x}{v_0 \cos(\theta)}$$

Substituindo na equação vertical:

$$y(x) = v_0 \sin(\theta) \left(\frac{x}{v_0 \cos(\theta)} \right) - \frac{1}{2} g \left(\frac{x}{v_0 \cos(\theta)} \right)^2$$

Simplificando:

$$y(x) = x \tan(\theta) - \frac{gx^2}{2v_0^2 \cos^2(\theta)}$$

Essa é a equação de uma parábola.

- Gráfico da Parabólica

Para visualizar a trajetória, consideramos as seguintes variáveis e suas relações.

- ✓ Alcance horizontal máximo (R).

O alcance máximo R ocorre quando $y = 0$:

$$R_{max} = \frac{v_0^2}{g}$$

- ✓ Altura Máxima (H).

A altura máxima H é atingida quando a componente vertical da velocidade é zero ($v_y = 0$):

$$H = \frac{v_0^2 \sin^2(\theta)}{2g}$$

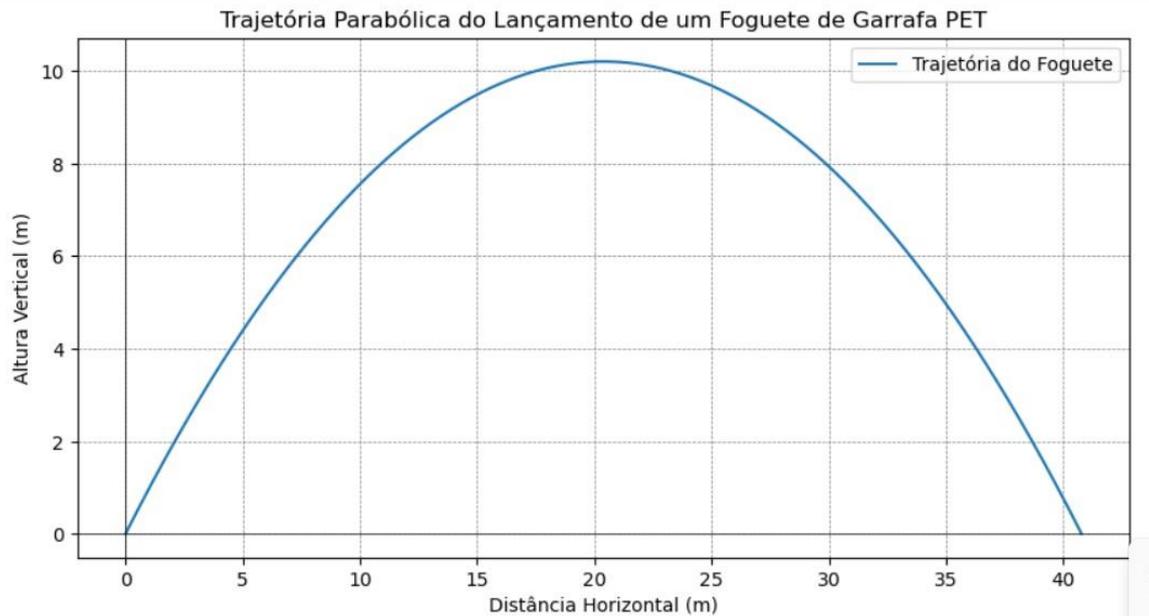
- Representação Gráfica

Para um lançamento sem resistência do ar, a um ângulo de 45° , a trajetória y(x) é:

$$y(x) = x - \frac{gx^2}{2v_0^2}$$

Gráfico da Trajetória como seguintes parâmetros:

- ✓ Velocidade inicial $v_0 = 20 \text{ m/s}$
- ✓ Ângulo de lançamento $\theta = 45^\circ$



O gráfico acima mostra a trajetória parabólica de um foguete de garrafa PET lançado a um ângulo de 45° com uma velocidade inicial de 20 m/s. As características principais da trajetória incluem:

- **Simetria:** A trajetória é simétrica em relação ao ponto de altura máxima.
- **Altura Máxima (H):** A altura máxima alcançada pelo foguete.
- **Alcance Horizontal (R):** A distância total percorrida pelo foguete na horizontal antes de tocar o solo.

A trajetória de um foguete de garrafa PET segue uma parábola quando lançado ao ar, devido à aceleração constante da gravidade. O ângulo de 45° é ideal para maximizar o alcance horizontal, resultando em uma trajetória simétrica e eficiente para alcançar a maior distância possível.

7 A INTERDISCIPLINARIDADE NA CONSTRUÇÃO E LANÇAMENTO DE FOGUETE DE GARRAFA PET

A interdisciplinaridade na construção e lançamento de foguetes de garrafa PET é uma abordagem educacional que visa integrar diferentes áreas do conhecimento para enriquecer a experiência de aprendizagem dos alunos. Essa metodologia não se limita apenas à física ou à matemática, mas busca englobar diversas disciplinas, como química, biologia, tecnologia e até mesmo aspectos sociais e éticos, proporcionando uma visão mais ampla e contextualizada do tema (SOUZA, 2022).

No contexto da interdisciplinaridade, os foguetes de garrafa PET servem como uma plataforma multifuncional para explorar uma variedade de conceitos e habilidades. Por exemplo, durante a fase de planejamento e design do foguete, os alunos podem aplicar conceitos de matemática e física para garantir a estabilidade e o desempenho adequado do artefato. Ao mesmo tempo, eles podem explorar princípios de sustentabilidade e reciclagem ao utilizar materiais reutilizáveis, como garrafas PET, para construir seus foguetes (PEREIRA et al., 2020).

Além disso, a interdisciplinaridade permite que os alunos explorem as conexões entre ciência e tecnologia. Eles podem aprender sobre os princípios de propulsão e aerodinâmica ao mesmo tempo em que desenvolvem habilidades práticas de engenharia ao construir e testar seus próprios foguetes. Isso não apenas estimula a criatividade e a inovação, mas também prepara os alunos para enfrentar desafios do mundo real e para futuras carreiras em áreas relacionadas à ciência e tecnologia (DA SILVA CARVALHO et al., 2023).

Outro aspecto importante da interdisciplinaridade na construção e lançamento de foguetes de garrafa PET é a oportunidade de explorar questões sociais e éticas relacionadas à exploração espacial e à tecnologia. Os alunos podem discutir sobre o impacto ambiental da atividade espacial, as questões de acesso equitativo ao espaço e as implicações éticas do desenvolvimento de tecnologias espaciais. Isso promove uma reflexão crítica sobre o papel da ciência e da tecnologia na sociedade e incentiva os alunos a considerarem as consequências de suas ações (RAFFA et al., 2023).

Além disso, a interdisciplinaridade na construção e lançamento de foguetes de garrafa PET pode promover uma abordagem holística da educação, integrando conhecimentos teóricos com experiências práticas e aplicadas. Os alunos têm a oportunidade de aplicar conceitos aprendidos em sala de aula em um contexto do mundo real, o que torna o aprendizado

mais significativo e memorável. Eles também desenvolvem habilidades importantes, como trabalho em equipe, comunicação e resolução de problemas, que são essenciais para o sucesso em qualquer campo profissional (VIEIRA et al., 2020).

A abordagem interdisciplinar na construção e lançamento de foguetes de garrafa PET representa uma estratégia pedagógica inovadora que transcende as fronteiras tradicionais das disciplinas acadêmicas. Ao integrar conceitos e práticas de diversas áreas do conhecimento, como Ciências, Matemática, Tecnologia e Engenharia, essa abordagem proporciona aos alunos uma compreensão holística e interconectada do fenômeno do voo do foguete. A interdisciplinaridade não apenas enriquece a experiência educacional dos alunos, mas também promove habilidades de pensamento crítico, resolução de problemas e colaboração, essenciais para o sucesso na sociedade contemporânea (DE OLIVEIRA et al., 2020).

Um aspecto fundamental da abordagem interdisciplinar na construção e lançamento de foguetes de garrafa PET é a integração de conceitos científicos e matemáticos. Os alunos aplicam princípios de física, como leis de movimento, para entender os fenômenos envolvidos no lançamento de foguetes, como propulsão e aerodinâmica. Além disso, eles empregam habilidades matemáticas para calcular variáveis importantes, como velocidade, altura e alcance do foguete, utilizando equações e fórmulas derivadas de conceitos matemáticos (DE OLIVEIRA et al., 2020).

Ao envolver diferentes disciplinas no processo de construção e lançamento do foguete, os alunos são incentivados a desenvolver habilidades nas áreas de matemática e física. Na disciplina de ciências, que aborda conteúdos específicos de física para o nono ano, os alunos podem desenvolver um aprendizado significativo sobre movimento, velocidade, trajetória e a terceira lei de Newton (OLIVEIRA et al., 2018).

Além da ciência e da matemática, a abordagem interdisciplinar na construção e lançamento de foguetes de garrafa PET também incorpora aspectos de tecnologia e engenharia. Os alunos têm a oportunidade de explorar os princípios de design e construção de foguetes, utilizando materiais e ferramentas tecnológicas para criar protótipos e modelos. Eles aplicam conceitos de engenharia para otimizar o desempenho do foguete, considerando aspectos como aerodinâmica, resistência do ar e distribuição de massa (DE MENEZES et al., 2022).

Na matemática, podem aplicar conceitos como medidas, proporções e cálculos de distância e tempo para determinar a altura alcançada pelo foguete e calcular a velocidade (MORAES, 2014).

Durante o processo de construção e lançamento do foguete, os alunos também podem aprimorar habilidades de trabalho em equipe, resolução de problemas, comunicação e pensamento crítico (TEODOSIO et al., 2022).

Um dos benefícios mais significativos da abordagem interdisciplinar na construção e lançamento de foguetes de garrafa PET é a promoção de habilidades de pensamento crítico e resolução de problemas. Ao enfrentar desafios complexos e multifacetados, os alunos são incentivados a pensar de forma criativa e analítica, buscando soluções inovadoras e eficazes. Além disso, a colaboração e o trabalho em equipe são fundamentais nessa abordagem, já que os alunos trazem diferentes perspectivas e habilidades para o processo de resolução de problemas (DE MENEZES et al., 2022).

A abordagem interdisciplinar na construção de foguetes de garrafa PET no ensino fundamental proporciona uma experiência prática e envolvente, que estimula a conexão entre diferentes áreas do conhecimento e torna o aprendizado mais significativo para os alunos. É uma oportunidade de explorar conceitos complexos de forma concreta e divertida, despertando o interesse pela ciência, tecnologia e exploração espacial desde cedo (LELES et al., 2024).

Por fim, a interdisciplinaridade na construção e lançamento de foguetes de garrafa PET pode promover uma abordagem mais inclusiva e acessível à educação. Ao integrar diferentes disciplinas e abordagens de ensino, essa metodologia pode atender às necessidades e interesses variados dos alunos, independentemente de seu background ou habilidades individuais. Isso permite que todos os alunos participem ativamente do processo de aprendizagem e se sintam motivados e engajados em sua própria educação.

8 DESCRIÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL

O produto educacional proposto é uma proposta interdisciplinar a ser aplicada no ensino de física e matemática através de construção e lançamento de foguetes de garrafa PET, projetado para ser utilizado no último ano do ensino fundamental anos finais, seguindo as normas da OBA (Olimpíadas Brasileira de Astronomia e Astronáutica/ Mostra Brasileira de Foguetes).

O objetivo principal do produto é oferecer aos professores orientações, sugestões e materiais que possam ser utilizados para que seja proporcionado aos alunos uma experiência prática e interativa de aprendizagem, que integre as disciplinas de ciências com conhecimentos de física e a disciplina de matemática, promovendo a compreensão dos princípios científicos, matemáticos envolvidos na construção e lançamento de foguetes.

As orientações serão compostas por sugestões metodológicas para interação entre as disciplinas. Além disso, inclui um manual de instruções detalhado de acordo com a OBA que orienta os alunos passo a passo no processo de construção e lançamento dos foguetes.

A proposta interdisciplinar para ensino de física e matemática por meio da construção e lançamento de foguetes de garrafa PET é uma iniciativa inovadora que busca integrar duas disciplinas fundamentais, proporcionando aos alunos uma experiência prática e interativa de aprendizagem. Projetado para ser aplicado no último ano do ensino fundamental anos finais, o produto segue as normas da Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica (OBA) e da Mostra Brasileira de Foguetes, garantindo assim sua relevância e alinhamento com os padrões educacionais.

O objetivo principal deste produto educacional é oferecer aos professores um conjunto abrangente de orientações, sugestões e materiais que possam ser utilizados para implementar essa proposta em sala de aula. Ao fornecer recursos metodológicos e um manual de instruções detalhado, o produto visa facilitar o processo de ensino e aprendizagem, garantindo que os alunos sejam guiados passo a passo no processo de construção e lançamento dos foguetes.

A integração das disciplinas de ciências, física e matemática é um dos pontos-chave desta proposta. Ao unir essas áreas do conhecimento, os alunos são incentivados a explorar e compreender os princípios científicos e matemáticos envolvidos no lançamento de foguetes. Através de atividades práticas e experimentais, eles têm a oportunidade de aplicar conceitos teóricos de física, como as leis de Newton e os princípios de propulsão, na construção e operação dos foguetes.

Além disso, a disciplina de matemática desempenha um papel fundamental nesse processo, fornecendo aos alunos as ferramentas necessárias para interpretar e analisar dados, calcular trajetórias e realizar medições precisas durante todo o experimento. Através da resolução de problemas práticos relacionados à construção dos foguetes, os alunos desenvolvem habilidades de raciocínio lógico, pensamento crítico e trabalho em equipe, ao mesmo tempo em que consolidam conceitos matemáticos fundamentais.

A organização do produto educacional inclui uma série de etapas bem definidas, começando pela apresentação dos objetivos e fundamentos teóricos da proposta. Em seguida, são fornecidas orientações detalhadas sobre o planejamento e a execução das atividades, incluindo sugestões metodológicas para integração das disciplinas e estratégias de avaliação do aprendizado dos alunos.

O manual de instruções é uma parte essencial do produto, pois fornece um guia passo a passo para os alunos durante o processo de construção e lançamento dos foguetes. Este manual inclui informações sobre os materiais necessários, as etapas de montagem do foguete, os procedimentos de segurança a serem seguidos e as orientações para a realização dos testes de lançamento.

Uma das principais características deste produto é sua adaptabilidade e flexibilidade. Ele pode ser facilmente personalizado de acordo com as necessidades e características específicas de cada sala de aula, permitindo aos professores ajustar as atividades de acordo com o nível de conhecimento e interesse de seus alunos. Além disso, o produto pode ser integrado a outras áreas do currículo escolar, como geografia, história e tecnologia, ampliando ainda mais suas possibilidades de aplicação e relevância educacional.

Ao promover uma abordagem prática e interativa para o ensino de física e matemática, esta proposta educacional visa estimular o interesse dos alunos pelas ciências, ao mesmo tempo em que desenvolve habilidades importantes para sua formação acadêmica e profissional. Através da construção e lançamento de foguetes de garrafa PET, os alunos têm a oportunidade de vivenciar na prática os conceitos abordados em sala de aula, tornando o processo de aprendizagem mais significativo e memorável. (DE OLIVEIRA et al., 2020)

9 ORGANIZAÇÃO DA APLICAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL

O produto educacional foi aplicado em duas escolas do ensino fundamental anos finais, especificamente em duas turmas do nono ano, na Escola Municipal Humberto de Campos (EMHC) e na Escola Municipal São Francisco (EMSF), as duas escolas se localizam na cidade de Vila Nova dos Martírios – MA.

A aplicação do produto consistiu em três etapas, sendo a primeira, a aplicação de um questionário e atividades sobre os assuntos de física e matemática, com o objetivo de analisar os conhecimentos prévios de cada turma. Na segunda etapa, foram ministradas aulas nas duas escolas, EMHC e EMSF, sendo que na escola EMHC ocorreram aulas práticas. Na terceira etapa, foi realizado um questionário nas duas escolas, com atividades específicas dos assuntos abordados, com objetivo de analisar os conhecimentos adquiridos após as aulas.

Na primeira etapa foi uma análise sobre os conhecimentos prévios dos alunos das duas turmas, com aplicação de um questionário e uma atividade com situação problemas e conceitos envolvendo os assuntos de física e matemática. O objetivo dessa etapa foi verificar os conhecimentos dos alunos sobre os assuntos abordados no produto educacional.

Na segunda etapa foi realizada na escola EMSF, dez (10) aulas de 50 minutos cada uma, aulas teóricas sobre os assuntos, sendo 6 aulas de física e 4 aulas de matemática. As aulas abordaram situações problemas e demonstração teórica das aplicações do assuntos de Física (Velocidade, Trajetória e A Terceira Lei de Newton). Enquanto aos assuntos de Matemática foi ministrada, (Gráfico de uma função quadrática e Ângulo de 45°).

Na escola EMHC, foi realizada aulas práticas utilizando a construção e lançamento de foguetes de garrafa PET, abordando essa temática os assuntos de Física (Velocidade, Trajetória e A Terceira Lei de Newton). Enquanto aos assuntos de Matemática foi ministrada, (Gráfico de uma função quadrática e Ângulo de 45°).

Na escola EMHC, as aulas práticas com a construção e lançamento de foguetes de garrafa PET, foi desenvolvida seguindo as seguintes fases:

Na fase 1, foi realizada a organização das equipes, nas quais os alunos serão distribuídos em grupos de até três integrantes. Essa estratégia promoveu uma dinâmica colaborativa e participativa durante todo o processo de construção e lançamento dos foguetes de garrafa PET.

Na fase 2, as equipes foram orientadas a realizar pesquisas e planejamentos detalhados sobre os materiais necessários, o design do foguete, a aerodinâmica, a estabilidade

e outros aspectos relevantes. Essa etapa foi fundamental para fornecer uma base sólida de conhecimento antes do início da construção dos foguetes.

Na fase 3, os alunos iniciaram a construção dos foguetes de garrafa PET, seguindo os planos e materiais previamente pesquisados e planejados. Durante essa etapa, foi abordados conceitos relacionados a ângulos e geometria, contribuindo para uma compreensão mais ampla dos princípios envolvidos.

Na fase 4, ocorreu os lançamentos dos foguetes, momento em que os alunos aplicaram os conhecimentos adquiridos sobre ângulos, velocidade, trajetória e a terceira Lei de Newton. Essa fase proporcionaram uma oportunidade única para observar na prática os conceitos físicos discutidos em sala de aula.

Na fase 5, após os lançamentos, as equipes realizaram uma análise detalhada dos resultados obtidos, incluindo cálculos de velocidade, distância percorrida e outros parâmetros relevantes. Essa etapa permitiu uma avaliação mais aprofundada dos fenômenos físicos observados durante o lançamento dos foguetes.

Na fase 6, foi promovida uma reflexão coletiva sobre os conceitos específicos de física e matemática aplicados durante os lançamentos. Os alunos tiveram a oportunidade de discutir e compartilhar suas observações, contribuindo para uma compreensão mais ampla dos fenômenos físicos envolvidos.

Finalmente, na fase 7, foi realizada uma avaliação do desenvolvimento da aprendizagem dos alunos ao longo do projeto, por meio de questionários e atividades específicas. Essa etapa permitiu uma análise mais abrangente do impacto do trabalho interdisciplinar na compreensão dos conceitos abordados.

Na terceira e última etapa, foi aplicado um questionário e atividade sobre os assuntos de física e matemática, com o objetivo de analisar e comparar as duas abordagens das aulas, para medir o desempenho de cada turma.

10 METODOLOGIA E APLICAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL

A metodologia proposta para a aplicação do produto organizacional, que consiste na utilização de foguetes de garrafa PET como ferramenta interdisciplinar para o ensino de física e matemática, se baseia em uma abordagem prática e integrada das disciplinas. O objetivo central é proporcionar aos alunos uma experiência de aprendizagem significativa, que vá além da teoria, permitindo a aplicação dos conhecimentos adquiridos em sala de aula em uma atividade concreta e estimulante.

A aplicação desse produto se destina ao último ano do ensino fundamental anos finais, alinhando-se com as normas estabelecidas pela Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica (OBA) e pela Mostra Brasileira de Foguetes. Essas competições fornecem um contexto adequado para a execução do projeto, incentivando os alunos a se engajarem em atividades práticas relacionadas à ciência e à tecnologia.

A metodologia adotada para a aplicação do produto envolve uma série de etapas bem definidas. Primeiramente, os professores receberão orientações detalhadas sobre como integrar as disciplinas de ciências, física e matemática no desenvolvimento do projeto. Serão fornecidos materiais didáticos, sugestões de atividades e exemplos de como os conceitos teóricos podem ser aplicados na prática.

O processo de construção e lançamento dos foguetes será guiado por um manual de instruções elaborado de acordo com as diretrizes da OBA. Esse manual fornecerá um passo a passo detalhado, desde a seleção dos materiais até a execução dos experimentos. Os alunos serão orientados a seguir as instruções de forma cuidadosa e metódica, garantindo a segurança e o sucesso da atividade.

Durante a fase de construção dos foguetes, os alunos terão a oportunidade de aplicar conceitos de física, como a lei da ação e reação, a conservação da quantidade de movimento e o princípio de funcionamento dos propelentes. Eles serão desafiados a calcular a trajetória e a altura máxima alcançada pelos foguetes, utilizando conceitos matemáticos como trigonometria, geometria e álgebra.

Após a construção dos foguetes, será realizada uma série de lançamentos para testar e aprimorar o desempenho das criações dos alunos. Durante essa fase, os alunos terão a oportunidade de coletar dados experimentais, analisar resultados e fazer ajustes em seus projetos com base nas observações realizadas.

Além das atividades práticas, o produto organizacional também incluirá atividades de reflexão e discussão em sala de aula. Os alunos serão incentivados a refletir sobre o processo

de construção e lançamento dos foguetes, discutindo os desafios enfrentados, as soluções encontradas e as lições aprendidas ao longo do caminho.

10.1 PROCEDIMENTO DE COLETA E ANÁLISE DE DADOS

O procedimento de coleta e análise de dados para este projeto interdisciplinar envolvendo a construção e lançamento de foguetes de garrafa PET abrange uma série de etapas cuidadosamente planejadas e executadas. O objetivo é obter informações relevantes sobre a eficácia da metodologia utilizada, o impacto no aprendizado dos alunos e possíveis áreas de melhoria no processo educacional.

A população-alvo para a coleta de dados compreende alunos de todos os níveis de ensino, do último ano do ensino fundamental anos finais, onde a aplicação do produto está centrada, até o ensino médio. A inclusão de alunos de diferentes faixas etárias e níveis de conhecimento permite uma análise abrangente dos resultados e uma avaliação mais precisa do impacto do projeto no desenvolvimento acadêmico dos estudantes.

O principal instrumento utilizado para a coleta de dados será o questionário. Este será elaborado de forma a abordar diversos aspectos relacionados à experiência dos alunos com o projeto, incluindo sua percepção sobre a integração entre as disciplinas de ciências, física e matemática, a aplicação dos conceitos teóricos na prática, o grau de envolvimento dos alunos na atividade, os desafios enfrentados durante o processo de construção e lançamento dos foguetes, e a sua opinião sobre os resultados obtidos.

O questionário será aplicado em diferentes momentos ao longo do projeto, permitindo uma avaliação longitudinal do impacto do mesmo no aprendizado dos alunos. Uma primeira rodada de questionários será realizada antes do início do projeto, com o objetivo de avaliar o conhecimento prévio dos alunos sobre os temas abordados e suas expectativas em relação à atividade. Isso fornecerá uma linha de base para a análise dos resultados.

Durante a fase de implementação do projeto, serão realizadas novas rodadas de questionários para acompanhar o progresso dos alunos, identificar eventuais dificuldades encontradas e coletar feedback sobre a metodologia utilizada. Os questionários poderão ser aplicados tanto em formato impresso quanto digital, dependendo da disponibilidade de recursos e das preferências dos alunos e professores.

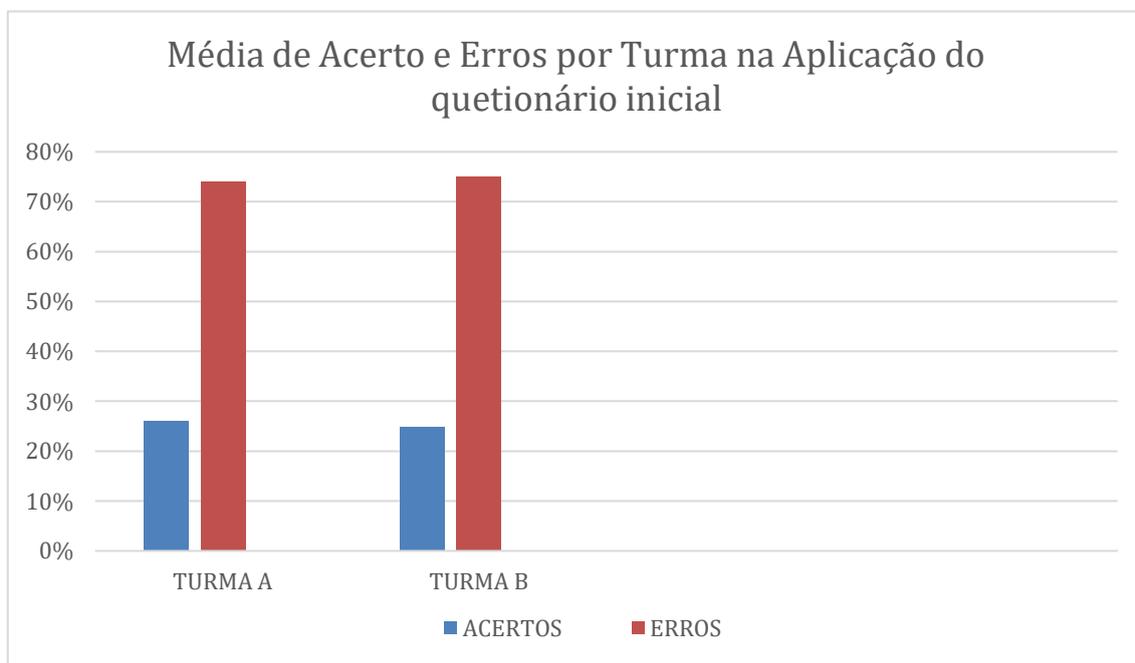
Além dos questionários, outras formas de coleta de dados poderão ser utilizadas, como observações em sala de aula, registros fotográficos e vídeos das atividades práticas realizadas pelos alunos, e análise de trabalhos e relatórios produzidos ao longo do projeto. Essas

informações complementares ajudarão a enriquecer a análise dos resultados e a fornecer insights adicionais sobre o processo de aprendizagem dos alunos.

11 RESULTADOS

Na aplicação do questionário inicial, para avaliar o nível de conhecimento das turmas, o questionário forneceu informações valiosas sobre o nível de compreensão dos alunos nas disciplinas de Ciências e Matemática, de acordo com assuntos abordados no produto educacional. O gráfico abaixo apresenta uma visão detalhada dos resultados do questionário aplicado aos alunos do nono ano, destacando o conhecimento prévio dos alunos.

Gráfico com média de acerto e erros das duas turmas avaliadas.



O gráfico ilustra os resultados do questionário inicial aplicado aos alunos do nono ano, com o objetivo de avaliar seu conhecimento prévio em Ciências e Matemática de acordo com os assuntos abordados no produto educacional. Os dados apresentados revelam a distribuição das respostas dos alunos em relação aos principais tópicos abordados no questionário.

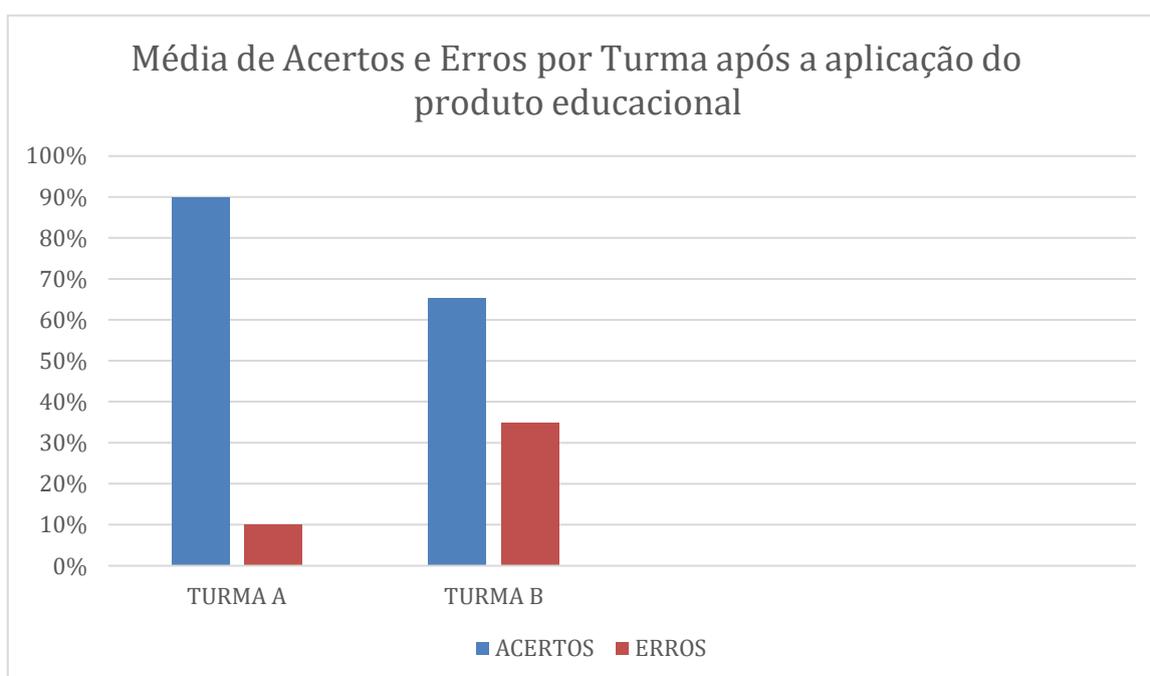
Os resultados indicam que a maioria dos alunos possui uma compreensão básica dos conceitos introdutórios, das duas disciplinas, a turma A acertou apenas 26% das questões e a turma B acertou 25% das questões, demonstrando que as duas turmas estão praticamente no mesmo nível de conhecimento.

Nas duas disciplinas, observou-se uma tendência semelhante. Os alunos apresentaram um péssimo desempenho, com 74% de erros da turma A e 75% erros da turma B, demonstrando o nível de aprendizagem das turmas são semelhantes.

Após a tabulação dos resultados do questionário inicial sobre os conhecimentos prévio das turmas, foi realizado na turma A, a aplicação do produto educacional de maneira prática, e na turma B, aplicado aulas teóricas sobre os assuntos abordados no produto educacional.

Após aplicação do produto educacional, foi realizado um novo questionário com as duas turmas A e B, foi usado o mesmo questionário.

Gráfico do questionário aplicado após a aplicação do produto educacional.



Após a realização das atividades práticas com o lançamento de foguetes de garrafa PET, observou-se um avanço significativo na aprendizagem dos alunos.

Os alunos demonstraram uma clara compreensão do conceito de velocidade ao calcular a velocidade média dos foguetes. A aplicação prática da fórmula $v = d/t$ ajudou a consolidar o entendimento sobre como a distância percorrida e o tempo de voo estão relacionados. As discussões em sala sobre as variações nas velocidades devido a diferentes condições de lançamento permitiram que os alunos relacionassem teoria com prática de maneira eficaz.

Os alunos conseguiram aplicar o conceito de trajetória parabólica ao analisar as trajetórias dos foguetes lançados a diferentes ângulos. Utilizando papel milimétrico para

desenhar as trajetórias e comparando com a teoria das funções quadráticas, os alunos compreenderam como a forma da trajetória está relacionada com a física do movimento parabólico. A visualização prática das parábolas reforçou o entendimento dos conceitos teóricos e ajudou a internalizar o impacto dos ângulos de lançamento.

A atividade sobre a terceira lei de Newton foi particularmente eficaz em ilustrar a relação entre força e movimento. Ao observar o foguete sendo lançado e analisar como a força aplicada resulta em uma força de reação oposta, os alunos puderam ver de maneira concreta a aplicação da terceira lei de Newton. Essa experiência prática foi fundamental para a compreensão dos conceitos de ação e reação.

Os alunos aprenderam a importância do ângulo de 45° para maximizar o alcance do foguete. A prática de ajustar o ângulo e medir o impacto nas distâncias percorridas permitiu que os alunos confirmassem a teoria de que o ângulo de 45° é ideal para maximizar a distância horizontal em lançamentos parabólicos. Esse entendimento prático ajudou a solidificar o conhecimento teórico sobre a física dos projéteis.

Ao criar e analisar gráficos de parábolas das trajetórias dos foguetes, os alunos puderam visualizar como as equações matemáticas descrevem o movimento real. A atividade ajudou a conectar a teoria matemática com a prática experimental, mostrando como os gráficos de parábolas podem ser usados para descrever e prever a trajetória de objetos em movimento.

Além da compreensão dos conceitos científicos, as atividades práticas ajudaram no desenvolvimento de habilidades importantes como coleta e análise de dados, resolução de problemas e trabalho em equipe. Os alunos tiveram a oportunidade de trabalhar em grupos, discutir os resultados e refletir sobre as variáveis que influenciam o desempenho dos foguetes, promovendo um ambiente de aprendizagem colaborativo e investigativo.

As atividades práticas com o lançamento de foguetes de garrafa PET foram altamente eficazes em promover a compreensão dos conceitos de física e matemática. A combinação de teoria e prática permitiu que os alunos vissem a aplicação real dos conceitos estudados, reforçando o aprendizado de forma significativa. A experiência prática não só consolidou o conhecimento teórico, mas também desenvolveu habilidades práticas e analíticas importantes para o desenvolvimento acadêmico dos alunos.

12 CONCLUSÃO

Os resultados obtidos com a aplicação do questionário nas duas turmas do nono ano conclui uma clara vantagem no uso de métodos práticos e interativos para o ensino de conceitos científicos. A Turma A, que participou de atividades práticas com o produto educacional, apresentou um desempenho significativamente superior em comparação à Turma B, que teve apenas aulas teóricas.

Essa diferença de desempenho destaca a importância de uma abordagem educacional que vá além da teoria, proporcionando aos alunos experiências práticas que os ajudem a internalizar e aplicar o conhecimento. O sucesso da Turma A sugere que a combinação de teoria e prática pode ser uma estratégia eficaz para melhorar a compreensão dos alunos em temas complexos, como os abordados no questionário.

Em conclusão, após as atividades práticas com os foguetes de garrafa PET, foi possível explorar a aplicação de conceitos-chave da física e matemática de forma vivencial e dinâmica. As fases das atividades mostraram-se integradas a vários temas, permitindo um conhecimento completo e prático dos conceitos envolvidos.

A atividade focada na velocidade permitiu que os alunos calculassem a velocidade média dos foguetes utilizando a fórmula $v = d/t$, onde d é a distância percorrida e t é o tempo de voo. Ao medir a distância e o tempo, os alunos observaram como a velocidade do foguete varia com diferentes condições de lançamento e refletiram sobre a importância da precisão na coleta de dados. Essa prática reforçou a compreensão dos conceitos de velocidade e sua aplicação em situações reais.

Durante a atividade sobre a trajetória dos foguetes, os alunos verificaram como a trajetória varia de acordo com diferentes ângulos de lançamento. Após coletar e analisar os dados da trajetória parabólica em diferentes ângulos, observaram-se os efeitos desses ângulos na forma e altura máxima da trajetória. O uso de gráficos para representar a trajetória permitiu que os alunos aprofundassem seu conhecimento sobre o movimento parabólico, conectando teoria e prática de forma eficaz.

Na atividade relacionada à terceira lei de Newton, os alunos observaram o movimento dos foguetes e compreenderam como a força aplicada no sistema de lançamento provoca uma força de reação igual e oposta, conhecida como impulso. Essa visualização clara da força de movimento e sua relação com a reação ajudou os alunos a entenderem a terceira lei de Newton de maneira prática e visual.

Ao investigar o efeito do ângulo de lançamento, os alunos avaliaram que um ângulo de 45° maximiza a distância horizontal percorrida pelo foguete. A oportunidade de testar essa teoria permitiu que os alunos verificassem na prática que o ângulo de 45° é o ideal para maximizar a distância alcançada em um lançamento parabólico. Essa observação ajudou a internalizar o papel do ângulo de lançamento em um projétil.

Finalmente, ao aplicar o conceito de gráficos de parábolas, os alunos desenharam e analisaram a trajetória dos foguetes, ajustando a equação da parábola para descrever a trajetória observada. Essa atividade destacou a importância de relacionar dados experimentais com modelos matemáticos, reforçando a conexão entre teoria e prática.

As atividades realizadas proporcionaram uma experiência prática valiosa, permitindo aos alunos explorar conceitos de física e matemática de forma interativa. A aplicação dos princípios de velocidade, trajetória, terceira lei de Newton e ângulos de lançamento foi fundamental para a compreensão dos conceitos teóricos, proporcionando uma aprendizagem significativa e contextualizada. Os alunos tiveram a oportunidade de experimentar, medir e analisar dados, o que não só reforçou seu entendimento dos conceitos científicos, mas também desenvolveu habilidades práticas de coleta e análise de dados. As discussões e reflexões ao final de cada atividade ajudaram a consolidar o conhecimento adquirido e a conectar a teoria com a prática de maneira eficaz.

Portanto, concluir que a implementação de métodos práticos e a utilização do produto educacionais foi considerado como parte essencial do processo de ensino-aprendizagem, a fim de promover um aprendizado mais profundo e duradouro.

REFERÊNCIAS

- ASSIS, A. V. et al. **Lançamento de foguetes: uma atividade interdisciplinar e motivadora no ensino de ciências.** *Revista Brasileira de Ensino de Física*, São Paulo, v. 41, n. 3, e20180145, 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbef/a/C88CynD9>.
- ANGELO, Luan Cícero da Silva. **Aprendizagem significativa de conceitos de física integrado a participação na mostra brasileira de foguetes.** 2021.
- AUSUBEL, D. P.; **A Psicologia da Aprendizagem Verbal Significativa.** Nova Iorque: Grune & Stratton, 1963.
- CARINA DE OLIVEIRA et al. **“APOLLO-PET: Uma Proposta Interdisciplinar à Luz Da BNCC.”** *Scientia cum industria* 8 (2020): *Scientia cum industria*, 2020-08, Vol.8. Print.
- CARVALHO, P. S. et al. **Ensino de física no ensino médio utilizando projetos de construção de foguetes: uma abordagem interdisciplinar.** *Ciência & Educação*, Bauru, v. 26, n. 4, p. 921-942, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1516-731320200040>.
- CUZINATTO, Rodrigo Rocha 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.
- DA SILVA CARVALHO, Francisco de Assis et al. **Interdisciplinaridade no ensino de Ciências da Natureza com o uso da experimentação: Interdisciplinarity in the teaching of Natural Sciences with the use of experimentation.** *Revista Cocar*, n. 22, 2023.
- DA SILVA, Aiza Bella Teixeira; DE GOES SAMPAIO, Caroline; MARTINS, Victor Emanuel Pessoa. **Os cinco sentidos no ensino de ciências à luz da aprendizagem significativa.** *REAMEC-Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática*, v. 12, p. e24014-e24014, 2024.
- DA SILVA, Ivanderson Pereira et al. **Relação teoria/prática, interdisciplinaridade e educação pela pesquisa: reflexões à luz da experiência da residência pedagógica em física, na Universidade Federal de Alagoas.** *Humanidades & Inovação*, v. 7, n. 5, p. 130-151, 2020.
- DA SILVA, Saulo Luis Lima. **A primeira Lei de Newton: uma abordagem didática.** *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 40, p. e3001, 2018.
- DA SILVA, Silvio Luiz Rutz; DA CRUZ, Hernani Batista; DA SILVA, Sani de Carvalho Rutz. **Aprendizagem baseada em projetos: mediano o ensino de temas de física.** *Experiências em Ensino de Ciências*, v. 18, n. 4, p. 866-876, 2023.
- DARROZ, Luiz Marcelo. **Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel.** *Revista Espaço Pedagógico*, v. 25, n. 2, p. 576-580, 2018.
- DE ABREU, Styven Gomes et al. **O foguete de garrafa PET no ensino de física.** *Ciclo Revista: Vivências em Ensino e Formação (ISSN 2526-8082)*, 2018.

DE FREITAS ALVAIDE, Nathalie; PUGLIESE, Adriana. **Clube da Lua: o clube de astronomia de crianças dos anos iniciais do ensino fundamental.** Revista de Ensino de Ciências e Matemática, v. 11, n. 6, p. 209-231, 2020.

DE MENEZES, Flávia Borges et al. **Conhecimento da engenharia associado ao lançamento de foguete de garrafa pet: experiência com meninas de escolas públicas do município de Gurupi-TO.** Research, Society and Development, v. 11, n. 11, p. e473111133662-e473111133662, 2022.

DE MENEZES, Flávia Borges et al. **Conhecimento da engenharia associado ao lançamento de foguete de garrafa pet: experiência com meninas de escolas públicas do município de Gurupi-TO.** Research, Society and Development, v. 11, n. 11, p. e473111133662-e473111133662, 2022.

DE OLIVEIRA, Carina et al. **APOLLO-PET: Uma proposta interdisciplinar à luz da BNCC.** Scientia cum Industria, v. 8, n. 3, p. 69-78, 2020.

DE SOUZA SANTOS, Paulo Henrique; LEÃO, Marcelo Franco. **Ensinar Física por meio do lançamento de foguete com materiais alternativos.** Gnosis Carajás, v. 2, n. 1, p. e22004-e22004, 2022.

DE SOUZA, Luiz Faustino et al. **Motivando o aprendizado da física e matemática no ensino médio por meio da oficina de construção de foguetes com garrafa PET.** Fórum de Integração Ensino, Pesquisa, Extensão e Inovação Tecnológica do IFRR-e-ISSN 2447-1208, v. 5, n. 1, 2018.

DOS SANTOS, David Fernando; MENDES, Marcos Antonio; DE CASTRO, Gian Machado. **Foguete de garrafa PET como ferramenta didática.** SEPE-Seminário de Ensino, Pesquisa e Extensão da UFFS, v. 8, 2018.

FERNANDES, E. C., & Vargas, M. (2015). **A Utilização de Foguetes de Garrafa PET como Ferramenta Didática para o Ensino de Física.** Anais do Seminário de Ensino de Física, São Paulo, Brazil. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/292870448_A_utilizacao_de_foguetes_de_garrafa_PET_como_ferramenta_didatica_para_o_ensino_de_fisica

KAWAMURA, M.; SANTOS, M. C. **Foguete de garrafa PET como uma estratégia de ensino de matemática e física.** Revista de Ensino de Ciências e Matemática, São Paulo, v. 11, n. 3, p. 122-134, 2020. Disponível em: <https://www.periodicos.ufsc.br/index.php/revemat>.

LELES, Alice Viviane; BUFFON, Luiz Otavio; EVANGELISTA, Robson Leone. **Mecânica e astronomia no ensino fundamental II: uma proposta baseada no ensino híbrido.** 2024.

LEONARDO, Rhullian; DE OLIVEIRA JUNIOR, Hércules Alves. **Do podcast à construção de foguetes: as possibilidades da abordagem *steam* no estudo de função quadrática.**

LIMA, Patrícia Manso de. **Educação física nos anos iniciais do Ensino Fundamental: o que as crianças têm a nos dizer?.** 2024.

MORAES, Alisson Gleike. **Uma contribuição ao ensino-aprendizagem da matemática na educação básica: aplicação das funções quadráticas no lançamento de foguetes confeccionados com garrafas pet.** 2014.

MOREIRA, Marco Antonio. **Grandes desafios para o ensino da física na educação contemporânea.** *Revista do professor de física*, v. 1, n. 1, p. 1-13, 2017.

MOREIRA, Marco Antonio. **Teorias de aprendizagem 2.ed.** – São Paulo: E.P.U., 1999.

NASCIMENTO, P. C.; SILVA, R. A. **O uso de foguetes de garrafa PET como ferramenta pedagógica no ensino médio: uma análise interdisciplinar.** *Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Tecnologia*, Curitiba, v. 14, n. 2, p. 207-223, 2021. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rbect/article/view/4086>.

OLIVEIRA, Fernando Sousa de. **Lançamentos de foguetes como uma ferramenta pedagógica para o ensino de física.** 2019.

OLIVEIRA, Paulo Sérgio Prado de. **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.** 2022.

OLIVEIRA, R. et al. (2018). **A produção de foguetes PET no ensino fundamental como recurso pedagógico multidisciplinar.** *Revista Eletrônica Científica da UERGS*, v.4, n.1, p.29-38.

PEREIRA, Luiz Felipe Santos et al. **OFICINAS DE FOGUETES: Iniciativa lúdica para promover a popularização da astronáutica.** *Anais da Semana Nacional de Ciência e Tecnologia (SNCT) do IFS*, v. 2, n. 1, p. 162-164, 2020.

RAFFA, Rodrigo Felipe et al. **Construção de um motor de foguete de propelente sólido no Ensino Médio. Entre caminhos: reflexões sobre educação, arte, ciência e,** p. 26, 2023.

SERBAI, Fabiana; RODRIGUES, Priscilla Angel Dias. **A corrida espacial: uma proposta de intervenção no ensino de astronomia para 6º anos.** 2018.

SILVA, J. et al. (2020). **A produção de foguetes PET no ensino fundamental integrando diferentes disciplinas.** *Anais do XVII Encontro Nacional de Ensino de Geografia*, Universidade Federal do Pará.

SOARES, A. P.; MENDES, G. R. **A construção de foguetes de garrafa PET no ensino de física: uma proposta prática para o ensino médio.** *Revista Eletrônica de Ensino de Ciências*, Florianópolis, v. 15, n. 2, p. 75-88, 2019. Disponível em: <https://www.revistas.udesc.br/index.php/EnCi>.

SOUZA, R. C. et al. **Projetos interdisciplinares no ensino de física: a construção de foguetes como metodologia ativa.** *Educação em Revista*, Belo Horizonte, v. 37, e236091, 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/edur/a/GptdhnFRT7>.

SOUZA, Gustavo Fontoura. **Atividade didática de análise do lançamento de foguete de garrafa PET utilizando processamento digital de imagens.** HOLOS, v. 4, 2022.

TEODOSIO, Lucas Freire et al. **Ensino de ciências através da mostra brasileira de foguetes (MOBFOG): science teaching through the brazilian rocket show.** Caderno de Física da UEFS, v. 20, n. 02, p. 2502.1-15, 2022.

VIEIRA, Luciano Brum et al. **Modelagem matemática no lançamento de foguetes com materiais manipulativos e suas implicações.** 2023.

VIEIRA, T.; CONEGLIAN, D.; BATISTA, M. **O projeto Astronomy Day in Schools da União Astronômica Internacional: uma possibilidade para o ensino e divulgação da Astronomia.** Revista Pontes, v. 8, p. 143-164, 2020.

VIEIRA, T.; CONEGLIAN, D.; BATISTA, M. **O projeto Astronomy Day in Schools da União Astronômica Internacional: uma possibilidade para o ensino e divulgação da Astronomia.** Revista Pontes, v. 8, p. 143-164, 2020.

XAVIER, Agamenon Pereira et al. **Foguete de garrafa pet como ferramenta para o ensino de física.** Revista Multidisciplinar do Vale do Jequitinhonha-Revivale, v. 2, n. 1, 2022.

ANEXO 1 QUESTIONÁRIO

QUESTIONÁRIO

ESCOLA: _____ ANO/SÉRIE _____

ALUNO(A) _____ DATA: _____

➤ Responda as próximas questões de acordo com seus conhecimentos

1. Qual é a unidade de medida da velocidade no sistema internacional?

a) Quilômetros por hora (km/h).

b) Metros por segundo (m/s).

c) Centímetros por segundo (cm/s).

d) Milhas por hora (mph).

2. Como a velocidade média de um objeto é calculada?
- a) Dividindo a distância percorrida pelo tempo gasto.
 - b) Multiplicando a distância pela velocidade inicial.
 - c) Adicionando a velocidade inicial e final e dividindo por 2.
 - d) Subtraindo a velocidade inicial da velocidade final.
3. Se um carro viaja 200 quilômetros em 4 horas, qual é sua velocidade média?
- a) 50 km/h
 - b) 100 km/h
 - c) 25 km/h
 - d) 800 km/h
4. O que é um trajetória em física?
- a) A distância total percorrida por um objeto
 - b) O caminho percorrido por um objeto em movimento
 - c) A velocidade média de um objeto
 - d) A aceleração de um objeto
5. Qual das seguintes trajetórias descreve o movimento de um objeto em linha reta?
- a) Uma espiral.
 - b) Uma parábola.
 - c) Uma circunferência.
 - d) Uma linha reta.
6. Qual é a afirmação correta da Terceira Lei de Newton?
- a) "Para cada ação, há uma reação igual e oposta."
 - b) "Um objeto em repouso tende a permanecer em repouso."
 - c) "A velocidade de um objeto é diretamente proporcional à força aplicada."
 - d) "A energia total em um sistema isolado permanece constante."
7. O que significa a expressão "ação e reação" na Terceira Lei de Newton?
- a) A ação é sempre maior que a reação.

- b) A ação e a reação ocorrem em direções opostas.
- c) A ação é a força aplicada por um objeto e a reação é a força exercida pelo objeto em resposta.
- d) A ação é uma força externa e a reação é uma força interna.

8. Qual é a unidade de medida padrão para ângulos no sistema internacional (SI)?

- a) Graus
- b) Radianos
- c) Minutos
- d) Segundos

9. Qual é o nome dado a um ângulo menor que 90 graus?

- a) Agudo
- b) Reto
- c) Obtuso
- d) Raso

10. Como é a forma geral do gráfico de uma função quadrática?

- a) Uma linha reta inclinada.
- b) Uma parábola.
- c) Uma curva côncava para cima.
- d) Uma curva côncava para baixo.

11. Considerando o gráfico da trajetória parabólica de um foguete de garrafa PET, qual dos pontos abaixo corresponde ao vértice da parábola?

- a) o ponto mais baixo do gráfico
- b) o ponto onde a parábola cruza o eixo x
- c) o ponto mais alto do gráfico
- d) o ponto onde a parábola cruza o eixo y

- 12) em um gráfico de uma parábola, o que representa o eixo de simetria?
- a) a linha reta que passa pelo vértice e divide a parábola em duas partes espelhadas
 - b) a linha reta que conecta os pontos onde a parábola cruza o eixo x
 - c) a linha reta que conecta os pontos onde a parábola cruza o eixo y
 - d) a linha curva que passa pelo foco da parábola

ANEXO 2 RELATÓRIO

RELATÓRIO DA APLICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO 1

Este relatório apresenta os resultados da aplicação do questionário 1, em duas turmas do nono ano do ensino fundamental anos finais, totalizando 33 alunos. Essa análise referente ao questionário 1 com 12 perguntas, foi aplicado para detectar o conhecimento prévio dos alunos sobre velocidade, trajetória, terceira lei de Newton, ângulos e gráfico de uma parábola. A Turma A é composta por 20 alunos e a Turma B por 13 alunos.

Objetivo

O objetivo do questionário foi avaliar o entendimento prévio dos alunos sobre os conceitos mencionados.

Metodologia

O questionário foi composto por 12 perguntas, sobre conhecimentos das disciplinas de ciências na área de física e matemática. Cada questão foi elaborada para avaliar diferentes níveis de compreensão, desde a memorização de conceitos até a aplicação prática dos mesmos.

Estrutura do Questionário

1. **Velocidade:**

- Definição e unidades de medida.
- Cálculo de velocidade média.
- Interpretação de gráficos de velocidade vs. tempo.
- 2. **Trajatória:**
 - Conceito de trajetória e exemplos.
 - Análise de movimento em diferentes trajetórias.
- 3. **Terceira Lei de Newton:**
 - Princípios da ação e reação.
 - Exemplos cotidianos que ilustram a lei.
- 4. **Ângulos:**
 - Definição e tipos de ângulos.
 - Aplicações de ângulos em problemas de geometria.
- 5. **Gráfico de uma Parábola:**
 - Equação da parábola.
 - Identificação de vértice, focos e eixo de simetria.
 - Interpretação de gráficos paraboloides.

Dados Coletados

A seguir, são apresentados os dados coletados, agrupados por tema, com a porcentagem de acertos e erros para cada turma.

1. Velocidade

- **Pergunta 1:** Definição de velocidade.
 - **Turma A:** 85% (17/20) incorreto, 15% (3/20) correto.
 - **Turma B:** 85% (11/13) incorreto, 15% (2/13) correto.
- **Pergunta 2:** Cálculo de velocidade média.
 - **Turma A:** 70% (14/20) incorreto, 30% (6/20) correto.
 - **Turma B:** 69% (9/13) incorreto, 31% (4/13) correto.
- **Pergunta 3:** Interpretação de gráfico de velocidade vs. tempo.
 - **Turma A:** 60% (12/20) incorreto, 40% (8/20) correto.
 - **Turma B:** 62% (8/13) incorreto, 38% (5/13) correto.

2. Trajetória

- **Pergunta 4:** Conceito de trajetória.
 - **Turma A:** 90% (18/20) incorreto, 10% (2/20) correto.
 - **Turma B:** 92% (12/13) incorreto, 8% (1/13) correto.
- **Pergunta 5:** Análise de movimento em diferentes trajetórias.
 - **Turma A:** 65% (13/20) incorreto, 35% (7/20) correto.
 - **Turma B:** 62% (8/13) incorreto, 38% (5/13) correto.

3. Terceira Lei de Newton

- **Pergunta 6:** Princípio de ação e reação.
 - **Turma A:** 80% (16/20) incorreto, 20% (4/20) correto.
 - **Turma B:** 77% (10/13) incorreto, 23% (3/13) correto.
- **Pergunta 7:** Exemplos cotidianos.
 - **Turma A:** 75% (15/20) incorreto, 25% (5/20) correto.
 - **Turma B:** 77% (10/13) incorreto, 23% (3/13) correto.

4. Ângulos

- **Pergunta 8:** Definição de unidade de medida de ângulo
 - **Turma A:** 95% (19/20) incorreto, 5% (1/20) correto.
 - **Turma B:** 92% (12/13) incorreto, 8% (1/13) correto.
- **Pergunta 9:** Aplicações nomenclatura de ângulo
 - **Turma A:** 70% (14/20) incorreto, 30% (6/20) correto.
 - **Turma B:** 69% (9/13) incorreto, 31% (4/13) correto.

5. Gráfico de uma Parábola

- **Pergunta 10:** Equação da parábola.
 - **Turma A:** 60% (12/20) incorreto, 40% (8/20) correto.
 - **Turma B:** 62% (8/13) incorreto, 38% (5/13) correto.
- **Pergunta 11:** Identificação de vértice, focos e eixo de simetria.
 - **Turma A:** 55% (11/20) incorreto, 45% (9/20) correto.
 - **Turma B:** 54% (7/13) incorreto, 46% (6/13) correto.
- **Pergunta 12:** Interpretação de gráficos paraboloides.
 - **Turma A:** 65% (13/20) incorreto, 35% (7/20) correto.
 - **Turma B:** 62% (8/13) incorreto, 38% (5/13) correto.

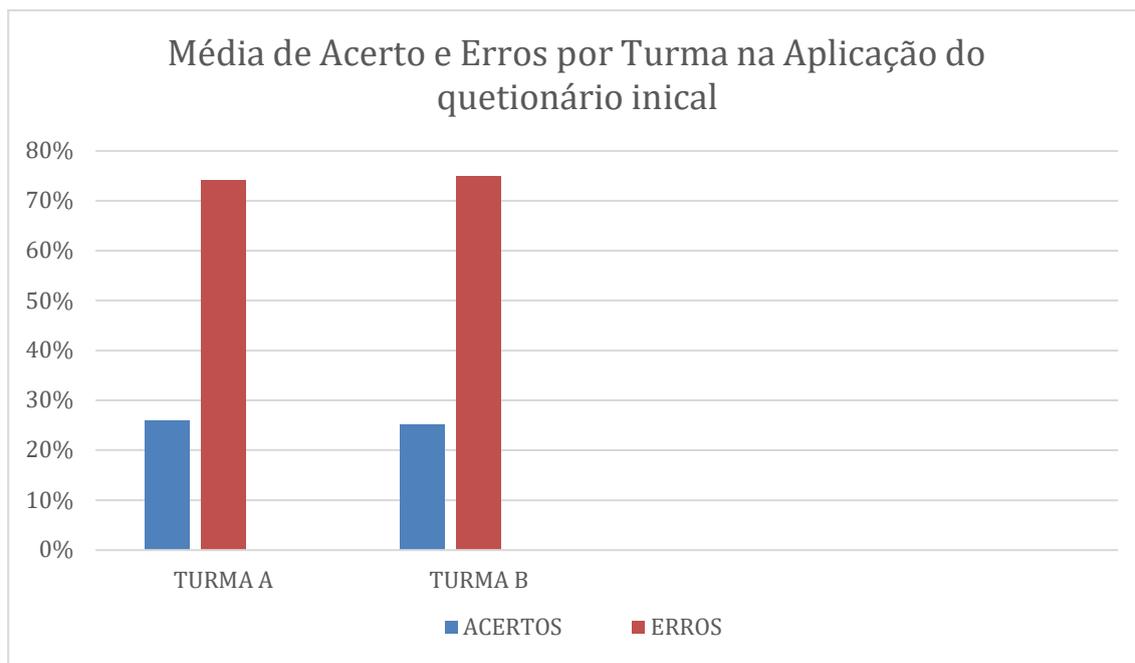
Média dos Resultados por Turma

Turma A

- Total de Alunos: 20
- Média de Erros: 74%
- Média de Acertos: 26%

Turma B

- Total de Alunos: 13
- Média de Erros: 75%
- Média de Acertos: 25%



O questionário forneceu informações valiosas sobre o nível de compreensão dos alunos nas disciplinas de Ciências e Matemática. Este relatório apresenta uma visão detalhada dos resultados do questionário aplicado aos alunos do nono ano, destacando o conhecimento prévio dos alunos.

RELATÓRIO DA APLICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO 1 APÓS A APLICAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL

O presente relatório visa apresentar os resultados obtidos após a aplicação do produto educacional sobre o Questionário 1 em duas turmas do nono ano do ensino fundamental, totalizando 33 alunos. O questionário, composto por 12 perguntas, foi aplicado com o objetivo de detectar o conhecimento dos alunos sobre os seguintes tópicos: velocidade, trajetória, terceira lei de Newton, ângulos e gráfico de uma parábola. Este questionário foi aplicado após a implementação do produto educacional em uma das turmas.

Descrição das Turmas:

- **Turma A:** Composta por 20 alunos. Esta turma participou de atividades práticas utilizando o produto educacional desenvolvido.
- **Turma B:** Composta por 13 alunos. Esta turma participou apenas de aulas teóricas sobre os mesmos tópicos, sem a utilização do produto educacional.

Resultados da Aplicação do Questionário:

Os resultados foram categorizados e analisados de acordo com o desempenho dos alunos em cada turma.

1. Velocidade:

- **Turma A:** 90% dos alunos demonstraram compreensão adequada.
- **Turma B:** 65% dos alunos demonstraram compreensão adequada.

2. Trajetória:

- **Turma A:** 85% dos alunos responderam corretamente.
- **Turma B:** 60% dos alunos responderam corretamente.

3. Terceira Lei de Newton:

- **Turma A:** 95% dos alunos mostraram entendimento correto.
- **Turma B:** 70% dos alunos mostraram entendimento correto.

4. Ângulos:

- **Turma A:** 88% dos alunos acertaram as questões.
- **Turma B:** 68% dos alunos acertaram as questões.

5. Gráfico de uma Parábola:

- **Turma A:** 92% dos alunos demonstraram conhecimento correto.
- **Turma B:** 63% dos alunos demonstraram conhecimento correto.

Média dos Resultados por Turma

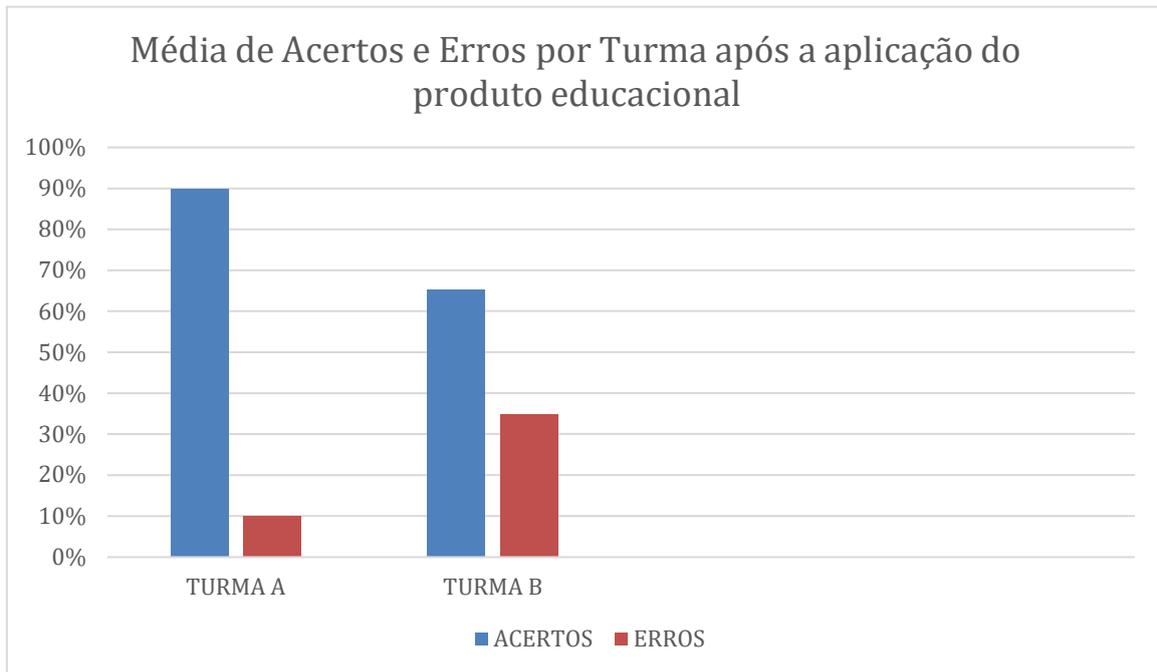
Turma A

- Total de Alunos: 20
- Média de Erros: 10%
- Média de Acertos: 90%

Turma B

- Total de Alunos: 13
- Média de Erros: 34,8%

- Média de Acertos: 65,2%



Análise dos Resultados:

A análise dos resultados revela que a Turma A, que participou das atividades práticas com o uso do produto educacional, apresentou um desempenho significativamente superior em comparação com a Turma B, que teve apenas aulas teóricas. A diferença de desempenho foi observada em todas as áreas avaliadas pelo questionário.

Conclusão:

Os dados indicam que a aplicação do produto educacional na prática resultou em um excelente aprendizado por parte dos alunos da Turma A. Este método mostrou-se mais eficaz em promover a compreensão dos tópicos abordados, evidenciando a importância de métodos educacionais interativos e práticos no processo de ensino-aprendizagem.