

INSTITUTO FEDERAL SUL-RIO-GRANDENSE

CÂMPUS PASSO FUNDO

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS NA EDUCAÇÃO

MESTRADO PROFISSIONAL EM CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS NA EDUCAÇÃO

**Unidades de Ensino Potencialmente
Significativas: uma estratégia para o
desenvolvimento da Alfabetização Científica no
Ensino de Ciências.**

Alan Luís Figueiredo da Paz

INSTITUTO FEDERAL SUL-RIO-GRANDENSE

CÂMPUS PASSO FUNDO

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS NA
EDUCAÇÃO MESTRADO PROFISSIONAL EM CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS NA
EDUCAÇÃO

Unidades de Ensino Potencialmente Significativas: uma estratégia para o desenvolvimento da Alfabetização Científica no Ensino de Ciências.

Alan Luís Figueiredo da Paz

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências e Tecnologias na Educação do *Campus* Passo Fundo do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-rio-grandense, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ciências e Tecnologias na Educação.

Orientador: Prof. Dr. Lucas Vanini

INSTITUTO FEDERAL SUL-RIO-GRANDENSE

CÂMPUS PASSO FUNDO

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS NA
EDUCAÇÃO MESTRADO PROFISSIONAL EM CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS NA
EDUCAÇÃO

Unidades de Ensino Potencialmente Significativas: uma estratégia para o desenvolvimento da Alfabetização Científica no Ensino de Ciências.

Alan Luís Figueiredo da Paz

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências e Tecnologias na Educação do *Campus* Passo Fundo do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-rio-grandense, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ciências e Tecnologias.

Orientador: Prof. Dr. Lucas Vanini

Membros da Banca:

Prof. Dr. Lucas Vanini – (Orientador- PPGCITED/IFSul)

Profa. Denise Nascimento Silveira - (UFPEL)

Profa. Maria Carolina Fortes - (PPGCITED/IFSul)

Prof. Jucelino Cortez - (CAVG/IFSul)

Passo Fundo - RS
2026

FICHA CATALOGRÁFICA

P348 Paz, Alan Luís Figueiredo da
Unidades de Ensino Potencialmente Significativas: uma estratégia para o desenvolvimento da Alfabetização Científica no Ensino de Ciências / Alan Luís Figueiredo da Paz. – 2026.
150 f.: il.

Orientador: Lucas Vanini.
Dissertação (Mestrado) – Instituto Federal de Educação, Ciência Tecnologia Sul-rio-grandense. Programa de Pós-Graduação em Ciências e Tecnologias na Educação. Mestrado Profissional em Ciências e Tecnologias na Educação. 2026.

1. Ensino das ciências. 2. Alfabetização Científica. 3. Física. 4. Protótipos Foguetes de Papel. I. Vanini, Lucas. II. Título.

CDU: 37:53

Catálogo na publicação:
Bibliotecária: Mariele Luzzi – CRB 10/2055
Biblioteca IFSul - Câmpus Passo Fundo

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo analisar o uso de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) como proposta de contribuição para o processo de Alfabetização Científica (AC) no Ensino de Ciências, em uma turma do 6º ano do Ensino Fundamental II de uma escola cívico-militar da rede pública do município de São José dos Pinhais – PR. A pesquisa consistiu na aplicação de um Produto Educacional caracterizado como Guia Didático com a finalidade de sondar e analisar indícios de Alfabetização Científica a partir da implementação de uma UEPS. A proposta baseou-se no uso de conteúdos da Física, desenvolvidos sob uma abordagem experimental e investigativa, tendo como atividade central a construção e o lançamento de protótipos de foguetes de papel, visando à compreensão de relações conceituais desse componente curricular. Este estudo é construído sob a ótica da Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) de David Ausubel (1968; 2003), do uso da UEPS proposta por Moreira (2011) e do caráter investigativo da Alfabetização Científica de Sasseron (2015); Carvalho (2008) e Lorenzetti (2000; 2001). A pesquisa apresenta um caráter qualitativo Minayo (2007), sendo utilizada a Análise de Conteúdo (BARDIN, 2011) para interpretação dos dados coletados, caracterizando-a como Pesquisa Ensino, (THIOLLENT, 2011). A coleta de dados ocorreu por meio de produções textuais, observações e questões problemas durante a aplicação da pesquisa, além de registros fotográficos. Os resultados indicam que a UEPS favoreceu o protagonismo dos estudantes, a articulação entre teoria e prática e a manifestação de indicadores de Alfabetização Científica, como argumentação, interpretação de fenômenos e uso de conceitos científicos, evidenciando o potencial da Física no Ensino Fundamental II para a promoção de uma aprendizagem significativa e da formação cidadã.

Palavras-chave: UEPS; Alfabetização Científica; Ensino de Ciências.

ABSTRACT

The present study aims to analyze the use of a Potentially Meaningful Teaching Unit (PMTU) as a proposed contribution to the Scientific Literacy (SL) process in Science Education, within a 6th-grade class of Middle School at a public civic-military school in the city of São José dos Pinhais – PR. The research consisted of the application of an Educational Product characterized as a Didactic Guide, with the purpose of probing and analyzing signs of Scientific Literacy stemming from the implementation of a PMTU. The proposal was based on Physics content developed through an experimental and investigative approach, featuring the construction and launching of paper rocket prototypes as the central activity, aiming for the understanding of conceptual relationships within this curricular component. This study is built from the perspective of David Ausubel's (1968; 2003) Meaningful Learning Theory (MLT), the use of PMTUs as proposed by Moreira (2011), and the investigative nature of Scientific Literacy according to Sasseron (2015), Carvalho (2008), and Lorenzetti (2000; 2001). The research follows a qualitative approach (Minayo, 2007), utilizing Content Analysis (Bardin, 2011) for the interpretation of collected data, characterizing it as Teaching-Research (Thiollent, 2011). Data collection occurred through textual productions, observations, and problem-based questions during the research application, in addition to photographic records. The results indicate that the PMTU fostered student protagonism, the articulation between theory and practice, and the manifestation of Scientific Literacy indicators—such as argumentation, interpretation of phenomena, and the use of scientific concepts—highlighting the potential of Physics in Middle School for promoting meaningful learning and citizenship education.

Keywords: PMTU; Scientific Literacy; Science Education.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida, pela força e pela sabedoria concedidas ao longo desta caminhada, tornando possível a superação dos desafios enfrentados, capacitando-me para a vida.

À minha família, pelo apoio incondicional, em especial à minha filha princesa Aurora, “serzinho” que emana amor e força para seguir. Minha mãe Lina Lúcia, mesmo pela pouca instrução escolar, sempre me apoiou e incentivou nos estudos e me espelho em seu exemplo de simplicidade e benevolência. Aos meus irmãos Aline, Alex e Daniel, bem como ao meu padrasto Juraci, por fazer tudo o que estava a seu alcance em nossa criação.

Ao meu orientador Prof. Dr. Lucas Vanini, pela parceria, paciência e confiança nesta caminhada.

Aos professores ministrantes do Programa de Pós-graduação em Ciências e Tecnologias na Educação - Campus Passo Fundo: Prof. Dr. Lucas Vanini, Profa. Dra. Maria Carolina Fortes, Prof. Dr. Jucelino Cortez, Profa. Dra. Anubis Rossetto e Profa. Dra. Maria Raquel Caetano pelas valiosas contribuições teóricas, metodológicas e inspirações ao longo do curso.

Às minhas queridas e admiradas colegas Cláudia Zimmermann, Eleci Gonçalves e Juliana Alves. Reconheço o esforço e a mão solidária que estenderam durante meus altos e baixos neste processo formativo. Tenho um carinho por vocês. Deus abençoe vocês grandemente.

A primeira turma de Mestrado do Programa de Pós-graduação em Ciências e Tecnologias na Educação - Campus Passo Fundo. Foram múltiplas trocas de saberes, experiências, angústias e sonhos que abrilhantaram o nosso papel transformador na sociedade. Fizemos nossa história!

Também agradeço a Instituição IFSUL - Campus Passo Fundo, pela oferta e oportunidade de fazer parte da primeira turma de Mestrado Profissional nesta instituição.

À instituição de ensino onde a pesquisa foi realizada, à equipe gestora, aos professores e, especialmente, aos estudantes participantes, cuja colaboração tornou possível a concretização deste estudo.

Por fim, a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho, minha sincera gratidão.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01- Fachada da escola Cívico-Militar Padre Arnaldo Jansen.....	51
Figura 02- Estudantes montando a estrutura física do Varal do conhecimento.....	70
Figura 03- (a) e (b) – Estudantes respondendo perguntas acerca de seus conhecimentos prévios.....	71
Figura 04- Atividade Varal do Conhecimento Finalizada.....	72
Figura 05- Pesquisador contextualizando as concepções prévias dos estudantes..	74
Figura 06- Estudantes afixando suas concepções no Varal do Conhecimento.....	76
Figura 07- Pesquisador realizando a exposição dos conceitos, aplicações e termos técnicos que regem este estudo.....	82
Figura 08- Estudantes com diferentes tipos e modelos de bexigas.....	85
Figura 09- Layout do Simulador <i>PhET</i> de lançamento.....	93
Figura 10- Pesquisador instruindo os estudantes quanto ao uso do Simulador <i>PhET</i>	94
Figura 11- Estudantes realizando as simulações e anotações.....	95
Figura 12- Etapas de construção de foguetes de papel.....	103
Figura 13- Modelos de foguetes de papel sulfite, cartolina e papel cartão construídos pelos estudantes.....	104
Figura 14- Modelo de base de lançamento de foguete de papel.....	106
Figura 15- Estudantes preparados para realizar a pressurização da base de lançamento de seus foguetes, no auditório da escola.....	107
Figura 16- Estudante medindo a distância alcançada de seu foguete dentro do auditório da escola.....	108
Figura 17- Metragens.....	108
Figura 18 - Atividade de lançamento de foguete na área externa da escola.....	109
Figura 19 - Tabela de anotações e comparação de modelos de foguetes.....	110

LISTA DE QUADROS

Quadro 01- Dissertações selecionadas referente ao descritor Alfabetização Científica no Ensino Fundamental.....	25
Quadro 02- Dissertações selecionadas referente ao descritor UEPS no Ensino Fundamental.....	26
Quadro 03- Indicadores de Alfabetização Científica (AC) de acordo com Sasseron.	46
Quadro 04- Indicadores de Alfabetização Científica na perspectiva social propostos por nossa pesquisa a partir do levantamento bibliográfico de Pizarro, 2015.....	48
Quadro 05- Síntese da atividade proposta no primeiro momento.....	59
Quadro 06- Síntese da atividade proposta no segundo momento.....	59
Quadro 07- Síntese da atividade proposta no terceiro momento.....	60
Quadro 08- Síntese da atividade proposta no quarto momento.....	60
Quadro 09- Síntese da atividade proposta no quinto momento.....	61
Quadro 10- Síntese da atividade proposta no sexto momento.....	62
Quadro 11- Síntese da atividade proposta no sétimo momento.....	63
Quadro 12- Síntese da atividade proposta no oitavo momento.....	64
Quadro 13- Representações de foguetes e justificativas de seus modelos.....	98

LISTA DE TABELAS

Tabela 01– Resultado geral das variáveis testadas pelos estudantes.	116
Tabela 02- Síntese das características favoráveis a cada tipo de foguete.....	118
Tabela 03- Indicadores de Alfabetização Científica.....	126

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 01 - Opinião dos estudantes sobre a atividade que mais se interessou...	119
Gráfico 02 Taxa de estudantes que conseguem explicar o funcionamento de um foguete de papel.....	121

LISTA DE SIGLAS

AC – Alfabetização Científica
ACT - Alfabetização Científica e Tecnológica
AS – Aprendizagem Significativa
ASC - Aprendizagem Significativa Crítica
BNCC – Base nacional Comum Curricular
EC – Ensino de Ciências
EETEPa - Escola de Ensino Técnico do Estado do Pará
INPI – Instituto Nacional da Propriedade Industrial
MOBFOG - Mostra Brasileira de Foguetes
OBAFOG – Olimpíada Brasileira de Foguetes
OP - Organizadores Prévios
PCNs – Parâmetros Curriculares Nacionais
PET – Polietileno Tereftalato
PhET - Physics Education Technology
PE - Produto Educacional
TAS – Teoria da Aprendizagem Significativa
UEPA – Universidade do Estado do Pará
UFPA – Universidade Federal do Pará
UEPS – Unidades de Ensino Potencialmente Significativas

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	19
1.1 Justificativa.....	21
1.2 Objetivos: Geral e Específicos.....	23
2. REVISÃO DA LITERATURA	24
2.1 O Foco na Alfabetização Científica (AC) e a Linguagem.....	26
2.2 Metodologias Investigativas e a Estrutura da UEPS.....	27
2.3 A Aplicação do Conteúdo Específico de Física no ensino fundamental II.....	28
3. REFERENCIAL TEÓRICO.....	30
3.1 Ensino de Ciências no Brasil.....	30
3.2 O Ensino de Física no Contexto da Educação em Ciências.....	32
3.3 Perspectiva da Teoria da Aprendizagem Significativa.....	34
3.4 Unidade de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS).....	39
3.5 Perspectiva da Alfabetização Científica (AC).....	42
3.5.1 Indicadores da Alfabetização Científica (AC).....	45
4. PERCURSO METODOLÓGICO	50
4.1 Tipo da Pesquisa.....	50
4.2 Cenário da Pesquisa.....	51
4.3 Sujeitos da Pesquisa.....	52
4.4 Instrumentos de Coleta de Dados.....	53
4.5 Análise dos Dados	54
4.6 Aspectos Éticos.....	54
5. METODOLOGIA DE ENSINO.....	55
6. PROPOSTA DIDÁTICA	58
7. RELATO DA APLICAÇÃO DA PROPOSTA DIDÁTICA	66
7.1 Primeiro momento: <i>Apresentação e motivação</i>	66
7.2 Segundo momento: <i>Varal do Conhecimento</i>	70
7.2.1 Primeira pergunta: “O que é um foguete e para que ele serve?”.....	72
7.2.2 Segunda pergunta: O que faz um foguete subir quando é lançado?.....	74
7.2.3 Terceira pergunta: “O que pode fazer um foguete voar melhor ou pior?”.....	77
7.2.4 Quarta pergunta: “Por que as pessoas estudam e constroem foguetes?”.....	78

7.2.5 Quinta pergunta: Porque você acha que alguns foguetes sobem mais rápidos ou mais altos que outros?.....	80
7.3 Terceiro momento: <i>Aula expositiva dialogada</i>	82
7.4 Quarto momento: <i>Voo das bexigas</i>	85
7.4.1 Primeira pergunta: “Por que alguns balões voam em linha reta enquanto outros giram ou mudam de direção?”.....	86
7.4.2 Segunda pergunta: O formato do balão pode influenciar a maneira como ele se desloca? De que forma?	87
7.4.3 Terceira pergunta: O ar que sai do balão tem relação com seu movimento? De que forma?.....	88
7.4.4 Quarta pergunta: Como seria o voo do balão se ele tivesse um formato mais parecido com o de um foguete?.....	89
7.4.5 Quinta pergunta: Como poderíamos modificar o balão para que ele voe de maneira mais estável?.....	91
7.5 Quinto momento: Simulador <i>PhET</i> de lançamento.....	93
7.6 Sexto momento: Representação simbólica do foguete.....	97
7.7 Sétimo momento: Oficina de construção e lançamento de foguetes de papel	101
7.7.1 Percepções e engajamento dos estudantes na atividade de lançamento de foguetes.....	109
7.7.2 Percepção técnica da atividade de Lançamento de foguetes de papel realizada pelos estudantes.....	116
7.8 Oitavo momento: <i>Sondagem do Conhecimento adquirido e Avaliação da UEPS</i>	118
7.8.1 Primeira pergunta Quais das atividades desenvolvidas você mais gostou?.....	119
7.8.2 Segunda pergunta: Por que você escolheu a atividade anterior?.....	120
7.8.3 Terceira pergunta: Aprendi como os foguetes sobem e se movimentam?.....	121
7.8.4 Quarta pergunta: Caso tenha marcado a opção SIM, explique brevemente como os foguetes voam.....	122
7.8.5 Quinta pergunta: Depois dos testes realizados com seus foguetes, cite um ponto positivo e um ponto negativo percebido no voo do seu foguete.....	124

8. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	126
9. PRODUTO EDUCACIONAL	129
10. CONSIDERAÇÕES FINAIS	130
11. REFERÊNCIAS.....	132
APÊNDICE A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO.....	138
APÊNDICE B - AUTORIZAÇÃO DA ESCOLA.....	140
APÊNDICE C - VARAL DO CONHECIMENTO.....	141
APÊNDICE D - VOO DAS BEXIGAS (BALÕES).....	142
APÊNDICE E - RELAÇÃO ENTRE ÂNGULO DE LANÇAMENTO E DISTÂNCIA PERCORRIDA.....	143
APÊNDICE F - ANÁLISE DE VARIÁVEIS FÍSICAS.....	144
APÊNDICE G - INDICADORES DE ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA.....	145
APÊNDICE H - REPRESENTAÇÃO DE FOGUETE.....	146
APÊNDICE I - SONDAGEM DE OPINIÃO E CONHECIMENTO.....	147
APÊNDICE J - MATERIAL DE APOIO TEÓRICO (APOSTILA).....	149
ANEXO A - MODELOS DE ALETAS	150

TRAJETÓRIA ACADÊMICA E PROFISSIONAL DO AUTOR¹

Antes de apresentar os fundamentos desta pesquisa, considero pertinente contextualizar minha trajetória acadêmica e profissional. Atuo há nove anos na educação básica e, como professor por formação e educador por prática, adoto uma abordagem pedagógica pautada na parceria com o estudante, em uma relação horizontal e atenta às suas realidades. Acredito que relações baseadas no respeito, na empatia e na confiança favorecem a participação ativa dos estudantes e contribuem para seu desenvolvimento pessoal, cognitivo e social.

Sou natural de Belém, no estado do Pará, e fui criado no município de Salvaterra, na Ilha de Marajó – PA, município com aproximadamente 21 mil habitantes, onde desenvolvi minha formação básica e superior. Possuo duas licenciaturas: uma em Ciências Naturais, com habilitação em Física, pela Universidade do Estado do Pará (UEPA), e outra em Ciências Biológicas, pela Universidade Federal do Pará (UFPA). A escolha pela área das Ciências da Natureza decorreu da admiração por professores que, por meio de práticas didáticas envolventes, despertaram meu interesse pela área.

Ao longo de minha trajetória, busquei constante imersão em projetos educacionais, especialmente no âmbito da extensão, seja como colaborador ou bolsista. Assim, participei dos projetos Horta Escolar: do construir ao colher, como ferramenta interdisciplinar facilitadora da aprendizagem significativa no ensino fundamental menor (2012); Cursinho Popular da UFPA: a educação como agente social e formativo, pelo Campus Universitário de Soure (2016); e Ações para preservação da água potável em municípios da Costa Leste da Ilha de Marajó – PA, pelo Campus Universitário de Soure (2015). Este contato com diferentes realidades educacionais favoreceu o desenvolvimento de práticas pedagógicas contextualizadas, inovadoras e socialmente comprometidas, além de contribuir para minha formação crítica e reflexiva.

Foi no cotidiano escolar que compreendi de forma mais clara o papel do professor não apenas como mediador do conhecimento, mas como sujeito que orienta e acredita que seu compromisso com a educação é capaz de promover transformações sociais significativas. Mesmo diante de injustiças e desvalorizações, o fazer docente permanece marcado pela oferta do melhor de si em favor da formação humana e social dos estudantes.

Em 2017, passei a atuar na Escola de Educação Tecnológica do Estado do Pará (EETEPa) – Salvaterra, como professor de Física no ensino médio integrado. Nesse contexto, desenvolvi atividades experimentais, como a construção de protótipos de foguetes, possibilitando aos estudantes a articulação entre conceitos físicos e situações concretas, como velocidade, aceleração e forças atuantes. Essa experiência evidenciou o potencial das práticas investigativas e constituiu a base epistemológica desta pesquisa.

No que se refere à formação continuada, em 2018 realizei a especialização em Ensino de Física, buscando o aprimoramento das metodologias de ensino e a atualização formativa. Em 2021, ingressei na especialização em Docência para a Educação Profissional e Tecnológica, visando aprofundar a integração entre os conteúdos científicos e a formação técnica. Em 2022, cursei a especialização em Ciências da Natureza, suas Tecnologias e o Mundo do Trabalho, qualificando minha atuação no contexto do Novo Ensino Médio.

Por fim, encontro-me em fase de conclusão do Mestrado Profissional em Ciências e Tecnologias na Educação, no Campus Passo Fundo. Esse percurso tem contribuído de forma significativa para a consolidação de minhas concepções no campo da pesquisa científica e para a validação das práticas pedagógicas desenvolvidas em sala de aula, por meio da elaboração de um produto educacional.

1. INTRODUÇÃO

A educação científica ocupa papel central no processo de formação cidadã, pois possibilita que os estudantes compreendam a ciência não apenas como um conjunto de informações, mas como uma prática social, investigativa e significativa. No entanto, observa-se que, no Ensino Fundamental II, a abordagem dos conteúdos de Física inseridos no componente curricular de Ciências ainda é limitada, o que compromete o desenvolvimento de competências científicas fundamentais desde os anos iniciais da escolarização.

Esse cenário tem se confirmado ao longo da trajetória docente do pesquisador deste estudo, por meio de vivências e observações sistemáticas em sala de aula. Após atuação por seis anos em escolas públicas do estado do Pará, passou a integrar, em 2024, a rede estadual de ensino do Paraná. A experiência em contextos educacionais distintos revelou que, apesar das diferenças regionais, persistem desafios comuns no ensino de Ciências, marcados por práticas pedagógicas ainda centradas na memorização de conteúdos, o que limita a compreensão conceitual e o desenvolvimento da alfabetização científica dos estudantes.

A partir desse diagnóstico, passei a buscar metodologias que promovessem a investigação, a experimentação e a aprendizagem significativa. Uma experiência marcante ocorreu em 2019, quando desenvolvi, em Salvaterra, cidade do arquipélago da Ilha de Marajó (PA), uma proposta de construção e lançamento de foguetes de garrafa PET com estudantes do Ensino Médio, para fins de familiarização com conceitos e aplicações do estudo da Cinemática. A prática resultou em elevado engajamento dos alunos, demonstrando o potencial da experimentação no ensino de Física e culminando em conquistas em olimpíadas nacionais e em prêmios educacionais. Essa vivência consolidou a convicção de que práticas pedagógicas inovadoras podem fortalecer e aprimorar a alfabetização científica (AC).

Diante do percurso do autor deste estudo, a presente pesquisa busca investigar a inserção de conceitos de Física, por meio das Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS), como estratégia para o desenvolvimento da Alfabetização Científica no Ensino Fundamental II. Entende-se que o Ensino de Ciências tem o compromisso de ultrapassar a mera transmissão de conteúdos

descontextualizados, assumindo um papel formativo no desenvolvimento integral dos estudantes (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2011). A alfabetização científica, nesse sentido, pode ser definida como a capacidade de aplicar conhecimentos científicos na compreensão de fenômenos cotidianos, na resolução de problemas e na tomada de decisões informadas (SASSERON, 2015).

Conforme Bachelard (2004), o espírito científico é marcado pela capacidade de superar o senso comum e as concepções intuitivas, promovendo uma ruptura epistemológica necessária para o avanço do conhecimento. Assim, a educação científica tem o compromisso de preparar os estudantes para problematizar suas ideias prévias, questionar fenômenos cotidianos e desenvolver habilidades de análise crítica. Nesse sentido, as UEPS configuram ambientes propícios à construção do conhecimento científico, ao estimular a investigação, a experimentação e a reflexão crítica sobre os conceitos de Física.

De acordo com Costa et al. (2021), o Ensino de Ciências com foco na AC, sustentado pela argumentação entre os estudantes, “pode ser um recurso para prepará-los criticamente para o contato com a desinformação, tornando-os alfabetizados cientificamente”. Além disso, conforme Vygotsky (2001), quando atividades investigativas são inseridas desde os anos iniciais, os alunos desenvolvem não apenas conhecimentos conceituais, mas também habilidades cognitivas, emocionais e sociais, essenciais para sua formação integral.

Ao inserir conteúdos de Física em práticas investigativas no contexto das UEPS, cria-se um ambiente propício ao desenvolvimento da curiosidade, da criatividade, da capacidade de análise e da resolução de problemas (CARVALHO, 1998).

Mediante esses pressupostos, emerge a seguinte questão-problema desta pesquisa:

Como a inserção de conteúdos de Física, por meio das Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS), pode contribuir para o desenvolvimento da alfabetização científica e para a formação dos estudantes do 6º ano do Ensino Fundamental II em uma escola cívico-militar?

Essa questão de pesquisa emerge da necessidade de repensar o ensino de Ciências, especialmente no que se refere à superação de práticas tradicionais e à promoção da alfabetização científica no Ensino Fundamental II. Nesse sentido, a investigação da inserção de conteúdos de Física por meio das Unidades de Ensino

Potencialmente Significativas (UEPS) justifica-se pela busca de alternativas metodológicas que articulem conhecimento científico, práticas investigativas e formação cidadã. A seguir, apresenta-se a justificativa do estudo, que fundamenta teoricamente a relevância da pesquisa.

1.1 Justificativa

O ensino tradicional no Brasil tem se caracterizado, historicamente, por práticas centradas na transmissão de conteúdos e na memorização, atribuindo ao estudante um papel passivo no processo de aprendizagem. Essa concepção, denominada por Paulo Freire (1987) como “educação bancária”, limita o desenvolvimento da reflexão crítica e dificulta a construção de um conhecimento significativo, capaz de possibilitar a compreensão e a transformação da realidade. No âmbito do Ensino de Ciências, tais práticas se manifestam por abordagens mecanicistas que restringem o protagonismo discente e a autonomia intelectual, elementos essenciais à formação do pensamento científico (CARVALHO, 2013).

Diante desse cenário, autores como Demétrio Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011) defendem a necessidade de mudanças pedagógicas que priorizem metodologias investigativas e participativas, nas quais o conhecimento científico seja construído a partir da problematização da realidade dos estudantes. Essa perspectiva rompe com o paradigma tradicional ao propor uma educação crítica, dialógica e contextualizada, articulando a formação intelectual à formação cidadã. É nesse contexto que esta pesquisa se propõe a responder à seguinte questão: *de que modo a implementação de Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS) pode contribuir para a promoção da alfabetização científica de estudantes do 6º ano em uma escola cívico-militar da rede estadual do Paraná?*

A relevância científica do estudo reside na investigação das potencialidades das UEPS como estratégia pedagógica para o desenvolvimento da alfabetização científica, ao mesmo tempo em que busca analisar e validar a inserção do ensino de Física no Ensino Fundamental II.. Conforme Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011), a aprendizagem torna-se significativa quando os estudantes são colocados diante de situações-problema contextualizadas, favorecendo a construção ativa do conhecimento. Nessa perspectiva, a pesquisa analisa como práticas investigativas

mediadas por UEPS podem fomentar competências essenciais à alfabetização científica, como o pensamento crítico, a argumentação baseada em evidências e a resolução de problemas.

A escolha do contexto de uma escola cívico-militar justifica-se, inicialmente, pela atuação profissional do pesquisador na instituição, o que garante viabilidade prática, acesso contínuo ao campo e acompanhamento sistemático das atividades. Contudo, essa escolha também se fundamenta no interesse em compreender os desafios e as possibilidades da implementação de metodologias investigativas em um ambiente marcado por disciplina, hierarquia e padronização de condutas. Nesse cenário, a adoção de UEPS voltadas à alfabetização científica permite analisar como práticas baseadas no diálogo, na problematização e na experimentação — como a construção e o lançamento de protótipos de foguetes — podem se articular a diferentes modelos organizacionais de escola.

Além disso, a pesquisa justifica-se pela urgência de oportunizar, desde os anos iniciais do Ensino Fundamental, o contato sistemático com o conhecimento científico. A introdução de conteúdos de Física de forma investigativa, concreta e contextualizada amplia as possibilidades de alfabetização científica, favorecendo o desenvolvimento cognitivo, a curiosidade e a autonomia dos estudantes. Conforme Robin Hodson (2003), o Ensino de Ciências deve articular conhecimentos científicos, sociais e tecnológicos, contribuindo para a formação de cidadãos capazes de tomar decisões responsáveis e fundamentadas.

A alfabetização científica no Ensino Fundamental configura-se, portanto, como um desafio urgente da educação contemporânea. A ausência de abordagens investigativas compromete a compreensão da Ciência como instrumento de leitura e transformação da realidade, reduzindo-a a um conjunto desarticulado de informações. Nesse sentido, as UEPS apresentam-se como uma estratégia promissora para integrar conteúdos de Física a práticas experimentais e investigativas, favorecendo a construção gradual e coletiva do conhecimento científico.

Por fim, destaca-se que a alfabetização científica constitui um processo contínuo, que se estende para além de um único ano escolar (SASSERON; CARVALHO, 2008). Assim, ao promover o desenvolvimento de habilidades investigativas, argumentativas e reflexivas desde o 6º ano, esta pesquisa contribui para a formação de estudantes críticos, autônomos e socialmente conscientes,

reafirmando o papel do Ensino de Ciências — e, em especial, da Física — como elemento central na formação cidadã e na transformação social.

1.2 Objetivos:

- **Objetivo geral:** Implementar e analisar as UEPS em uma turma do 6º ano do Ensino Fundamental II, como estratégia para promover a alfabetização científica, utilizando a prática de lançamento de protótipos de foguetes, vinculada ao conteúdo de Física, por meio de atividades experimentais e investigativas.

- **Objetivo específico:**

- Sondar os conhecimentos prévios dos estudantes, suas relações com conceitos e aplicações do funcionamento de foguetes;
- Analisar as ações das UEPS no desenvolvimento do pensamento crítico, resolução de problemas e tomada de decisões dos estudantes;
- Identificar indicadores de AC desenvolvido pelos estudantes, por meio das UEPS, contribuindo assim para a AS.
- Identificar desafios e estratégias para a implementação efetiva das UEPS no Ensino de Ciências;
- Oportunizar aos estudantes experiências e vivências na construção de protótipos de foguetes, com viés de estimular a participar de olimpíadas de lançamento de foguetes;

2. REVISÃO DA LITERATURA

Alcançar um embasamento consistente de revisão de literatura exige pesquisa intensa e reflexiva, pois este levantamento documental deve nos colocar, enquanto pesquisador, próximo da realidade da questão problema levantada no trabalho desenvolvido, fornecendo o amadurecimento e o direcionamento da pesquisa. Assim, a revisão de literatura visa obter um cenário atualizado das produções acadêmicas e científicas em diversos campos do saber. Este acesso é fundamental, pois permite que outras pesquisas evoluam a partir destes achados.

Segundo Lakatos e Marconi (2003, p.183) a revisão de literatura tem a função de “colocar o pesquisador em contato direto com tudo o que foi escrito, dito ou filmado sobre determinado assunto, inclusive conferências seguidas de debates que tenham sido transcritos por alguma forma, quer publicadas, quer gravadas”. Nesses pressupostos, a busca por literaturas em comum, possibilita ao pesquisador uma ampla gama de fenômenos muito mais ampla do que aqueles previamente pensados (GIL, 1999). Assim sendo, a revisão de literatura neste projeto norteou a análise e a interpretação dos resultados desta pesquisa.

Ainda sobre o tema, Noronha e Ferreira (2000, p.182) fortificam que as revisões literárias “podem também contribuir com sugestões de ideias para o desenvolvimento de novos projetos de pesquisa”, conduzindo a novas questões problemas, o que por conseguinte desafia a busca por soluções inerentes a elas. Dessa forma, a correlação dos estudos previamente encontrados enriquece nosso conhecimento científico, uma vez que transcende a mera compilação de dados e se configura como o mapeamento crítico do conhecimento.

Com o objetivo de sondar trabalhos relacionados à referida pesquisa, este estudo definiu a base de Catálogos de Teses e Dissertações da CAPES como meio de busca de trabalhos que se entrelaçam com a pesquisa. A delimitação intencional a esta única base justifica-se pela necessidade de estabelecer um recorte claro, rigoroso e manejável de pesquisa. O foco nos Catálogos de Teses e Dissertações da CAPES permitiu a construção de um panorama robusto e confiável sobre o estado do conhecimento científico em nível de Mestrado no Brasil acerca desta temática de pesquisa.

Nesse sentido, foram elencados os seguintes descritores (palavras-chave), de pesquisa: “*Alfabetização Científica no Ensino Fundamental*” e “*UEPS no Ensino*

Fundamental”, com o filtro de produções equivalente aos anos de 2018 a 2025. Os descritores selecionados correspondem aos termos ou palavras-chave que os autores julgaram essenciais para os respectivos eixos de pesquisa, proporcionando, assim, ao leitor um entendimento aprofundado do tema abordado.

Embora a literatura valide o uso das UEPS e a necessidade da alfabetização científica (AC) no ensino fundamental II, não foram encontradas dissertações que articulem a aplicação de UEPS com o foco na AC, tendo como ponto de partida os conteúdos de Física no ensino fundamental II. Esta lacuna reforça a necessidade urgente de produção de pesquisas que não restrinjam o Ensino de Física ao Ensino Médio, mas o insiram de forma investigativa no ensino fundamental II. Tal inserção é fundamental, visto que o conhecimento adquirido nessa fase facilita e potencializa o processo de Ensino e Aprendizagem na próxima etapa formativa.

Quanto ao descritor “*Alfabetização Científica no Ensino Fundamental*”, foram encontrados 251 resultados. Destes, 7 reforçam a ideia desta pesquisa. Já o segundo descritor “*UEPS no Ensino Fundamental*”, observaram-se 40 produções de dissertações, das quais 4 produções foram elencadas para contribuir para esta pesquisa.

Para sistematizar e facilitar a análise dos achados, as produções selecionadas estão dispostas no Quadro 01 e Quadro 02, de acordo com os descritores elencados, tendo o conteúdo curricular de Física inserido por meio das UEPS no componente curricular de Ciências com viés de alcançar a AC. Este instrumento reunirá as informações cruciais de cada produção (título da pesquisa, autor, ano de publicação da pesquisa). O propósito desse mapeamento visual é evidenciar, de forma clara e objetiva, o diálogo e as conexões diretas entre as pesquisas prévias e os objetivos centrais desta dissertação, permitindo uma análise comparativa e somativa.

Quadro 01 – Dissertações selecionadas referente ao descritor “*Alfabetização Científica no Ensino Fundamental*”.

Título	Autor(a)	Ano
Estudando Semicondutores no Ensino Fundamental II	Wanderson Alves Leal	2021
Contribuições Do Teatro Científico Para O Ensino Dos Conceitos Físicos Para Estudantes Do Sexto Ano Do Ensino Fundamental II	Rosangela Alves Ferneda	2023

O Ciclo da Água como Laboratório Investigativo para Aprendizagem de Física no Ensino Fundamental	Iveuda Maciel da Silva	2022
Inovando no Ensino de Eletrostática: um manual para Educação Básica, dentro de uma proposta de Alfabetização Científica	Francisco Eduardo da Silva do Carmo	2019
Jogos de Modelagem Computacional no Ensino de Física	Tarcísio Lima da Cruz	2022
O Ensino de Astronomia através da Construção de Foguetes de garrafa pet.	Emma Mendonça Uanser Zeanowai	2022

Fonte: Produzido pelo autor, 2026.

Quadro 02 – Dissertações selecionadas referente ao descritor UEPS no Ensino Fundamental”.

Título	Autor(a)	Ano
Proposta de uma unidade de ensino potencialmente significativa para o estudo dos conceitos físicos presentes na evolução das estrelas para os anos finais do ensino fundamental.	Eliene Machado Queiroz	2022
Abordagem de conceitos de física moderna nos anos finais do ensino fundamental com o uso de uma unidade de ensino potencialmente significativa.	Paulo Gomes Batista	2022
Estudando Semicondutores no Ensino Fundamental II	Wanderson Alves Leal	2021
O eletromagnetismo no ensino de ciências: uma proposta de utilização de Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS).	Kelen da Silva Xavier	2021

Fonte: Produzido pelo autor, 2026.

Para efeito sistêmico e relacional, vamos organizar a discussão destes estudos relacionados em três eixos principais: *O Foco na alfabetização científica (AC) e a Linguagem; Fundamentação Metodológica e A Aplicação do Conteúdo Específico de Física no ensino fundamental II.*

2.1 O Foco na alfabetização científica (AC) e a Linguagem

Este eixo sustenta a escolha do nosso tema e as ferramentas para avaliar o desenvolvimento da AC, que é a variável dependente do nosso estudo. Aqui, as dissertações se relacionam ao validar o uso de contextos tecnológicos e contemporâneos para o raciocínio científico e a análise de dados.

O estudo de Zeanowai (2022) é relacionável ao nosso projeto, pois utiliza a construção de foguetes no Ensino Fundamental II para a compreensão da Astronomia e Astronáutica. O autor comprova que ao empregar *softwares* como o Tracker para modelagem e análise de dados, estimula o engajamento em "etapas científicas", que correspondem aos indicadores da alfabetização científica (AC). Nosso projeto também utilizou o *simulador PhET* como mecanismo de conduzir nossos estudantes a pensamentos mais coerentes e fundamentados, utilizando os foguetes para o desenvolvimento da linguagem científica e reflexão.

Essa abordagem tecnológica e investigativa é endossada por Cruz (2022), que usa a Modelagem Computacional no ensino de Física. O autor posiciona a Modelagem como um eixo fundamental do "Fazer Científico", o que se alinha à nossa proposta de análise de dados. Utiliza também conceitos e aplicações sobre equilíbrio, massa e gravidade, conteúdos também abordados nesta pesquisa.

A necessidade de desenvolver a linguagem científica e a reflexão, que é um dos objetivos da nossa análise da argumentação, é evidenciado pelo estudo de Leal (2021), que demonstra que a Física Aplicada é relevante para o desenvolvimento da AC em sua dimensão linguística. Assim como Leal utilizou Semicondutores da dimensão científica do conhecimento, nosso projeto utilizou o lançamento de Foguetes como tema para apoiar essa dimensão.

2.2 Metodologias Investigativas e a Estrutura da UEPS

O segundo eixo valida o uso de abordagens ativas e investigativas para introduzir conceitos complexos de Física no Ensino Fundamental II, o que é essencial para o sucesso desta pesquisa.

A UEPS, que é o formato metodológico do nosso estudo, é validada pelo trabalho de Queiroz (2022) acerca da Evolução Estelar, assim como a pesquisa de Batista (2022) sobre Física Moderna, ao utilizarem uma estratégia robusta para superar o ensino tradicional e abordar tópicos de Física geralmente restrito ao Ensino Médio. Ambas as dissertações partilham a base teórica similar e o objetivo de construir conhecimento de forma significativa no Ensino Fundamental II.

Em consonância com a UEPS, as metodologias investigativas são o cerne de nossa proposta, e essa mesma diretriz é reforçada no trabalho "O Laboratório Investigativo" de Silva (2022) e a proposta de Xavier (2021), que utilizam

experimentos em todas as etapas da intervenção didática, oferecem um paralelo metodológico direto com nossa pesquisa, que utiliza o lançamento de foguetes como experimento central. Tais trabalhos confirmam que a experimentação investigativa gera indícios da AS. O trabalho de Carmo (2019), ao demonstrar a possibilidade de transformar o conteúdo "abstrato" de Eletrostática em uma sequência contextualizada, reforça a necessidade de formatar o conteúdo dentro de uma lógica ativa e fundamentada em vivências e experiências dos estudantes.

2.3 A Aplicação do Conteúdo Específico de Física no ensino fundamental II.

O último eixo consolida a relevância de se trabalhar Física de forma adaptada nos Anos Finais no Ensino Fundamental e identifica o diferencial do nosso estudo na literatura:

A viabilidade de abordar temas de Física contextualizada no ensino fundamental II é validada por diversos trabalhos. Além do já citado Ezeanowai (2022) com foguetes, a pesquisa de Sousa (2021) demonstra a eficácia de utilizar um conteúdo Física Térmica aplicado a um contexto real (cerâmica) para facilitar a aprendizagem. Da mesma forma, Ferneda (2023) usa o 6º ano como etapa ideal para introduzir conceitos físicos por meio de metodologias ativas, reforçando que a Física pode ser trabalhada nos níveis iniciais do EF II.

Os trabalhos de Leal (2021) e Xavier (2021), ao abordarem Semicondutores e Eletromagnetismo, comprovam que a estratégia de utilizar temas ligados a atividades diferenciadas e inovadoras são potenciais para o alcance da alfabetização científica no ensino fundamental II. Confirmam que a metodologia fundamentada na TAS e utilizando a experimentação investigativa, gera indícios de AS.

Lorenzetti e Delizoicov (2001) enfatizam que a alfabetização científica assume a missão de fomentar sua prática desde os primeiros anos do no ensino fundamental, antes mesmo da plena alfabetização em língua escrita, tratando a ciência como uma ferramenta de letramento e cultura. Esse referencial sustenta a escolha de inserir desde os anos iniciais atividades investigativas, pois tais experiências promovem a compreensão de conceitos físicos e incentivam os estudantes a interpretar, discutir e aplicar conhecimentos científicos em suas vidas cotidianas, elevando o nível de letramento científico.

Em outros trabalhos complementares, Machado e Dorneles (2019) implementaram uma UEPS envolvendo Cinemática Escalar com alunos do 9º ano, estruturada em atividades práticas e avaliação contextualizada durante uma viagem didática. Os resultados indicaram que a imersão em situações reais ajudou os estudantes a relacionar conceitos de deslocamento, velocidade e aceleração com o cotidiano, melhorando significativamente a compreensão científica. Essa referência é diretamente aplicável ao presente projeto, pois demonstra que UEPS baseadas em conteúdos de Física e atividades investigativas (como lançamentos de foguetes) promovem a AC no Ensino Fundamental II.

Araújo *et al.* (2021) analisam o uso de simuladores *PhET* no ensino fundamental II. e destacam que atividades como “Projectile Motion” possibilitam aos alunos manipular ângulo, velocidade e massa, promovendo compreensão investigativa e reflexão científica. Essa abordagem embasa diretamente a proposta da UEPS de foguetes do 6º ano, ao integrar o uso do simulador com protótipos reais, favorecendo a AC por meio da experimentação, comparação de resultados e construção de hipóteses fundamentadas.

Com base nesses estudos em comum, ratifica-se a pertinência do nosso presente trabalho, pois foi evidenciado a carência de trabalhos no que tange a adoção de conteúdos de Física para fins da AC no ensino fundamental II.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

A proposta desta pesquisa fundamenta-se em concepções contemporâneas aplicadas ao Ensino de Ciências (EC), articulando-as às perspectivas da alfabetização científica (AC) e às práticas investigativas como eixos centrais no processo formativo dos estudantes. Assim, este referencial busca estabelecer reflexões acerca do “Ensino de Ciências no Brasil”, bem como sua relação com “O Ensino de Física no Contexto da Educação em Ciências”, sob a perspectiva da Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS), tendo as Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS) como ferramenta metodológica de ação.

3.1 Ensino de Ciências no Brasil.

O Ensino de Ciências no Brasil tem passado por transformações significativas nas últimas décadas; contudo, ainda carrega marcas de um modelo tradicional, centrado na memorização de conteúdos e na reprodução de saberes prontos. Segundo Moreira (2017; 2021), o EC no século XXI ainda apresenta características de um ensino focado na figura do professor, configurando-se mais como um ensino voltado à testagem do que contextualizado às realidades dos estudantes.

Além disso, observa-se a permanência de uma educação “bancária”, na qual o professor tenta “depositar” conhecimentos na “cabeça” do estudante (FREIRE, 1988), preparando-o para um sistema de armazenagem temporária de informações, típico de um modelo mecanicista de avaliações. Muitas escolas, portanto, ainda funcionam mais como centros de treinamento do que como espaços de formação crítica e transformação social.

Esse tradicionalismo no EC contribui para o afastamento do estudante da prática científica. Conforme Sasseron e Souza (2017), tal cenário exigiu, nas últimas décadas, a proposição de novas metodologias, como o ensino por investigação e as abordagens CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade), visando aproximar os conteúdos curriculares da realidade dos estudantes e fortalecer o desenvolvimento da AC.

Carvalho et al. (2012, p. 01) enfatizam:

Não podemos mais continuar ingênuos sobre como ensinar, pensando que basta conhecer um pouco o conteúdo e ter jogo de cintura para mantermos os alunos nos olhando e supondo que enquanto prestamos atenção eles estejam aprendendo (p. 01, 2012).

Com bases nessas reflexões, compreender o contexto histórico do EC no Brasil é fundamental para reconhecer os desafios herdados por esse modelo tradicional e os esforços atuais para superá-lo, com vistas à construção de uma educação científica mais crítica, investigativa e transformadora.

A partir dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), iniciou-se um movimento de reestruturação curricular que propôs uma prática pedagógica mais crítica, contextualizada e investigativa, possibilitando a compreensão do mundo natural e promovendo a autonomia intelectual dos estudantes (BRASIL, 1998). Posteriormente, com a implementação da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), o EC passou a ser orientado por competências específicas, habilidades investigativas e resolução de problemas, fomentando a interdisciplinaridade e a alfabetização científica desde os anos iniciais (BRASIL, 2018).

Nessa perspectiva, a AC configura-se como eixo estruturante do EC, pois possibilita que os estudantes desenvolvam competências para interpretar, argumentar e tomar decisões com base em evidências (SASSERON; CARVALHO, 2008).

Entretanto, é evidente que transformar o EC no Brasil requer mudanças profundas que vão além da publicação de novos modelos de currículos. Como destaca Freire (1996), ensinar exige compromisso com a formação integral do ser humano. Nesse sentido, o EC assume a diretriz de contribuir para o empoderamento dos estudantes, permitindo-lhes compreender, questionar e intervir na realidade em que vivem. A superação do ensino tradicional, portanto, depende de um esforço coletivo e contínuo por uma educação científica crítica, democrática e humanizadora.

Nesse sentido, promover um EC investigativo e transformador exige práticas que favoreçam a construção de significados pelos estudantes, em consonância com os princípios da Teoria da Aprendizagem Significativa (AUSUBEL, 2003; MOREIRA, 2011), discutida mais adiante.

Por fim, dentro do EC, destaca-se a relevância do ensino de Física, área que apresenta desafios específicos devido ao caráter abstrato de seus conceitos e à necessidade de contextualização prática. A Física, quando ensinada de forma

investigativa, permite que o estudante compreenda fenômenos cotidianos e crie uma postura dialogável com seu entorno, aproximando-o da construção ativa do conhecimento científico. Desse modo, o ensino de Física se revela um campo fértil para o desenvolvimento da alfabetização científica e da aprendizagem significativa, contribuindo para a formação de estudantes críticos e reflexivos.

3.2 O Ensino de Física no Contexto da Educação em Ciências

O ensino de Física, dentro do contexto da área de Ciências, tem papel fundamental na formação dos estudantes, pois contribui para a compreensão dos fenômenos naturais e tecnológicos presentes no cotidiano. Entretanto, diversos estudos apontam que o ensino de Física, especialmente nos anos finais do Ensino Fundamental, ainda é marcado por desafios relacionados à abstração dos conceitos, à fragmentação dos conteúdos e à falta de conexão com situações reais (NARDI, 2018).

Nesse contexto, discutir o ensino de Física na Educação Básica implica refletir sobre o ensino de Ciências destinado a esse público. A curiosidade natural de crianças e jovens em relação ao mundo que os rodeia constitui um dos principais motores do interesse pelas Ciências — entendidas, no Ensino Fundamental, como um conjunto integrado de Física, Química e Biologia, e abordadas de forma separada no Ensino Médio (PELLIS; CARIUS, 2020). A busca por um ensino contextualizado e investigativo tem como meta fundamental a alfabetização científica e tecnológica (ACT), que supera a mera transmissão de conteúdo ao capacitar o estudante a intervir e compreender criticamente a sociedade.

Para Chassot (2003, p. 89), ser alfabetizado cientificamente é 'saber ler a linguagem em que está escrita a natureza'. Essa concepção supera a ideia de um mero acúmulo de fatos científicos, posicionando a ACT como um direito de cidadania que capacita o estudante a compreender criticamente o mundo e a participar das decisões que envolvem a ciência e a tecnologia em sua sociedade.

Tradicionalmente, o ensino de Física tem sido desenvolvido de forma teórica e excessivamente matematizada, o que reflete uma concepção epistemológica de ciência como produto acabado, neutro e cumulativo (CARVALHO JUNIOR, 2002). Essa abordagem, centrada no ensino por transmissão e na memorização de

fórmulas e leis, tende a afastar os estudantes da reflexão sobre o sentido dos fenômenos físicos, reduzindo o potencial formativo e cívico da disciplina.

O ensino de Física ainda enfrenta grandes desafios, principalmente quanto à prática de um ensino voltado à preparação para exames escolares. Nesse viés, Moreira (2021) ressalta que aprender Física vai muito além da simples memorização de fórmulas, leis e definições utilizadas para responder corretamente a exercícios avaliativos. Assim, torna-se fundamental a adoção de abordagens pedagógicas que promovam a AS, favorecendo a investigação, a problematização e a construção ativa do conhecimento, colocando o estudante como protagonista do processo de ensino e aprendizagem.

Nesse sentido, a crítica de Marco Antônio Moreira se aprofunda ao denunciar o que ele chama de "ensino para a testagem", uma modalidade que promove a Aprendizagem Mecânica, onde o conhecimento é apenas memorizado e não se conecta de forma significativa à estrutura cognitiva do estudante. Para Moreira (2018), o verdadeiro aprendizado em Ciências deve buscar a Aprendizagem Significativa Crítica (ASC), que exige não apenas a ancoragem de novos conceitos, mas a capacidade do aluno de questionar, negociar e transformar esse conhecimento em relação ao seu contexto social e cultural.

A crítica de Moreira (2018) sobre a ASC dialoga diretamente com a necessidade de uma prática pedagógica enraizada no contexto. Para Delizoicov (2008), a proposta de Pesquisa Temática, originária da pedagogia Freireana, fornece o arcabouço metodológico para tal. Essa abordagem requer que o conhecimento escolar seja articulado a partir de Temas Geradores extraídos da realidade dos alunos, transformando a sala de aula em um espaço de 'decodificação' dos problemas sociais e ambientais por meio dos conceitos físicos. Somente a partir dessa realidade, o ensino de Física pode se tornar um espaço de investigação autêntico.

Para Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011), o ensino de Física no Ensino Fundamental requer que o professor desenvolva saberes didático-curriculares e específicos da área, capazes de integrar a Física a outras ciências por meio de conceitos unificadores, que ampliem a compreensão dos fenômenos naturais e aproximem o conhecimento físico da realidade vivida pelos estudantes (CARVALHO, 1998). Ao considerar essa visão integrada, o ensino de Física pode se tornar um

espaço de investigação e descoberta, no qual os estudantes são convidados a levantar hipóteses, realizar experimentos e interpretar resultados.

Diversos estudos, conferências, simpósios e debates têm abordado o ensino de Física diante do atual contexto da educação brasileira (GASPAR, 2011; MOREIRA, 2000; 2018; GIL-PÉREZ, 2011). Esse contexto é caracterizado por desafios históricos, desafios estruturais, pedagógicos e formativos. Neste cenário, a Formação Docente emerge como um desafio crucial, visto que a transição de um modelo tradicional para um investigativo requer que o professor desenvolva novas habilidades pedagógicas e domínio didático do conteúdo para mediar as metodologias ativas. Desta forma, acredita-se que a partir do momento que se oportuniza discussões têm-se novas reflexões que servem de parâmetro para uma análise crítica da ação de educar (NESI *et al.*, 2021). Nesse contexto, iniciativas que valorizem a experimentação, a investigação e a relação entre teoria e prática tornam-se fundamentais.

Em contraposição a esse cenário, Carvalho *et al.* (1998) defendem a adoção de metodologias ativas, experimentais e investigativas no ensino de Física, com ênfase na resolução de problemas e na construção de significados. A integração de projetos, como a construção e o lançamento de foguetes, desperta o interesse dos estudantes, possibilitando o aprendizado de conceitos físicos de forma contextualizada e prazerosa.

Tais abordagens dialogam diretamente com os pressupostos da Teoria da Aprendizagem Significativa e com os princípios da alfabetização científica, temas que serão detalhados e explorados nos próximos tópicos deste referencial teórico como a base para a proposta de intervenção desta pesquisa.

3.3 Perspectiva da Teoria da Aprendizagem Significativa

Para o psicólogo norte-americano David Paul Ausubel (1968), a aprendizagem ocorre de forma significativa quando a nova informação estabelece relação com o que o estudante já conhece. Desta forma, o autor define a aprendizagem significativa como:

É o produto significativo de um processo psicológico cognitivo (“saber”) que envolve a interação entre ideias “logicamente” (culturalmente) significativas, ideias anteriores (“ancoradas”) relevantes da estrutura cognitiva particular

do aprendiz (ou estrutura dos conhecimentos deste) e o “mecanismo” mental do mesmo para aprender de forma significativa ou para adquirir e reter conhecimentos. (AUSUBEL, 2003, p. 6).

A definição de Ausubel, reforça a importância da sondagem dos conhecimentos já adquiridos pelo estudante, pois a partir deles, conseguimos sondar parâmetros de aprendizagens com sentido. Sobre os conhecimentos adquiridos [prévios] Moreira diz,

“o conhecimento prévio é, na visão de Ausubel, a variável isolada mais importante para a aprendizagem significativa de novos conhecimentos. Isto é, se fosse possível isolar uma única variável como sendo a que mais influência novas aprendizagens, esta variável seria o conhecimento prévio, os subsunçores já existentes na estrutura cognitiva do sujeito que aprende (Moreira 2011, p. 153).”

O exposto de Moreira, ao interpretar a TAS de Ausubel, destaca um dos pilares fundamentais da proposta: a centralidade do conhecimento prévio na construção de novos saberes. Na perspectiva ausubeliana, a aprendizagem ocorre quando o novo conteúdo encontra ancoragem na estrutura cognitiva já existente do estudante - os subsunçores.

Os subsunçores podem ser entendidos como “conceitos, ideias ou proposições relevantes, claras e disponíveis na estrutura cognitiva do indivíduo, capazes de servir como ancoragem para a aprendizagem de novos conhecimentos” (AUSUBEL, 2003, p. 63). Sem essa base prévia, o novo conhecimento tende a ser armazenado de forma mecânica e pouco duradoura.

Segundo Moreira:

O subsunçor é um conceito, uma ideia, uma proposição já existente na estrutura cognitiva, capaz de servir de ancoradouro a uma nova informação de modo que esta adquira, assim, significado para o indivíduo. [...] Novas ideias, conceitos, proposições podem ser aprendidas significativamente (e retidas), na medida em que outras ideias, conceitos, proposições, relevantes e inclusivos, estejam adequadamente claros e disponíveis, na estrutura cognitiva do indivíduo e funcionem, dessa forma, como ponto de ancoragem as primeiras (2006, p. 15).

Segundo Moreira (2017), a AS, manifesta-se em três distintas formas, definidos pela relação hierárquica entre o novo conhecimento e a estrutura cognitiva do aprendiz:

- **Aprendizagem Significativa Subordinada:** o conhecimento prévio já existente na mente do aprendiz é mais geral e funciona como uma âncora estável para um novo conhecimento mais específico. O novo conceito é assimilado pelo subsunçor, em um processo interativo que, ao mesmo tempo que fixa o novo conceito, enriquece e torna mais robusto o conhecimento prévio, processo que Ausubel denomina assimilação.
- **Aprendizagem Significativa Superordenada:** é mais rara e ocorre quando o aprendiz já possui conhecimentos específicos, mas o novo conhecimento a ser aprendido é um conceito mais amplo e abrangente que passa a englobar e subordinar esses casos particulares. O novo conceito, atuando como um organizador e integrador, reorganiza a estrutura cognitiva ao subsumir os conceitos pré-existentes.
- **Aprendizagem Significativa Combinatória:** ocorre quando o novo conhecimento não se encaixa claramente em uma relação hierárquica (subordinação) com conceitos específicos já estabelecidos. Em vez disso, o novo conhecimento se relaciona de forma lateral ou análoga com um conjunto de outros conhecimentos na estrutura cognitiva, sendo que vários novos conceitos podem se ancorar mutuamente, estabelecendo conexões transversais. Essa forma envolve, portanto, uma aprendizagem de novos conhecimentos que não dependem de um subsunçor específico para serem significativos, mas sim de uma base de conhecimentos gerais relacionados.

Para facilitar a interação entre o novo conhecimento e a estrutura cognitiva, Ausubel (1968) propôs o uso de Organizadores Prévios (OP). Eles são materiais introdutórios, apresentados antes do conteúdo a ser aprendido, que servem como uma "ponte cognitiva" entre o que o estudante já sabe e o que ele precisa saber. O OP é particularmente útil para o ensino de disciplinas abstratas, como a Física, pois

estrutura ideias mais inclusivas que podem servir de âncora para conceitos subsequentes.

De acordo com Lahera e Forteza (2006) a TAS de David Ausubel é veemente construtivista, pois leva em conta, a organização do conhecimento em estruturas mentais e compreende que as reestruturações ocorrem a partir da interação entre essas estruturas pré-existentes no sujeito e as novas informações adquiridas. Para Freire (1980), a aprendizagem se dá de forma significativa quando há uma forma dialógica constante entre professor e estudante, no qual ambos aprendem e ensinam. Embora Freire pertença a uma corrente pedagógica distinta, sua defesa da forma dialógica ressoa com a necessidade de o professor promover ativamente a interação e a negociação de significados em sala de aula, essencial para que a AS ocorra.

Ausubel (1968) evidencia dois tipos de aprendizagem que acontece em sala de aula, distingue aprendizagem por memorização (mecânica) e aprendizagem significativa. A primeira consiste na incorporação arbitrária, literal e não substancial da informação à cognição do estudante, já o segundo, consiste na relação estabelecida entre os conhecimentos prévios com as novas informações internalizadas, de forma não arbitrária.

Pelizzari et al. (2002) reforçam que a aprendizagem atinge seu grau máximo de significado quando o novo conteúdo consegue ser incorporado à estrutura cognitiva do estudante, estabelecendo uma relação clara e não arbitrária com o conhecimento prévio existente. Em contrapartida, a aprendizagem se torna mecânica ou repetitiva na medida em que essa conexão não é estabelecida; o novo conteúdo é então armazenado de forma isolada ou por meio de associações arbitrárias, sem adquirir significado real para o estudante.

Quanto às condições para o firmamento da AS, Ausubel (2003) infere dois pontos importantes: I) o material adotado deve ser potencialmente significativo, ou seja, deve possuir estrutura lógica que permita a interação com a estrutura cognitiva do estudante, de maneira não-arbitrária e não literal, firmando novas cognições e significados; II) o estudante deve apresentar disposição cognitiva e afetiva para aprender significativamente, sem a intenção de memorizar o material. Se uma das duas condições não for não for atendida, independente da ordem, a aprendizagem será mecânica.

Para desenvolver a AS, o professor tem ação importante, pois de acordo com Moreira (2011), o professor possibilita adotar uma visão integral do estudante, ou seja, considerar não apenas suas fragilidades, mas também suas potencialidades na construção de significados. Este reconhecimento implica diretamente nas capacidades dos estudantes de atribuir sentido aos conceitos científicos abordados.

A dinâmica da AS se manifesta por meio de dois processos fundamentais na estrutura cognitiva:

- **Diferenciação Progressiva** implica que os subsunçores já existentes devem ser expandidos e detalhados com informações mais específicas. Assim, de acordo com Novak (1984, p.114) “os conceitos nunca são finalmente aprendidos, mas sim permanentemente enriquecidos, modificados e tornados mais explícitos e inclusivos à medida que se forem progressivamente diferenciando”.
- **Reconciliação Integradora** busca identificar similaridades e diferenças entre conceitos relacionados, eliminando contradições e unificando ideias (AUSUBEL, 2003). Costuma “ser um processo que vai de baixo para cima, produzindo uma reconciliação integradora entre as características ou os atributos de vários conceitos, que dá lugar a outro processo mais geral (PEÑA et al, 2005, p. 28)”.

Estes dois processos devem ser levados em consideração quando o educador programar o conteúdo a ser ministrado e quando uma nova informação for apresentada ao educando (NOVAK, 1977 apud MOREIRA; MASINI, 1982).

Considerando que o mais importante é o que o estudante já sabe, essas informações existentes podem tornar-se possíveis subsunçores que interagem com os novos conceitos da matéria de ensino. Cabe, portanto, ao professor encontrar a melhor forma para que isso ocorra, levando em conta que se a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora são processos fundamentais da dinâmica da estrutura cognitiva, a facilitação desta aprendizagem em situações de ensino possivelmente contribuirá como princípios programáticos da matéria de ensino (MOREIRA, 2011).

Segundo Rosa (2021), na Teoria Ausubeliana, existem três diferentes tipos de proporcionar a Aprendizagem Significativa, em termos de concepção de ideias. São elas:

- **Aprendizagem Representacional:** trata-se de uma maneira de atribuir significados a símbolos na aprendizagem, como por exemplo valores sonoros vocais a caracteres linguísticos. Nela, de acordo com Moraes (2007), o estudante faz relação para com o objeto e o símbolo, cujo qual representa e através destas representações tradicionais, o estudante é levado a produzir uma melhor organização do “mundo exterior e interior” - isto é, os organizadores prévios. Ausubel considera a forma representacional, o tipo que mais se assemelha ao conceito de aprendizagem mecânica
- **Aprendizagem Conceitual:** os conceitos representam unidades genéricas ou ideias categóricas e são representados por símbolos particulares (MORAES, 2007), como o significado de uma palavra por exemplo. Ou seja, aprendizagem representacional serve como fundamento (ou etapa preliminar) para a subsequente aprendizagem conceitual.
- **Aprendizagem Proposicional:** é o inverso da representacional. Necessita é claro do conhecimento prévio dos conceitos e símbolos, mas seu objetivo é promover uma compreensão sobre uma proposição através da soma de conceitos mais ou menos abstratos (MORAES, 2007). Por exemplo, o entendimento sobre algum aspecto social.

Mediante estes princípios teóricos, as UEPS construídas à luz dos fundamentos da TAS atuariam como uma “ponte” para a estrutura cognitiva do estudante, o que por sua vez favorece o desenvolvimento da AC.

3.4 Unidade de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS)

Difundida por Moreira (2011), as UEPS são sequências didáticas embasadas em dois importantes princípios da TAS de Ausubel (1980), isto é, a diferenciação

progressiva e a reconciliação integradora. Sobre os dois princípios, Moreira esclarece:

A diferenciação progressiva é o processo de atribuição de novos significados a um dado subsunçor (um conceito ou uma proposição, por exemplo) resultante da sucessiva utilização desse subsunçor para dar significado a novos conhecimentos. [...] A reconciliação integradora, ou integrativa, é um processo da dinâmica da estrutura cognitiva, simultâneo ao da diferenciação progressiva, que consiste em eliminar diferenças aparentes, resolver inconsistências, integrar significados, fazer superordenações (MOREIRA, 2012, p. 6).

Essas unidades de ensino podem estimular a pesquisa aplicada em ensino, ou seja, aquela voltada à sala de aula. Princípios como o conhecimento prévio do estudante, as situações – problemas como os OP e a utilização de recursos diversificados na introdução de um tema que se pretende ensinar, são bem marcantes nas UEPS.

Quanto às UEPS, Mansini e Moreira infere que:

A Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) é uma proposta de planejamento de ensino que visa organizar os conteúdos de forma a favorecer a aprendizagem significativa, tomando como ponto de partida os conhecimentos prévios dos estudantes, promovendo uma sequência lógica e integradora dos novos conhecimentos. (MASINI; MOREIRA 2009, p. 31).

Nesse sentido, a UEPS é estruturada com o objetivo de proporcionar condições favoráveis para AS, organizada em oito passos ou etapas planejadas, conforme mensura Moreira (2012) de acordo com os seguintes momentos:

- 1º *Definir Tópico Específico do que se propõem ensinar* - conhecimento declarativo e procedimental, tais como aceitos no contexto da matéria de ensino;
- 2º *Proposição de situações-problemas* que levem o aluno a exteriorizar os conhecimentos prévios sobre a matéria de Ensino.
- 3º *Proposição de Situações-problema em nível bem introdutório*, levando em conta o conhecimento prévio - vídeos, problemas do cotidiano, que instiguem a necessidade de modelá-los mentalmente;

-
- 4º *Apresentação do conhecimento a ser ensinado*, levando em conta a diferenciação progressiva, ou seja, partindo dos aspectos mais gerais e inclusivos do conhecimento, para os menos inclusivos e específicos;
 - 5º *Retomar aspectos mais gerais e inclusivos* - reconciliação integrativa;
 - 6º *Dar segmento ao processo de diferenciação progressiva numa perspectiva integradora* (vídeo, texto), novas situações problemas em níveis mais alto de complexidade;
 - 7º *Avaliação* - a qual evidencia ser contínua e processual, permeando todos os momentos, auxiliando ao professor a identificar (através da observação, atividades e registro), evidências de aprendizagem. Nessa perspectiva, não só o aluno é avaliado, mas também as estratégias e experiências de aprendizagem oferecidas pelo professor.
 - 8º *Avaliação da UEPS* - que será considerada exitosa se a avaliação de desempenho dos alunos/professores fornecer evidências da aprendizagem significativa.

Essa sequência favorece a construção ativa do conhecimento e o desenvolvimento de habilidades investigativas, alinhando-se aos objetivos da AC no ensino fundamental. O uso das UEPS possibilita diferentes estratégias pedagógicas, como projetos de pesquisa, aprendizagem baseada em problemas, trabalho em equipe e uso de recursos, entre outras (MOREIRA, 2011; MOREIRA e MASSONI, 2016).

No contexto da presente pesquisa, as UEPS tornam-se um recurso metodológico particularmente adequado, pois permitem que temas da Física, geralmente introduzidos apenas em etapas mais avançadas da escolarização — sejam trabalhados desde cedo de forma acessível, conectando-os aos contextos cotidianos aos interesses dos estudantes.

Além disso, o uso das UEPS favorece a investigação científica em sala de aula, uma vez que, ao explorar fenômenos físicos por meio de atividades práticas e experimentais, os alunos são convidados a formular hipóteses, testar possibilidades e refletir sobre os resultados obtidos. Essa abordagem está em sintonia com os princípios da AC descritos por Sasseron (2017), que defende o EC como meio de preparar cidadãos capazes de compreender e intervir no mundo a partir do pensamento científico.

Portanto, o adotar das UEPS nesta pesquisa, busca não apenas superar a prática tradicional de ensino transmissivo e descontextualizado, mas propiciar o desenvolvimento de competências cognitivas, emocionais e sociais, essenciais para a formação de sujeitos críticos, autônomos e socialmente engajados (VYGOTSKY, 2001; FREIRE, 1996). Nesse sentido, as UEPS podem se mostrar como estratégias pedagógicas eficazes para articular conteúdos científicos com experiências concretas dos estudantes.

3.5 Perspectiva da alfabetização científica (AC)

É possível perceber nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) direcionado ao Ensino Fundamental II que “a formação de um cidadão crítico exige sua inserção numa sociedade em que o conhecimento científico e tecnológico é cada vez mais valorizado” (BRASIL, 1997, p.15), esta orientação estabelece uma relação direta com os processos de fortalecimento à alfabetização científica. O que por sua vez, é reforçado pela Base Nacional Comum Curricular, quando infere que o ensino assume a premissa de promover:

estímulo ao pensamento criativo, lógico e crítico, por meio da construção e do fortalecimento da capacidade de fazer perguntas e de avaliar respostas, de argumentar, de interagir com diversas produções culturais, de fazer uso de tecnologias de informação e comunicação, possibilita aos alunos ampliar sua compreensão de si mesmos, do mundo natural e social, das relações dos seres humanos entre si e com a natureza. (BRASIL, 2018, p. 54).

Nos fragmentos acima, percebe-se a presença de diálogos acerca da AC, mediante isto, Sasseron e Souza ponderam que:

A alfabetização científica refere-se ao desenvolvimento de capacidades que possibilitem aos indivíduos compreenderem conceitos e processos científicos, tomarem decisões fundamentadas e participarem de forma ativa e responsável em situações que envolvam conhecimentos científicos e tecnológicos.” (SASSERON; SOUZA, 2008, p. 02).

Quanto a conceituação de AC, Sasseron e Machado (2017), destacam que existem outras nomenclaturas e conceitos diferentes para esta abordagem de ensino, como *Enculturação Científica* (ENC) ou *Letramento Científico* (LC). Os autores Sasseron e Machado (2017. p.13), esclarecem essa diferença: a ENC condiz

com o ato de “promover condições para que os alunos sejam inseridos em mais uma cultura, a cultura científica”; enquanto a LC, faz referência ao “conjunto de práticas às quais uma pessoa lança mão para interagir com seu mundo e os conhecimentos dele”. Apesar das relações estabelecidas pelos autores, ambas visam o desenvolvimento de habilidades básicas de aprendizagem do ser humano (SASSERON e CARVALHO, 2008; CHASSOT, 2011).

De acordo com Sasseron e Carvalho (2011), em um trabalho realizado por Pella et al (1966), já buscavam uma definição do conceito de AC, e, estando trabalhos publicados à época, concluíram que para uma pessoa ser considerada alfabetizada cientificamente deve possibilitar o conhecimento das relações entre Ciência e Sociedade; saber sobre a ética que monitora o cientista; conhecer a natureza da ciência; diferenciar Ciência de Tecnologia; possuir conhecimento sobre conceitos básicos das ciências; e, por fim, perceber e entender as relações entre as ciências e as humanidades.

Em relação a esta definição assertiva sobre AC, em uma pesquisa realizada por Pella et al. (1966), para uma pessoa ser alfabetizada cientificamente, deve conhecer as relações entre ciência e sociedade, a ética da ciência, sua natureza, conceitos básicos e suas conexões com a tecnologia e as humanidades (PELLA et al., 1966 apud SASSERON; CARVALHO, 2011, p. 61). A amplitude da definição de Pella et al. justifica propostas pedagógicas que vão além da memorização de fórmulas. Ela dá suporte a práticas investigativas e interdisciplinares, como o uso de UEPS ou projetos que envolvam experimentação, análise de situações reais e construção coletiva do conhecimento.

Mediante este esclarecimento, esta pesquisa adotará o termo alfabetização científica, definido como ações atitudinais, na qual a formação do estudante “permita resolver problemas de seu dia a dia, levando em conta os saberes próprios das Ciências e metodologias de construção de conhecimento próprio do campo científico” (SASSERON e MACHADO, p. 12, 2017).

A adoção do termo alfabetização científica, estabelece conexão ao sentido primário de alfabetização, conforme infere Paulo Freire:

a alfabetização é mais que o simples domínio psicológico e mecânico de técnicas de escrever e de ler. É o domínio destas técnicas em termos

conscientes. [...] Implica numa autoformação de que se possa resultar uma postura interferente do homem sobre seu contexto (FREIRE, 1980, p.111).

A ideia de Freire converge com objetivos da AC, quando infere que o ato de alfabetizar (escrita e leitura) direciona o estudante a uma postura mais crítica no meio ao qual está inserido. Em contribuição, Souza e Sasseron (2012, p. 596) defendem que a AC “deve desenvolver, em uma pessoa qualquer, a capacidade de organizar seu pensamento de maneira lógica, além de auxiliar na construção de uma consciência mais crítica em relação ao mundo que a cerca”. Nesse sentido, na perspectiva da AC, o estudante alfabetizado cientificamente precisa apresentar condições de modificar o seu entorno e a si mesmo, por meio de “sua interação com os saberes e procedimentos científicos, bem como as habilidades associadas ao fazer científico!” (SASSERON e MACHADO, 2017, p. 13,).

Lorenzetti e Delizoicov (2001) reforçam que o processo de alfabetizar cientificamente desde as séries iniciais é capaz de ir além da formação de futuros cientistas, isto é, pode oferecer aos estudantes ferramentas para que compreendam e debatam os significados dos conhecimentos científicos, aplicando-os na interpretação da realidade que os cerca.

Mediante isto, Sasseron e Carvalho (2011) julgam necessário que o EC independentemente do nível escolar, deva trabalhar com propostas “instigantes”, isto é, sugestões de atividades que visem,

tanto à resolução de problemas e à exploração de fenômenos naturais, que, por si só, atingem a curiosidade e o interesse dos alunos devido à forma fantástica e ao caráter incrível que se possa mostrar, como também às discussões instigantes devido a sua própria temática.” (SASSERON e CARVALHO, 2011 p.73).

Por sua vez, estas discussões no ambiente escolar podem despertar o interesse dos estudantes, uma vez que ao se sentirem inseridos nas situações instigantes de seu dia a dia, estes podem sentir a necessidade de expressarem seu pensar sobre os temas estudados, além de estabelecerem o diálogo com o professor. Essa (re)significação criada leva o estudante a formulação de hipóteses, a construção de argumentos e a busca por justificativas que sustentem sua forma de pensar.

Desta forma, a proposta da AC visa favorecer o desenvolvimento das capacidades de questionar, levantar hipóteses e planejar formas de investigação, as quais podem ser desenvolvidas pelos estudantes e mediadas pelo professor. Como forma de validar e identificar a presença da AC, esta pesquisa terá como orientação os indicadores de AC, mencionados a seguir.

3.5.1 Indicadores da alfabetização científica (AC)

A AC constitui um processo que, uma vez iniciado, estabelece a possibilidade de estar em constante construção, conforme a própria ciência, pois ela é dinâmica e se modifica mediante as necessidades da sociedade. Para identificar estes processos de construção, os autores Sasseron e Machado (2017) apontam os *Indicadores de alfabetização científica*, como forma de caracterizar em quais etapas as ações de cunho investigativo se encontram, geralmente está análise ocorre da seguinte forma:

- **Seriação de informações:** deve surgir quando se almeja o estabelecimento de bases para a ação investigativa. Não prevê, necessariamente, uma ordem que deva ser estabelecida para as informações: pode ser um rol, uma lista de dados trabalhados ou com os quais se vá trabalhar.
- **Organização de informações:** ocorre nos momentos em que se discute sobre o modo como um trabalho foi realizado. Este indicador pode ser vislumbrado quando se explicita a busca por um arranjo das informações novas ou já elencadas anteriormente. Pode surgir tanto no início da proposição de um tema quanto na retomada de uma questão.
- **Classificação de informações:** voltado para a ordenação dos elementos com os quais se está trabalhando procurando uma relação entre eles.
- **Levantamento de hipóteses:** aponta instantes em que são alçadas suposições acerca de certo tema. Este levantamento de hipóteses pode surgir tanto da forma de uma afirmação como sendo uma pergunta.

- **Teste de hipóteses:** concerne nas etapas em que se coloca à prova as suposições anteriormente levantadas. Pode ocorrer tanto diante da manipulação direta de objetos quanto no nível das ideias, quando o teste é feito por meio de atividades de pensamento baseadas em conhecimentos anteriores.
- **Justificativa:** aparece quando em uma afirmação qualquer proferida lança-se mão de uma garantia para o que é proposto. Isso faz com que a afirmação ganhe aval, tornando mais segura. O indicador da previsão é explicitado quando se afirmar uma ação e/ou fenômeno que sucede associado a certos acontecimentos.
- **Previsão:** é explicado quando se afirmar uma ação e/ ou fenômeno que se sucede a determinados acontecimentos.
- **Explicação:** surge quando se busca relacionar informações e hipóteses já levantadas. Normalmente a explicação sucede uma justificativa para o problema, mas é possível encontrar explicações que não se recebem estas garantias. Mostram-se, pois, explicações ainda em fase de construção que certamente receberão maior autenticidade ao longo das discussões.

Estes três indicadores – justificativa, explicação e previsão – estão fortemente imbricados entre si e a completude da análise de um problema se dá quando é possível construir afirmações que mostram relações entre eles, pois, deste modo, têm-se elaborada uma ideia capaz de estabelecer um padrão de comportamento que pode ser estendido para outras situações.

Quadro 03 – Indicadores de alfabetização científica (AC) de acordo com Sasseron, 2018.

Indicadores de AC (Sasseron, 2008)	
- Seriar informações	- Levantar hipóteses e Testar hipóteses.
- Organizar informações	-Justificar/
- Classificar informações	- Prever
- Raciocinar logicamente	- Explicar
- Raciocinar proporcionalmente	- Construir modelo explicativo

Fonte: Sasseron, 2018.

De modo geral, os indicadores de aprendizagem são indícios do alcance da AC. Desta forma,

[...] por meio deles que se torna possível conhecer as variáveis envolvidas no fenômeno mesmo que, neste momento, o trabalho com elas ainda não esteja centralizado em encontrar relações entre elas e o porquê de o fenômeno ter ocorrido tal como se pôde observar. (SASSERON; CARVALHO, 2008, p. 6).

Os mesmos autores ainda ressaltam que a “presença de um indicador não inviabiliza a manifestação de outro”. Bem ao contrário, pois durante “as argumentações em sala de aula nas quais os alunos tentam explicar ou justificar uma ideia, é provável que os indicadores demonstrem suporte e apoio à explanação que está sendo feita” (SASSERON; CARVALHO, 2008, p. 7). Logo é um processo não excludente, que fortalece a criação de pontos de ancoragem cognitiva.

A habilidade de argumentação é uma habilidade inerente ao ser humano, “ela evidencia as perspectivas de construção de entendimento de processos, ideias, conceitos e posições (SASSERON, 2015 p. 59)”. Nesse viés, tanto a criação de hipóteses, investigação e argumentação fazem parte do fazer científico, isto é, condições típicas da AC.

De acordo com as reflexões de Lemke citadas por Sasseron e Carvalho (2011), reforçam que a AC deve transcender a formação de especialistas e focar na capacitação de um público diverso para a tomada de decisões conscientes em questões tecnológicas e sociais do cotidiano. Diante da constatação de que o modelo educacional tradicional frequentemente falha em preparar jovens cientificamente alfabetizados, os autores defendem a reestruturação curricular em prol de um ensino que privilegie o protagonismo discente. Nesse sentido, a aprendizagem efetiva ocorreria por meio de discussões e da resolução ativa de problemas reais, conectando o conhecimento científico à realidade do aluno para ampliar sua percepção crítica sobre o mundo.

Baseando-se na investigação realizada com fins de promover a AC, Pizarro (2015) sugere ampliar o rol de indicadores de Sasseron (2008). Essa proposta (Quadro 04) visa definir a alfabetização científica como um processo onde o fazer científico e o exercício da cidadania consciente caminham juntos.

Quadro 04: Indicadores de alfabetização científica na perspectiva social propostos por nossa pesquisa a partir do levantamento bibliográfico de Pizarro, 2015.

Indicadores de Alfabetização	Científica Nossa definição
Articular ideias	Surge quando o aluno estabelece relações, seja oralmente ou por escrito, entre o conhecimento teórico aprendido em sala de aula, a realidade vivida e o meio ambiente no qual está inserido.
Investigar	Ocorre quando o aluno se envolve em atividades nas quais ele necessita apoiar-se no conhecimento científico adquirido na escola (ou até mesmo fora dela) para tentar responder a seus próprios questionamentos, construindo explicações coerentes e embasadas em pesquisas pessoais que leva para a sala de aula e compartilha com os demais colegas e com o professor.
Argumentar	Está diretamente vinculado com a compreensão que o aluno tem e a defesa de seus argumentos, apoiado, inicialmente, em suas próprias ideias, para ampliar a qualidade desses argumentos a partir dos conhecimentos adquiridos em debates em sala de aula, e valorizando a diversidade de ideias e os diferentes argumentos apresentados no grupo.
Ler em Ciências	Trata-se de realizar leituras de textos, imagens e demais suportes para o reconhecimento de características típicas do gênero científico e para articular essas leituras com conhecimentos prévios e novos, construídos em sala de aula e fora dela.
Escrever em Ciências	Envolve a produção de textos pelos alunos que considera não apenas as características típicas de um texto científico, mas avança também no posicionamento crítico diante de variados temas em Ciências e articulando, em sua produção, os seus conhecimentos, argumentos e dados das fontes de estudo.
Problematizar	Surge quando é dada ao aluno a oportunidade de questionar e buscar informações em diferentes fontes sobre os usos e impactos da Ciência em seu cotidiano, na sociedade em geral e no meio ambiente.
Criar	É explicitado quando o aluno participa de atividades em que lhe é oferecida a oportunidade de apresentar novas ideias, argumentos, posturas e soluções para problemáticas que envolvem a Ciência e o fazer científico discutidos em sala de aula com colegas e professores.

Atuar	Aparece quando o aluno compreende que é um agente de mudanças diante dos desafios impostos pela Ciência em relação à sociedade e ao meio ambiente, tornando-se um multiplicador dos debates vivenciados em sala de aula para a esfera pública.
-------	--

Fonte: Pizarro, 2015.

Embora os indicadores sugeridos possam parecer implícitos aos de Sasseron (2008), é fundamental considerar o contexto escolar. No ensino básico, o desafio da alfabetização básica pode impedir que os estudantes manifestem a alfabetização científica nos moldes esperados. No entanto, a ausência dessas demonstrações formais não indica falta de aprendizado ou de engajamento com o processo científico.

A partir da fundamentação teórica apresentada, assumimos nesta pesquisa que as interações discursivas apresentadas nas aulas de Ciências que ofereçam condições para que os alunos apresentem suas opiniões em aula, descrevam ideias, apresentem hipóteses, justifiquem ações e elaborem conclusões podem favorecer o processo da AC.

4. PERCURSO METODOLÓGICO

A presente pesquisa buscou aplicar e analisar a inserção das UEPS, por meio da construção e lançamento de protótipos de foguetes de papel, numa ótica investigativa dos fatores físicos que implicam em seu lançamento, adaptados a uma linguagem acessível ao público em questão. No decorrer deste capítulo, serão apresentadas as seguintes subseções para detalhar este percurso metodológico. As subseções estarão divididas em: 4.1 Metodologia da Pesquisa; 4.2 Cenário da Pesquisa; 4.3 Sujeitos da Pesquisa; 4.4 Instrumentos de Coleta de Dados; 4.5 Análise dos Dados e 4.6 Aspectos Éticos.

4.1 Tipo da Pesquisa

A presente pesquisa caracteriza-se como qualitativa, pois, conforme Minayo (2007), trabalha com o universo dos significados, valores, crenças e atitudes dos sujeitos envolvidos, buscando compreender a complexidade das interações que ocorrem no contexto escolar.

Além disso, foi realizado levantamento bibliográfico, a fim de aprofundar a compreensão acerca da temática investigada e analisar como ela vem sendo abordada e vivenciada na atualidade.

Quanto aos objetivos, esta pesquisa apresenta uma ótica exploratória, uma vez que busca aproximação e interação com o objeto de estudo, além de esclarecer as relações da sequência metodológica com os participantes, num viés de flexibilidade com aprendizagem colaborativa (GIL, 2002). Neste sentido, esta proposta pode possibilitar a aprendizagem significativa por meio do testar, do manusear, da criação de hipóteses e relações entre os processos de ensino e de aprendizagem no EC.

A pesquisa caracteriza-se como Pesquisa em Ensino, pois baseia-se na perspectiva de Moreira (2011) e Nardi (2011), que compreendem a sala de aula como um espaço legítimo de produção de conhecimento sobre o ensino de conceitos e aplicações específicas — no caso, o ensino de Física. Dessa forma, o presente estudo busca compreender como a inserção de conteúdos de Física, estruturados em UEPS, pode contribuir para o desenvolvimento da AC no Ensino Fundamental II.

4.2 Cenário da Pesquisa

A pesquisa foi desenvolvida no Colégio Estadual Cívico-Militar Padre Arnaldo Jansen, E.F.M e PROF (Figura 01), situado na rua Reinaldino Scharffenberg de Quadros, nº 534 - Centro, São José dos Pinhais - PR, 83005-090. Trata-se de instituição pública que adota o modelo cívico-militar desde 2024, escolhido por votação pela comunidade escolar no final do ano de 2023, cujo objetivo visa fortalecer a organização escolar, a disciplina e o ambiente de aprendizagem.

Figura 01- Fachada da escola Cívico-Militar Padre Arnaldo Jansen.



Fonte: Arquivo pessoal, 2026.

A infraestrutura do Colégio em questão oferece suporte diversificado, contando com salas de aula amplas, laboratórios de informática e de ciências, além de áreas externas compostas por quadras cobertas, descobertas e espaços de convivência. A instituição atende um universo de 1045 estudantes, distribuídos entre o Ensino Fundamental II, Ensino Médio e Educação Profissional, sob um modelo de gestão compartilhada entre o corpo docente e o pessoal militar, focado na disciplina e na cidadania.

No que tange à aplicação das UEPS, as atividades teóricas e de planejamento ocorreram predominantemente em sala de aula. Esse ambiente foi o palco para a troca de saberes e a socialização de conhecimentos prévios, permitindo que os estudantes expressassem suas potencialidades cognitivas e criativas. Embora a escola disponha de laboratório de informática, optou-se pelo uso de tablets em sala

de aula, o que supriu a necessidade de recursos tecnológicos de forma mais dinâmica.

É fundamental registrar que, durante a implementação do Produto Educacional (PE), a instituição passava por reformas em sua área externa, o que resultou na interdição temporária das quadras e áreas de lazer. Essa contingência impôs adaptações metodológicas necessárias: os lançamentos de foguetes, que originalmente ocorreriam em campo aberto, precisaram ser realizados em espaços mais restritos, e apenas, houve parcialmente o lançamento dos foguetes em uma área liberada pós semana aos primeiros lançamentos.

Embora tal limitação tenha impactado o alcance físico do voo dos protótipos, a essência da Pesquisa em Ensino foi preservada, uma vez que o foco se deslocou da performance do voo para a análise dos processos investigativos e experimentais realizados pelos alunos, mesmo diante de restrições espaciais. Da mesma forma, devido ao acúmulo de materiais (caixas com kits escolares e uniformes), o uso do laboratório de ciências foi inviabilizado durante a aplicação do PE. Assim, as atividades experimentais foram adaptadas para o ambiente da sala de aula, garantindo a continuidade da coleta de dados e o engajamento do público-alvo.

A aplicação desta pesquisa ocorreu nos meses de novembro e dezembro de 2025, nas aulas de Ciências do referido pesquisador e professor da turma.

4.3 Sujeitos da Pesquisa

Os sujeitos desta investigação são 27 estudantes de uma turma de 6º ano do Ensino Fundamental II do Colégio Estadual Cívico-Militar Padre Arnaldo Jansen. A faixa etária do grupo situa-se entre 11 e 13 anos, fase caracterizada pela transição para o pensamento formal e grande curiosidade investigativa. Tal escolha desse público, deu-se por produções acadêmicas que recomendam trabalhar com a AC desde as séries iniciais, favorecendo assim, as interpretações dos fenômenos naturais em seu ambiente formativo (LORENZETTI, 2001), bem como pela carência de produções acadêmicas que utilizem conteúdos de Física no Ensino Fundamental II para a promoção da AC, além de se tratar de uma turma de regência do pesquisado.

A turma apresenta-se como um grupo heterogêneo, com diferentes níveis de proficiência em leitura e interpretação, o que tornou o desafio da AC ainda mais

relevante para a equidade do aprendizado. Como critérios de participação, foram considerados os estudantes regularmente matriculados que apresentaram o ANEXO A, que trata sobre o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) assinado pelos pais ou responsáveis, conforme os preceitos éticos da pesquisa com seres humanos.

Ademais, de acordo com Siqueira e Valério (2014), a experimentação e as práticas investigativas no EC são fundamentais para a aprendizagem de conceitos científicos, estabelecendo conexões entre o que se aprende com suas visões de mundo.

Em observância à ética acadêmica e para preservar a identidade dos menores, os participantes serão identificados ao longo da análise de dados por codinomes E1, E2, E3, etc. O E1 por exemplo significa Estudante 1, levando em consideração seu número na chamada de frequência.

4.4 Instrumentos de Coleta de Dados

Para a coleta de dados desta pesquisa, foram utilizados instrumentos diversificados que permitiram a triangulação das informações e o acompanhamento processual da alfabetização científica:

- **Questionários de Sondagem e Verificação de Aprendizagem (ANEXO C):** Aplicados no início e ao final da UEPS, compostos por questões abertas e fechadas visando identificar a evolução dos modelos mentais dos estudantes sobre os conceitos de Física e indicadores da AC.
- **Registros Fotográficos:** Utilizados para documentar as etapas de construção e os testes de lançamento, servindo como suporte visual para a análise das interações em sala de aula.
- **Representações Iconográficas (APÊNDICE H):** Foram coletados desenhos produzidos pelos estudantes sobre suas concepções acerca das representações de foguete. Esses registros funcionam como modelos mentais expressos, permitindo analisar como os alunos visualizam os conceitos físicos abstratos aplicados ao protótipo.

4.5 Análise dos Dados

A análise dos dados foi realizada por meio da Análise de Conteúdo proposta por Bardin (2011), percorrendo as etapas de pré-análise, exploração do material e tratamento dos resultados. Esse procedimento permitiu o exame sistemático do *corpus* documental, possibilitando identificar indícios de alfabetização científica nas produções escritas, gráficas e nas interações verbais dos estudantes. A interpretação das produções baseou-se nos indicadores de alfabetização científica propostos por Sasseron e Carvalho (2011), correlacionando as práticas investigativas do lançamento de foguetes com a construção de sentidos sobre os conceitos de Física.

4.6 Aspectos Éticos

Por envolver menores de idade, a participação foi condicionada à assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) pelos pais ou responsáveis. O anonimato dos participantes foi preservado mediante a substituição de seus nomes por codinomes durante a análise de conteúdo e a escrita da dissertação. Além disso, os registros fotográficos das atividades experimentais e dos lançamentos de foguetes foram utilizados exclusivamente para fins acadêmicos, respeitando o direito à imagem e o sigilo das informações pessoais, assegurando que a participação ou desistência não influenciaria o desempenho escolar nem a relação pedagógica.

5. METODOLOGIA DE ENSINO

A metodologia de ensino adotada nesta pesquisa fundamenta-se nos pressupostos da AC no EC, tendo como estratégia metodológica o uso das UEPS, propostas por Moreira (2021), numa perspectiva da AS de Ausubel, tendo como alvo central a internalização de conhecimentos aplicáveis de Física por meio da prática de construção e lançamento de foguetes de papel por estudantes do 6º ano do Ensino Fundamental.

Essa abordagem compreende o estudante como sujeito ativo no processo de construção do conhecimento, enquanto o professor assume o papel de mediador das interações, das discussões e da sistematização dos conceitos científicos.

A proposta didático-metodológica foi desenvolvida ao longo de oito momentos pedagógicos presenciais no próprio lócus da pesquisa, organizados de forma progressiva e articulada, com o objetivo de promover a alfabetização científica por meio de práticas investigativas relacionadas à construção e ao lançamento de foguetes. O tempo de duração de cada aula na referida escola é de 50 minutos, e as atividades foram desenvolvidas em um período que variou de uma a quatro aulas.

Em relação aos encontros realizados, o autor da pesquisa buscou relacionar cada etapa das atividades às etapas da UEPS propostas por Moreira (2012), conforme apresentado no Referencial Teórico desta pesquisa.

O **primeiro momento** dedicou-se à apresentação da proposta e à motivação inicial dos estudantes. Para isso, utilizou-se o relato de experiência do pesquisador na Mostra Brasileira de Foguetes (MOBFOG) e a exibição de vídeos autorais, visando despertar a curiosidade e contextualizar o tema. Nesta etapa, estabeleceu-se o primeiro passo da UEPS — *a definição do Tópico Específico* —, delimitando-se como objeto de estudo a Mecânica Básica, com foco nas forças e nas condições de voo de foguetes.

O **segundo momento** dedicou-se à investigação das concepções prévias dos estudantes, utilizando questões norteadoras e a construção coletiva de um “Varal do Conhecimento”. Essa dinâmica permitiu que emergissem e fossem discutidas as percepções dos alunos sobre os princípios físicos que regem o lançamento de foguetes. Assim, o momento cumpriu o segundo passo da UEPS — *levantamento*

dos conhecimentos prévios —, etapa essencial para identificar a estrutura cognitiva inicial dos estudantes sobre o tema.

O **terceiro momento** consistiu em uma aula expositiva-dialogada, estruturada para atuar como organizador prévio, conectando os saberes iniciais dos estudantes aos conceitos científicos fundamentais e preparando-os cognitivamente para aprendizagens mais complexas. Esta etapa contemplou o terceiro passo da UEPS — *proposição de situações-problema em nível introdutório* — ao lançar, por exemplo, o questionamento: “Como um foguete voa?”. Essa questão-problema serviu de “ponte” entre os subsunçores identificados na sondagem e o conhecimento formal mediado pelo pesquisador na aula expositiva-dialogada.

Já no **quarto momento**, desenvolveu-se uma atividade experimental de observação, por meio do voo de balões de festa, com o intuito de investigar aspectos relacionados ao movimento, à aerodinâmica e à ação do ar ao sair do interior dos balões. Esse momento configura o quarto passo da UEPS — *apresentação do conhecimento a ser ensinado* —, levando em conta a diferenciação progressiva, ou seja, partindo dos aspectos mais gerais e inclusivos do conhecimento para os menos inclusivos e mais específicos.

Nessa etapa, inicialmente, apresentou-se o conceito mais geral e inclusivo: a propulsão por reação (Terceira Lei de Newton), observada no deslocamento do balão. A partir dessa compreensão macroscópica, a aula progrediu para aspectos menos inclusivos e mais específicos da Física, como a influência da resistência do ar (arrasto), a importância da estabilidade aerodinâmica e a função das aletas. Essa sequência permitiu que o conhecimento fosse detalhado e refinado, partindo do fenômeno observável no balão até a complexidade conceitual necessária para o lançamento do protótipo de foguete.

O **quinto momento** envolveu o uso do simulador PhET de lançamento oblíquo, permitindo a investigação da influência do ângulo de lançamento no alcance do protótipo de foguete, subsidiando os estudantes nas decisões para as etapas seguintes. Esse momento adequa-se ao quinto passo da UEPS — *reconciliação integrativa*. Ao manipular variáveis como massa, força e resistência do ar no simulador, os estudantes puderam reorganizar seus conhecimentos, integrando os conceitos de força e velocidade à dinâmica de voo observada na atividade.

No **sexto momento**, os estudantes esboçaram representações gráficas de modelos de foguetes “ideais”, segundo suas convicções e percepções desenvolvidas

durante as atividades, bem como apresentaram a justificativa de suas escolhas. Aqui, caracteriza-se o sexto passo da UEPS — *diferenciação progressiva em uma perspectiva integradora* —, isto é, ao projetar seus modelos, os estudantes foram desafiados a articular os conhecimentos específicos construídos ao longo da UEPS, como a seleção de elementos estruturais e funcionais de um foguete “ideal”, evidenciando indicadores de alfabetização científica e demonstrando que os novos conhecimentos foram integrados de forma não arbitrária e substantiva à sua estrutura cognitiva (AUSUBEL, 1968).

A partir do **sétimo momento**, os estudantes realizaram oficinas de construção e lançamento de foguetes de papel, fundamentadas em materiais da MOBFOG e em referências acadêmicas. Esse momento adequa-se ao sétimo passo da UEPS — *avaliação da aprendizagem* —, pois o processo avaliativo ocorreu de forma contínua e processual, utilizando a observação da montagem e dos lançamentos como fonte de evidências. O desempenho foi verificado tanto pelo êxito técnico dos protótipos quanto pela capacidade de justificativa científica dos estudantes. Assim, a etapa validou a aprendizagem dos estudantes e, simultaneamente, a eficácia das estratégias didáticas na promoção da alfabetização científica.

Por fim, **o oitavo momento** encerrou a proposta didática com o intuito de verificar a consolidação das aprendizagens e a eficácia da pesquisa frente às metas estabelecidas (APÊNDICE I). Para validar os indícios de alfabetização científica, utilizaram-se parâmetros norteadores baseados em indicadores específicos (APÊNDICE G), confrontando-os com as percepções e os fatos observados durante a implementação. Esse momento contempla o oitavo passo de Moreira (2011) — *avaliação da UEPS* —, permitindo mensurar não apenas o desempenho dos estudantes, mas também a viabilidade e o alcance da proposta pedagógica como um todo.

6. PROPOSTA DIDÁTICA

A proposta didática desta pesquisa configura-se como um produto educacional de caráter didático-pedagógico, com o objetivo de promover a alfabetização científica dos estudantes por meio da construção e do lançamento de foguetes de papel. Para isso, utiliza-se uma UEPS como estratégia de ensino fundamentada nos pressupostos da TAS de Ausubel (1968; 2003), complementada por Moreira (2011; 2012), estruturada na forma de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa, conforme defendido por Moreira (2011). Além disso, apresenta viés voltado ao desenvolvimento da alfabetização científica, embasado em Sasseron e Carvalho (2008; 2011) e Chassot (2003; 2010).

A organização da proposta considera a necessidade de articular os conhecimentos prévios dos estudantes, situações-problema e atividades investigativas, de modo a favorecer a compreensão de conceitos científicos no contexto do ensino de Ciências, por meio da construção e do lançamento de foguetes de papel.

A proposta foi destinada aos estudantes do 6º ano do Ensino Fundamental II, buscando favorecer a compreensão de conceitos científicos relacionados à Física, tais como força, movimento, ação e reação, resistência do ar e trajetória. Ao mesmo tempo, estimulou a participação ativa, a argumentação, a observação sistemática e a interpretação de fenômenos naturais. Nesse sentido, a UEPS possibilitou que os alunos se reconhecessem como protagonistas do processo de aprendizagem, estabelecendo relações entre o conhecimento científico e situações concretas vivenciadas durante as atividades experimentais.

A proposta didática foi organizada em oito momentos, estruturados de modo progressivo, iniciando com atividades de sondagem dos conhecimentos prévios, passando pela problematização dos conceitos científicos envolvidos e culminando em atividades experimentais de construção, lançamento e análise dos foguetes. Cada momento foi planejado de forma a promover a interação entre os estudantes, o levantamento de hipóteses e a reflexão sobre os resultados obtidos, respeitando os princípios da UEPS. Os momentos tiveram duração média de duas horas-aula, totalizando uma carga horária compatível com o planejamento pedagógico da unidade.

A implementação da proposta contou com o apoio da equipe pedagógica da escola e com a utilização de espaços adequados para o desenvolvimento das atividades, como salas de aula e ambientes destinados aos lançamentos experimentais. O ambiente estruturado favoreceu o desenvolvimento das práticas investigativas e a observação dos indicadores de alfabetização científica, contribuindo para a consolidação do produto educacional e para a análise dos dados da pesquisa.

Quadro 05 - Síntese da atividade proposta no primeiro momento.

PRIMEIRO MOMENTO	
Apresentação e motivação - 1 aula Objetivo: apresentar a relevância desta pesquisa para o público alvo, assim como estimulá-los a participarem das práticas pedagógicas planejadas nesta UEPS. Procedimento: O pesquisador fez uma breve apresentação da pesquisa, assim como da experiência do acerca da participação conjunta com estudantes, na MOBFOG, bem como os resultados alcançados e exibição de vídeos sobre estes momentos. Para <i>Links de Vídeos:</i>  Clique aqui  Clique aqui Relação da proposta com a alfabetização científica: a atividade contribui para a alfabetização científica ao inserir os estudantes em um contexto real de produção científica e tecnológica, evidenciando a ciência como uma prática formativa, humana e social. Além disso, a contextualização do tema dos foguetes em uma experiência concreta, favorece a construção de sentidos e significados, aproximando os estudantes de práticas próprias da cultura científica, criando bases conceituais e atitudinais para as etapas investigativas subsequentes.	

Fonte: Produzido pelo autor, 2026.

Quadro 06 - Síntese da atividade proposta no segundo momento.

SEGUNDO MOMENTO
Varal do Conhecimento - 2 aulas Objetivo: -Identificar os conhecimentos prévios dos estudantes acerca do funcionamento de um foguete, bem como possíveis conceitos e aplicações físicas em seu lançamento; -Desenvolver a curiosidade, a argumentação e o pensamento científico por meio da problematização inicial e da construção coletiva de significados sobre foguetes.

Procedimento: os estudantes receberam perguntas básicas sobre o tema foguete, inseridas em uma representação gráfica com formato de um foguete (APÊNDICE C). A proposta é registrar seus conhecimentos, discuti-los e construir um “**Varal do Conhecimento**”, socializado por cada estudante. Após a socialização, cada estudante afixou seu foguete com auxílio de um mini pregador, no Varal do Conhecimento.

Questões problemas

1) O que é um foguete e para que ele serve?

(Explora o conceito inicial e o papel dos foguetes no mundo real).

2) O que faz um foguete subir quando é lançado?

(Investiga o raciocínio causal e a noção de força/propulsão.)

3) O que pode fazer um foguete voar melhor ou pior?

(Estimula pensamento investigativo — identifica variáveis como massa, forma, vento, ângulo).

4) Por que as pessoas estudam e constroem foguetes?

(Refletir sobre o papel da ciência e dos foguetes no mundo, conectando o conteúdo à vida real.)

5) “Por que você acha que alguns foguetes sobem mais rápido ou mais alto que outros?”

(Exercitam o pensamento científico, a argumentação e a compreensão de que os resultados não ocorrem ao acaso, mas decorrem de condições específicas.)

Relação da proposta com a alfabetização científica: Ao mobilizar os conhecimentos prévios dos estudantes e promover a problematização de ideias sobre o funcionamento dos foguetes. Ao socializarem suas respostas, os alunos exercitam a argumentação, a formulação de hipóteses e a identificação de variáveis, compreendendo a ciência como um processo social e colaborativo, o que estimula a curiosidade, o pensamento crítico e a relação entre conceitos científicos e situações do cotidiano.

Fonte: Produzido pelo autor, 2026.

Quadro 07 - Síntese da atividade proposta no terceiro momento.

TERCEIRO MOMENTO
Aula expositiva dialogada – 2 aulas Objetiva: apresentar conceitos e aplicações da Física no lançamento de um foguete (força, força peso, força de arrasto, força de sustentação, princípio da ação e reação). Procedimento: Foi elaborado um apostilado (APÊNDICE J) com os principais conceitos e aplicações da Física no que tange aos lançamentos de foguetes. O material foi elaborado com uma linguagem acessível ou próximo das percepções de aprendizagem dessa faixa etária, como exemplos de aplicações em outras situações do dia a dia e ilustrações. Relação da proposta com a alfabetização científica: Ao trabalhar conceitos como força, força peso, força de arrasto, força de sustentação e o princípio da ação e reação, o estudante é conduzido a compreender como a ciência explica fenômenos observáveis no mundo real, ultrapassando a simples memorização de definições.

Fonte: Produzido pelo autor, 2026.

Quadro 08 - Síntese da atividade proposta no quarto momento.

QUARTO MOMENTO
Voo das bexigas (balões de aniversário) - (APÊNDICE C) - 2 aulas

Objetivo: investigar, por meio da observação do voo de balões de diferentes formatos, como a ausência de aerodinâmica influencia o movimento e a trajetória dos objetos.

Procedimento: os estudantes recebem três modelos diferentes de bexiga, em seguida cada estudante enche-as e solta-as, observando assim sua trajetória e comportamento do objeto estudado.

Questionamentos:

- Por que alguns balões voam em linha reta enquanto outros giram ou mudam de direção?
- O formato do balão pode influenciar a maneira como ele voa? De que forma?
- O ar que sai do balão tem relação com o seu movimento? Como isso ocorre?
- *Como você imagina que seria o voo do balão se ele tivesse um formato semelhante ao de um foguete?*
- Como poderíamos modificar o balão para que ele voe de maneira mais estável?

Relação da proposta com a alfabetização científica: favorece a compreensão de que os fenômenos físicos são explicados por evidências observáveis, por meio de questionamentos, testes e análises, desenvolvendo o pensamento crítico e investigativo, próprios da alfabetização científica.

Fonte: Produzido pelo autor, 2026.

Quadro 09 - Síntese da atividade proposta no quinto momento.

QUINTO MOMENTO	
Simulador PhET de lançamento oblíquo - - 2 aulas	
Objeto: investigar, por meio do simulador <i>PhET</i>, como o ângulo de lançamento afeta a distância percorrida por um projétil, identificando o ângulo ideal para alcançar a maior distância horizontal (alcance máximo).	
Link do Simulador <i>PhET</i>	 Clique aqui
O Simulador <i>PhET</i> é uma plataforma online desenvolvida pela Universidade do Colorado (EUA) que oferece simulações interativas de fenômenos científicos e matemáticos. Ele permite que os alunos explorem conceitos de forma visual, dinâmica e experimental. Disponível gratuitamente e em português, o <i>PhET</i> promove a aprendizagem ativa, despertando a curiosidade e o pensamento investigativo.	
Processamento: Após a breve explicação do pesquisador sobre o funcionamento do software, os estudantes passaram a testar diferentes angulações escolhidos por conta própria e anotados no APÊNDICE E. Em seguida farão suas análises e conclusões sobre cada lançamento executado. Desta forma, definirão a angulação de lançamento “ideal” para seus lançamentos de seus foguetes.	
Relação da proposta com a alfabetização científica: A exploração do ângulo de lançamento permite compreender o fenômeno por meio de evidências, e não apenas de fórmulas. Desta forma, as conclusões dos estudantes favorecem o desenvolvimento do raciocínio científico e da argumentação, uma vez que torna o aprendizado mais significativo e visual. Assim, os estudantes compreendem a ciência como ferramenta para explicar e resolver problemas reais.	

Fonte: Produzido pelo autor, 2026.

Quadro 10 - Síntese da atividade proposta no sexto momento.

SEXTO MOMENTO	
REPRESENTAÇÃO SIMBÓLICA DE UM FOGUETE - 2 aulas Objetivo: -Observar a evolução tecnológica dos foguetes por meio da exibição de vídeos de curta duração, suas finalidades e avanços científicos, bem como idealizar a ideia de um foguete, valendo-se de fundamentos para a escolha do modelo criado. -Identificar conceitos e aplicações da Física e as partes que constituem um foguete. Esta atividade é dividida em dois momentos. Sendo o primeiro destinado a observação de dois vídeos que abordam a origem e finalidade dos foguetes e o segundo enfatiza seu funcionamento.	
1º MOMENTO: Vídeo 1: A HISTÓRIA DAS COISAS – FOGUETE	 Clique aqui
• Informações gerais do Vídeo: A abordagem do vídeo relaciona o desenvolvimento dos foguetes com contextos históricos e sociais, como a corrida espacial e a Guerra Fria, demonstrando como a ciência é uma construção humana inserida em um tempo e espaço. Ao ser apresentado em Libras e com linguagem simples, o vídeo também promove a inclusão e a acessibilidade, fundamentos essenciais para uma alfabetização científica democrática.	
Vídeo 2 (1ª parte): Como funcionam os foguetes? O Show da Luna Discovery Kids Brasil	 Clique aqui
Vídeo 2: (1ª parte): Luna e Cláudio vivem uma grande experiência em um foguete O Show da Luna Discovery Kids Brasil	 Clique aqui
Sobre a Série "O Show da Luna". "O Show da Luna" é uma série brasileira de animação que busca despertar a curiosidade científica nas crianças por meio de perguntas investigativas, protagonizadas pela personagem Luna, uma garota apaixonada por ciência. Frase central do programa: "Eu quero saber!" Essa frase sintetiza a essência da alfabetização científica: provocar a curiosidade, o questionamento, e a investigação de fenômenos naturais. Conceitos abordados: • Ação e reação (quando o foguete sobe ao ser impulsionado). • Forças (arrasto, sustentação, peso) • Aerodinâmica (implícita no formato do foguete). • Direção (uso de aletas, mesmo que não explicitamente citadas).	

Proposta: Cada estudante receberá uma folha de papel A4 para representar sua concepção gráfica de foguete, por meio de sua singularidade expressa por desenhos, bem como explicará o porquê seu modelo desenhado é “ideal” para voo.

Relação da proposta com a alfabetização científica: A observação da evolução tecnológica dos foguetes, seus contextos históricos (como a corrida espacial) e explicações acessíveis sobre funcionamento, favorece o desenvolvimento da curiosidade, do questionamento e da capacidade de relacionar ciência, tecnologia e sociedade. Além disso, a proposta de idealizar e justificar um modelo próprio de foguete promove o exercício do pensamento científico, ao exigir argumentação, tomada de decisões fundamentadas e expressão de hipóteses, aspectos centrais da alfabetização científica.

Fonte: Produzido pelo autor, 2026.

Quadro 11 - Síntese da atividade proposta no sétimo momento.

SÉTIMO MOMENTO
OFICINA DE CONSTRUÇÃO E LANÇAMENTO DE FOGUETES - (8 aulas) <i>1ª Parte: Construção dos Foguetes de papel</i> Objeto: proporcionar aos estudantes uma vivência e experiência prática e investigativa dos princípios científicos relacionados ao lançamento de foguetes de papel, favorecendo a compreensão conceitual de forças, movimento, pressão e ação-reação. Procedimentos: Para a confecção dos foguetes de papel, foi adotado o tutorial intitulado Foguete de Cartolina - Nível 2 MOBFOG - Tutorial de construção, disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=hTRvyMOD66U&t=423s, o qual será detalhado nos Resultados e Discussões, com pequenas alterações do autor da pesquisa. Para efeito investigativo, a confecção dos foguetes levou em conta o tipo de papel e gramatura (papel sulfite, cartolina e papel cartão), tamanho dos foguetes e tipos de aletas (Anexo A). Os dados serão anotados e analisados pelos estudantes (Anexo IV), para interpretações posteriores. Para a construção da base de lançamento de foguetes, foi escolhido a Base de Lançamento de Nível 2, será utilizado os materiais de construção da Mostra Brasileira de Foguetes (MOBFOG): http://www.oba.org.br/sisglob/sisglob_arquivos/downloads/REGULAMENTO%20DA%2019a%20OBAFOG%20PARA%20O%20N%C3%8DVEL%20%20-%202025-compactado.pdf, e a publicação acadêmica de Cesar (2024), intitulada Guia de Montagem Base e Foguetes Nível II MobFog, disponível em: https://educapes.capes.gov.br/bitstream/capes/870265/2/PPGSTEM_Guia_Foguetes.pdf. No que se refere à base de lançamento, o autor da pesquisa optou pela construção de uma única base, a qual foi utilizada por todas as equipes. Essa decisão fundamenta-se no fato de que a proposta da pesquisa não tem como objetivo analisar a estrutura física da base, mas sim apenas a angulação e o funcionamento do lançamento. Ademais, considerando que a pesquisa foi aplicada no final do período letivo de 2025, a confecção da base de lançamento pelos próprios estudantes demandaria tempo adicional, o que poderia comprometer o desenvolvimento das etapas subsequentes do estudo. Relação da proposta com a alfabetização científica: A utilização de diferentes materiais e modelos favorece a compreensão dos princípios físicos do lançamento, enquanto o contato com tutoriais e documentos técnicos desenvolve a leitura de linguagens científicas. A padronização da base de lançamento direciona a investigação aos fenômenos físicos, reforçando a ciência como um processo sistemático e fundamentado em evidências.

Fonte: Produzido pelo autor, 2026.

1ª Parte: Construção dos Foguetes de papel

Objeto: Promover a alfabetização científica por meio da observação, registro e análise dos fatores que influenciam o voo dos foguetes durante os lançamentos de protótipos de foguetes, criando assim consistência conceitual sobre os princípios da Física.

Proposta: os estudantes testaram diferentes tipos de modelos de foguetes, e anotaram em uma planilha de variáveis (APÊNDICE F) (tipo de aleta, gramatura do papel, massa do foguete, formato de coifa), como forma de criarem embasamentos teóricos para o melhoramento nos lançamentos.

Questões problemas discutidas:

- Qual modelo de foguete alcançou maior distância e por quê?
- O que vocês fariam de diferente caso fosse construir um novo foguete?
- Como vocês pensam que seria um foguete “ideal”.

Relação da proposta com a alfabetização científica: Ao testar diferentes modelos de foguetes, os alunos formulam hipóteses e constroem explicações baseadas em evidências sobre os princípios físicos do voo. As questões-problema estimulam o pensamento crítico e a argumentação, reforçando a compreensão da ciência como um processo dinâmico.

Fonte: Produzido pelo autor, 2026.

Quadro 12 - Síntese da atividade proposta no oitavo momento.

OITAVO MOMENTO	
Sondagem do Conhecimento adquirido - 2 aulas	
Objeto: verificar e analisar os conhecimentos e percepções adquiridas durante a aplicação das UEPS, como viés de identificar indícios da alfabetização científica. Procedimento: Após as observações e anotações da experimentação, as equipes respondem perguntas que visam analisar suas percepções e associações destas com os conhecimentos físicos adquiridos. Nesta seção será utilizada pelo pesquisador uma ficha de identificação dos Indicadores de Alfabetização Científica (APÊNDICE I), com a finalidade de validar os resultados observados da pesquisa.	
1. Quais das atividades desenvolvidas você mais gostou? () Aula expositiva dialogada () VAral do conhecimento () Voo das bexigas () Simulador Phet () Representação de foguete () Construção de Foguete () Lançamento de Foguetes	
2. Por que você escolheu a atividade anterior?	
3. Aprendi como os foguetes sobem e se movimentam? () SIM () NÃO	

4. Caso tenha marcado a opção SIM, explique brevemente como os foguetes voam.
5. Depois dos testes realizados com seus foguetes, cite um ponto positivo e um ponto negativo percebido no voo do seu foguete.
6. Mediante os testes realizados com o Simulador Phet, qual melhor ângulo deve ser adotado para realização dos lançamentos dos foguetes de papel?

Relação da proposta com a alfabetização científica: A atividade favorece a alfabetização científica ao estimular a reflexão sobre a experimentação, a interpretação de resultados e a relação entre observações e conceitos físicos. As respostas às questões desenvolvem a argumentação e a comunicação baseada em evidências, enquanto os indicadores permitem avaliar a compreensão dos processos científicos e consolidar a aprendizagem.

Fonte: Produzido pelo autor, 2026.

Como PE, a UEPS elaborada apresenta potencial de aplicação em outros contextos escolares (educação infantil, ensino fundamental, educação de jovens e adultos e ensino médio), especialmente no ensino de Ciências, pois a AC necessita ser trabalhadas desde os anos iniciais de formação do estudante. A proposta é passível ajustes e complementações por professores que desejem promover a alfabetização científica por meio de atividades experimentais, contribuindo para práticas pedagógicas mais significativas e contextualizadas.

7. RELATO DA APLICAÇÃO DA PROPOSTA DIDÁTICA

Este capítulo apresenta a descrição dos oito momentos que compuseram a intervenção pedagógica, bem como a análise de evidências de alfabetização científica dos estudantes, verificadas durante o desenvolvimento da UEPS.

Os registros contemplam os diferentes momentos das atividades investigativas, desde a problematização até a sistematização dos conhecimentos, evidenciando as interações entre estudantes e pesquisador, a articulação entre teoria e prática e o desenvolvimento de habilidades relacionadas à alfabetização científica.

7.1 Primeiro momento: Apresentação e motivação

O primeiro momento foi realizado em uma aula de 50 minutos, marcada por situações de compartilhamento das experiências e vivências do pesquisador, que relatou a implementação prévia semelhante dessa prática de lançamento de foguetes em outro contexto educacional, com objetivos e público distintos.

Para tornar o momento mais dinâmico e estimular os estudantes, foram exibidos dois vídeos de autoria do próprio pesquisador (link no Quadro 05 – Síntese da atividade proposta no primeiro momento), evidenciando momentos de participação na MOBFOG. Durante a exibição e os comentários realizados pelo pesquisador, foram notadas as seguintes expressões ditas pelos estudantes durante os voos dos foguetes:

- “Nossa”;
- “Muito massa”;
- “Isso é muito legal, professor!”;
- “Se mudar a quantidade de água, ele vai mais alto?”
- “Uau! Parece um foguete de verdade!”

As reações espontâneas dos estudantes durante a exibição dos vídeos de lançamento dos foguetes evidenciam elevado engajamento, curiosidade e envolvimento com a atividade proposta. Segundo Moran (2007), a aprendizagem

torna-se mais eficaz quando envolve emoção, interesse e visualidade do objeto estudado, tornando o processo de ensino e aprendizagem significativo. Além disso, questionamentos como “Se mudar a quantidade de água, ele vai mais alto?” revelam a emergência de práticas investigativas e a formulação de hipóteses, elementos centrais do ensino de Ciências investigativo (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2011; CARVALHO, 2013), bem como indicadores do desenvolvimento da alfabetização científica (SASSERON; CARVALHO, 2008).

As manifestações dos estudantes durante os vídeos de lançamento dos foguetes de garrafa PET revelam mais do que entusiasmo momentâneo, configurando evidências do processo de AC em desenvolvimento. Ao demonstrarem surpresa, curiosidade e interesse, os alunos assumem uma postura ativa diante do fenômeno observado, mobilizando atitudes próprias da prática científica, como a observação, o questionamento e a formulação de hipóteses a partir da relação entre causa e efeito.

Retomando a fala “Se mudar a quantidade de água, ele vai mais alto?”, observa-se que os estudantes começam a estabelecer relações de causa e efeito, formulando hipóteses e reconhecendo variáveis que interferem nos resultados (SASSERON; CARVALHO, 2008). Esse movimento caracteriza um dos pilares da alfabetização científica: a capacidade de interpretar fenômenos naturais a partir da investigação e da argumentação baseada em evidências.

Paralelamente à exibição dos vídeos, o pesquisador relatava aos estudantes que esta proposta pedagógica foi inspirada em práticas semelhantes realizadas no ano de 2018, no município de Salvaterra, localizado na Ilha do Marajó (PA), em uma Escola de Ensino Técnico do Estado do Pará (EETEPA). Na ocasião, a atividade tinha como finalidade relacionar conteúdos de Física, especialmente da Cinemática — como velocidade média, distância percorrida, tempo de voo e aceleração — por meio do lançamento de foguetes confeccionados com garrafas PET, envolvendo estudantes do 1º ano do Ensino Médio integrado.

A proposta foi muito bem recebida pelos estudantes do 1º ano do Ensino Médio, de modo que, mesmo após a abordagem dos conteúdos previstos, manifestaram o desejo de continuar realizando a atividade nas aulas seguintes. Como os lançamentos ocorriam em um espaço amplo da escola, outras turmas, como as do 2º e 3º anos do Ensino Médio, passaram a acompanhar as atividades e também solicitaram a realização da prática em suas aulas.

Diante da receptividade e do engajamento demonstrados pelos estudantes, decidiu-se, no ano de 2019, inscrever a escola na Mostra Brasileira de Foguetes (MOBFOG), uma olimpíada de caráter experimental e investigativo, atualmente denominada Olimpíada Brasileira de Foguetes (OBAFOG). Essa iniciativa tem como objetivo despertar o interesse de crianças e jovens pela Astronomia, Astronáutica e Ciências, por meio de atividades práticas e lúdicas, com foco na construção e no lançamento de foguetes de garrafa PET, visando alcançar a maior distância horizontal possível. A olimpíada contempla quatro níveis de participação: Nível 1 (1º ao 3º ano do Ensino Fundamental I), Nível 2 (4º e 5º anos do Ensino Fundamental I), Nível 3 (6º ao 9º ano do Ensino Fundamental II) e Nível 4 (Ensino Médio e Superior).

Mesmo com a participação contínua na MOBFOG entre os anos de 2019 e 2022, a proposta inicial de trabalhar conceitos físicos com estudantes do 1º ano do Ensino Médio integrado foi mantida. Entretanto, tanto os foguetes quanto as bases de lançamento passaram a apresentar maior rigor técnico e científico, em razão da inserção da atividade em um contexto competitivo nacional, envolvendo estudantes de diferentes níveis de ensino e realidades educacionais.

A partir de 2019, a proposta passou a proporcionar significativa visibilidade à escola, ao professor da turma e aos estudantes, refletida nos diversos reconhecimentos obtidos, conforme descrito a seguir:

- **2019:** Participação na MOBFOG e conquista do título de vencedores nacionais da Jornada de Foguetes, realizada no Rio de Janeiro.
- **2020:** Mesmo em meio à pandemia da COVID-19, e seguindo todos os protocolos de segurança, a escola participou da MOBFOG em seu próprio município. Como resultado do trabalho coletivo, foram conquistadas 11 medalhas (3 de ouro, 5 de prata e 3 de bronze).
- **2021:** Ainda sob os impactos da pandemia, foi possível novamente participar da olimpíada, alcançando a conquista de 9 medalhas (3 de ouro e 6 de bronze).

Manchete: *“Escola Técnica de Salvaterra conquista medalhas de ouro na Mostra Brasileira de Foguetes”.*



Clique aqui

Ainda em 2021, os resultados dessa prática pedagógica renderam ao professor, aos alunos e à comunidade escolar o título de vencedores nacionais do **Prêmio PI das Escolas**, na categoria Criatividade. Uma iniciativa do Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI) para fomentar a cultura da Propriedade Intelectual (PI) nas escolas do Brasil.

Manchete: *“Dois professores do Pará estão entre os cinco vencedores de prêmio nacional de propriedade intelectual”.*



Clique aqui

- **2022:** Com o retorno das aulas presenciais, tornou-se possível acompanhar de forma mais efetiva o desenvolvimento dos estudantes, resultando no aprimoramento dos foguetes e das bases de lançamento. Nesse ano, foi registrado um recorde de conquistas, totalizando 23 medalhas (7 de ouro, 12 de prata e 4 de bronze).

Além disso, a escola recebeu convite para participar novamente da Jornada de Foguetes, no Rio de Janeiro; contudo, não foi possível viabilizar a participação devido à impossibilidade de custeio financeiro em tempo hábil.

Em 2023, em decorrência da mudança de domicílio do pesquisador para o estado do Paraná, não foi possível manter a participação presencial na escola. No entanto, as orientações e o acompanhamento aos professores e estudantes responsáveis pela continuidade da proposta foram mantidos. Atualmente, a prática consolidou-se como uma atividade pedagógica permanente no calendário escolar da instituição, apresentando resultados expressivos e contínuos no processo de ensino e aprendizagem.

A exposição da cronologia dos fatos torna-se fundamental para evidenciar que as práticas pedagógicas são passíveis de adaptação a diferentes contextos e públicos, desde que orientadas por objetivos claros e coerentes com a realidade

educacional. Nesse sentido, essa perspectiva constitui um dos eixos centrais desta pesquisa, ao apresentar experiências do fazer pedagógico com o propósito de promover a AC de estudantes do 6º ano do Ensino Fundamental II.

7.2 Segundo momento: Varal do Conhecimento.

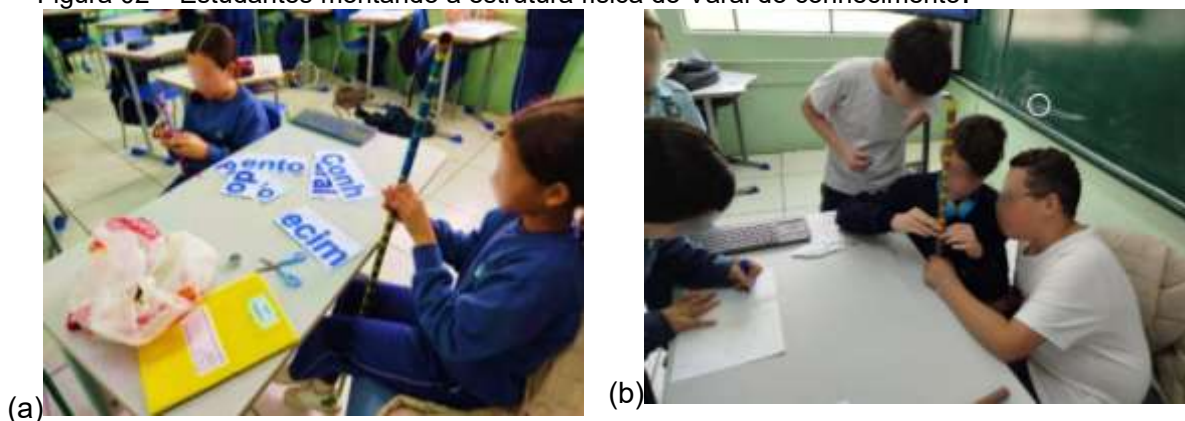
A estratégia do Varal do Conhecimento possibilitou dar voz aos estudantes, tornando visíveis suas ideias iniciais sobre o funcionamento dos foguetes e contribuindo para orientar o planejamento das etapas seguintes da UEPS.

Nesse momento, foram elaboradas cinco perguntas básicas, com linguagem acessível ao público, que visam mobilizar os conhecimentos prévios dos estudantes, estimular a curiosidade científica e promover o desenvolvimento do pensamento investigativo, levando-os a observar, questionar, levantar hipóteses e buscar explicações para fenômenos físicos relacionados ao lançamento de foguetes.

Quanto à estrutura física do Varal do Conhecimento, os próprios estudantes montaram a estrutura (Figura 02 (a) e (b)), cabendo ao pesquisador apenas a função de providenciar os materiais. Para isso, foram utilizados os seguintes materiais: três segmentos de cano de PVC (policloreto de vinila) de 20 mm, sendo dois com 1 metro de comprimento e um com 0,50 metro de comprimento; duas conexões do tipo joelho de 20 mm; duas conexões do tipo T de 20 mm; um rolo de barbante; dois pacotes de mini pregadores com 50 unidades cada; e fitas adesivas coloridas.

Para fixar o Varal do Conhecimento, foram montadas duas bases com dois tijolos encapados com papel-cartão. Para identificar a atividade, o nome foi impresso e colado no varal.

Figura 02 – Estudantes montando a estrutura física do Varal do conhecimento.



Fonte: Arquivo pessoal, 2026.

Após a montagem da estrutura do “Varal do Conhecimento”, os estudantes foram convidados a responder a cinco perguntas (Figura 03 (a) e (b)). dispostas no interior da imagem de um foguete (APÊNDICE C), com o objetivo de sondar seus conhecimentos prévios sobre o tema.

Figura 03 (a) e (b) – Estudantes respondendo perguntas acerca de seus conhecimentos prévios.



Fonte: Arquivo pessoal, 2026.

Ressalta-se que, embora a pesquisa tenha contado com a participação de 27 estudantes, a análise dos resultados concentrou-se nos aspectos mais relevantes para os objetivos desta investigação. Assim, serão consideradas amostras representativas dos dados obtidos, as quais permitem compreender e sustentar a proposta central do estudo.

É válido frisar que as falas dos estudantes foram transcritas de forma fidedigna às contidas no Varal do Conhecimento (Figura 04). Quando necessário, pequenas inserções do pesquisador foram realizadas entre colchetes, com o objetivo de garantir a coesão textual, sem alterar o sentido original das respostas.

Figura 04 – Atividade Varal do Conhecimento Finalizada.



Fonte: Arquivo pessoal, 2026.

7.2.1 Primeira pergunta: “O que é um foguete e para que ele serve?”:

Abaixo aponto algumas concepções dos estudantes sobre a pergunta citada. Destaco ainda que houveram muitas respostas com a mesma linha de raciocínio, por isso selecionei algumas falas que remetem a mesma ideia:

E1: *“É um veículo espacial para pessoas fazerem estudos de planetas, astros, estrelas, etc...”*.

E3: *“O foguete serve para viajar à lua. Um foguete é uma nave espacial”*.

E8: *“Um foguete é um transporte feito para ir ao espaço e estudar mais sobre o espaço”*.

E11: *“Para os astronautas irem à Lua”*.

E19: *“é um transporte para viajar para o espaço sideral”*.

E25: *“o foguete serve para voar até o espaço”*.

As falas dos estudantes revelam concepções iniciais comuns sobre os foguetes, geralmente associadas à exploração espacial tripulada. As referências a viagens à Lua ou ao espaço indicam a influência de imagens midiáticas e sociais, enquanto os aspectos funcionais dos foguetes aparecem de forma menos evidente.

Essas ideias, embora parciais, não devem ser interpretadas como erros, mas como conhecimentos prévios que constituem o ponto de partida do processo de aprendizagem científica. Do ponto de vista da AC, tais concepções revelam que os estudantes já reconhecem o foguete como um artefato tecnológico vinculado à produção de conhecimento científico, ainda que de forma limitada. Segundo Chassot (2011), alfabetizar cientificamente significa possibilitar ao estudante “ler o mundo” à luz da ciência, partindo justamente de suas interpretações iniciais da realidade. Nesse sentido, as falas dos estudantes demonstram uma leitura inicial do mundo científico, ainda centrada no senso comum, mas ainda fundamental para a construção de novos significados.

Além disso, conforme defendem Driver et al. (1999) e Moreira e Masini (1982), as concepções prévias dos estudantes não devem ser corrigidas de imediato, mas problematizadas e ampliadas por meio de situações investigativas. Ao associarem o foguete apenas à exploração espacial, os estudantes ainda não reconhecem outras aplicações, como pesquisas atmosféricas, meteorológicas, experimentais ou educacionais, o que evidencia a necessidade de um trabalho pedagógico que amplie essa compreensão.

Nesse sentido, as falas analisadas cumprem papel essencial no processo de AC, pois revelam o ponto de partida cognitivo dos estudantes e orientam a organização de intervenções didáticas que possibilitem a reconstrução conceitual. Ao problematizar essas concepções iniciais, o professor favorece a transição de uma visão ingênua para uma compreensão mais ampla, crítica e contextualizada da ciência (Figura 05), alinhada à proposta da UEPS e ao desenvolvimento do pensamento científico.

Figura 05 – Pesquisador contextualizando as concepções prévias dos estudantes.



Fonte: Arquivo pessoal, 2026.

7.2.2 Segunda pergunta: O que faz um foguete subir quando é lançado?

Essa questão desloca o foco da descrição para a explicação causal, incentivando o estudante a pensar em termos de forças, movimento e interação entre elementos. Como respostas destaco os seguintes pensadores:

E1: *“o Impulso e a força que ele contém”.*

E2: *“A pressão e a propulsão”.*

E5: *“o motor e as asas”.*

E6: *“o fogo”.*

E8: *“Uma força que sai do fogo, que é tão grande que ele pode ir para Marte, mas precisa de muito combustível, pois se acabar, é uma sucata no espaço vagando”.*

E15: *“o ângulo”.*

E25: *“A pressão”.*

As respostas apresentadas demonstram que os estudantes recorrem a diferentes níveis de compreensão do fenômeno físico envolvido no lançamento de um foguete. Alguns deles evidenciam uma compreensão inicial, ainda ligada a ideias

do senso comum, enquanto outros já manifestam noções próximas dos conceitos científicos corretos.

Quando o E5 afirma que “o motor e as asas” fazem o foguete subir, observa-se uma associação entre o movimento do foguete e elementos visuais conhecidos de outros meios de transporte, como aviões. Essa resposta revela uma concepção inicial baseada na analogia, comum em estágios iniciais da aprendizagem científica (SASSERON e MACHADO, 2017), em que o estudante busca compreender novos fenômenos a partir de experiências prévias (DRIVER et al., 1999) e observações de seu entorno.

A fala do E8 — “uma força que sai do fogo, que é tão grande que ele pode ir para Marte, mas precisa de muito combustível” — demonstra um avanço conceitual importante. O estudante reconhece a existência de uma força responsável pelo movimento do foguete e associa essa força à queima do combustível, aproximando-se da noção de propulsão. Sua explicação já evidencia uma relação causal entre energia, movimento e consumo de combustível, o que indica um processo de construção de significados científicos (MOREIRA e MASINI, 1982).

As respostas de E15 (“o ângulo”), E25 (“a pressão”) e E1 (“o impulso e a força que ele contém”) revelam níveis mais elaborados de compreensão. Possivelmente essas respostas estejam relacionadas com as informações explanadas no primeiro momento, quando o pesquisador brevemente explicou alguns fatores que influenciam no voo de um foguete. Ao apresentar conceitos básicos relacionados ao voo do foguete, o pesquisador criou condições para que os estudantes passassem a observar o fenômeno com maior intencionalidade científica, direcionando seu olhar para variáveis relevantes relatadas.

Os estudantes mencionados no parágrafo anterior conseguem identificar variáveis físicas fundamentais envolvidas no lançamento, como ângulo de lançamento, pressão e impulso, conceitos diretamente relacionados às leis da Física, em especial à Terceira Lei de Newton (Lei da Ação e Reação). Tais respostas indicam avanço no processo de AC, pois demonstram a capacidade de explicar fenômenos naturais com base em princípios científicos, ainda que de forma inicial e não totalmente formalizada.

A resposta de E2 — “a pressão e a propulsão” — reforça esse mesmo movimento conceitual, ao associar corretamente o deslocamento do foguete à ação de forças internas que geram movimento. Esse tipo de compreensão revela que o

estudante começa a transitar do senso comum para uma explicação científica, característica central da alfabetização científica, conforme defendem Chassot (2011) e Sasseron e Carvalho (2011).

De modo geral, as respostas evidenciadas pelos estudantes no Varal do Conhecimento (Figura 06), denotam que os estudantes possuem conhecimentos prévios relevantes, ainda que heterogêneos, os quais funcionam como ponto de partida para a construção de novos significados. Conforme Ausubel (2003), a aprendizagem significativa ocorre quando novas informações se relacionam de maneira substantiva e não arbitrária com aquilo que o aprendiz já sabe. Assim, mesmo respostas incompletas ou parcialmente incorretas são fundamentais, pois permitem ao professor intervir pedagogicamente, promovendo a reorganização conceitual e o avanço cognitivo.

Figura 06 – Estudantes afixando suas concepções no Varal do Conhecimento



Fonte: Arquivo pessoal, 2026.

Portanto, as falas analisadas revelam não apenas o nível inicial de compreensão dos estudantes sobre o funcionamento dos foguetes, mas também evidenciam o potencial da atividade para promover a AC, ao estimular a curiosidade,

a argumentação, a formulação de hipóteses e a compreensão progressiva dos fenômenos físicos.

7.2.3 Terceira pergunta: “O que pode fazer um foguete voar melhor ou pior?”

Aqui o estudante é provocado a comparar variáveis, antecipar resultados e reconhecer que mudanças em determinados fatores alteram o desempenho do sistema. Como ponderações dos estudantes, selecionou-se as seguintes falas:

E5: *“O ângulo do foguete e a pressão quando ele for lançado”.*

E8: *“O foguete com propulsores pode voar muito melhor, mas sem isso o foguete não voa e não sai do lugar.”*

E9: *“as aletas, porque senão iria ficar muito ruim para voar”.*

E11: *“Voa melhor com papel resistente e voa pior com papel frágil, pouca química e tecnologia”.*

E13 *“As hélices e o motor”.*

E15: *“melhor com asas e pior sem asas e sem os propulsores”.*

E19: *“Aletas e o material”.*

A análise das respostas dos estudantes evidencia a capacidade de relacionar variáveis físicas, formular explicações causais e mobilizar conhecimentos prévios para interpretar fenômenos naturais. As falas de E19 — *“Aletas e o material”* — e E9 — *“as aletas, porque senão iria ficar muito ruim para voar”* — indicam que ambos reconhecem a importância da estabilidade aerodinâmica para o voo do foguete. Mesmo sem utilizar termos técnicos, os estudantes identificam elementos estruturais que influenciam diretamente o desempenho do objeto. Conforme destaca Chassot (2003), esse tipo de explicação revela um movimento inicial de alfabetização científica, no qual o aluno começa a interpretar fenômenos do mundo a partir de relações causais.

A resposta de E8 (*“O foguete com propulsores pode voar muito melhor, mas sem isso o foguete não voa e não sai do lugar”*) evidencia uma compreensão mais explícita do papel da propulsão como condição essencial para o movimento. Embora a explicação ainda seja simples, ela demonstra uma relação causal clara entre força aplicada e deslocamento, aproximando-se do princípio da ação e reação.

Já E5, ao afirmar que “o ângulo do foguete e a pressão” interferem no voo, apresenta uma compreensão mais refinada, ao articular dois fatores físicos fundamentais para o lançamento: a inclinação e a força exercida. Essa resposta indica um nível mais elaborado de abstração, pois reconhece que não apenas os componentes do foguete, mas também as condições do lançamento influenciam seu desempenho. Tal percepção evidencia avanço cognitivo e maior aproximação do pensamento científico.

A fala de E11 (“voa melhor com papel resistente e voa pior com papel frágil, pouca química e tecnologia”) revela uma compreensão interessante sobre a relação entre materiais, resistência estrutural e desempenho, além de associar o sucesso do voo ao desenvolvimento tecnológico. Embora ainda utilize termos amplos, como “química e tecnologia”, sua resposta demonstra que ele reconhece a ciência como um conjunto de conhecimentos aplicados à resolução de problemas concretos, o que é central para a alfabetização científica.

De modo geral, as respostas indicam que os estudantes conseguem mobilizar conhecimentos prévios, estabelecer relações entre variáveis e construir explicações coerentes, ainda que parciais. Esse conjunto de falas evidencia que a atividade favoreceu o desenvolvimento do pensamento investigativo, da argumentação e da compreensão progressiva dos fenômenos físicos, aspectos centrais da alfabetização científica, conforme defendem autores como Chassot (2003), Sasseron e Carvalho (2008) e Moreira (2011).

7.2.4 Quarta pergunta: “Por que as pessoas estudam e constroem foguetes?”

Ao serem questionados sobre os motivos que levam as pessoas a estudarem e construírem foguetes, os estudantes foram convidados a refletir sobre a relação entre ciência, tecnologia e sociedade, aspecto central no processo de alfabetização científica. Entre as respostas dadas, buscou-se analisar as seguintes colocações:

E3: *“Porque as pessoas têm que aprender”.*

E11: *“Constroem para ir à Lua e estudar sobre o espaço”.*

E18: *“Para explorar o espaço”.*

E23: *“Porque as pessoas têm que aprender sobre os foguetes para aula de Ciências e para ir ao espaço”.*

E25: *“Para elas conhecerem novos lugares e planetas”.*

A análise das respostas dos estudantes evidencia diferentes níveis de compreensão sobre o papel da ciência e da tecnologia na sociedade, bem como indícios do desenvolvimento da alfabetização científica. De modo geral, as falas demonstram que os estudantes associam a construção de foguetes à exploração do espaço e à produção de conhecimento científico, ainda que de forma inicial e, por vezes, pouco aprofundada.

As respostas de E11 (*“Constroem para ir à Lua e estudar sobre o espaço”*), E25 (*“Para elas conhecerem novos lugares e planetas”*), E8 (*“Para coletar amostras de outros planetas e explorar o espaço sideral”*) e E18 (*“para explorar o espaço”*) revelam uma compreensão alinhada à ideia de que a ciência busca investigar e compreender fenômenos naturais, especialmente aqueles relacionados ao Universo. Essa percepção dialoga com Chassot (2003), que afirma que a alfabetização científica permite ao indivíduo compreender o mundo natural e tecnológico, possibilitando a leitura crítica da realidade. Ainda que as respostas não aprofundem os processos científicos envolvidos, elas demonstram que os estudantes reconhecem os foguetes como instrumentos de investigação científica, o que representa um avanço conceitual importante.

A resposta de E23 (*“Porque as pessoas têm que aprender sobre os foguetes para aula de Ciências e para ir ao espaço”*) evidencia uma associação entre o conhecimento científico e o contexto escolar, indicando que, para a estudante, o estudo dos foguetes está diretamente relacionado ao contexto escolar. Tal percepção é comum nos anos iniciais da escolarização e revela uma visão ainda escolarizada da ciência, conforme discutem Sasseron e Carvalho (2008), ao apontarem que muitos estudantes compreendem a ciência inicialmente como um conjunto de conteúdos escolares, antes de reconhecê-la como prática social e investigativa.

Já a resposta de E3 (*“Porque as pessoas têm que aprender”*) apresenta um nível mais genérico de elaboração, sem especificar o objeto ou a finalidade desse aprendizado. Essa fala indica uma compreensão ainda incipiente sobre os objetivos da ciência, o que sinaliza a necessidade de intervenções pedagógicas que

favoreçam a ampliação do repertório conceitual e o estabelecimento de relações mais claras entre ciência, tecnologia e sociedade.

Em síntese, as respostas analisadas revelam que os estudantes apresentam indícios iniciais de alfabetização científica, especialmente ao associarem os foguetes à exploração espacial e à produção de conhecimento. No entanto, também evidenciam lacunas conceituais que reforçam a importância de práticas pedagógicas investigativas, capazes de promover a compreensão dos processos científicos, do papel da experimentação e das implicações sociais da ciência. Conforme destacam Sasseron e Carvalho (2011), a alfabetização científica envolve não apenas o domínio de conceitos, mas também a capacidade de interpretar, argumentar e tomar decisões fundamentadas, aspectos que podem ser desenvolvidos por meio de atividades práticas como a construção e o lançamento de foguetes.

7.2.5 Quinta pergunta: Porque você acha que alguns foguetes sobem mais rápidos ou mais altos que outros?

Ao serem questionados sobre os motivos que fazem alguns foguetes subirem mais rápido ou alcançarem maiores alturas que outros, os estudantes foram convidados a refletir sobre os fatores físicos e tecnológicos envolvidos no funcionamento desses artefatos. De modo geral as respostas dos estudantes giraram em torno dos seguintes pensares:

E1: *"Por que depende do tamanho e do jeito que ele foi criado".*

E5: *"Quando eles são mais potentes e leves que os outros".*

E11: *"Depende do papel mais resistente, uma química mais poderosa com mais tecnologia".*

E12: *"Por que tem alguns que dão mais impulso que outros".*

E13: *"Eu acho que depende do ângulo e do jeito que foi construído".*

E15: *"Depende do peso e do ângulo".*

As falas demonstram que os alunos começam a estabelecer relações causais entre características estruturais, forças envolvidas e resultados observáveis, ainda que, em alguns casos, de forma intuitiva ou parcial.

As respostas de E13 (*“depende do ângulo e do jeito que foi construído”*) e E15 (*“depende do peso e do ângulo”*) revelam uma compreensão consistente de fatores fundamentais da Física, como o ângulo de lançamento e a massa do corpo, que influenciam diretamente o alcance e a altura atingida por um foguete. Essas ideias se aproximam dos conceitos estudados na mecânica, especialmente no que se refere ao movimento de projéteis, indicando um avanço na capacidade de relacionar variáveis físicas a fenômenos observáveis. Segundo Sasseron e Carvalho (2011), esse tipo de relação evidencia o desenvolvimento de habilidades próprias da alfabetização científica, como levantar hipóteses e explicar fenômenos com base em evidências.

A resposta de E12 (*“porque tem alguns que dão mais impulso que outros”*) demonstra uma percepção intuitiva da força de propulsão, ainda que o termo não seja utilizado de forma científica. Essa fala indica que a estudante reconhece a existência de uma força responsável pelo movimento do foguete, o que se aproxima do conceito físico de impulso e da ação e reação, conforme descrito nas leis de Newton. Tal compreensão, ainda que não formalizada, representa um avanço conceitual importante no processo de aprendizagem científica.

O E5, ao afirmar que *“quando eles são mais potentes e leves que os outros”*, associa corretamente dois fatores fundamentais — massa e potência — ao desempenho do foguete. Essa resposta revela um nível mais elaborado de compreensão, pois articula diferentes variáveis físicas e reconhece que a redução da massa e o aumento da força resultam em maior aceleração, conforme descrito pela segunda lei de Newton. Trata-se de um indício claro de progressão conceitual dentro do processo de alfabetização científica.

A fala de E11 (*“depende do papel mais resistente, uma química mais poderosa com mais tecnologia”*) amplia a discussão ao incluir aspectos relacionados aos materiais e à tecnologia empregada na construção do foguete. Embora o termo “química mais poderosa” seja utilizado de forma genérica, ele revela uma tentativa de explicar o desempenho do foguete a partir de reações químicas e do desenvolvimento tecnológico, o que demonstra uma compreensão inicial da relação entre ciência, tecnologia e engenharia. Segundo Chassot (2011), esse tipo de associação indica que o estudante começa a perceber a ciência como uma atividade humana integrada a processos tecnológicos e sociais.

De modo geral, as respostas evidenciam avanços significativos no processo de AC, uma vez que os estudantes conseguem identificar variáveis relevantes, formular explicações causais e relacionar aspectos teóricos às observações empíricas. Ao mesmo tempo também revelam concepções parciais ou ainda em construção, essas ideias constituem pontos de partida relevantes para a aprendizagem, pois, conforme defendem Vygotsky (2001) e Ausubel (2003), o conhecimento científico se constrói a partir dos saberes prévios dos estudantes, mediado por intervenções pedagógicas intencionais.

Conforme Sasseron e Carvalho (2011), é por meio desse tipo de atividade investigativa que os estudantes desenvolvem a capacidade de argumentar, explicar fenômenos e compreender a ciência como um processo dinâmico e contextualizado.

7.3 Terceiro momento: *Aula expositiva dialogada.*

O terceiro encontro teve como foco a realização de uma aula expositiva dialogada (Fig. 07), com o objetivo de aprofundar os conceitos científicos e físicos acerca das forças que atuam no voo de um foguete. Para isso foi elaborado um apostilado, com os principais conceitos e aplicações, conforme o Anexo X. Essa abordagem buscou promover a participação ativa dos estudantes, favorecendo a construção do conhecimento por meio do diálogo, da problematização e da articulação entre saberes prévios e novos conceitos científicos.

Figura 07- Pesquisador realizando a exposição dos conceitos, aplicações e termos técnicos que regem este estudo.



Fonte: Arquivo pessoal, 2026.

Este encontro teve duração de duas aulas, para tal, foi elaborada uma apresentação em formato PowerPoint, de forma a facilitar e clarificar os conceitos e aplicações. Aqui observou-se que muitos termos técnicos da Física eram novos para os estudantes, tais como força peso, força de arrasto e terceira Lei de Newton. Para maior familiaridade com os termos, foram evidenciados na apresentação e na apostila diversas situações do dia a dia, nas quais esses conhecimentos podem ser aplicados.

Ao final da apostila, foi proposto um questionamento com o objetivo de identificar as aprendizagens construídas pelos estudantes ao longo da aula. A questão buscou estimular a reflexão sobre os conceitos abordados, ao indagar: *“Durante o voo de um foguete, quais forças você considera mais importantes e por quê? O que mais chamou sua atenção?”*

Abaixo seguem algumas colocações dos estudantes:

E1: *“A força de tração, pois ela ajuda o foguete a subir para o espaço”.*

E3: *“Para mim tem que ser a força de tração e de peso, pois a força de tração faz ele ir mais alto e a força peso faz ir mais longe”.*

E4: *“Eu acho que as aletas são o mais importante, por que se não fosse as aletas, o foguete não voava. E o que mais me chamou a atenção foi o próprio voo”.*

E6: *“A força da gravidade ajuda o equilíbrio do foguete no céu”.*

E9: *A força do ar (força de sustentação), a força da gravidade, a força de sustentação, etc..., elas ajudam o foguete pegar pressão para voar e flutuar”. A força do ar (força de sustentação) é que ajuda o foguete a se manter por mais tempo no ar, empurrando-o levemente para cima”.*

E12: *“Todas, porque todos são importantes para voar”.*

E13: *“Eu acho que a força mais importante é a força de tração por que faz o avião subir. E o que mais chamou a minha atenção foi a força peso”.*

E16: *Todas as forças são necessárias”.*

E19: *“Na minha opinião é a força peso, pois é o que mantém ele (foguete) no ar”.*

E25: *“A força de tração, foi o que chamou minha atenção”.*

De modo geral, os estudantes reconhecem que diferentes forças atuam simultaneamente durante o lançamento, demonstrando uma compreensão inicial da natureza multifatorial do fenômeno físico.

As respostas de E1, E13 e E25, ao destacarem a força de tração como elemento central para o voo, indicam uma aproximação conceitual coerente com os princípios físicos envolvidos no lançamento de foguetes. Do ponto de vista dos indicadores de alfabetização científica, observa-se uma tentativa clara de relacionar causa e efeito, característica fundamental do pensamento científico em formação. Segundo Driver et al. (1999), esse tipo de explicação revela modelos mentais em construção, nos quais os estudantes mobilizam conhecimentos prévios para interpretar fenômenos observados.

As respostas de E9 e E19, por sua vez, revelam uma compreensão ainda incipiente acerca do papel da força peso e da resistência do ar. Ao afirmarem que essas forças “mantêm o foguete no ar”, os estudantes demonstram dificuldades conceituais, mas também evidenciam um esforço de explicação baseado na observação empírica das imagens contidas na apostila. Essa tentativa de atribuir sentido ao fenômeno indica um importante indicador de alfabetização científica: a busca por explicações causais, mesmo que ainda não cientificamente consolidadas (SASSERON; CARVALHO, 2011).

A fala de E4, ao destacar a importância das aletas para o voo do foguete, amplia a análise para além das forças, incorporando aspectos estruturais e funcionais do artefato. Essa observação demonstra uma compreensão mais integrada do sistema, aproximando-se da noção de que o funcionamento de um objeto tecnológico resulta da interação entre diferentes componentes. Segundo Hodson (1994), esse tipo de entendimento é fundamental para a educação científica, pois articula conceitos, procedimentos e finalidades da ciência e da tecnologia.

De modo geral, as respostas evidenciam a presença de diversos indicadores de alfabetização científica, conforme Driver et al. (1999), Moreira (2008), Sasseron e Carvalho (2011; 2008 e 2015), tais como: tentativa de explicar fenômenos naturais com base em relações de causa e efeito; o uso, ainda que parcial, de vocabulário científico e a mobilização de ideias para interpretar situações reais observadas durante a atividade.

Esses aspectos estão em consonância com a perspectiva defendida por Chassot (2011), ao afirmar que ser alfabetizado cientificamente implica compreender

o mundo natural de forma crítica, ainda que de maneira progressiva e não linear. Da mesma forma, Pozo e Crespo (2009) destacam que erros e concepções alternativas fazem parte do processo de aprendizagem científica, funcionando como pontos de partida para a construção de conhecimentos mais elaborados.

7.4 Quarto momento: *Voo das bexigas*.

O quarto encontro teve como foco a investigação do voo de balões com diferentes formatos, buscando compreender e que maneira o formato e a menor eficiência aerodinâmica influenciam o movimento do objeto estudado. Por meio da observação e da experimentação, os estudantes foram convidados a analisar como características como forma, resistência do ar e estabilidade interferem no deslocamento dos balões, possibilitando a construção de explicações sobre o comportamento de corpos em movimento.

Para a realização da atividade, foram utilizados três modelos de balões (Figura 8), com formatos e tamanhos distintos: balão liso de 10 polegadas, balão em formato de coração de 11 polegadas e balão tipo palito de 2 polegadas. Participaram da atividade nove estudantes, organizados em três trios, sendo que cada integrante ficou responsável por um modelo diferente de balão. A proposta de repetir os lançamentos teve como objetivo possibilitar a observação de padrões nos resultados obtidos, favorecendo a comparação entre os diferentes formatos e contribuindo para a consolidação das explicações elaboradas pelos estudantes.

Figura 08 – Estudantes com diferentes tipos e modelos de bexigas.



Fonte: Arquivo pessoal, 2026.

Vídeo Voo das bexigas



Clique aqui

Após a realização das observações experimentais, os estudantes foram convidados a responder a cinco questões relacionadas ao fenômeno observado: (1) *Por que alguns balões voam em linha reta enquanto outros giram ou mudam de direção?*; (2) *O formato do balão pode influenciar a maneira como ele se desloca? De que forma?*; (3) *O ar que sai do balão está relacionado ao seu movimento? Como isso ocorre?*; (4) *Como você imagina que seria o voo do balão se ele tivesse um formato semelhante ao de um foguete?*; e 5) *Como poderíamos modificar o balão para que ele voe de maneira mais estável?*

7.4.1 Primeira pergunta: *“Por que alguns balões voam em linha reta enquanto outros giram ou mudam de direção?”*

Em relação à primeira questão, os estudantes apresentaram majoritariamente que o formato do balão é condição determinante para a direção tomada pela bexiga:

E2: *“Por causa do formato e ângulo”.*

E4: *“Por causa do tamanho”.*

E5: *“Por causa do tamanho e o formato do balão”.*

E9: *“Porque depende da forma do balão”.*

E15: *“Por conta do formato de cada um”.*

E20: *“Pelo formato”.*

E25: *“o formato do balão”.*

A análise das respostas dos estudantes à pergunta sobre o motivo de alguns balões voarem em linha reta enquanto outros mudam de direção revela que eles associam o comportamento do voo principalmente ao formato e ao tamanho dos balões, conforme dito por E2, E9, E15, E20 e E25.

Essas respostas indicam o desenvolvimento de habilidades próprias da AC, como a capacidade de estabelecer relações de causa e efeito a partir da observação. Ao relacionarem o formato e o tamanho do balão ao seu deslocamento, os estudantes E4 e E5 mobilizam conhecimentos construídos durante a atividade experimental, ainda que sem recorrer a conceitos científicos formais. Esse tipo de

explicação, segundo Sasseron e Carvalho (2011), evidencia a construção progressiva do pensamento científico.

Além disso, a menção ao ângulo feita por E2 demonstra uma ampliação do olhar sobre o fenômeno, sugerindo a percepção de múltiplas variáveis atuando simultaneamente. Conforme destaca Chassot (2011), esse movimento de interpretar fenômenos a partir da experiência e de diferentes fatores constitui um passo importante no processo de alfabetização científica, pois permite ao estudante compreender o mundo de forma mais crítica e fundamentada.

7.4.2 Segunda pergunta: O formato do balão pode influenciar a maneira como ele se desloca? De que forma?

Quanto à segunda pergunta citada, obtiveram-se como respostas:

E1: “Sim, pois dependendo da forma ou tamanho dele, o balão pode voar mais alto ou mais baixo”.

E4: “Sim, o balão de coração, voa mais lento, o comprido e grandão voa reto e o balão normal voa em cambalhotas”.

E12 “Sim, o formato dele pode diferenciar a direção”.

E15: “Sim, por conta da massa”.

E16 “Sim, porque algumas formas (de balão) são aerodinâmicas, outras não.”

E18: “Sim, porque se for redondo ele pode girar mais e se for reto, ele vai reto”.

A análise das respostas dos estudantes revela uma compreensão consistente de que as características físicas do balão interferem diretamente em seu movimento. A maioria dos estudantes reconhece que o formato influencia a trajetória, evidenciando uma percepção clara da relação entre forma e deslocamento. As falas de E1, E4 e E18, por exemplo, associam o tipo de formato à altura, direção ou estabilidade do voo, indicando que os alunos conseguem observar e comparar comportamentos distintos a partir da experimentação realizada.

Algumas respostas demonstram um nível mais elaborado de compreensão, como a de E16, que menciona a aerodinâmica, ainda que de maneira introdutória. Essa referência revela um avanço conceitual importante, pois indica que o estudante

começa a relacionar o formato do objeto com a interação entre o ar e o corpo em movimento. De acordo com Driver et al. (1999), esse tipo de explicação evidencia a construção de modelos explicativos iniciais, nos quais os estudantes tentam interpretar fenômenos tendo como base suas observações e experiências prévias.

Outras respostas, como a de E14, ao relacionar o movimento à massa, revelam concepções ainda parciais, mas relevantes para a AC. Mesmo com limitações conceituais, observa-se um esforço de explicação causal, aspecto fundamental do desenvolvimento do pensamento científico, conforme destacam Sasseron e Carvalho (2011).

De modo geral, as respostas analisadas evidenciam que os estudantes mobilizam conhecimentos empíricos, observações e comparações para explicar o comportamento dos balões, demonstrando avanços na compreensão de conceitos físicos relacionados à forma, ao movimento e à estabilidade. Esse processo está alinhado ao que Chassot (2011) define como alfabetização científica: a capacidade de interpretar o mundo natural de maneira crítica, ainda que em níveis iniciais, utilizando explicações baseadas na experiência e na reflexão sobre os fenômenos observados.

7.4.3 Terceira pergunta: *O ar que sai do balão tem relação com seu movimento? De que forma?*

Nesta questão, constatou-se que quatro estudantes não apresentaram resposta, o que pode indicar limitações na compreensão do enunciado ou dificuldades em estabelecer relações entre seus conhecimentos prévios e o fenômeno analisado. Entre os estudantes que conseguiram estabelecer relação entre a questão proposta e seus conhecimentos prévios, selecionaram-se as seguintes respostas para fins de análise:

E2: “Não, porque o ar serve apenas de impulso”.

E12: “Sim, quanto mais ar sair mais rápido voa”.

E13: “Sim, pois é o ar que dá impulso para o balão”.

E18: “Sim, pela velocidade e pressão”.

E25: “Sim, pode voar mais alto ou mais baixo”.

De modo geral, reconhecem a existência de uma relação entre o ar expelido e o movimento do balão, ainda que essa compreensão se manifeste de forma parcial ou intuitiva.

A resposta do estudante E2 — *“Não, porque o ar serve apenas de impulso”* — revela uma contradição conceitual. Embora negue a relação direta entre o ar e o movimento, o próprio estudante reconhece o impulso como fator determinante, o que indica uma compreensão fragmentada do fenômeno. Essa fala sugere que o estudante percebe o efeito, mas ainda não articula corretamente a relação causal entre a saída do ar e o deslocamento do balão, demonstrando um estágio inicial de elaboração conceitual.

Já as respostas de E12 e E13 — *“quanto mais ar sair mais rápido voa”* e *“é o ar que dá impulso para o balão”* — conseguem estabelecer a relação entre a quantidade de ar expelido e a intensidade do movimento, aproximando-se do princípio da ação e reação.

A resposta de E18 — *“Sim, pela velocidade e pressão”* — indica um nível mais elaborado de compreensão, ao empregar termos científicos que apontam para conceitos físicos relevantes, como pressão e velocidade. Mesmo que não haja uma explicação aprofundada, o uso desses termos sugere uma ampliação do vocabulário científico e uma tentativa de explicar o fenômeno com base em conceitos aprendidos, evidenciando avanço no processo de apropriação conceitual.

Por fim, a fala de E25 — *“Sim, pode voar mais alto ou mais baixo”* — demonstra uma compreensão empírica, baseada na observação dos resultados, aspecto importante no desenvolvimento da investigação científica escolar.

De modo geral, as respostas indicam que os estudantes conseguem estabelecer relações entre o experimento realizado e o comportamento do balão, ainda que em diferentes níveis de aprofundamento. Esse conjunto de falas evidencia um processo de alfabetização científica em construção, no qual os alunos transitam entre explicações intuitivas e explicações mais próximas do conhecimento científico, favorecendo o desenvolvimento da capacidade de observar, explicar e atribuir sentido aos fenômenos naturais a partir da experiência vivenciada.

7.4.4 Quarta pergunta: *Como seria o voo do balão se ele tivesse um formato mais parecido com o de um foguete?*

A questão convida os estudantes a refletirem sobre a influência do formato na dinâmica do movimento, ampliando a compreensão acerca dos fatores que interferem no deslocamento de corpos em movimento. Como respostas, destacamos as seguintes justificativas:

E3: *“Ele voaria para cima, de forma como um foguete”.*

E4: *“Teria mais impulso não seria tão frágil”.*

E12: *“Ele teria mais impulso”.*

E14: *“Provavelmente ele voaria longe, mas estouraria por conta da gravidade”.*

E16: *“Voaria mais reto e seu voo iria mais longe”.*

E18: *“Bom, não sei explicar, mas acredito que seria bem forte e voaria alto”.*

E25: *“Voaria melhor”.*

A partir das falas dos estudantes, observa-se que reconhecem que o formato influencia o desempenho do voo, associando a forma do foguete a maior eficiência, estabilidade ou alcance, ainda que nem sempre consigam justificar cientificamente essas relações.

As respostas de E3, E4, E12 e E16 indicam uma compreensão inicial, porém consistente, de que o formato interfere diretamente no movimento. Expressões como “voaria para cima”, “teria mais impulso” e “voaria mais reto e mais longe” mostram que os estudantes associam o formato aerodinâmico a um melhor desempenho, ainda que utilizem uma linguagem cotidiana e pouco técnica. Esse tipo de explicação revela um nível intermediário de alfabetização científica, no qual o estudante reconhece padrões e relações causais, mesmo sem dominar plenamente os conceitos físicos envolvidos, como força resultante, resistência do ar ou estabilidade.

Por outro lado, algumas respostas evidenciam incertezas conceituais. A fala de E14, ao afirmar que o balão “estouraria por conta da gravidade”, indica confusão entre diferentes conceitos físicos, como gravidade, pressão e resistência do material. Já a resposta de E18 demonstra consciência da dificuldade em explicar o fenômeno (“não sei explicar”), embora reconheça empiricamente que o balão teria um desempenho melhor. Essas manifestações são importantes, pois revelam limites no entendimento conceitual e apontam para a necessidade de mediação pedagógica mais aprofundada.

De modo geral, as respostas mostram que os estudantes se encontram em um processo de construção do pensamento científico, no qual observações empíricas e intuições desempenham papel central. A atividade contribui para a alfabetização científica ao estimular a formulação de hipóteses, a reflexão sobre variáveis físicas e a tentativa de explicação dos fenômenos, ainda que de forma incipiente. Assim, evidencia-se um avanço progressivo na compreensão científica, que pode ser ampliado por meio de discussões orientadas e experimentações mais sistematizadas.

7.4.5 Quinta pergunta: *Como poderíamos modificar o balão para que ele voe de maneira mais estável?*

Ao serem instigados pela questão acima, os estudantes foram levados a pensar em estratégias de modificação do objeto, mobilizando conhecimentos prévios e hipóteses relacionadas à estabilidade, ao formato e à distribuição de massa. Observou-se que três estudantes não conseguiram responder à pergunta, fato que pode ser justificado pela complexidade cognitiva exigida pela atividade, a qual demandava não apenas a observação do fenômeno, mas também a capacidade de propor modificações em um objeto — o balão — que, em situações cotidianas, não é comumente associado à adição de artefatos. Esse tipo de tarefa requer um nível mais elevado de abstração e de articulação entre diferentes conceitos físicos, o que pode ainda não estar plenamente desenvolvido em todos os estudantes.

Assim, apontam-se as seguintes ponderações:

E3: “A gente poderia mudar o formato e ângulo que ele é lançado”.

E12: *“Aumentar a pressão do foguete”*

E13: *“Poderíamos mudar o formato e ângulo”.*

E14: *“Na minha opinião não teria como”.*

E18: *“Talvez se o ar fosse mais fraco e mais reto, daria certo”.*

E20: *“Com asas”.*

Os alunos demonstram reconhecer que alterações no objeto ou nas condições de lançamento interferem no comportamento do balão, o que indica um avanço no

processo de alfabetização científica, especialmente no que se refere à capacidade de levantar hipóteses e propor soluções.

As respostas de E3 e E13, ao mencionarem a mudança no “formato” e no “ângulo” de lançamento, evidenciam uma compreensão relevante sobre variáveis que influenciam a trajetória e a estabilidade do movimento. Ainda que os estudantes não utilizem termos científicos formais, como aerodinâmica ou força resultante, suas falas revelam um raciocínio coerente com esses conceitos, demonstrando um nível mediano de alfabetização científica baseado na observação e na experiência empírica.

Já a resposta de E12, ao sugerir o aumento da “pressão do foguete”, indica uma tentativa de relacionar a intensidade do movimento à quantidade de ar expelido, aproximando-se do conceito de força de propulsão. Embora a explicação não seja tecnicamente precisa, ela revela um esforço de compreensão causal, no qual o estudante associa maior pressão a maior estabilidade ou eficiência do voo, evidenciando um raciocínio em construção.

Por outro lado, as respostas de E14 e E18 apontam limites na compreensão conceitual. A afirmação de que “não teria como” modificar o voo demonstra dificuldade em elaborar hipóteses ou visualizar possibilidades de intervenção, enquanto a fala de E18 revela uma explicação intuitiva, baseada na ideia de “ar mais fraco e mais reto”, sem clareza conceitual. Já a resposta de E20, ao sugerir a adição de “asas”, indica uma associação empírica com objetos voadores conhecidos, como aviões, demonstrando uma tentativa válida de transferir conhecimentos prévios para a situação analisada.

Em conjunto, essas respostas revelam diferentes níveis de alfabetização científica, desde compreensões intuitivas até tentativas mais estruturadas de explicação, reforçando a importância de atividades investigativas que promovam a articulação entre experiência, reflexão e conceitos científicos.

Ao longo da atividade “Voo das Bexigas”, os alunos avançaram na compreensão de conceitos como força, pressão, direção e forma, ainda que em diferentes níveis de aprofundamento, evidenciando progressos na capacidade de relacionar fenômenos observáveis a explicações científicas. A atividade também favoreceu a participação ativa, o levantamento de ideias e a argumentação, elementos centrais do ensino investigativo. Como possibilidade de aprimoramento, destaca-se a importância de ampliar os momentos de sistematização conceitual,

promovendo discussões orientadas que auxiliem os estudantes a consolidar os conceitos envolvidos, bem como a inclusão de novas etapas experimentais que permitam comparar variáveis de forma mais controlada. Dessa forma, a atividade pode contribuir de maneira ainda mais efetiva para o desenvolvimento do pensamento científico e da compreensão dos fenômenos físicos.

7.5 Quinto momento: Simulador *PhET* de lançamento.

A atividade com o simulador *PhET* de lançamento oblíquo (Figura 09), teve como objetivo investigar de que maneira o ângulo de lançamento influencia a distância percorrida por um projétil, possibilitando aos estudantes compreenderem, de forma interativa, a relação entre ângulo, trajetória e alcance máximo.

Figura 09 – Layout do Simulador *PhET* de lançamento.



Fonte: PhET Interactive Simulations – University of Colorado Boulder, 2025.

Nessa atividade, os estudantes foram organizados em duplas ou trios, uma vez que a quantidade de tablets disponíveis no dia da aplicação era insuficiente para que todos realizassem a tarefa individualmente. Inicialmente, os alunos receberam orientações sobre como acessar o simulador e quando apresentavam dificuldade de manuseio, o pesquisador auxiliava-os, tornando o aprendizado mais esclarecedor (Figura 10).

Figura 10 – Pesquisador instruindo os estudantes quanto ao uso do Simulador *PhET*.



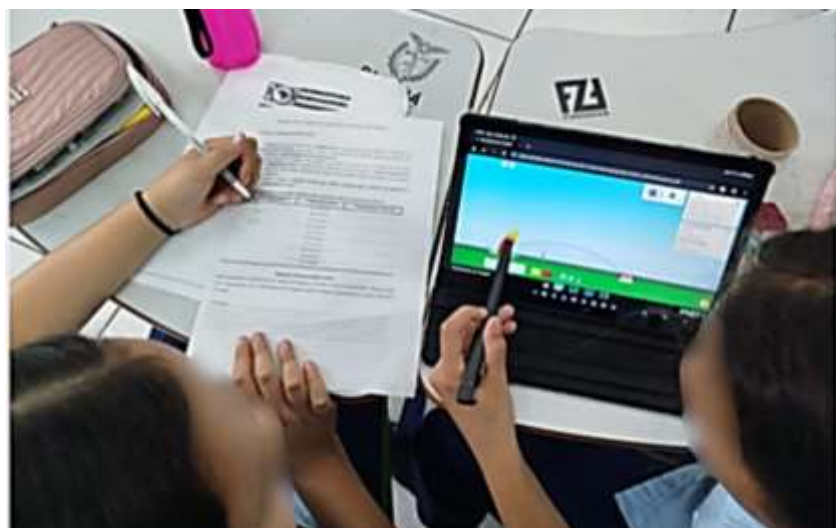
Fonte: Arquivo pessoal, 2026.

A proposta do simulador *PhET* consistia em investigar qual ângulo de lançamento permitia atingir a maior distância horizontal. A identificação desse ângulo mostrou-se relevante para a atividade prática de lançamento de foguetes de papel, uma vez que a base de lançamento deveria ser ajustada considerando a melhor angulação para alcançar a maior distância.

buscando identificar a angulação que proporcionasse maior alcance, os estudantes receberam o APÊNDICE E, o qual foi preenchido a partir das simulações realizadas. As duplas selecionaram cinco ângulos distintos, dentro de uma escala de 0° a 180° , mantendo a velocidade inicial de lançamento constante em todas as simulações, com o objetivo de evitar interferências nos resultados. Dessa forma, a atividade concentrou-se na análise da influência do ângulo de lançamento sobre o alcance do projétil.

Além disso, os estudantes exploraram situações com e sem resistência do ar, possibilitando a comparação entre os dois cenários. Para cada ângulo definido, foram realizados dois lançamentos, e as respectivas distâncias alcançadas foram registradas pelas duplas (Figura 11), o que permitiu observar como a resistência do ar interfere no lançamento dos corpos.

Figura 11 – Estudantes realizando as simulações e anotações.



Fonte: Arquivo pessoal, 2026.

Com base nos dados coletados, os estudantes foram convidados a responder à seguinte pergunta: *“Qual foi o ângulo que alcançou a maior distância? Por quê?”* Obtiveram-se as seguintes respostas:

Por meio da manipulação dos parâmetros do simulador, os alunos puderam observar, comparar e analisar diferentes situações de lançamento, identificando que determinados ângulos favorecem maiores distâncias horizontais. Essa abordagem favoreceu a construção do conhecimento científico, conforme as falas a seguir:

E2, E9 e E21: *“O de 45° por causa do ângulo, da velocidade e do vento (resistência do ar), por que vai diminuindo como se fosse um freio”.*

E8, E15, e E16: *“O de 50° com alcance de 22,6m percorridos sem a resistência do ar”.*

E4 e E22: *“Independente do ângulo, a resistência do ar influencia no lançamento, e na distância percorrida. O ângulo que alcançou maior distância foi o de 45° (com alcance de 24,7 m)”.*

E13 e E25: *“Sem resistência do ar é melhor, porque o ar não vai parar o foguete. Com resistência do ar foi 22,4m no ângulo de 50°”.*

E3, E14 e E19: *“O ângulo foi o de 40°, pois ele alcançou 22,6m com resistência do ar”.*

E1, E7 e E12: *“O de 45°, pois ele é a metade de 90°, e foi o ângulo ideal. A resistência influencia no foguete, ela é como se fosse um freio que deixa o foguete como um pouco menos de velocidade”.*

Quanto às respostas, a maioria dos estudantes identificou que o ângulo próximo de 45° proporciona o maior alcance, em consonância com o modelo teórico do lançamento oblíquo sem resistência do ar. Grupos como E2, E9 e E21 reconheceram a influência do ângulo, da velocidade e da resistência do ar, embora com imprecisão conceitual ao descrever essa força como “um freio”. Ainda assim, observa-se avanço na compreensão de que forças externas interferem no alcance do projétil, indicando um nível inicial de argumentação científica.

Os estudantes E8, E15 e E16 apontaram coerentemente que o maior alcance ocorreu a 50° no simulador, associando o resultado à ausência da resistência do ar. Essa resposta demonstra uma boa leitura dos dados experimentais fornecidos pelo simulador, ainda que o ângulo teoricamente esperado, em condições ideais e sem resistência do ar, seja 45° .

Já os estudantes E4 e E22 apresentaram uma compreensão mais elaborada ao reconhecer que a resistência do ar interfere diretamente na distância percorrida e que, ainda assim, o maior alcance ocorreu a 45° . Esse tipo de resposta evidencia aprendizagens desenvolvidas nas etapas intermediárias da UEPS, nas quais os estudantes são convidados a comparar diferentes situações experimentais e a articular observações empíricas com explicações conceituais (Moreira, 2011; 2012).

Do ponto de vista da alfabetização científica, a capacidade de comparar cenários com e sem resistência do ar e de justificar o resultado observado indica a mobilização de indicadores como comparação, explicação e argumentação, conforme discutido por Sasseron e Carvalho (2008; 2011), revelando um nível mais avançado de compreensão científica.

Os estudantes E13 e E25 também reconheceram a influência negativa da resistência do ar, associando corretamente sua ausência a um maior alcance. Contudo, ao indicarem 50° como o ângulo de maior alcance, demonstram uma interpretação baseada exclusivamente nos dados do simulador, uma vez que essa equipe não escolheu o ângulo de 45° . Ainda assim, a proximidade do ângulo selecionado permitiu uma interpretação adequada aos dados coletados.

No grupo formado por E3, E14 e E19, observa-se que a resposta se baseia diretamente nos resultados obtidos com resistência do ar, apontando o ângulo de 40° como o mais eficiente. Embora correta dentro do contexto específico do simulador, a explicação é limitada, pois não explicita os motivos físicos que levam a essa variação, indicando uma compreensão ainda descritiva e pouco conceitual.

Por fim, os estudantes E1, E7 e E12 apresentaram uma explicação mais próxima do modelo teórico, ao relacionarem o ângulo de 45° como “metade de 90° ” e associá-lo à ideia de equilíbrio entre alcance vertical e horizontal. Além disso, reconheceram a resistência do ar como uma força que reduz a velocidade do foguete, demonstrando capacidade de relacionar conceitos físicos a uma interpretação qualitativa do fenômeno.

As respostas revelam avanços importantes na alfabetização científica, especialmente no que diz respeito à interpretação de dados, uso de evidências empíricas, identificação de variáveis relevantes e tentativa de explicação causal. Entretanto, também evidenciam concepções parciais e simplificações, indicando a necessidade de aprofundar a discussão sobre o modelo físico do lançamento oblíquo, a influência da resistência do ar e a diferença entre resultados teóricos e simulados. Essas evidências reforçam o potencial da atividade para promover a construção progressiva do pensamento científico.

Ao permitir que os estudantes escolhessem os ângulos aleatoriamente, favoreceu-se de formulação de hipóteses, e possivelmente foi possível confrontá-las com os dados gerados no simulador. Desta forma, os estudantes assumiram um papel protagonista na construção do conhecimento, característica central da aprendizagem significativa. Essa liberdade investigativa permitiu que relacionassem conceitos prévios — como força, velocidade e resistência do ar — com novas informações, atribuindo sentido ao conteúdo estudado.

7.6 Sexto momento: Representação simbólica do foguete.

A atividade de representação simbólica de um foguete teve como finalidade favorecer a explicitação das concepções iniciais dos estudantes acerca desse artefato tecnológico e de seu funcionamento. Para isso, cada estudante recebeu uma folha de papel A4 e foi convidado a elaborar uma representação gráfica de um foguete (ANEXO H), expressando, de forma individual, os elementos que considera relevantes para um voo eficiente. Além do desenho, os alunos foram instigados a justificar por que seu modelo elaborado seria considerado “ideal” para o voo, mobilizando argumentos fundamentados em conhecimentos prévios, nas discussões realizadas em sala de aula e em suas experiências (Quadro 13).

Abaixo segue as representações e fundamentações dos estudantes:

Quadro 13 - Representações de foguetes e justificativas de seus modelos.

Representação do foguete	Transcrição dos argumentos
	“O meu é ideal para voo porque é feito de materiais resistentes e um super jato! Ele é movido a fogo, e tem um designer moderno”. (E1)
	“Porque o meu foguete tem um grande impulso, com quatro aletas, duas na ponta e duas em cima. Ele pode ir para grandes missões”. (E12)
	“Por que esse foguete funciona por combustível e ele pode usar o ar como combustível, e possui aletas magnéticas e pode ficar na velocidade da energia solar”. (E5)



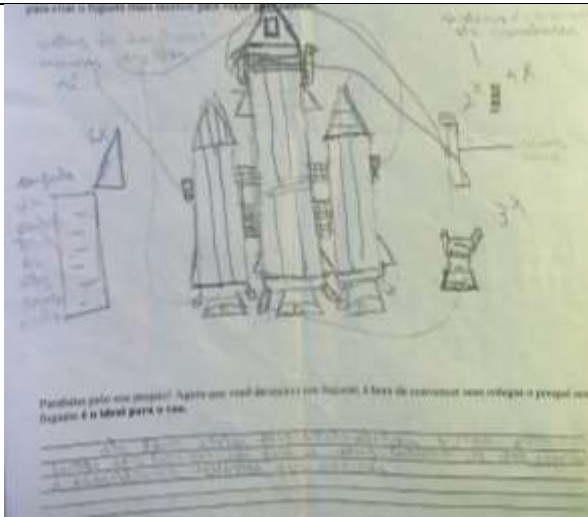
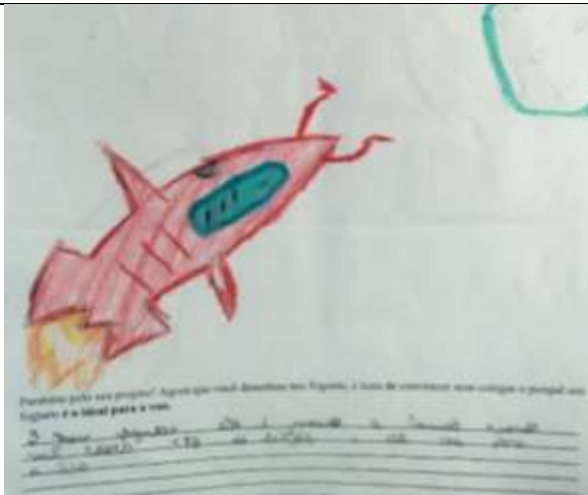
“Pois ele tem um impulso gigante, que pode jogar o foguete no espaço sideral em menos de um minuto. E se o foguete parar de funcionar, dentro dele, tem uma pequena nave para o piloto voltar para a Terra” (E11)



O meu foguete é ideal para voo, pois tem quatro aletas para se sustentar no ar e tem um triturador que converte o que ele moer (converte) em energia". (E19)



“Ele tem um super turbo que deixa ele chegar na velocidade da luz”. (E20)

	<i>“Ele tem aletas para estabilizar o voo, propulsores fortes para levantar o peso e combustível de alta capacidade e propulsores laterais para dar ré” (E2)</i>
	<i>“O meu foguete é movido a comida, quando você coloca 1kg de feijão ele voa para Lua”. (E22).</i>

Fonte: Arquivo pessoal, 2026.

Observa-se que vários estudantes procuram justificar o desempenho do foguete a partir da ideia de propulsão e força aplicada. Na fala de E1 — *“é feito de materiais resistentes e um super jato! Ele é movido a fogo”* —, assim como na resposta de E12, ao mencionar *“grande impulso”*, há uma tentativa de relacionar o voo do foguete à intensidade do empuxo produzido. Embora expressões como “super jato” ou “movido a fogo” não sejam cientificamente precisas, elas revelam uma compreensão intuitiva do princípio da ação e reação, descrito pela Terceira Lei de Newton. Conforme apontam Driver et al. (1999), esse tipo de explicação baseada em conhecimentos espontâneos constitui um ponto de partida relevante para a construção de conceitos científicos mais elaborados.

Além da propulsão, outro elemento recorrente nas justificativas é a presença das aletas (asas), frequentemente associadas à estabilidade do voo. Estudantes como E12, E19 e E2 mencionam a utilização de quatro aletas, atribuindo a elas a função de “sustentar” ou “estabilizar” o foguete. Essas falas indicam que os

estudantes reconhecem a importância da estrutura do foguete para o controle da trajetória.

Por outro lado, algumas respostas combinam noções científicas com ideias claramente fantasiosas, como o uso do ar ou de alimentos como combustível, a presença de “aletas magnéticas” ou a possibilidade de atingir a velocidade da luz (E5, E20 e E22). Apesar da baixa coerência científica, essas explicações são pedagogicamente significativas, pois evidenciam o esforço dos estudantes em explicar causalmente o funcionamento do foguete, recorrendo a analogias e extrapolações do cotidiano. Segundo Sasseron e Carvalho (2011), a alfabetização científica não se restringe ao domínio conceitual correto, mas envolve a formulação de hipóteses, a imaginação de soluções e a explicitação de ideias, mesmo que iniciais.

A resposta de E1, que menciona um “impulso gigante” capaz de levar rapidamente o foguete ao espaço, reforça a associação entre força, velocidade e deslocamento, ainda que de forma exagerada. A inclusão de uma nave de resgate para o piloto evidencia novamente a influência da ficção científica, mas também revela preocupação com aspectos funcionais e operacionais do foguete, ampliando o escopo da justificativa para além do simples lançamento.

Destaca-se, por fim, a resposta do estudante E2, que apresenta maior articulação conceitual ao mencionar a função das aletas, dos propulsores e do combustível. Embora ainda contenha imprecisões, como a ideia de “dar ré”, a explicação revela uma compreensão mais integrada dos sistemas que compõem o foguete. Além disso, em seu desenho, é possível identificar anotações explicativas sobre as estruturas do foguete, o que reforça a capacidade do estudante de atribuir funções aos diferentes componentes. Esses elementos indicam indícios mais consolidados de alfabetização científica, compreendida, conforme Chassot (2003) e Sasseron e Carvalho (2011), como um processo gradual, mediado pela linguagem, pela experimentação e pela problematização das ideias prévias dos estudantes.

7.7 Sétimo momento: *Oficina de construção e lançamento de foguetes de papel.*

A atividade de construção de foguetes foi concebida com o objetivo de inserir os estudantes em uma vivência prática e investigativa dos princípios científicos

envolvidos no lançamento de foguetes de papel, possibilitando a experimentação e a exploração de conceitos fundamentais da Física, como forças, movimento, pressão e ação e reação (Terceira Lei de Newton).

Para a realização da atividade, foram constituídas sete equipes, cada uma composta por três ou quatro estudantes. Essa organização em grupos teve como finalidade promover o compartilhamento de saberes, a divisão de tarefas e a colaboração entre os participantes, favorecendo a construção coletiva das aprendizagens e a vivência de um processo formativo colaborativo.

Nesta atividade, o pesquisador iniciou o trabalho apresentando e esclarecendo aos estudantes os três modelos de foguetes que seriam construídos pelas equipes. Cada modelo diferia quanto ao tipo de papel utilizado, sendo selecionados o papel sulfite (75 g/m^2), a cartolina (120 g/m^2) e o papel cartão (180 g/m^2). A partir dessa proposta, cada equipe construiu seis foguetes, guiados pelas instruções do pesquisador, sendo dois foguetes confeccionados com cada tipo de papel.

A decisão de elaborar dois foguetes com a mesma gramatura de papel teve como objetivo possibilitar a testagem de diferentes variáveis, mantendo constante o material utilizado. Dessa forma, o grupo poderia optar, em um dos foguetes de papel sulfite, pela presença de três aletas, enquanto o outro teria quatro, ou ainda variar o comprimento das aletas e a quantidade de massa. Essas variações permitem a consolidação de conhecimentos construídos, favorecendo a compreensão das relações entre as variáveis envolvidas e a construção de conhecimentos mais fundamentados.

Para fins de registro do processo, apresenta-se a seguir a sequência de etapas (Figura 12 – (a), (b), (c), (d), (e) e (f)) da construção dos diferentes modelos de foguetes elaborados pelos estudantes:

Figura 12 – (a,b,c,d,e,f) Etapas de construção de foguetes de papel.

(a) Estudantes confeccionando o corpo do foguete em formato cilíndrico.



(b) Estudante desenhando uma das aletas de seu foguete.



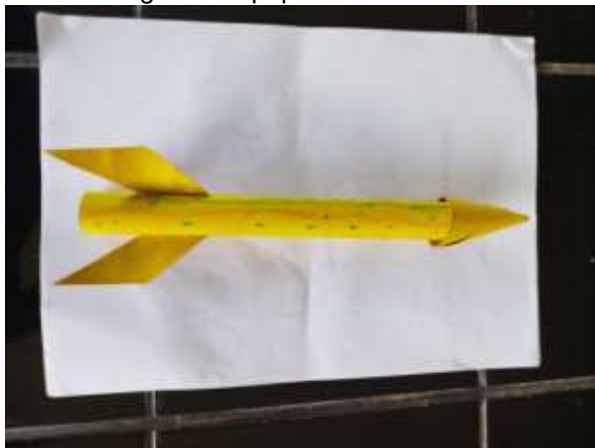
(c) Estudantes colando as aletas no corpo do foguete.



(d) Estudantes colando a coifa (bico) do foguete.



(c) Modelo de foguete de papel cartão confeccionado.



(e) Estudantes verificando a massa do foguete na balança de pesagem.



Fonte: Arquivo pessoal, 2026.

A construção de foguetes foi uma atividade muito rica, não apenas de aprendizados, mas de perceber as particularidades, tomada de decisão dos estudantes, ação coletiva e capacidade para analisar um produto didático cheio de personalidade e representatividade conceitual. Abaixo (Figura 13 – (a), (b) e (c)), segue os modelos de foguetes de papel sulfite, foguetes de cartolina e foguetes de papel cartão idealizados pelos estudantes do 6º ano.

Figura 13. (a,b,c) – Modelos de foguetes de papel sulfite, cartolina e papel cartão construídos pelos estudantes.

(a) Modelos de foguetes de papel sulfite



(b) Modelos de foguetes cartolina.



(c) Modelos de foguetes de papel cartão.



Fonte: Arquivo Pessoal, 2026.

As variações de modelos didáticos construídos, possibilitaram a ampliação do repertório conceitual dos estudantes, do rigor científico, da criação de hipóteses, o que por sua vez direcionou os estudantes ao desenvolvimento dos princípios da alfabetização científica.

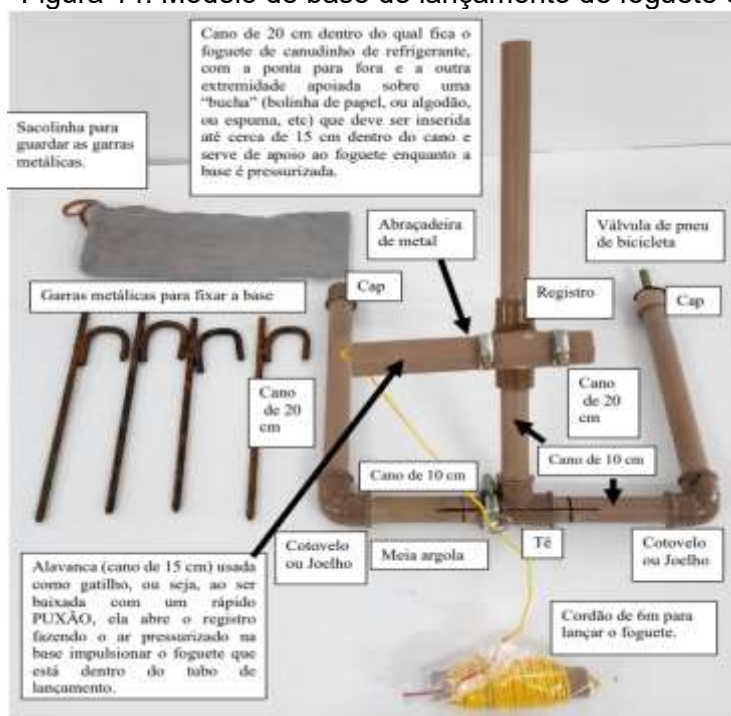
Ao longo de quatro aulas, os estudantes foram convidados a investigar, de forma experimental, como variáveis relacionadas à estrutura do foguete e às condições de lançamento interferem no alcance, na estabilidade e no movimento, favorecendo a construção consistente de conceitos e a aplicações dos princípios da Física.

Após a confecção dos modelos de foguetes com diferentes gramaturas de papel, deu-se início à etapa de lançamentos. Contudo, surgiram dificuldades quanto ao local de realização da atividade, uma vez que, no planejamento da pesquisa, os lançamentos estavam previstos para a quadra coberta, a quadra descoberta ou a área de recreação da escola. Entretanto, a partir de outubro de 2025, a instituição (lócus da pesquisa) passou por reformas estruturais internas e externas, o que inviabilizou o uso desses espaços. Diante desse cenário, após diálogo com a coordenação pedagógica do turno da tarde, definiu-se o auditório da escola como local alternativo para a realização da atividade, por ser o espaço mais amplo disponível, embora o teto baixo impusesse limitações aos lançamentos.

Mesmo diante deste contratempo, foi possível realizar os lançamentos dos foguetes de papel sulfite e de alguns foguetes de cartolina no local alternativo. Para

o lançamento, o pesquisador construiu uma base de lançamento de foguetes nos moldes contidos nas orientações da OBAFOG, isto é, uma base de lançamento nível 2. Como forma de demonstrar o uso da base de lançamento de foguetes (Figura 14), o pesquisador e alguns estudantes realizaram alguns testes para a familiarização desta etapa.

Figura 14. Modelo de base de lançamento de foguete de papel.



Fonte: OBAFOG, 2025.

A base de lançamento do Nível 2 da OBAFOG é construída com canos e conexões de PVC de 20 mm, devendo ser fixada firmemente ao solo para garantir estabilidade durante o lançamento. Possui um tubo-guia inclinado da base com inclinação aproximada de 45° , ângulo que favorece o maior alcance horizontal do foguete, conforme verificado no simulador *PhET* pelos estudantes. O foguete, confeccionado em papel, é acoplado ao tubo-guia da base, por onde recebe o ar comprimido. A pressurização é realizada manualmente pelo estudante, utilizando uma bomba de ar do tipo bicicleta, permitindo o acúmulo de energia potencial na forma de pressão interna. No momento do disparo, ao acionar o gatilho amarrado a uma cordinha ou registro da base, a pressão é liberada rapidamente, impulsionando o foguete para fora do tubo-guia e convertendo a energia armazenada em movimento, possibilitando o voo oblíquo e o alcance máximo da distância horizontal.

Quanto aos lançamentos realizados pelos estudantes dentro do auditório (Figura 15), a maioria foi bem sucedida, havendo apenas o lançamento parcial dos foguetes movidos a pressão do ar, ocasionando o desprendimento das coifas (bico do foguete) da base, em alguns casos, os foguetes colidiram com o teto do espaço, o que interrompeu trajetórias de maior alcance.

Figura 15. Estudantes preparados para realizar a pressurização da base de lançamento de seus foguetes, no auditório da escola.



Fonte: Arquivo Pessoal.

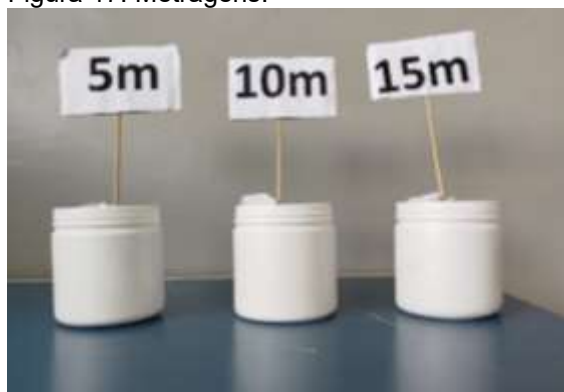
Durante os lançamentos, os estudantes realizaram as medições com o auxílio de uma trena (Figura 16) e de marcações previamente estabelecidas pelo pesquisador, por meio de placas indicativas de distâncias de 5 m, 10 m e 15 m (Figura 17), facilitando a conferência do alcance atingido. A partir da observação da altura, da distância e da velocidade do voo, os alunos analisaram se houve ou não estabilidade, registrando suas interpretações na tabela de anotações dos lançamentos.

Figura 16. Estudante medindo a distância alcançada de seu foguete dentro do auditório da escola.



Fonte: Arquivo Pessoal.

Figura 17. Metragens.



Fonte: Arquivo Pessoal.

Observou-se grande empolgação dos estudantes a cada lançamento realizado. As equipes demonstravam entusiasmo por meio de vibrações, comemorações e contagens regressivas, tornando o momento dinâmico e prazeroso. Destaca-se, ainda, que durante essa etapa da atividade, uma turma de estudantes do 5º ano de outra escola, visitava a instituição. Embora não estivesse prevista a realização de demonstrações para outros alunos, a pedido da direção, foi possível que esses visitantes acompanhassem os lançamentos, demonstrando grande interesse e entusiasmo. Ressalta-se que esse tipo de visita é recorrente no final do ano letivo, uma vez que esses estudantes futuramente passarão a frequentar escolas de Ensino Fundamental II. Por uma questão de tempo de aula, foram apenas lançados os foguetes de papel sulfite e alguns foguetes de cartolina.

Na aula seguinte, foram realizados os demais lançamentos. Para isso, contou-se com a liberação de uma pequena área da escola (Figura 18 (a) e (b)) que anteriormente se encontrava interditada para reforma e que, a partir desse momento, passou a estar disponível. Embora não fosse a área prevista no planejamento inicial do projeto, o novo espaço mostrou-se favorável à realização da atividade, pois permitiu a execução dos lançamentos em ambiente aberto. Nesse local, foi possível concluir os lançamentos dos foguetes confeccionados em cartolina e foguetes de papel cartão.

Figura 18. Atividade de lançamento de foguete na área externa da escola.

(a) Estudantes lançando foguetes.



Fonte: Arquivo Pessoal.

b) Estudante medindo a distância de alcance de seu foguete.



Fonte: Arquivo Pessoal.

Vídeo Lançamento de Foguetes



Clique aqui

Neste ambiente, os lançamentos mostraram-se mais eficientes e empolgantes, uma vez que foram alcançadas maiores alturas, distâncias, percepção da aerodinâmica dos foguetes, além de se tornar mais evidente a influência da resistência do ar, aspecto análogo à variável “resistência do ar” explorada no simulador *PhET*. Por se tratar de uma atividade desenvolvida fora da sala de aula, a prática despertou a atenção de outros alunos e funcionários da escola, que demonstraram interesse em participar e manifestaram elogios à atividade realizada.

7.7.1 Percepções e engajamento dos estudantes na atividade de lançamento de foguetes

Abaixo seguem algumas das Tabelas de Anotações (Figura 19 (a) e (b)), preenchidas pelos estudantes, nelas é possível observar os detalhes das anotações de cada lançamento, além de inferências acerca do tipo de aleta escolhida em cada foguete, a quantidade de aletas, a massa total do foguete, alcance e se o voo do foguete foi estável ou não.

Figura 19. Tabela de anotações e comparação de modelos de foguetes.
(a) Anotações da equipe constituída por E3, E13, E23 e E26.

Nº	Tipo de Papel (gramatura)	Tipo de Aleta (forma/ material)	Quantidade aletas	Massa Total (g)	Alcance (m)	Estabilidade no Voo (✓ / X)
1	Sulfite (75 g/m²)		5	9	8.6	✓
2	Sulfite (75 g/m²)		2	8	7.2	✓
3	Cartolina (120 g/m²)		3	4	7.4	✓
4	Cartolina (120 g/m²)		4	8	13.2	✓
5	Papel cartão (180 g/m²)		4	10	5.4	X
6	Papel cartão (180 g/m²)		3	8	18.3	✓

Bateu no teto
Chegou no final
mais estável

(b) Anotações da equipe constituída por E1, E4 e E12.

Nº	Tipo de Papel (gramatura)	Tipo de Aleta (forma/ material)	Quantidade aletas	Massa Total (g)	Alcance (m)	Estabilidade no Voo (✓ / X)
1	Sulfite (75 g/m²)		4	7	6.8	X
2	Sulfite (75 g/m²)		3	6	9.6	✓
3	Cartolina (120 g/m²)		4	8	13.6	✓
4	Cartolina (120 g/m²)		2	6	14.6	✓
5	Papel cartão (180 g/m²)		3	6	Saiu	✓
6	Papel cartão (180 g/m²)		4	10	19.8	✓

mais estável

Fonte: Arquivo pessoal, 2026.

Na tabela (a) e (b), os registros mostram que os foguetes com maior número de aletas (3 a 4) e papel de maior gramatura (papel cartão) tendem a apresentar maior estabilidade, aspecto explicitado tanto pelos símbolos de verificação (✓) quanto por anotações qualitativas, como “bateu no teto”, “chegou no final” e “mais estável”. Essas observações indicam que os alunos não se limitaram a dados

numéricos, mas também recorreram a descrições fenomenológicas do voo, ampliando sua interpretação dos resultados.

Em ambas as imagens, as anotações evidenciam que os estudantes estabelecem relações causais, ainda que implícitas, entre características construtivas dos foguetes e seu desempenho em voo. Ao registrar medidas, comparar modelos e justificar a estabilidade observada, os alunos demonstram envolvimento ativo no processo investigativo, articulando observação, registro e interpretação — elementos centrais da prática científica escolar.

Mediante a análise da tabela e dos lançamentos realizados, foram propostas aos estudantes três perguntas relacionadas à atividade, com o objetivo de verificar suas percepções analíticas e evidenciar os princípios norteadores da alfabetização científica. Assim, buscou-se investigar: (1) Qual modelo de foguete alcançou a maior distância e por quê?; (2) O que vocês fariam de diferente caso fosse construir um novo foguete; e (3) Como vocês pensam que seria um foguete “ideal”? Ressalta-se que as respostas foram elaboradas com base nos lançamentos realizados pelas próprias equipes, não contemplando comparações com os lançamentos das demais equipes.

Quanto à primeira pergunta - **Qual modelo de foguete alcançou a maior distância e por quê?** Evidenciaram - se as seguintes respostas:

E1, E4 e E 12: *“Foi o de cartolina, que mediu 9,8m e tinha três asas em formato triangular, por que teve bastante força”.*

E6, E14 e E18: *“Papel cartão com 27m”.*

E3, E13, E23 e E26: *“O foguete de papel cartão foi o mais longe, pois ele tem 4 asas que sustenta ele”.*

E2, E5, E9 e E21: *“O de papel cartão, porque ele teve mais aerodinâmica”.*

De modo geral, os grupos identificaram corretamente que os foguetes confeccionados em papel cartão ou cartolina apresentaram os maiores alcances, evidenciando a capacidade de observar, comparar e selecionar evidências a partir dos próprios lançamentos.

As respostas dos estudantes E1, E4 e E12 evidenciam um avanço ao articularem dados quantitativos, como a distância alcançada, com características

estruturais do foguete, como o número e o formato das aletas. Embora o termo “força” seja empregado de forma genérica, ele indica uma tentativa de explicação baseada na ação do ar comprimido, revelando uma compreensão inicial do princípio da ação e reação. Esse tipo de explicação é característico de níveis iniciais de alfabetização científica, nos quais predomina o uso de linguagem cotidiana para descrever fenômenos científicos (SASSERON; CARVALHO, 2008).

Os estudantes E6, E14 e E18, ao registrarem que o foguete de “papel cartão [alcançou] 27 m”, apresentam uma resposta predominantemente descritiva, centrada no resultado obtido, sem explicitar uma justificativa causal. Ainda assim, a menção explícita à distância alcançada indica atenção aos dados empíricos e ao critério de desempenho do experimento, o que corresponde a um primeiro nível de apropriação do fazer científico, baseado na observação e no registro (CHASSOT, 2003).

Já as respostas dos estudantes E3, E13, E23 e E26, que afirmam que “o foguete de papel cartão foi o mais longe, pois ele tem quatro asas que sustentam ele”, revelam um avanço no raciocínio explicativo. Nesse caso, os alunos estabelecem uma relação direta entre o número de aletas e a estabilidade do voo. Essa explicação indica uma compreensão emergente de princípios aerodinâmicos, como a função estabilizadora das aletas, demonstrando capacidade de estabelecer relações causais entre variáveis do experimento.

As respostas dos estudantes E2, E5, E9 e E21, ao associarem o melhor desempenho do foguete de papel cartão à “aerodinâmica”, indicam um nível mais elaborado de alfabetização científica, marcado pela apropriação de linguagem científica escolar e pela tentativa de explicar o fenômeno com base em conceitos trabalhados na atividade. Esse movimento de transição da linguagem cotidiana para termos científicos é um indicador relevante do processo de alfabetização científica (CARVALHO, 2013).

As respostas analisadas evidenciam que os estudantes foram capazes de identificar o modelo mais eficiente, justificar suas escolhas com base em evidências empíricas e relacionar características estruturais ao desempenho do foguete, ainda que em diferentes níveis de aprofundamento conceitual. Esses elementos — observação, comparação, explicação e uso progressivo da linguagem científica — configuram indicadores consistentes de alfabetização científica no contexto da atividade investigativa.

A pergunta seguinte — **“O que vocês fariam de diferente caso fossem construir um novo foguete?”** — possibilitou aos estudantes repensarem suas hipóteses a partir das observações e da experimentação realizadas. Nesse contexto, destacam-se as seguintes respostas:

E1, E4 e E12: *“Construiríamos um foguete mais resistente”.*

E6, E14 e E18: *“Deixaríamos as asas maiores e com quatro asas”.*

E3, E13, E23 e E26: *“Mudaríamos o formato das asas, e também daria para fazer com um balão”.*

E2, E5, E9 e E21: *“Colocaríamos mais o bico, mudaria o tamanho da aleta e o tamanho do foguete”.*

E11, E19 e E27: *“Usaríamos papel cartão com três aletas e com massa de 10g seria um voo perfeito”.*

As respostas dos estudantes E1, E4 e E12, ao afirmarem que “construiriam um foguete mais resistente”, revelam uma percepção relacionada à integridade estrutural do modelo, pois, nesta equipe, o seu primeiro lançamento apresentou baixo rendimento aerodinâmico, seu primeiro foguete voou baixo, não possuía estabilidade no voo e por apresentar apenas duas aletas longas, isto aumentou o atrito com o ar. Demonstrem atenção aos resultados empíricos e a tentativa de melhorar o desempenho com base na experiência, o que indica um nível inicial de análise crítica do experimento (SASSERON; CARVALHO, 2008).

Os estudantes E6, E14 e E18, ao sugerirem “deixar as asas maiores e com quatro asas”, demonstram uma tentativa de relacionar o desempenho do foguete à estabilidade aerodinâmica. Ainda que o aumento do tamanho das aletas nem sempre resulte em melhor desempenho, a resposta evidencia a seleção consciente de variáveis e a busca por maior controle do voo, configurando um avanço em direção à explicação causal, mesmo que ainda intuitiva.

De forma semelhante, os estudantes E3, E13, E23 e E26, ao afirmarem que “mudaríamos o formato das asas” e sugerirem o uso de “um balão”, ampliam o campo de hipóteses, incorporando tanto alterações estruturais quanto mudanças no sistema de propulsão. Essa postura revela criatividade, exploração de alternativas e

capacidade de propor novos testes, elementos valorizados no ensino de Ciências por investigação (CARVALHO, 2013).

As respostas dos estudantes E2, E5, E9 e E21, ao mencionarem alterações no bico, no tamanho das aletas e no comprimento do foguete, indicam um nível mais elaborado de análise, pois envolvem múltiplas variáveis relacionadas à aerodinâmica e à distribuição de massa. Essa resposta demonstra que os estudantes passaram a compreender o foguete como um sistema integrado, no qual diferentes componentes influenciam o desempenho do voo.

Por fim, as respostas dos estudantes E11, E19 e E27, ao afirmarem que *“usariam papel cartão com três aletas e massa de 10 g para um voo perfeito”*, evidenciam um nível mais avançado de alfabetização científica. Esses estudantes articulam material, número de aletas e massa, baseando-se em resultados anteriores para propor um modelo otimizado. Essa capacidade de generalizar resultados experimentais e propor um modelo ideal aproxima-se de práticas científicas mais sistematizadas, conforme apontado por Sasseron e Carvalho (2008).

As evidências acima denotam que os estudantes foram capazes de revisar suas concepções iniciais, propor novas hipóteses e refletir sobre modificações estruturais com base nas experiências vivenciadas, o que configura um importante indicador de alfabetização científica. Esse movimento de reelaboração a partir da experimentação aproxima-se do raciocínio hipotético, característico de práticas investigativas em Ciências (CARVALHO, 2013).

Por último, a terceira pergunta — ***“Como vocês pensam que seria um foguete ‘ideal’?”*** — teve como objetivo verificar um nível de conhecimento mais refinado e consistente por parte dos estudantes. Dentre as respostas, evidenciam-se:

E1, E4 e E 12: *“Seria um foguete resistente, e leve, com aletas funcionais”*.

E3, E13, E23 e E26: *“Ser leve, resistente, plano e asas sustentáveis”*.

E2, E5, E9 e E21: *“O foguete ideal seria com aletas com mesmo tamanho, com tampa (bico) reto resistente e leve”*.

E11, 19 e E27: *“Com mais resistência, leve e força”*.

As expressões dos estudantes revelam uma organização cognitiva mais integrada, na qual a articulam múltiplas características do foguete em uma mesma

explicação. Observa-se a recorrência dos termos leve, resistente e aletas, indicando que essas variáveis foram reconhecidas como centrais para o desempenho do voo, resultado diretamente associado às experiências de lançamento realizadas.

As falas dos estudantes E1, E4 e E12, ao afirmarem que o foguete ideal “*seria resistente, leve, com aletas funcionais*”, demonstram a capacidade de selecionar e sintetizar variáveis relevantes, articulando estabilidade e massa de forma coerente. A expressão “aletas funcionais”, embora não técnica, evidencia a compreensão de que as aletas exercem uma função específica no controle do voo, o que representa um avanço em relação a descrições meramente estéticas.

De maneira semelhante, os estudantes E3, E13, E23 e E26 reforçam essa articulação ao descreverem um foguete “*leve, resistente, plano e com asas sustentáveis*”. Ainda que o termo “plano” não seja conceitualmente preciso, ele indica uma tentativa de pensar o foguete sob o ponto de vista da forma e da estabilidade aerodinâmica. Esse tipo de construção é característico de processos iniciais de modelagem científica escolar.

As respostas dos estudantes E2, E5, E9 e E21 apresentam um nível mais refinado de detalhamento ao afirmarem que o foguete ideal teria “*aletas com o mesmo tamanho, tampa (bico) reta, resistente e leve*”. Nesse caso, observa-se uma clara preocupação com a simetria, o alinhamento e a distribuição da massa, aspectos diretamente relacionados aos princípios da aerodinâmica. O uso de termos como “aletas” e “bico” indica a evolução no vocabulário científico escolar, evidenciando apropriação de conceitos discutidos ao longo da atividade (CARVALHO, 2013).

Por fim, os estudantes E11, E19 e E27, ao definirem o foguete ideal como “*mais resistente, leve e com força*”, sintetizam suas experiências em poucos elementos centrais. Embora o termo “força” seja empregado de maneira genérica, ele revela a tentativa de explicar o desempenho do foguete com base na ação do ar comprimido, indicando uma compreensão inicial do princípio da ação e reação.

De forma articulada, as falas dos estudantes evidenciam que a concepção de um foguete “ideal” emerge da integração entre observação, comparação e síntese, com avanço progressivo no uso de termos técnicos e na organização das explicações. Destaca-se, sobretudo, a capacidade dos alunos de generalizar resultados experimentais e propor modelos mais eficientes, elementos centrais da alfabetização científica, conforme discutido por Chassot (2011).

7.7.2 Percepção técnica da atividade de Lançamento de foguetes de papel realizada pelos estudantes.

Com o objetivo de comparar as variáveis investigadas e seus respectivos desempenhos, apresenta-se a seguir a Tabela 01, na qual estão registradas as distâncias mínimas e máximas alcançadas por cada tipo de foguete lançado pelas equipes. Para essa análise, consideraram-se a gramatura do papel, a quantidade e o formato das aletas, bem como a massa total de cada modelo.

Tabela 01 – Resultado geral das variáveis testadas pelos estudantes.

Tipo de gramatura de papel.	Quantidade de aletas.	Formatos de aletas.	Massa total do foguete	Distância mínima alcançada	Distância máxima alcançada
Papel sulfite (75g/m ²)	2		7g	1,7 m	
Papel sulfite (75g/m ²)	4		8g		9,4 m
Papel cartolina (120 g/m ²)	3		4g	7,4m	
Papel cartolina (120 g/m ²)	3		5g		21,4m,
Papel cartão (180 g/m ²)	4		10g	5,4m	
Papel cartão (180 g/m ²)	3		8g		27,2 m

Fonte: Produzido pelo pesquisador, 2026.

Para os foguetes confeccionados com papel sulfite (75 g/m^2), observa-se que a baixa massa favorece a elevação inicial, porém compromete a estabilidade, fazendo com que a orientação de voo e a altura sejam comprometidos, como observado em alguns lançamentos. O modelo com apenas duas aletas, massa de 7g, apresentou a menor distância registrada (1,7 m), indicando instabilidade aerodinâmica e maior perda de energia durante o voo. Já o modelo com quatro aletas e massa ligeiramente maior (8 g) alcançou 9,4 m, sugerindo que o aumento do número de aletas melhora a estabilidade direcional, compensando a leveza excessiva do material. Assim, para o papel sulfite, modelos mais próximos do ideal exigem maior número de aletas e bom alinhamento, a fim de reduzir oscilações geradas pelo deslocamento de ar.

Nos foguetes confeccionados em cartolina (120 g/m^2), a tabela aponta os resultados mais equilibrados. O modelo com três aletas, massa de 4 g, atingiu 7,4 m, enquanto outro modelo, também com três aletas, mas massa um pouco maior (5 g), alcançou 21,4 m. Esses dados indicam que a cartolina apresenta uma relação favorável entre rigidez estrutural e massa, permitindo maior eficiência aerodinâmica. O aumento moderado da massa contribuiu para maior estabilidade sem elevar excessivamente o arrasto, favorecendo maiores distâncias. Assim, foguetes de cartolina com três aletas bem posicionadas e massa intermediária aproximam-se de um modelo ideal.

Em relação aos foguetes de papel cartão (180 g/m^2), nota-se que a maior massa tende a reduzir o alcance quando combinada com muitas aletas. O modelo com quatro aletas e massa de 10 g alcançou apenas 5,4 m, possivelmente devido ao aumento do arrasto aerodinâmico e à maior inércia do sistema. Em contrapartida, o modelo com três aletas e massa menor (8 g) atingiu a maior distância registrada na tabela (27,2 m). Isso indica que, para materiais mais pesados, a redução do número e da área das aletas é fundamental para minimizar o arrasto e permitir melhor conversão da energia do ar comprimido em deslocamento horizontal.

Dessa forma, à luz dos princípios da aerodinâmica e da análise experimental, os modelos mais próximos do “foguetes ideal” podem ser sintetizados da seguinte maneira na Tabela 02:

Tabela 02: Síntese das características favoráveis a cada tipo de foguete.

TIPO DE PAPEL	CARACTERÍSTICAS “IDEIAIS”
Papel sulfite (75 g/m²):	Quatro aletas simétricas, massa levemente maior, priorizando estabilidade;
Cartolina (120 g/m²):	Três aletas bem alinhadas, massa intermediária, combinando estabilidade e baixo arrasto;
Papel cartão (180 g/m²):	três aletas menores e aerodinamicamente simples, evitando excesso de massa e área frontal.

Fonte: Produzido pelo pesquisador, 2026.

7.8 Oitavo momento: *Sondagem do Conhecimento adquirido e Avaliação da UEPS.*

Nessa etapa, buscou-se avaliar possíveis conhecimentos adquiridos no decorrer da aplicação das UEPS, bem como percepções particulares dos estudantes. Para isso foi aplicado um questionário, constituído pelas seguintes perguntas:

- Quais das atividades desenvolvidas você mais gostou?
☐ Aula expositiva dialogada ☐ Varal do conhecimento
☐ Voo das bexigas ☐ Simulador *PhET*
☐ Representação de foguete ☐ Construção de Foguete
☐ Lançamento de Foguetes
- Por que você escolheu a atividade anterior?
- Aprendi como os foguetes sobem e se movimentam?
☐ SIM ☐ NÃO
- Caso tenha marcado a opção SIM, explique brevemente como os foguetes voam.
- Depois dos testes realizados com seus foguetes, cite um ponto positivo e um ponto negativo percebido no voo do seu foguete.

6. Mediante os testes realizados com o Simulador *PhET*, qual melhor ângulo deve ser adotado para realização dos lançamentos dos foguetes de papel?

A seguir é discutido de forma sistemática as percepções e conhecimentos adquiridos no decorrer da aplicação das UEPS pelos estudantes do 6º ano.

7.8.1 Primeira: *Quais das atividades desenvolvidas você mais gostou?*

Dentre as respostas obtidas, observa-se uma predominância da atividade de lançamento de foguetes, mencionada por 46% dos estudantes, seguida pela etapa de construção dos foguetes (15%) e, em terceiro lugar, pela atividade do voo das bexigas (11%), conforme é expressada no Gráfico 01 abaixo:

Gráfico 01- Opinião dos estudantes sobre a atividade que mais se interessou.



Fonte: Produzido pelo autor.

A expressiva preferência pelo lançamento de foguetes pode ser compreendida pelo seu caráter experimental, investigativo e visual, uma vez que

essa atividade possibilita aos estudantes observar, de forma concreta, os efeitos das variáveis discutidas ao longo da UEPS, como força, pressão do ar, ângulo de lançamento e resistência do ar. Conforme destacam Carvalho et al. (2013), atividades experimentais que envolvem resolução de problemas e observação direta de fenômenos favorecem o engajamento e a construção de significados científicos, especialmente quando os estudantes assumem papel ativo no processo investigativo.

A etapa de construção dos foguetes, por sua vez, foi valorizada por permitir aos estudantes planejar, testar hipóteses e tomar decisões, articulando conhecimentos prévios com novas informações, aspecto central da aprendizagem significativa proposta por Ausubel (2003). Além disso, essa atividade promove a integração entre teoria e prática, característica fundamental das propostas de ensino por investigação (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2018).

7.8.2 Segunda Pergunta: *Por que você escolheu a atividade anterior?*

Esta pergunta está em consonância direta com a pergunta anterior. Neste sentido, tais preferências podem ser justificadas pelas seguintes falas:

E2: *“Foi muito divertido e deu para estudarmos sobre gravidade e velocidade”.*

E3: *“Eu gostei porque a gente se movimenta bastante igual ao foguete e damos muitas risadas”.*

E10: *“Pois é simples e é uma dinâmica fácil de fazer”.*

E16: *“Porque construir é a parte mais legal”.*

E18: *“Porque é uma experiência incrível”.*

E20: *“Porque eu aprendi a construir um foguete”.*

E26: *“Porque foi muito divertido e aprendi bastante”.*

A análise das respostas dos estudantes evidencia que a escolha das diferentes atividades esteve fortemente associada a experiências de envolvimento pessoal, prazer e aprendizagem significativa. As falas revelam que as atividades marcaram positivamente os estudantes ao articular aspectos lúdicos e conceituais, como se observa na resposta do E2, ao destacar que a experiência foi “muito

divertida” e possibilitou o estudo de conceitos científicos como gravidade e velocidade, indicando a integração entre emoção e conhecimento. De modo semelhante, o E3 associa a atividade ao movimento corporal e à interação social, ressaltando o caráter dinâmico e descontraído da proposta, fatores que contribuem para o engajamento e a motivação.

A etapa de construção também se destaca nas falas do E16 e do E20, que ressaltam o prazer em “construir” e o aprendizado associado ao fazer, evidenciando o protagonismo dos estudantes no processo de aprendizagem. Por fim, a resposta do E26 sintetiza esses aspectos ao relacionar diversão e aprendizagem, reforçando que as atividades propostas não apenas despertaram interesse, mas também promoveram experiências educativas significativas, capazes de gerar sentido e impacto positivo na trajetória formativa dos estudantes.

7.8.3 Terceira pergunta: *Aprendi como os foguetes sobem e se movimentam?*

Majoritariamente (96%) afirmam possuir conhecimentos que lhes permitem explicar o fenômeno.

Gráfico 02. Taxa de estudantes que conseguem explicar o funcionamento de um foguete de papel.



Fonte: Produzido pelo pesquisador, 2026.

Quanto à pequena parcela identificada como “não sabe explicar” o funcionamento do voo do protótipo de foguete (4%), o pesquisador buscou compreender, com a estudante, os motivos dessa resposta. Como justificativa, a

estudante relatou que, naquele dia, não se encontrava disposta a raciocinar, em razão de estar com dor de cabeça, o que, segundo ela, ocorreu pelo fato de não ter almoçado, pois havia acordado tarde.

Tal esclarecimento mostrou-se relevante, uma vez que a mesma estudante havia respondido adequadamente a atividades similares, apresentando coerência na linha de raciocínio em momentos anteriores. Desse modo, aspectos de ordem fisiológica e circunstancial podem influenciar pontualmente o desempenho dos estudantes, gerando respostas que nem sempre refletem suas reais compreensões conceituais, especialmente quando se considera a convivência e o acompanhamento contínuo dos sujeitos da pesquisa.

7.8.4 Quarta pergunta: *Caso tenha marcado a opção SIM, explique brevemente como os foguetes voam.*

Esta pergunta estabelece uma relação direta com a questão anteriormente discutida. Nesse sentido, observa-se que o público em questão ainda apresenta dificuldades em elaborar explicações fundamentadas em múltiplos fatores, tendo em vista o nível de abstração cognitiva envolvido nas representações físicas das forças que atuam sobre um foguete. No entanto, considerando suas capacidades cognitivas, os estudantes conseguiram estabelecer relações pertinentes na tentativa de explicar a referida questão. Conforme as respostas abaixo:

E2: “[O foguete] funciona pela ação e reação para levantar [voo] e [também] a resistência do ar.”

E3: “A pressão fez ele [foguete].”

E5: “Eles são preparados para serem lançados no ângulo de 45° e fazemos pressão com a bomba e eles saíram retos.”

E9: “[O voo do foguete] depende dos ângulos e das forças de resistência e peso”.

E12: “Eles [foguetes] voam dependendo do grau [ângulo] dele. A força depende do impulso da pressão”.

E19: “A força vem do impulso da bomba de bicicleta”.

E26: “A pressão fez ele [foguete] voar e a gravidade puxou ele”.

Observa-se que os estudantes buscam explicar o fenômeno do voo recorrendo a ideias relacionadas à força, pressão, impulso, ângulo de lançamento e resistência do ar, indicando uma tentativa de atribuir sentido científico às experiências vivenciadas durante as atividades práticas.

Um dos aspectos mais recorrentes diz respeito à relação entre pressão e movimento, como evidenciado nas falas dos estudantes que atribuem o voo do foguete ao impulso gerado pela bomba de bicicleta ou pela pressão do ar (E3, E12, E19). Essas respostas revelam indícios de compreensão do princípio da ação e reação, ainda que não plenamente formalizado, o que se aproxima do que a literatura aponta como um importante indicador da alfabetização científica: a capacidade de explicar fenômenos naturais a partir de relações causais observáveis (SASSERON; CARVALHO, 2011).

Outro elemento recorrente nas respostas refere-se à influência do ângulo de lançamento, especialmente a menção ao ângulo de 45° (E5, E9, E12). Esse aspecto demonstra que os estudantes conseguem articular dados empíricos obtidos durante os experimentos com conceitos discutidos em aula, estabelecendo relações entre variáveis que interferem no alcance do voo. Segundo Carvalho et al. (2013), esse tipo de articulação evidencia avanço na compreensão conceitual, ao permitir que os estudantes relacionem resultados observados com explicações científicas.

Também se destacam respostas que incorporam múltiplos fatores à explicação do fenômeno, como a menção simultânea à pressão, resistência do ar, peso e gravidade (E2, E9, E26). Embora ainda apresentem certo nível de abstração e simplificação conceitual, essas falas indicam uma progressão no pensamento científico, na medida em que os estudantes reconhecem que o voo do foguete não depende de um único fator, mas da interação entre diferentes forças. Tal reconhecimento está alinhado aos indicadores de alfabetização científica relacionados à elaboração de explicações mais integradas e contextualizadas (SASSERON; CARVALHO, 2011).

7.8.5 Quinta pergunta: *Depois dos testes realizados com seus foguetes, cite um ponto positivo e um ponto negativo percebido no voo do seu foguete.*

Com o intuito de favorecer a reflexão crítica sobre os resultados obtidos na experimentação, os estudantes foram instigados a identificar aspectos positivos e negativos relacionados ao voo de seus foguetes após os testes realizados. A maioria dos estudantes levou em consideração a altura e distância alcançada no voo de seus foguetes, assim como as estruturas, especialmente a coifa, danificadas após a colisão. Nesses pressupostos elencamos as seguintes falas:

E2: *“Primeiro positivo, alcançou uma grande distância e o negativo é que ele foi amassado [após a colisão]”.*

E3: *“[Positivo]: É que com a pressão ele vai mais longe e o negativo é que ele [o foguete] sem pressão não voa”.*

E12: *“O ponto positivo: o foguete foi muito alto. O negativo: bateu no teto e atrapalhou a distância”.*

E22: *““Positivo: voou muito alto. O negativo: o bico estava achatado.”*

E26: *“O ponto positivo é que o melhor papel foi o de cartolina e também porque ele [foguete] tinha muitas asas. O negativo foi o [foguete] de papel sulfite, ele era muito leve e tinha poucas asas.”*

Observa-se, de forma recorrente, a relação estabelecida entre pressão e desempenho do voo, como evidenciado nas falas do E3, que associa maior pressão a um maior alcance, e do E12, que relaciona a altura atingida à interferência do ambiente físico, ao mencionar a colisão com o teto. Essas respostas demonstram que os estudantes conseguem interpretar o fenômeno a partir das condições do teste, articulando causa e efeito, aspecto fundamental do ensino por investigação (CARVALHO et al., 2013).

Também se destacam respostas que incorporam análise de materiais e características estruturais dos foguetes, como no caso do E26, que compara diferentes tipos de papel e a quantidade de asas, atribuindo a esses fatores influência direta no voo. Tal comparação evidencia um avanço na compreensão de variáveis envolvidas no experimento e na elaboração de explicações baseadas em evidências, o que se aproxima de níveis mais elaborados de alfabetização científica (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2018).

De modo geral, embora as explicações ainda apresentem limitações conceituais e linguagem não formalizada, as respostas indicam que os estudantes foram capazes de observar, avaliar e justificar o desempenho de seus foguetes com base em experiências concretas. Esse movimento de análise e reflexão sobre os próprios resultados experimentais reforça o desenvolvimento de competências associadas à alfabetização científica, especialmente no que se refere à construção de explicações fundamentadas em dados observáveis (SASSERON; CARVALHO, 2011).

8. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A aplicação da proposta didática, estruturada a partir de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS), evidenciou que os objetivos propostos pela pesquisa foram amplamente alcançados. Ao longo dos encontros, os estudantes do 6º ano demonstraram progressiva ampliação da compreensão dos conceitos físicos envolvidos no funcionamento dos foguetes de papel, levando em consideração seus estágios de desenvolvimento formativos.

A sondagem inicial revelou concepções fortemente ancoradas no senso comum, as quais foram sendo gradativamente ressignificadas por meio das atividades investigativas e experimentais, corroborando os pressupostos da Teoria da Aprendizagem Significativa, segundo a qual novos conhecimentos tornam-se significativos quando se relacionam, de forma não arbitrária, aos conhecimentos prévios dos estudantes (AUSUBEL, 2003; MOREIRA, 2011).

No que diz respeito às evidências de alfabetização científica, observaram-se indicadores de AC consistentes, tais como a formulação de hipóteses, a observação sistemática dos fenômenos, a interpretação de resultados, a argumentação e o uso progressivo da linguagem científica, conforme expressos na Tabela 03.

Tabela 03 – Indicadores de alfabetização científica.

Indicador	Contexto	Exemplos de manifestação no aluno	Comentário
Levantamento de hipóteses	Exibição de vídeos de lançamento de foguete de garrafa PET.	<i>“Se mudar a quantidade de água, ele vai mais alto?” (E20)</i>	Ao formular essa questão, o estudante revela compreensão de que a modificação de um parâmetro pode alterar os resultados obtidos.
Justificativa	Desenho do foguete “ideal”.	<i>“Pois ele tem um impulso gigante, que pode jogar o foguete no espaço sideral em menos de um minuto. E se o foguete parar de funcionar, dentro dele, tem uma pequena nave para o piloto voltar para a Terra” (E1)</i>	O aluno busca justificar sua afirmação ao relacionar o desempenho do foguete ao impulso, demonstrando uma tentativa inicial de estabelecer uma relação causal entre força e movimento, ainda que com elementos de imaginação.

Previsão	Pós-lançamentos de foguetes	<i>“Usaria papel cartão com três aletas e com massa de 10 g, seria um voo perfeito.” (E11, E19 e E27)</i>	Ao propor mudanças no material, no número de aletas e na massa, os estudantes antecipam um melhor desempenho do foguete com base nas experiências realizadas.
Explicação	Funcionamento do Foguete	<i>“[O foguete] funciona pela ação e reação para levantar [voo] e [também] a resistência do ar.” (E2)</i>	O estudante utiliza conceitos científicos (ação e reação, além da resistência do ar) para explicar o voo do foguete, evidenciando compreensão dos princípios físicos envolvidos.
Compreensão conceitual	Uso do Simulador PhET	<i>“Sem resistência do ar é melhor, porque o ar não vai parar o foguete. Com resistência do ar foi 22,4 no ângulo de 50°.” (E13 e E25)</i>	Os estudantes reconhecem a resistência do ar como uma força que interfere no movimento do foguete, influenciando a distância alcançada.
Uso da linguagem científica	Pós lançamentos de foguetes	<i>“O de papel cartão, porque ele teve mais aerodinâmica”. (E2, E5, E9 e E21)</i>	Os estudantes empregam o termo “aerodinâmica” para justificar o melhor desempenho do foguete
Interação e argumentação	Análise pós-lançamentos de foguetes.	<i>“O foguete de papel cartão foi o mais longe, pois ele tem quatro asas que sustentam ele.” (E3, E13, E23 e E26)</i>	Os estudantes defendem uma ideia discutida coletivamente e a justificam com base nas características do foguete, evidenciando a articulação entre observação e explicação.
Registro e análise de dados	Registro do ponto positivo e negativo	<i>“Primeiro positivo, alcançou uma grande distância e o negativo é que ele foi amassado [após a colisão].” (E2)</i>	O estudante registra observações do experimento, identificando aspectos positivos e negativos, demonstrando uma análise inicial dos resultados obtidos.

Fonte: Produzido pelo pesquisador, 2026.

As produções escritas, os desenhos representativos e as discussões coletivas revelaram que os estudantes passaram a explicar os resultados dos lançamentos com maior coerência conceitual, estabelecendo relações causais e reconhecendo variáveis intervenientes no fenômeno estudado.

Esses achados dialogam com os pressupostos de Sasseron e Carvalho (2008; 2011), ao evidenciarem o desenvolvimento de habilidades científicas

associadas à AC, entendida como a capacidade de compreender, interpretar e posicionar-se criticamente frente a situações que envolvem ciência e tecnologia.

A aprendizagem promovida pela proposta caracterizou-se como significativa, pois os conceitos científicos foram construídos a partir de situações concretas e contextualizadas. A construção e o lançamento dos foguetes favoreceram a articulação entre teoria e prática, possibilitando a compreensão de conceitos da Física por meio da experimentação e da investigação. Essa abordagem dialoga com Zabala (1998) e Carvalho et al (2013), que defendem metodologias ativas e investigativas, além de reforçar a perspectiva freireana de educação problematizadora, na qual o estudante assume papel protagonista no processo de aprendizagem (FREIRE, 1987).

Apesar dos resultados positivos, a aplicação da proposta revelou desafios, como a limitação do tempo escolar, dificuldades iniciais dos estudantes com práticas investigativas e a pouca elaboração de explicações escritas por alguns alunos. Tais aspectos evidenciam a complexidade da implementação do ensino por investigação e a necessidade de planejamento flexível, conforme apontam Gil-Pérez et al. (2001) e Carvalho (2018), que destacam a importância de mudanças graduais na cultura escolar.

Conforme Freire (1987), o diálogo é elemento central do processo educativo e possibilita a participação ativa dos estudantes na construção do conhecimento, mesmo em contextos regulados por normas. Assim, a implementação de UEPS e metodologias investigativas mostrou-se compatível com esse modelo educacional, reafirmando seu potencial formativo no Ensino de Ciências.

Quanto às contribuições para a formação cidadã e para o Ensino de Ciências, os resultados indicam o desenvolvimento de atitudes como cooperação, respeito às ideias dos colegas e reflexão crítica. Ao compreenderem a ciência como um processo investigativo e socialmente construído, os estudantes passaram a se posicionar de forma mais crítica diante dos fenômenos estudados, em consonância com Chassot (2003, 2011) e com as orientações da BNCC para uma formação crítica e participativa.

9. PRODUTO EDUCACIONAL



Clique aqui

Este Produto Educacional constitui-se na forma de um Guia Didático, que tem como objetivo apresentar aos professores de Ciências um conjunto de atividades didáticas investigativas para abordar pedagogicamente fenômenos físicos e promover reflexões sobre práticas educativas no Ensino de Ciências. O Guia contém uma breve apresentação do pesquisador e a estrutura didático-metodológica das atividades propostas.

O Produto Educacional é estruturado no formato de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS), voltada à promoção da alfabetização científica, por meio da construção e do lançamento de foguetes de papel. O guia didático apresenta o título de cada atividade desenvolvida, os objetivos, os materiais utilizados, os procedimentos, sugestões de adaptação, a relação da atividade com a alfabetização científica e com cada etapa da UEPS.

O guia didático tem como finalidade subsidiar o trabalho docente na condução de atividades investigativas, favorecendo a compreensão de conceitos científicos relacionados ao movimento, à força, ao princípio da ação e reação e à resistência do ar, alinhando-se aos pressupostos da aprendizagem significativa (AUSUBEL, 1968; MOREIRA, 2011; 2012) e da alfabetização científica (SASSERON; CARVALHO, 2008; 2011; CHASSOT, 2011).

A fundamentação teórica deste Produto Educacional baseia-se na proposta das UEPS de Moreira (2011; 2012), valorizando os conhecimentos prévios dos estudantes, a progressão conceitual e a articulação entre teoria e prática, bem como nos princípios do ensino por investigação (CARVALHO et al., 2013), ao incentivar a observação, a comparação, a análise de variáveis e a argumentação baseada em evidências.

Espera-se que o guia didático possa ser utilizado como instrumento de apoio à prática docente, tanto no ensino regular quanto em ações de formação continuada de professores, sendo passível de adaptação a diferentes contextos escolares, sem perder de vista os fundamentos teóricos e metodológicos que sustentam a proposta.

10. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa demonstrou que a implementação da Unidade de Ensino Potencialmente Significativa, fundamentada em práticas investigativas e reflexivas no Ensino de Ciências, possibilitou o alcance dos objetivos propostos. Os estudantes ampliaram sua compreensão de conceitos fundamentais da Física, como força, pressão, ação e reação, resistência do ar e ângulo de lançamento, mesmo considerando seu nível de desenvolvimento cognitivo, estabelecendo relações entre teoria e prática a partir de situações concretas e contextualizadas.

O público-alvo, ao participar ativamente do planejamento, da construção e da experimentação, assumiu uma postura investigativa, desenvolvendo autonomia, engajamento e capacidade argumentativa. Esse movimento contribuiu para que deixassem de ser meros receptores de informações, passando a atuar como sujeitos ativos na construção do conhecimento científico.

Ensinar Física para esse público revelou-se um desafio, especialmente diante das concepções prévias e das dificuldades de abstração próprias dessa área do conhecimento. No entanto, os dados desta pesquisa indicam que o uso de estratégias experimentais e contextualizadas favoreceu a compreensão dos fenômenos físicos, tornando os conceitos mais acessíveis e significativos. A experimentação, por meio das UEPS, mostrou-se elemento central na mediação entre o conhecimento científico e a realidade dos estudantes.

Quanto aos indicadores de aprendizagem significativa, observaram-se avanços relevantes nesse processo, como a capacidade de relacionar variáveis, interpretar fenômenos observados, utilizar linguagem científica em nível compatível com a etapa escolar e argumentar com base em evidências. Esses indicadores evidenciam o desenvolvimento da alfabetização científica e contribuem para a formação de sujeitos críticos e conscientes.

A pesquisa também evidencia a necessidade de ampliar estudos e práticas pedagógicas que utilizem a Física no Ensino Fundamental II como eixo para o desenvolvimento da alfabetização científica. A abordagem precoce e contextualizada, por meio de atividades investigativas e experimentais, favorece o desenvolvimento de habilidades como observação, questionamento, argumentação e interpretação de fenômenos. Esse trabalho contribui para a construção de uma

base conceitual sólida, minimiza dificuldades futuras de aprendizagem e possibilita compreender a Ciência como um processo dinâmico, relacionado ao cotidiano e à formação de cidadãos críticos.

Por fim, reforça-se a importância de investir em práticas pedagógicas voltadas a esse público, que valorizem a liberdade de expressão, o erro como parte do processo investigativo e o uso de metodologias ativas. Tais propostas são essenciais para promover uma educação científica significativa, inclusiva e comprometida com a formação cidadã, destacando o ensino de Física como um espaço potente de desenvolvimento intelectual e social.

11. REFERÊNCIAS

AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva**. Lisboa: Plátano Editora, 2003.

_____. **Educational Psychology: A Cognitive View**. New York: Holt, Rinehart & Winston, 1968.

ARAÚJO, E. S.; NASCIMENTO, J. L. B.; SILVA, J. C.; BIM, C. F. A. **O uso de simuladores virtuais educacionais e as possibilidades do PhET para a aprendizagem de Física no Ensino Fundamental**. Revista de Ensino de Ciências e Matemática, v. 12, n. 3, p. 1–25, abr.–jun. 2021. Disponível em: <https://portal.amelica.org/ameli/journal/509/5092220023/5092220023.pdf>. Acesso em: 11 jun. 2025.

BACHELARD, G. **A formação do espírito científico**. Tradução de Esteia dos Santos Abreu e Ana Lúcia de Araújo Guerrero. Rio de Janeiro: Contraponto, 2004.

BARDIN, L. *Análise de conteúdo*. 3. ed. Lisboa: Edições 70, 2011.

BRASIL. **Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/abase/>. Acesso em: 17 jun. 2025.

CARVALHO JÚNIOR, G. D. de. **As concepções de ensino de Física e a construção da cidadania**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Florianópolis, v. 19, n. 1, p. 53–66, abr. 2002. Disponível em: <https://semiaridodevisu.ifsertaope.edu.br/index.php/rsdv/article/download/629/608/4704>. Acesso em 30 out 2025.

CARVALHO, A. M. P. et al. **Ciências no Ensino Fundamental: o conhecimento físico**. São Paulo: Scipione, 1998.

CARVALHO, A. M.P (org). **Ensino de Ciências: unindo a pesquisa à prática**. São Paulo: Cengage Learning. São Paulo, 2012.

CARVALHO, A. M. P. **Didática e prática de ensino: fundamentos e reflexões**. São Paulo: Cortez, 2016.

CARVALHO, A. M. P. (Org.). **Ensino de Ciências por Investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

_____.; GIL-PÉREZ, D. **Formação de professores de Ciências: tendências e inovações**. 10. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

CHASSOT, A. **Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social**. Revista Brasileira de Educação, Rio de Janeiro, n. 22, p. 89-100, jan./abr. 2003.

_____, A. **Alfabetização científica: questões e desafios para a educação**. Ijuí: Ed. Unijuí, 2011.

COSTA, P. J. C.; POSSEL, B.; FOSCARIN, A.; DA ROSA, C. T. W. **Desenvolvimento do pensamento crítico por meio do estudo de lógica argumentativa na alfabetização científica**. Revista Insignare Scientia, v. 4, n. 5, p. 123–139, 2021. Disponível em: <https://periodicos.uffs.edu.br/index.php/RIS/article/view/12563>. Acesso em: 24 jun. 2025.

DELIZOICOV, D. Problemas e problematizações. In: PIETROCOLA, M. (Org.). **Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora**. São Paulo: Cortez, 2008.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, A. P. S. **Ensino de ciências: fundamentos e métodos**. 5. ed. São Paulo: Cortez, 2011. Disponível em: <https://ria.ufrn.br/jspui/handle/123456789/996>. Acesso em 22 jun. 2025.

DRIVER, R.; ASOKO, H.; LEACH, J.; MORTIMER, E.; SCOTT, P. **Construindo conhecimento científico na sala de aula**. Química Nova na Escola, São Paulo, n. 9, p. 31–40, 1999. Disponível em: <https://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc09/aluno.pdf>. Acesso em 25 dez. 2025.

FERNANDES, G. W. R.; BARBOSA, G. M.; ALLAIN, L. R.; SANTOS, D. L. **Unidade de ensino potencialmente significativa integrada a uma situação de estudo: avaliando o conhecimento científico de estudantes da educação básica a partir de uma tecnologia social**. Investigações em Ensino de Ciências, Porto Alegre, v. 29, n. 2, p. 231–259, 2024. Disponível em: <https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/3548>. Acesso em: 16 jun. 2025.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

_____. **Educação como prática da liberdade**. 7. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1980.

_____. **Pedagogia do Oprimido**. São Paulo, SP: Paz e Terra. 18ªed.1988.

_____. **Extensão ou Comunicação?** Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1980.

GASPAR, A. **Cinquenta anos de ensino de física: muitos equívocos, alguns acertos e a necessidade do resgate do papel do professor**. In: XV Encontro de Físicos do Norte e Nordeste, 1995, Natal-RN. Anais..., 1995. Disponível em: https://fep.if.usp.br/~profis/arquivo/projetos/artigos/GASPAR_1997.pdf. Acesso em: 30 nov. 2025.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

_____. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

HODSON, D. **Teaching and learning science: towards a personalized approach**. Buckingham: Open University Press, 2003.

LAHERA, J. FORTEZA, A. **Ciências físicas nos ensinos fundamental e médio: modelos e exemplos**. Porto Alegre: Artmed, 2006.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Fundamentos de Metodologia Científica**. São Paulo: Atlas, 2003.

LORENZETTI, L.; DELIZOICOV, D. **Alfabetização científica no contexto das séries iniciais**. Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências, Belo Horizonte, v. 3, n. 1, p. 1–17, jun. 2001. Disponível em: <http://redalyc.org/articulo.oa?id=129517973004>.. Acesso em: 12 mai. 2025.

LORENZETTI, L. **A alfabetização científica nos anos iniciais: os indicadores evidenciados por meio de uma sequência didática**. [S. l.: s. n.], 2000. In: A alfabetização científica nos anos iniciais. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ep/a/swHL9FCwBrVv8nsVJq76zRH/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 14 jun. 2025.

MASINI, E. A. F. S.; MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. São Paulo, SP: Centauro, 2009

MACHADO, J. N.; DORNELES, P. F. T. **Uma proposta de avaliação diferenciada a partir de uma UEPS para o ensino de Física no componente curricular de Ciências do Ensino Fundamental**. Pesquisa e Debate em Educação. v. 9, n. 1, p. 524–536, jan./jun. 2019. Disponível em: <https://periodicos.ufrf.br/index.php/RPDE/article/view/31128>. Acesso em: 16 jun. 2025.

MINAYO, M. C. de S. **O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde**. 10. ed. São Paulo: Hucitec, 2007.

MORAN, J. M. **A educação que desejamos: novos desafios e como chegar lá**. 5. ed. Campinas: Papirus, 2007.

MORAES, R. M. de. **A Teoria da Aprendizagem Significativa - TAS**. Construir Notícias, Recife PE, p. 05 - 25, 01 maio 2007. Disponível em: <https://www.construirnoticias.com.br/a-teoriada-aprendizagem-significativa-tas/>. Acesso em: 14 dez. 2025.

MOREIRA, M. A. **Unidades de ensino potencialmente significativas – UEPS**. Aprendizagem Significativa em Revista: Meaningful Learning Review, Porto Alegre, v. 1, n. 2, p. 43–63, 2011. Disponível em: http://www.if.ufrgs.br/asr/artigos/Artigo_ID10/v1_n2_a2011.pdf. Acesso em: 18 jun. 2025.

_____. **Teoria da aprendizagem significativa: um referencial para a compreensão e a melhoria do ensino**. São Paulo: Centauro, 2011.

_____. **Aprendizagem significativa: Uma abordagem construtiva.** São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária. (2011)

_____. **Unidades de Ensino Potencialmente Significativas.** In SILVA. Márcia Gorette Lima da. et. al (org). Temas de ensino e formação de professores de ciências. Natal, RN: EDUFRRN, 2012(a). p. 45 - 57.

_____. **Teorias de aprendizagem.** 2. ed. São Paulo: EPU, 2012(b).

_____. **Grandes desafios para o ensino da física na educação contemporânea.** Revista do Professor de Física. Brasília, vol.1, n.1, 2017.

_____. **Desafios no ensino da física.** Revista Brasileira de Ensino de Física, São Paulo, v. 43, supl. 1, e20200451, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2020-0451>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbef/a/xpwKp5WfMJsfCRNFCxHqLy/abstract/?lang=pt>. Acesso em 30 de out. 2025.

_____. **ENSINO DE CIÊNCIAS: CRÍTICAS E DESAFIOS.** Experiências em Ensino de Ciências V.16, No.2 2021. Disponível em: https://moodle.passofundo.ifsul.edu.br/pluginfile.php/127193/mod_resource/content/1/MOREIRA.pdf. Acesso em 28 de jun. 2025.

MOREIRA, M. A.; MASSONI, N. T. **Noções básicas de epistemologias e teorias de aprendizagem como subsídios para a organização de seqüências de ensino-aprendizagem em ciências/física.** São Paulo: Livraria da Física, 2016.

MOREIRA, M. A; MASINI, Elcie. **Aprendizagem Significativa: A teoria de David Ausubel.** São Paulo: Moraes, 1982.

MOREIRA, M. A.; MACHADO, V. F. **Alfabetização científica na prática: inovando a forma de ensinar Física.** São Paulo: Livraria da Física, 2017.

MOREIRA, M. A.; CARVALHO, A. M. P. **Almejando a alfabetização científica no ensino fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo.** Investigações em Ensino de Ciências, Porto Alegre, v. 13, p. 333–352, 2008.

MOREIRA, M. A. **Ensino de física no Brasil: retrospectiva e perspectivas.** Revista Brasileira de Ensino de Física, São Paulo, v. 22, n. 1, p. 94-99, 2000. Disponível em: http://www.fep.if.usp.br/~profis/arquivo/projetos/artigos/MOREIRA_2000.pdf. Acesso em 30 out 2025

MOREIRA, M. A. **ENSINO DE CIÊNCIAS. Uma análise crítica do ensino de Física.** Ensino de Ciências, v. 32, n. 94, set.-dez. 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s0103-40142018.3294.0006>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ea/a/3JTLwgQNsfWPqr6hjzyLQzs/?lang=pt>. Acesso em: 30 out. 2025.

NARDI, R. **Pesquisa em ensino de física.** 3. ed. São Paulo: Escrituras, 2011

_____. **A pesquisa em ensino de Física no Brasil: considerações sobre suas origens, expansão e perspectivas.** In: V Seminário Internacional de Pesquisa e Estudos Qualitativos (SIPEQ), 2018, Foz do Iguaçu. Anais... Foz do Iguaçu: SIPEQ, 2018. Disponível em <
https://fep.if.usp.br/~profis/arquivo/pesquisa_ef/Nardi_2018.pdf. Acesso em 28 out de 2025.

NESI, E.; CORCI BATISTA, M.; NEVES MACEDO DEIMLING, N. **Os conhecimentos prévios dos educandos: experiências apresentadas nos produtos educacionais dos egressos do polo 32 do MNPEF.** Arquivos do Mudi, v. 24, n. 3, p. 371–386, 2020. Disponível em <
https://www.researchgate.net/publication/347335009_OS_CONHECIMENTOS_PREVIOS_DOS_EDUCANDOS_EXPERIENCIAS_APRESENTADAS_NOS_PRODUTOS_EDUCACIONAIS_DOS_EGRESSOS_DO_POLO_32_DO_MNPEF >. Acesso em 26 jan de 2026.

PEÑA, Antonio Ontoria, BALLESTEROS PASTOR, Ana; MARTÍN BUENADICHA, Inmaculada; MOLINA RUBIO, Ana; CUEVAS MOYAS, Carmen; VÉLEZ RAMÍREZ, Úrsula; RODRÍGUEZ TAPIZ, Alfonso. Mapas Conceituais: Uma técnica para aprender. São Paulo: Edições Loyola, 2005. TARDIF, Maurice. Saberes docentes e formação profissional. 8 ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2007.

PELLIS, Ricardo Gonçalves; CARIUS, Ana Carolina. **A Ciência nos anos finais do Ensino Fundamental: um olhar para o ensino de Física.** Research, Society and Development, v. 9, n. 11, e89991110422, 2020. Disponível em: <https://rsdjournal.org/rsd/article/view/10422/9468>. Acesso em 28 out de 2025.

PIZARRO, Mariana Vaitiekunas; LOPES JUNIOR, Jair. **Indicadores de alfabetização científica: uma revisão bibliográfica sobre as diferentes habilidades que podem ser promovidas no ensino de ciências nos anos iniciais.** Investigações em Ensino de Ciências, v. 20, n. 1, p. 208-238, 2015.

POZO, Juan Ignacio; CRESPO, Miguel Ángel Gómez. **A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico.** Porto Alegre: Artmed, 2009.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. **Almejando a alfabetização científica no ensino fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo.** Investigações em Ensino de Ciências, Porto Alegre, v. 13, n. 3, p. 333–352, 2008. Disponível em: http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID199/v13_n3_a2008.pdf. Acesso em: 12 jun. 2025.

SASSERON, L. H. **Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola – Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 17 (2015), p. 49–67. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/epec/a/K556Lc5V7Lnh8QcckBTTMcq/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em 22 de jun. 2025.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. **Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica.** *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 16, n. 1, p. 59–77, 2011. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/ienci/index.php/ienci/article/view/246>. Acesso em: 16 jul. 2025.

SILVA, V. R. da.; LORENZETTI, L. A **alfabetização científica nos anos iniciais: os indicadores evidenciados por meio de uma sequência didática.** *Educ. Pesqui.*, São Paulo, v. 46, e222995, 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ep/a/swHL9FCwBrVv8nsVJq76zRH/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em 16 de jun. 2025.

SIQUEIRA, C. A.; VALÉRIO, R. G. **A importância da alfabetização científica.** *Tópicos Educacionais: Recife*, v. 25, n 1. 2019.

SOUZA, V. F. M; SASSERON, L. H. **As interações discursivas no ensino de Física: a promoção da discussão pelo professor e a alfabetização científica dos alunos.** *Ciência & Educação*, Bauru, v. 18, n. 3, p. 593–611, 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/mgrcsn7H6687QB9y6w8qvHz/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em 14 de jun. 2025.

THIOLLENT, M. **Metodologia da pesquisa-ação.** 18. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente.** 7. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2001.

APÊNDICE A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

INSTITUTO FEDERAL SUL-RIO-GRANDENSE

CÂMPUS PELOTAS – VISCONDE DA GRAÇA

Programa de Pós-Graduação em Ciências e Tecnologias na Educação - PPGCITED

Curso de Mestrado Profissional em Ciências e Tecnologias na Educação

Você está sendo convidado(a) a participar da pesquisa: **"Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS): uma estratégia para o desenvolvimento da Alfabetização Científica no Ensino de Ciências"**, desenvolvida pelo mestrando **Alan Luis Figueiredo da Paz**, do Curso de Mestrado Ciências e Tecnologias na Educação do Instituto Federal Sul-Rio-Grandense (Câmpus Passo Fundo), sob orientação do professor **Lucas Vanini**.

O objetivo deste estudo consiste em **implementar e analisar** as Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS) em uma turma de 6º ano do Ensino Fundamental II, como estratégia para o desenvolvimento da **Alfabetização Científica (AC)**. A pesquisa terá como base a **prática de lançamento de protótipos de foguetes de papel**, vinculados ao conteúdo curricular de Física, através de **atividades experimentais e investigativas**.

O estudo será desenvolvido num período de aproximadamente **dois meses**, na própria escola. Para o registro dos dados, haverá **gravação de áudio e registro fotográfico** das atividades desempenhadas pelos estudantes. Esta pesquisa **não apresenta nenhum risco** conhecido para os participantes.

Garantimos a **confidencialidade e o sigilo** sobre sua participação. As informações e os materiais produzidos pelos estudantes serão divulgados apenas em eventos ou publicações científicas, e **jamaís serão associados ao seu nome**, garantindo que não haja identificação.

A pesquisa oferece como benefício o avanço no **desenvolvimento do pensamento científico**, ampliando sua capacidade de interpretar dados, levantar hipóteses e participar de forma ativa e reflexiva do processo de aprendizagem.

Destaca-se que esta pesquisa é **voluntária**. Você tem o direito de não responder a qualquer item e de **interromper sua participação a qualquer momento** e por qualquer razão, sem que isso gere qualquer ônus ou prejuízo. Além disso, você não terá qualquer despesa para participar e não receberá pagamento pela sua colaboração no estudo.

Caso você tenha dúvidas sobre a pesquisa ou se considere prejudicado(a) em sua dignidade e autonomia, você pode entrar em contato com os pesquisadores (conforme dados no final deste documento), com a instituição, ou também consultar o **Comitê de Ética em Pesquisa** (dados ao final do documento).

Dessa forma, se você concorda em participar da pesquisa, conforme consta nas explicações e orientações acima, solicitamos a sua assinatura e a de seus responsáveis legais de autorização neste termo.

Desde já, agradecemos a sua colaboração!

Passo Fundo, 30 de setembro de 2025.

Nome do(a) estudante: _____

Assinatura: _____

Nome do(a) responsável: _____

Assinatura: _____

Nome da pesquisador:

Assinatura: _____

Dados dos pesquisadores

Lucas Vanini (Orientador) – lucasvanini@ifsul.edu.br
41 99541-2314 Alan Luis Figueiredo da Paz (aluna) –
alanpaz.vg047@academico.ifsul.edu.br
54 9 8407 8926 IFSUL Câmpus Passo Fundo
Departamento/Instituto: Departamento de Ensino CEP: 99064-
440
Fone: 54 3311 2916

Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) – Avaliador do Projeto

Endereço: BR 285 - Km 292, Campus I - Centro Administrativo/Reitoria
4º andar - Bairro São José PASSO
FUNDO - RS CEP: 99052-900
Telefone: 54 3316-8157 E-mail:
cep@upf.br2

APÊNDICE – B - AUTORIZAÇÃO DA ESCOLA

INSTITUTO FEDERAL SUL-RIO-GRANDENSE

CÂMPUS PASSO FUNDO

Programa de Pós-Graduação em Ciências e Tecnologias na Educação -
PPGCITED Curso de Mestrado Profissional em Ciências e Tecnologias na
Educação

AUTORIZAÇÃO PARA REALIZAÇÃO DE PESQUISA DE MESTRADO

À Direção do Colégio Cívico-Militar Padre Arnaldo Jansen, E.F.M.E. Prof.

Eu, Alan Luis Figueiredo da Paz, venho respeitosamente solicitar autorização desta Direção escolar para a realização de atividades de pesquisa, vinculadas ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Tecnologias na Educação - PPGCITED, do Instituto Federal Sul-rio-grandense, Campus Passo Fundo (RS).

A pesquisa tem como temática "Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS): uma estratégia para o desenvolvimento da Alfabetização Científica (AC) no Ensino de Ciências". O objetivo é desenvolver e implementar UEPS em uma turma de 6º ano do Ensino Fundamental, utilizando a prática de construção e lançamento de protótipos de foguetes como recurso experimental investigativo, vinculado ao conteúdo curricular de Física.

As atividades terão duração aproximada de 2 meses, compreendendo o período de 22/11/2025 a 12/01/2026, totalizando 8 aulas. Durante este processo, haverá acompanhamento presencial/on-line do professor orientador da pesquisa, Dr. Lucas Vanini.

A pesquisa será realizada a partir de dados produzidos durante a aplicação das atividades didáticas com os estudantes do 6º ano. Destaco que a escola não terá quaisquer despesas, nem receberá pagamentos em função da participação neste estudo. Ressalto, ainda, os potenciais benefícios que a pesquisa poderá trazer, tanto para a comunidade acadêmica quanto para a instituição escolar e a sociedade em geral.

() Autorizo

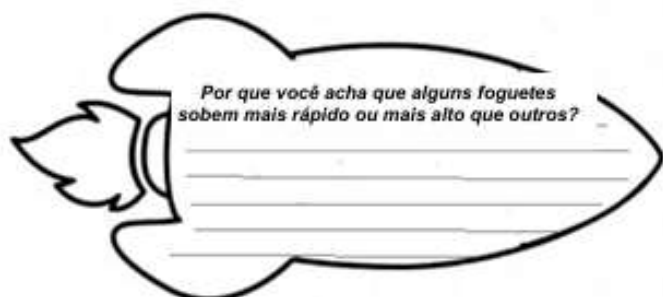
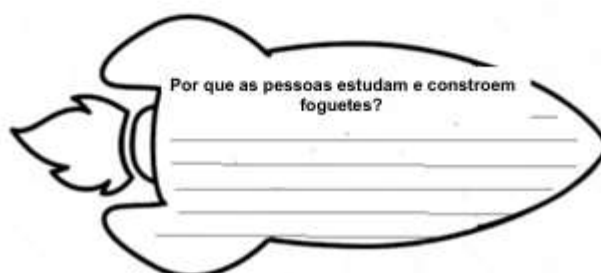
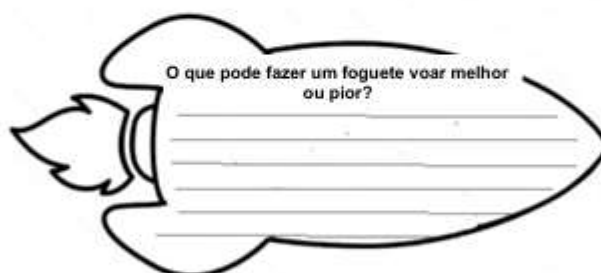
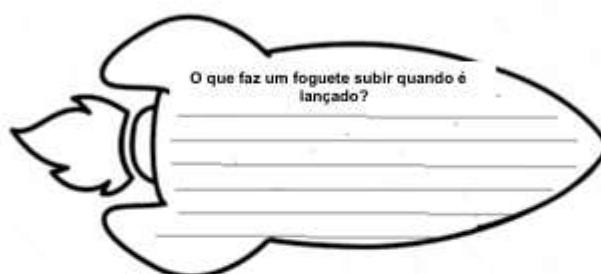
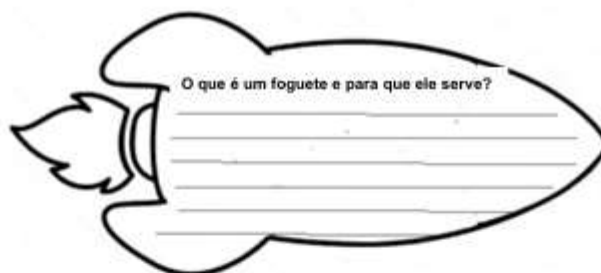
() Não autorizo

Diretor

Eu, Alan Luis Figueiredo da Paz, me comprometo a cumprir as normativas da direção do colégio, mantendo conduta ética e responsável e a utilizar os dados produzidos pela pesquisa, exclusivamente para fins acadêmicos e a destruí-los após a conclusão do estudo.

Mestrando
Alan Luis Figueiredo da Paz

APÊNDICE – C - VARAL DO CONHECIMENTO.



APÊNDICE – D - VOO DAS BEXIGAS (BALÕES)

Objetivo: Investigar, por meio da observação do voo de balões de diferentes formatos, como a ausência de aerodinâmica influencia o movimento e a trajetória dos objetos.

Descrição: Nesta atividade investigativa, cada estudante receberá um balão (bexiga) com formato e tamanho variados. Após encherem os balões, os alunos, um por vez, irão soltá-los sem amarrar a boca, permitindo que o ar escape livremente. Durante o experimento, os estudantes serão convidados observar atentamente o comportamento da bexiga em movimento, especialmente sua trajetória, a velocidade e os sons produzidos.

A proposta visa estimular a curiosidade e a observação de fenômenos físicos, como o princípio da ação e reação (Terceira Lei de Newton), bem como aerodinâmica dos balões. Ao final, será promovida uma roda de conversa para levantar hipóteses e discutir o que faz o balão se mover.

Questionamentos:

- Por que alguns balões voam em linha reta enquanto outros giram ou mudam de direção?
- O formato do balão pode influenciar a maneira como ele voa? De que forma?
- O ar que sai do balão tem relação com o seu movimento? Como isso ocorre?
- *Como você imagina que seria o voo do balão se ele tivesse um formato semelhante ao de um foguete?*
- Como poderíamos modificar o balão para que ele voe de maneira mais estável?

APÊNDICE – E - RELAÇÃO ENTRE ÂNGULO DE LANÇAMENTO E DISTÂNCIA PERCORRIDA.

Contexto: O Desafio da NASA-Júnior

Imaginem que vocês fazem parte da **NASA-Júnior**, uma equipe de jovens cientistas e engenheiros. A missão de vocês é simples, mas crucial: projetar o lançamento de um pequeno foguete de pesquisa que precisa percorrer a **maior distância horizontal possível**.

Nossa simulação é realista, o que significa que teremos que lidar com um inimigo invisível, mas poderoso: a **Resistência do Ar**. Para utilizarmos o simulador PhET para testá-lo. O **ângulo de lançamento** é o único fator que vocês podem controlar para alcançar essa distância máxima. Escolham cinco ângulos diferentes e teste-os.

A pergunta é: **qual é o ângulo secreto que melhor contribui para o alcance do foguete na presença da Resistência do Ar?**

Registro dos dados em tabela obtidos pelo Simulador *PhET* de lançamento oblíquo.

Ângulo de lançamento (°)	Resistência do ar	Distância percorrida (m)
	Com resistência	
	Sem resistência	
	Com resistência	
	Sem resistência	
	Com resistência	
	Sem resistência	
	Com resistência	
	Sem resistência	
	Com resistência	
	Sem resistência	

Relatório Final da NASA-Júnior

Após analisarem os dados da sua Tabela de Registro da NASA-Júnior e encontrarem o Ângulo Ideal para o lançamento com a Resistência do Ar ligada, qual foi o ângulo que alcançou a maior distância? Por que?

Conclusão: _____

APÊNDICE – F – ANÁLISE DE VARIÁVEIS EXPERIMENTAIS

Tabela de Anotação e Comparação de Modelos de Foguetes

Nº	Tipo de Papel (gramatura)	Tipo de Aleta (forma/material)	Quantidade aletas	Massa Total (g)	Alcance (m)	Estabilidade no Voo (✓ / ✗)	Observações
1	Sulfite (75 g/m ²)						
2	Sulfite (75 g/m ²)						
3	Cartolina (120 g/m ²)						
4	Cartolina (120 g/m ²)						
5	Papel cartão (180 g/m ²)						
6	Papel cartão (180 g/m ²)						

Conclusão:

APÊNDICE – G – INDICADORES DE ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA.

Tabela – Indicadores de Alfabetização Científica

Indicador	Contexto	Exemplos de manifestação no aluno	Comentário
Levantamento de hipóteses			
Justificativa			
Previsão			
Explicação			
Compreensão conceitual			
Uso da linguagem científica			
Interação e argumentação			
Registro e análise de dados			

Tabela 1. Indicadores de Alfabetização Científica propostos por Sasseron e Carvalho (2008).

APÊNDICE – H – REPRESENTAÇÃO DE FOGUETE

REPRESENTAÇÃO DE UM FOGUETE

Olá, estudantes engenheiros espaciais!

Desde os primeiros balões até os gigantescos foguetes modernos, o sonho de voar e explorar o espaço sempre fascinou a humanidade. Para alcançar as estrelas, precisamos de máquinas incríveis, capazes de desafiar a gravidade e as forças da natureza!

Pensando nisso, sua missão agora é ser um cientista ou engenheiro e **criar seu próprio foguete ideal para voo!**

Capriche no **desenho** e nos detalhes. Lembre-se: não há resposta errada aqui, apenas sua imaginação em ação para criar o foguete mais incrível para viajar pelo espaço!

|

Parabéns pelo seu projeto! Agora que você desenhou seu foguete, é hora de convencer seus colegas o porquê seu foguete é o ideal para o voo.

APÊNDICE I - SONDAGEM DE OPINIÃO E CONHECIMENTO

Sondagem de Opinião e conhecimento



PARTE A — Opinião sobre as atividades	
Quais das atividades ao lado você mais gostou?	☐ Vídeos e explicações ☐ Bexigas voando ☐ Simulador hET ☐ Construção dos foguetes ☐ Lançamentos dos foguetes
Por que você escolheu a atividade indicada anteriormente?	
PARTE B — O que você aprendeu	
Aprendi como os foguetes sobem e se movimentam.?	☐ Sim ☐ Não
Caso marcou a opção SIM, explique brevemente como os foguetes voam, quais forças atuam nele?	
"Depois dos testes com os seus foguetes, cite um fator positivo e um fator negativo percebido no voo do seu foguete? E	
Qual melhor ângulo deve ser adotado para melhor desempenho dos voos dos foguetes?	

APÊNDICE J - MATERIAL DE APOIO TEÓRICO (APOSTILA)

Professor: Alan Luis
 Disciplina: Ciências
 Série: 6ª ano _____ Turno: Tarde
 Aluno: _____

"As Forças Físicas que Atuam no Voo do Foguete"

Introdução: O Que é a Física?

A Física é uma área da ciência que estuda os fenômenos naturais, como os movimentos, as forças, o calor, a energia, o som e a luz. Ela nos ajuda a entender como tudo funciona e por que os fenômenos acontecem do jeito que acontecem."

Situação do cotidiano	O que a Física explica
Quando chutamos uma bola	O movimento e a força aplicada
Quando o avião ou foguete sobe	O empuxo e a ação da gravidade
Quando acendemos uma lâmpada	A transformação de energia elétrica em luz
Quando ouvimos um som alto ou baixo	As vibrações do ar (ondas sonoras)
Quando a água ferve	O calor e as mudanças de estado físico

A Física também pode ser encontrada no voo de um foguete, principalmente pelas **forças** presentes em seu movimento.

O que Força?

Força é uma ação que acontece quando um objeto encosta ou interage com outro. Essa ação pode fazer o objeto se mover, parar ou mudar de forma.

Quando **empurramos**, **puxamos** ou **arremessamos** algo, estamos aplicando uma força. No dia a dia, vemos forças ao abrir uma porta, empurrar um carrinho ou chutar uma bola.



Fonte: Brasescola.

➤ As forças que atuam em um foguete.

Durante o lançamento de um foguete de papel, várias forças atuam ao mesmo tempo. São elas:

FORÇA DE TRAÇÃO

É a força que empurra o foguete para cima, causada pelos gases expelidos rapidamente para baixo, ou seja, se desloque na direção oposta ao jato de gases liberados pelos motores.



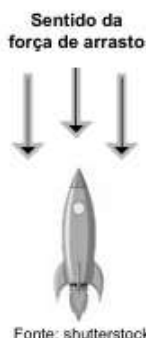
FORÇA PESO (gravidade)

É a força com que a Terra puxa o foguete para baixo. Ela depende da massa do foguete e da gravidade.



FORÇA DE ARRASTO OU RESISTÊNCIA DO AR

É a força que o ar faz contra o movimento do foguete, diminuindo sua velocidade.



FORÇA DE SUSTENTAÇÃO

É uma força do ar que ajuda o foguete a se manter por mais tempo no ar, empurrando-o levemente para cima.



Princípio de Ação e Reação (Terceira Lei de Newton)

Para cada ação, existe uma reação de igual intensidade e em sentido oposto. No foguete, quando o ar é expelido para baixo (ação), o foguete se desloca para cima (reação).



O equilíbrio das forças

Durante o voo:

- Se a **força de tração** é maior que a **força peso**, o foguete **sobe**.
- Se elas se **igualam**, o foguete **para no ar**.
- Se a **força peso** é maior, o foguete **desce**.

Sobre a Aerodinâmica do foguete:

- **Aerodinâmica** é o estudo de como o ar se move ao redor de objetos em movimento.
- Quando um foguete é **bem aerodinâmico**, ele fura o ar com mais facilidade, como uma seta ou uma ponta de lápis.

Por que isso importa para os foguetes?

- Um foguete com **bico pontudo e corpo liso** tem **menos resistência do ar**.

- Isso significa que ele sobe mais alto e mais rápido, porque não está perdendo força "lutando" contra o vento.
- Se o foguete tem forma "gordinha", com muitas partes abertas ou irregulares, o ar empurra mais contra ele — e ele sobe menos.

Resumindo:

A forma do foguete ajuda a decidir se ele vai subir bem ou não. Se ele tiver um formato "esperto", com bico fino e corpo liso, o ar não atrapalha tanto — e ele pode voar mais alto.

Conclusões

O movimento do foguete depende do equilíbrio entre a força de tração, a força peso e a resistência do ar. Modificações no formato ou no peso podem alterar o alcance do voo.

Agora é com você!

"Durante o voo de um foguete, quais forças você acha mais importantes e por quê? O que mais chamou a sua atenção?"

Referências:

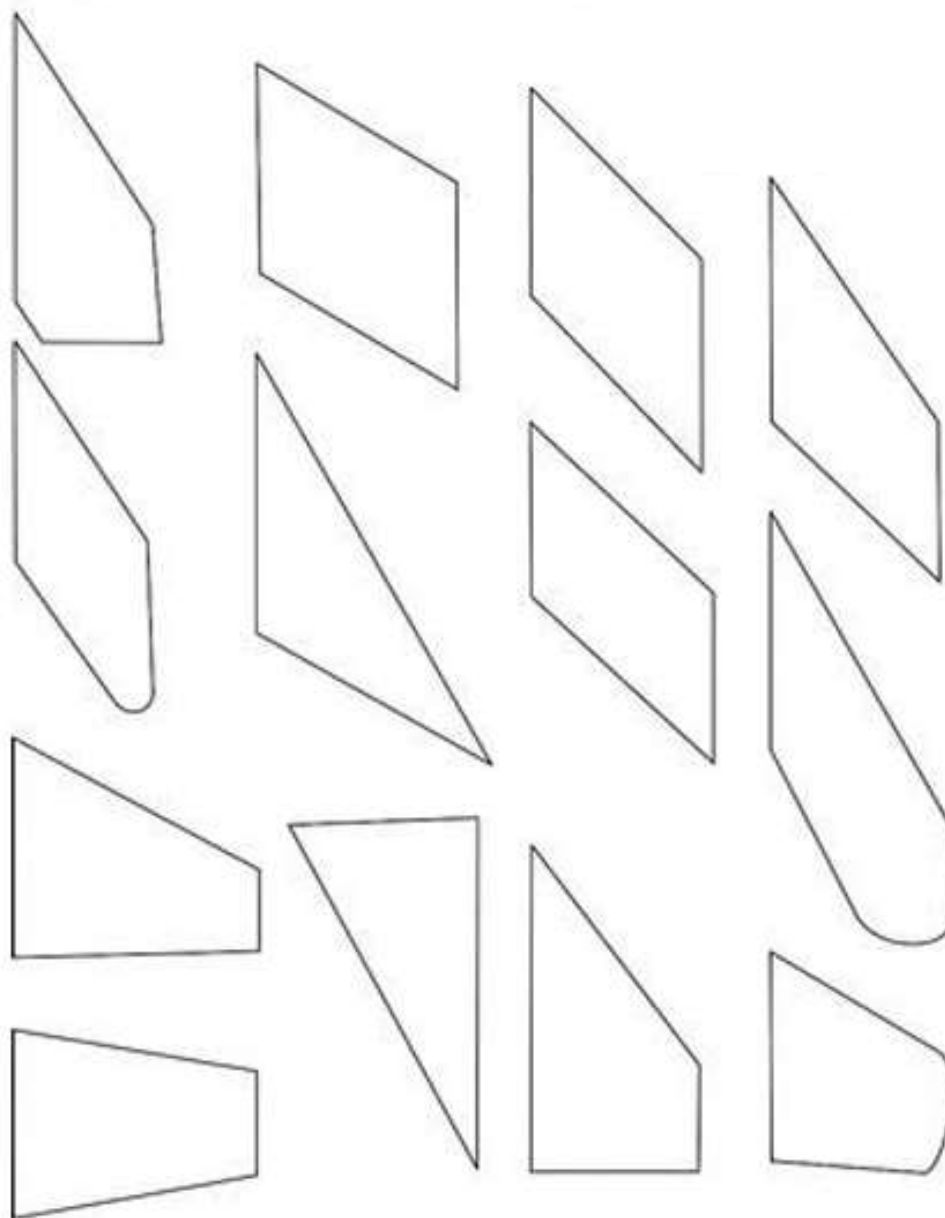
SÓ FÍSICA. Disponível em: <https://www.sofisica.com.br/>. Acesso em: 28 out. 2025.

MANUAL DO MUNDO. Disponível em: <https://www.youtube.com/user/ManualdoMundo>. Acesso em: 25 out. 2025.

SE LIGA NA FÍSICA. Disponível em: <https://www.youtube.com/c/seliganafisica>. Acesso em: 25 out. 2025.

ANEXO A – MODELOS DE ALETAS

13 TIPOS DE EMPENAS DE FOGUETES



Fonte: Fonte: *Bandeirante Foguetes Educativos.* Disponível em:
www.bandeirante.org.br