

FOGUETE DE PROPULSÃO QUÍMICA COMO FERRAMENTA PEDAGÓGICA: UM RELATO DE EXPERIÊNCIA NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE FÍSICA

Raíssa Ferreira de Oliveira¹
Karine dos Santos²

RESUMO

O ensino de Física, embora essencial para compreender o funcionamento do mundo natural, enfrenta desafios significativos no contexto educacional brasileiro, especialmente em escolas públicas. A prevalência de métodos tradicionais, as limitações de recursos didáticos e a desconexão entre teoria e prática contribuem para o desinteresse dos estudantes. Diante disso, este trabalho investiga as potencialidades do uso de foguetes de propulsão química como ferramenta pedagógica na formação de professores, com base nos princípios da educação STEAM. A proposta envolve atividades experimentais que integram teoria e prática, estimulando o pensamento crítico, a colaboração e a aprendizagem significativa. O projeto foi realizado com licenciandos em Física do Instituto Federal do Piauí – Campus Corrente, por meio da construção e lançamento de foguetes. Os resultados demonstraram um aumento no engajamento dos participantes, desenvolvimento de competências científicas e valorização das metodologias ativas. A atividade se mostrou acessível, lúdica e eficaz, contribuindo para uma formação docente mais crítica, criativa e conectada com a realidade educacional.

Palavras-chaves: Ensino de Física; Metodologias ativas; Educação STEAM; Foguetes de propulsão química; Formação docente.

ABSTRACT

The teaching of Physics, although essential to understanding the functioning of the natural world, faces significant challenges in the Brazilian educational context, especially in public schools. The prevalence of traditional methods, limited teaching resources, and the disconnection between theory and practice contribute to student disengagement. In this context, this study investigates the potential of using chemically propelled rockets as a pedagogical tool in teacher education, based on the principles of STEAM education. The proposal involves experimental activities that integrate theory and practice, stimulating critical thinking, collaboration, and meaningful learning. The project was carried out with Physics undergraduates at the Federal Institute of Piauí – Corrente Campus, through the construction and launch of rockets. The results showed an increase in participants' engagement, development of scientific skills, and appreciation of active methodologies. The activity proved to be accessible, playful, and effective, contributing to a more critical, creative, and context-aware teacher training.

Keywords: Physics teaching; Active methodologies; STEAM education; Chemically propelled rockets; Teacher training.

Data de aprovação: 09/07/2025

¹ Licenciando do curso de Física. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí. cmarcoscarvalho6@gmail.com.

² Professor do curso de Licenciatura em Física. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí. karinesantos@ifpi.edu.br.

1 INTRODUÇÃO

O ensino de Física, embora essencial para compreender o funcionamento do mundo natural, enfrenta desafios significativos no contexto educacional brasileiro, especialmente em escolas públicas. Exercer um ensino baseado exclusivamente na transmissão oral da informação vem se tornando cada vez mais impraticável, além disso, a falta de recursos didáticos, como laboratórios e materiais experimentais, contribui para o desinteresse dos estudantes e para a dificuldade em conectar os conceitos teóricos à prática cotidiana.

Essa limitação aponta para uma lacuna educacional relacionada à inadequação das metodologias convencionais frente às demandas contemporâneas. Nesse sentido, torna-se necessária a busca por abordagens inovadoras que promovam maior engajamento dos alunos e tornem o aprendizado mais significativo. Desse modo, compreende-se que a inovação não deve ser vista como um fim em si mesma, mas como um meio de melhoria nos resultados educacionais (Vincent-Lancrin *et al.*, 2019). Essas metodologias inovadoras de ensino, onde os modelos são centrados no aluno e na aplicabilidade dos conhecimentos, são uma forma de trabalho pedagógico que envolve os alunos em seu próprio sucesso, incorporando seus interesses, habilidades e os encorajando a assumir responsabilidades no processo de aprendizagem (Nascimento, 2022).

Nesse sentido, os princípios da educação STEAM (Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática, na sigla em inglês) oferecem uma estrutura pedagógica interdisciplinar, centrada na resolução de problemas e no aprendizado prático, que pode ser aplicada de maneira eficaz no ensino de Física. Além disso, ela faz parte das metodologias ativas de ensino, centradas no estudante e na resolução de problemas, que vêm ganhando destaque ao fomentar a construção coletiva do conhecimento e a aplicação do saber em contextos reais (Bosi; Schmiguel, 2020).

A proposta apresentada neste artigo baseia-se na construção e no lançamento de foguetes de propulsão química como proposta pedagógica interdisciplinar no processo de formação de professores. Essa prática visa promover um aprendizado mais envolvente, destacando-se como estratégia de aproximação entre o conhecimento científico e o desenvolvimento tecnológico.

A temática dos foguetes de propulsão química foi escolhida devido ao seu potencial de integrar conceitos teóricos da Física com atividades práticas e contextualizadas. Além de estimular a curiosidade, o pensamento crítico e a aprendizagem dos estudantes, num cenário de aplicabilidade no ensino, a construção, caracteriza-se como uma oportunidade concreta para aplicação de conceitos fundamentais da Física, como as Leis de Newton, movimento oblíquo e pressão, em um ambiente investigativo e colaborativo.

A atividade experimental com foguetes contribui, ainda, para a ampliar o repertório pedagógico dos licenciandos, possibilitando um aprofundamento nos conhecimentos sobre metodologias ativas, promovendo maior engajamento e compreensão/aplicação de fenômenos científicos, desenvolvimento de habilidades práticas, colaborativas e críticas, enriquecendo sua formação acadêmica e científica.

Como afirmam Gaspar e Monteiro (2005) e Matos e Valadares (2001), a atividade experimental possui caráter motivacional, uma vez que, podem possibilitar uma interação direta entre a disciplina de Física e os discentes. Assim:

“[...] o estudante pode fazer suas inferências sobre determinado tema, pode interagir com as variáveis que definem a teoria, o trabalho experimental é um ‘banco de prova’ que permite ao aluno avaliar o seu conhecimento, suas ideias e os modelos científicos.” (Vilaça, p.08, 2012).

Dessa forma, a presente pesquisa teve como objetivo geral identificar as potencialidades do uso de foguetes de propulsão química na formação de professores, tendo como base os princípios da educação STEAM. A investigação foi conduzida por meio do planejamento e execução de atividades práticas, associadas a uma fundamentação teórica e à análise do engajamento dos licenciandos de Física.

O desenvolvimento do trabalho inclui uma abordagem teórica que discute a relevância da Astronomia e da exploração espacial no ensino de Ciências, além do papel da Mostra Brasileira de Foguetes (MOBFOG) como ferramenta de incentivo à aprendizagem. Também são exploradas as bases pedagógicas das metodologias ativas, com ênfase na experimentação e no ensino por projetos, destacando a proposta da educação STEAM como um eixo articulador da prática.

A metodologia contempla o planejamento, a construção, o lançamento de foguetes de propulsão química por licenciandos em Física e os cuidados com segurança. Por fim, são apresentados e analisados os resultados da atividade, com ênfase nas percepções dos participantes, nos avanços conceituais identificados e nas contribuições da proposta para a formação docente, especialmente no que diz respeito ao engajamento, à aplicação prática dos conteúdos e ao desenvolvimento de competências investigativas.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 ASTRONOMIA, SEU ENSINO E A MOBFOG

O ser humano sempre teve admiração pelo Universo, bem como, o grande desejo de desvendá-lo. No entanto, os primeiros estudos limitavam-se aos astros e estrelas visíveis a olho nu. Essa abordagem foi expandida com a invenção do telescópio, sendo encarado como o marco zero do aprofundamento do estudo da Astronomia. Neste contexto, o homem sentiu a necessidade de conhecer o que existe a sua volta, como os fenômenos naturais que acarretam cada estação do ano, o fluxo migratório dos animais, claridade e escuridão, e identificar as fases da Lua, sendo conhecimentos determinantes para a sobrevivência do homem pré-histórico (Amaral; Laranjeiras, 2008, p.6).

A Astronomia foi o principal pilar para o planejamento das missões Apollo, especialmente na determinação das trajetórias para a Lua (Cortright, 2009). Além disso, Tsiolkovsky (1903), considerado um dos pioneiros da astronáutica, relacionou os princípios astronômicos às equações do movimento de foguetes, fornecendo a base para o cálculo de velocidades de escape e entrada em órbita. É importante ressaltar que a astronomia, muitas vezes, desempenha um papel crucial no ensino de Física, despertando o interesse dos estudantes por fenômenos naturais e estimulando o pensamento crítico. Além de ser um campo de estudo das estrelas, planetas e outros corpos celestes, ela está intrinsecamente ligada à exploração espacial, desempenha um papel vital no ensino da Física, pois aborda conceitos fundamentais, estimulando o interesse dos alunos pela exploração do universo.

Além disso, a exploração espacial, que se beneficia diretamente da evolução das tecnologias de foguetes e satélites, tem estreita relação com a astronomia. A tecnologia desenvolvida para lançar e operar foguetes não apenas permite o estudo de planetas e estrelas distantes, mas também fornece dados valiosos que contribuem para o avanço de diversos campos científicos.

Assim, a colaboração entre a astronomia e a física aplicada à tecnologia espacial continua a impulsionar descobertas inovadoras, aprofundando o entendimento humano sobre o cosmos e oferecendo novas formas de ver e compreender o universo. Apesar da importância que o ensino da Astronomia tem na formação do indivíduo, seus conteúdos em sala de aula são, por muitas vezes, deixados de lado, embora o ensino da mesma seja regulamentado nos currículos oficiais da educação básica (Brasil, 1998).

Sendo assim, cabe a inserção de alguns questionamentos sobre o desenvolvimento da Astronomia na sociedade atual, principalmente dentro do âmbito escolar, articulando principalmente os estudos dos foguetes. Nesse contexto, a Mostra Brasileira de Foguetes (MOBFOG) é uma iniciativa relevante, pois, proporciona um aprendizado lúdico e cooperativo, onde os estudantes desenvolvem habilidades científicas, promovem o trabalho em equipe e ganham um entendimento mais profundo das ciências aeroespaciais (MOBFOG, 2025).

As olimpíadas científicas, particularmente a Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica (OBA) e Mostra Brasileira de Foguetes (MOBFOG), são competições voltadas para estudantes dos ensinos fundamental e médio. Elas buscam incentivar e despertar interesses pelo conhecimento científico e promover a aprendizagem em diversas áreas de conhecimento.

Segundo Rezende (2012), as olimpíadas científicas baseiam-se na ideia de que a construção do conhecimento científico se baseia na contribuição de conhecimentos individuais, mas também na realização de encontros, debates e trocas de experiências, servindo como desafio para os discentes, para que eles possam entender melhor os conceitos estudados em sala de aula, aumentar o interesse, além de melhorar o rendimento escolar.

A OBA é uma competição científica organizada anualmente pela Sociedade Astronômica Brasileira (SAB) em parceria com a Agência Espacial Brasileira (AEB). E tem como objetivos principais a promoção no estudo da Astronomia entre alunos do ensino fundamental e médio; incentivar e colaborar com os professores se atualizarem em relação aos conteúdos de Astronomia e despertar o interesse dos jovens pela Astronomia (Rocha, J. F. V. et al., 2003). Elas são realizadas em uma única etapa, todas elas no âmbito da própria escola do aluno.

Essa competição integra os conhecimentos de física, química e engenharia por meio da construção e lançamento de foguetes. No nível 4 da OBAFOG, destinado a alunos do ensino médio, o foguete é impulsionado por uma reação química entre vinagre (ácido acético a 40%) e bicarbonato de sódio, que gera dióxido de carbono e aumenta a pressão interna do artefato. Essa pressão é liberada na base do foguete, gerando impulso para o seu movimento segundo a terceira lei de Newton — ação e reação.

A estrutura é feita com garrafas PET e montada exclusivamente pelos alunos, sendo vedado o uso de foguetes prontos ou parcialmente montados. Além disso, os lançamentos devem ocorrer em áreas abertas, com o uso de equipamentos de proteção individual, e os alunos são incentivados a otimizar fatores como estabilidade, peso, ângulo de lançamento e empuxo, o que torna a atividade rica em aprendizagem experimental (OBAFOG, 2025, p.3).

No Ensino Médio, nível 4, os alunos pressurizam o foguete com vinagre e bicarbonato de sódio. Cabe aos participantes determinarem o melhor ângulo de lançamento, melhor quantidade de vinagre e bicarbonato, descobrir o melhor tamanho das aletas do foguete etc., no sentido de obter o maior alcance possível. Ao final do processo, para todos os participantes são distribuídos certificados e com base nas notas desta única etapa são distribuídas as medalhas. Os alunos que conseguirem maiores alcances são convidados para a Jornada de Foguetes.

2.2 METODOLOGIAS ATIVAS E A EXPERIMENTAÇÃO: BASES TEÓRICAS DAS COMPETIÇÕES COM FOGUETES

As aulas centradas no professor e não no aluno utilizam poucas estratégias de ensino e são focadas no uso excessivo de fórmulas matemáticas, o que ocasiona o desinteresse dos alunos pelos conteúdos de Física. Além de serem ministradas seguindo uma sequência de apresentação do conteúdo no quadro, em seguida, são levados a resolverem problemas. Ao final do processo, é aplicada uma prova onde o estudante tem que repetir os cálculos feitos na resolução dos problemas. Partindo dessa premissa, é necessário mudar a forma de ensinar Física de maneira que o aluno possa participar efetivamente da construção do seu conhecimento e possa compreender e interpretar o mundo a sua volta (Ostermann e Moreira, 1999).

Para contornar essas lacunas, se faz necessária a utilização da experimentação. As possibilidades que a prática traz para a aprendizagem são várias, como o desenvolvimento de habilidades investigativas, a mudança do conhecimento abstrato em algo concreto, dentre outros. Isso permite que os alunos reflitam significativamente sobre os mecanismos que regem as leis físicas, ao mesmo tempo que fazem descobertas enriquecedoras dos conteúdos das aulas teóricas.

Para que isso aconteça, a experimentação deverá ser feita na ótica de propor atividades que promovam essa investigação, pois, utilizar experimentos como ponto de partida, para é uma forma de promover a participação ativa do educando em seu processo de aprendizagem, sair de uma postura passiva e começar a perceber e a agir sobre o seu objeto de estudo (Carvalho, 2004).

Assim, as metodologias ativas são estratégias de ensino que têm como pretensão incentivar os estudantes a aprenderem de forma autônoma e participativa, por meio de problemas, efetuando tarefas que os estimulem a terem iniciativa, a debaterem e pensarem além, tornando-se responsáveis pela construção de conhecimento. Elas têm se mostrado eficazes na promoção de um aprendizado mais significativo e engajado.

Ao trabalhar com foguetes de garrafa PET, por exemplo, os estudantes são desafiados a aplicar seus conhecimentos em atividades práticas, formulando hipóteses, realizando experimentos e analisando os resultados alcançados. Essas metodologias, que incentivam a investigação e a resolução de problemas, são particularmente essenciais no ensino de física e astronomia, proporcionando uma aprendizagem mais dinâmica e colaborativa.

O ensino por projetos é uma dessas estratégias, pois incentiva a resolução de problemas reais e o desenvolvimento de habilidades práticas e colaborativas. Além disso, elas fortalecem a autonomia dos estudantes e, por meio dela, esses discentes são capazes de construir e reconstruir seu conhecimento em vez de recebê-lo de forma passiva do professor, tornando-se mais questionadores, podendo intervir de forma consciente e transformar a realidade (Puhl; Marchi, 2017). Além disso, tem-se a abordagem STEAM como contribuinte também nesse processo.

A sigla STEAM é oriunda da língua inglesa e significa Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics (Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática). Refere-se ao desenvolvimento do currículo por meio de projetos e práticas interdisciplinares em situações concretas que trabalhem com as referidas áreas de conhecimento (Bacich & Moran, 2018).

Nos últimos anos, essa abordagem tornou-se central nos debates sobre inovação na educação desde a Educação Básica, destacando-se pela visão integrada das diversas áreas que a compõem e sua conexão com o preparo de jovens frente às exigências existentes da sociedade atual. A sua abordagem trans e interdisciplinar nas áreas do saber oferece uma educação integral que prepara os alunos para os desafios contemporâneos e um mundo de incertezas, enfatizando o aprimoramento de habilidades como o pensamento científico, crítico e criativo (Maia et al., 2024).

O uso de metodologias ativas vem sendo muito discutido em todos os âmbitos educacionais, o que deixa aparentar que esse movimento é um movimento novo na educação, mas na realidade não é. O ensino técnico, ou ensino tecnicista, adotado na década de 50/60, por exemplo, já fazia uso de metodologias onde o centro da aprendizagem era o estudante, porém distorcido na época devido ao período militar, mas que em sua essência tratava-se de dar um significado aquilo que estava sendo estudado com a finalidade de obter mão de obra capacitada de forma rápida (Libâneo, 1999).

Por outro lado, é importante ressaltar que a perspectiva da experimentação no contexto do ensino de Física é uma das abordagens mais eficazes para o ensino dessa disciplina, pois garante que os alunos compreendam de maneira prática os conceitos teóricos que são ensinados em sala de aula. Essa abordagem favorece a construção de conhecimento de forma ativa e reflexiva, aproximando a teoria da realidade cotidiana dos alunos, que, segundo Gil (2002), permite que os estudantes desenvolvam habilidades como observação, formulação de hipóteses, análise de dados e resolução de problemas, aspectos essenciais do método científico.

No contexto do ensino de física e astronomia, a experimentação tem se mostrado uma metodologia eficaz para consolidar o conhecimento teórico. Experimentos como os realizados com foguetes de garrafa PET proporcionam uma abordagem prática, significativa e que tornam os conceitos abstratos mais acessíveis aos discentes.

Na literatura acadêmica ou mesmo nos livros didáticos atuais, são oferecidas diversas sugestões de atividades experimentais, o professor, seguindo um roteiro, pode demonstrar um fenômeno para os discentes, que acompanham a demonstração que eles mesmos podem introduzir ou até mesmo construir com base na prática experimental. Em cada uma das formas sugeridas, a participação dos alunos será crucial na construção do conhecimento científico.

Entendida dessa forma, a atividade experimental visa aplicar a teoria na resolução de problemas e dar significado à aprendizagem da Ciência, constituindo-se como uma verdadeira atividade teórico-experimental (Zanon; Freitas, 2007). Portanto, a experimentação em Física, além de possibilitar a vivência prática dos conceitos teóricos, é uma poderosa ferramenta pedagógica que contribui para a evolução das competências científicas dos estudantes, tornando o aprendizado mais significativo, aproximando-os da realidade científica.

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.1 CARACTERIZAÇÃO METODOLÓGICA

A metodologia deste trabalho fundamentou-se em uma abordagem qualitativa, com ênfase na aprendizagem por projetos e no relato de experiência como principais instrumentos de investigação. A proposta teve como objetivo explorar as potencialidades pedagógicas dos foguetes de propulsão química no ensino de ciências, especialmente no campo da Física.

Como partícipes para o desenvolvimento deste trabalho, foram envolvidos nove licenciandos do nono bloco do curso de Licenciatura em Física do Instituto Federal do Piauí- Campus Corrente, regularmente matriculados na disciplina de Instrumentação para o Ensino Médio. O grupo era composto por seis homens e três mulheres, com idades variando entre 21 e 42 anos, o que revelou uma turma com diversidade etária e de experiências formativas. A escolha desse público baseou-se no fato de que, nessa etapa do curso, os discentes já haviam sido introduzidos a conteúdos teóricos correlatos ao lançamento de foguetes, além de possuírem conhecimentos sobre práticas pedagógicas, bem como aos componentes de segurança em prática de laboratório.

A proposta consistiu na elaboração e execução de um projeto de ensino estruturado em diferentes etapas: revisão de conteúdos teóricos, apresentação dos conceitos físicos envolvidos, como ação e reação, equilíbrio estático e dinâmico, centro de massa e pressão, construção prática dos foguetes e lançamento. Os participantes utilizaram materiais acessíveis, como garrafas PET, bicarbonato de sódio e vinagre para construir seus foguetes (detalhados no apêndice 1).

Na ocasião ainda foram reforçadas orientações sobre segurança, simulação de competição seguindo regulamento similar ao da MOBFOG — Foram realizados testes preliminares e, posteriormente, uma simulação da competição baseada nos regulamentos da MOBFOG e relatório dos resultados — Os licenciandos apresentaram os resultados obtidos, discutindo os fatores que influenciaram o desempenho dos foguetes, como estabilidade, ângulo de lançamento e eficiência da propulsão química.

Ainda que a atividade estivesse ancorada numa abordagem experimental, sua finalidade principal não foi a experimentação científica clássica, mas sim a análise dos impactos formativos da atividade na construção da identidade docente dos licenciandos. Para tanto, foram analisados os relatórios individuais dos participantes e aplicou-se um formulário avaliativo que mediu a aceitação da proposta (ver apêndice).

3.2 FOGUETES DE PROPULSÃO QUÍMICA NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE FÍSICA: UM RELATO DE EXPERIÊNCIA

A experiência foi desenvolvida no contexto da disciplina de Instrumentação para o Ensino Médio, componente do XIII módulo do curso de Licenciatura em Física do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia — *campus* Corrente. Ressaltamos que a esta altura do curso, os licenciandos mantiveram contato com componentes de mecânica e reações químicas, bases teóricas dos foguetes de propulsão química. O objetivo principal foi fomentar uma reflexão crítica sobre a importância da articulação entre teoria e prática no ensino de Física, demonstrando como essa integração pode constituir-se em uma metodologia eficaz e replicável em sala de aula.

Antes da construção dos foguetes, foi realizada uma etapa introdutória de revisão dos conteúdos teóricos e orientações sobre práticas de segurança no laboratório de Física da instituição, conduzida pelo técnico de laboratório Ronaldo Coelho, profissional responsável pelo suporte às atividades experimentais no campus. Na ocasião, Ronaldo apresentou aos licenciandos uma breve contextualização histórica sobre o desenvolvimento dos foguetes, abordando desde suas origens até a aplicação moderna em competições científicas como a MOBFOG e, logo em seguida, foram explicados os níveis de foguetes utilizados na Mostra Brasileira de Foguetes, com destaque para o nível 4 — modelo adotado no presente projeto.

Após isso, o técnico reforçou os principais conceitos físicos, químicos e matemáticos envolvidos na atividade, como a Terceira Lei de Newton (ação e reação), a pressão dos gases, movimento oblíquo, equilíbrio dinâmico, reação química gerada pelo combustível utilizado no foguete, bem como a sua trajetória. A ênfase nessa revisão buscou garantir que os participantes compreendessem o embasamento teórico necessário para o desenvolvimento da prática de forma crítica e fundamentada.

Por fim, foram dadas instruções sobre as boas práticas de segurança no laboratório, com orientações sobre o manuseio adequado dos materiais e reagentes, cuidados com a base de lançamento e precauções necessárias para evitar acidentes. Essa etapa foi fundamental para assegurar a condução segura das atividades e a construção de uma cultura de responsabilidade nas práticas experimentais.

Figura 1- Registro da Oficina de Foguetes.



Fonte: Arquivo pessoal da Autora.

A prática experimental consistiu na construção de foguetes utilizando garrafas PET, de acordo com os parâmetros estabelecidos pelo manual da MOBFOG (Mostra Brasileira de Foguetes). Os foguetes foram classificados como nível 4 e a construção foi realizada por 3 duplas e um trio, por ocasião de uma oficina, totalizando na construção de 4 foguetes (MOBFOG, 2025).

Efetivamente, a construção do foguete é precedida pela confecção da base de lançamento. Para tanto, foram utilizados cinco canos de PVC marrom de 20 mm de diâmetro (Figura 2-A), cortados em dois segmentos de 20 cm, um de 25 cm e dois de 10 cm. Esses canos foram conectados por meio de duas conexões de mesmo material PVC conhecidas por joelho, dois caps, e uma peça em formato de T (Figura 2-B). Uma vez montada a base, procedeu-se à montagem do tubo de lançamento, no qual o cano de 25 cm foi fixado ao centro do “T”, sendo posteriormente inclinado em um ângulo de 45°, formando o suporte de apoio para o foguete (Figura 2-C).

FIGURA 2 – TUBOS DE CONEXÕES DE PVC UTILIZADOS NA CONFEÇÃO DA BASE DE LANÇAMENTO DOS FOGUETES.



Fonte: OBA (2025)

A seguir, foi necessário realizar ajustes para eliminar folgas entre o tubo de lançamento e o bocal do foguete, a fim de evitar vazamentos de ar durante a pressurização. Para isso, utilizou-se um anel de bico de balão posicionado acima do “T”, seguido da aplicação de quatro voltas completas de esparadrapo em torno do tubo. Em seguida, foi aplicada vaselina para lubrificar e assegurar um encaixe eficiente.

A montagem do gatilho de lançamento constituiu outra etapa essencial para a segurança e o funcionamento do foguete. O sistema de retenção foi elaborado com o uso de oito abraçadeiras de nylon de 3,6 mm de espessura, posicionadas simetricamente ao redor do tubo de lançamento e fixadas com fita adesiva. Foi acrescentado um anel de PVC branco com 4 cm de diâmetro, no qual foram feitos dois furos opostos. Por esses furos, passou-se um barbante de aproximadamente 20 cm, de modo a permitir que, no momento do lançamento, bastasse puxar o barbante para liberar o anel e, conseqüentemente, o foguete.

FIGURA 3 – BASE DE LANÇAMENTO DOS FOGUETES.



Fonte: Arquivo pessoal da Autora.

A construção da ponta do foguete exigiu atenção aos aspectos de equilíbrio e aerodinâmica. Utilizou-se duas garrafas PET idênticas de 2 litros, escolhidas especificamente por possuírem paredes retas. Uma das garrafas foi cortada a cerca de 15 cm de sua boca, e no interior dessa parte foi inserido um balão de látex contendo aproximadamente 50 gramas de água. O balão funcionou como contrapeso, garantindo o equilíbrio necessário ao voo. Após o enchimento e amarração do balão, ele foi posicionado dentro da garrafa cortada, que, por sua vez, foi tampada de forma a prender o balão firmemente em sua posição.

As empenas, responsáveis pela estabilização do foguete durante o voo, foram construídas com base em uma estrutura geométrica simples. Inicialmente, desenhou-se um retângulo com base de 2 cm e altura correspondente à da aleta desejada. A altura foi dividida em quatro partes iguais e, ao longo dela, marcaram-se divisões a cada 2,5 cm. Posteriormente, dobraram-se 2 cm das extremidades em direções opostas, formando as abas laterais que proporcionam rigidez e estabilidade às empenas.

Na etapa final da montagem, a parte cortada da primeira garrafa, contendo a ponta com o contrapeso, foi encaixada na extremidade inferior de uma segunda garrafa PET, que permaneceu inteira e intacta. As duas partes foram fixadas firmemente com fita adesiva, de modo a assegurar a resistência do foguete durante o processo de pressurização e lançamento.

Para viabilizar o funcionamento adequado do foguete de nível 4, foi adotada uma mistura de bicarbonato de sódio e vinagre como propelente. A reação química entre esses reagentes resulta na liberação de dióxido de carbono (CO_2), o qual, ao ser acumulado em ambiente confinado, gera a pressão necessária para impulsionar o foguete. As proporções dos reagentes foram definidas pelos próprios participantes, como parte da estratégia de experimentação e tomada de decisões no processo investigativo.

FIGURA 4: FOGUETE APÓS A CONSTRUÇÃO



Fonte: Elaborado pela autora.

Com o objetivo de assegurar a estabilidade da estrutura no momento do lançamento, a base do foguete foi fixada ao solo por meio da disposição de duas pedras em cada lateral, o que impediu deslocamentos indesejados no instante da propulsão. Além disso, uma vareta de churrasco com extremidade pontiaguda foi inserida no centro do cano de lançamento, sendo estabilizada com fragmentos de isopor. Esse reforço teve como finalidade manter o alinhamento do tubo e evitar que a reação química invadisse o interior do cano, contribuindo para um lançamento seguro e eficaz.

O lançamento dos quatro foguetes foi realizado no dia 15 de dezembro de 2024, às 8h, no Parque de Exposições da Alberto Tavares Silva, no município de Corrente – PI, no estado do Piauí. Cada dupla participante ficou responsável pela preparação e pelo lançamento de seu respectivo foguete, seguindo uma ordem sequencial previamente definida.

O propelente utilizado em todos os lançamentos consistiu na reação entre vinagre (ácido acético a 40%) e bicarbonato de sódio (NaHCO_3), cuja combinação libera dióxido de carbono (CO_2), promovendo o impulso do protótipo. As proporções dos reagentes foram definidas pelas próprias duplas, como parte da estratégia de experimentação e tomada de decisões no processo investigativo. A única obrigatoriedade estabelecida foi a utilização de um frasco de vinagre (40%) e uma porção de bicarbonato de sódio, com aproximadamente 30 gramas, por foguete.

O vinagre foi previamente inserido em um preservativo, posicionado no interior do foguete com a extremidade selada, evitando o contato imediato com o bicarbonato. Em seguida, o bicarbonato de sódio foi adicionado no compartimento do foguete, mantendo os reagentes fisicamente separados até o momento da ativação.

Para o lançamento, a base do foguete foi firmemente fixada ao solo e inclinada em direção à vareta previamente posicionada no tubo de lançamento. Essa configuração permitiu que, ao pressionar o foguete contra a vareta, o preservativo fosse rompido, iniciando a reação química de liberação de gás. Aproximadamente 30 segundos após o início da reação, foi puxado o barbante preso ao tubo de lançamento, o que acionou o mecanismo de propulsão, resultando em deslocamentos variáveis entre os foguetes.

Os resultados alcançados pelas duplas foram os seguintes:

- 1º lugar: 122 metros;
- 2º lugar: 114 metros;
- 3º lugar: 26 metros;
- 4º lugar: 20 metros.

Com base na experiência vivenciada, foi elaborado um relato de experiência, com o objetivo de descrever detalhadamente todas as etapas da proposta, de modo a servir como referência didática para cursos de formação de professores.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A realização da atividade prática com foguetes de propulsão química permitiu aos estudantes vivenciarem diretamente os princípios da Física, resultando em relatos que expressam um avanço significativo na construção do conhecimento científico. A análise dos conteúdos dos relatos de experiência entregue pelos participantes da proposta como instrumento de avaliação da atividade, podemos destacar que entre as constatações mais recorrentes, destaca-se a identificação intuitiva e correta do princípio da ação e reação — a Terceira Lei de Newton — por meio de expressões como ‘o gás sai para trás e empurra o foguete para frente’ ou ‘o ar empurra’. Tais afirmações demonstram que os discentes correlacionaram o mecanismo básico da propulsão, do movimento do foguete à força de reação exercida pelo gás liberado.

Adicionalmente, diversos estudantes mencionaram o acúmulo de pressão interna como fator determinante para o lançamento, utilizando termos como — a garrafa ficar cheia de ar — ou ter pressão dentro. Embora essas colocações ainda não distinguem claramente entre acúmulo e liberação da pressão como causa do empuxo, elas revelam uma percepção sensível ao comportamento do sistema pressurizado, demonstrando o início da compreensão sobre o papel da força resultante provocada pela expansão de gases.

Outro ponto relevante foi a associação entre a força de subida e a quantidade de reagentes utilizados, por exemplo, “colocamos mais vinagre”, o que evidencia uma leitura empírica do processo. Mesmo que essas observações não sigam exatamente os modelos científicos formais, elas mostram que os estudantes conseguiram visualizar e perceber relações de causa e efeito e começar a formular hipóteses, aspectos essenciais no método científico.

Além disso, alguns alunos apontaram a influência da massa sobre o alcance do foguete, com comentários como “quanto mais leve, mais sobe”, sugerindo um entendimento inicial da Segunda Lei de Newton, neste caso, com a massa sendo variável. Embora a relação entre força, massa e velocidade não tenha sido verbalizada em termos formais, a percepção intuitiva de que a massa interfere na performance do foguete já representa um avanço conceitual relevante.

De forma geral, o texto dos estudantes revelou uma aproximação fidedigna com os conceitos físicos envolvidos, ainda que permeada por simplificações conceituais. A atividade prática mostrou-se eficaz, abrindo espaço para um entendimento mais progressivo da compreensão científica. Este trabalho se destacou não apenas pelo critério científico, mas também pelo forte apelo lúdico que motivou os alunos de maneira espontânea e engajada. A experiência de construir e lançar foguetes promoveu uma junção de entusiasmo e cooperação, elementos que contribuíram para a promoção de ambiente pedagógico propício ao aprendizado significativo.

A ludicidade rompeu com a rigidez habitual das aulas de Física e, ao mesmo tempo, permitiu que os estudantes se sentissem seguros para errar, tentar novamente e compartilhar experiências. Esse ambiente favorece a criatividade e o pensamento divergente, aspectos essenciais para o desenvolvimento de competências cognitivas. A competição saudável entre os grupos, com diferentes estratégias e soluções, reforçou a noção de que a ciência é um campo dinâmico e acessível. Do ponto de vista educacional, a ludicidade, revelou-se ser uma aliada poderosa para despertar o interesse pela ciência e ampliar a confiança dos alunos em suas próprias capacidades de investigação.

Sob a ótica pedagógica, o experimento com foguetes de garrafa PET reafirmou a importância das metodologias ativas e da experimentação no ensino de Física. A atividade não apenas ilustrou os conceitos teóricos, mas também promoveu uma vivência completa do processo científico, ocorrendo desde a construção até a análise dos resultados, favorecendo habilidades como o protagonismo e o pensamento crítico. A análise constante dos erros, a reformulação de hipóteses e a observação dos fenômenos físicos em tempo real levaram os estudantes a refletirem, agir e aprimorar suas estratégias, estabelecendo uma postura investigativa que rompe com o ensino tradicional. Esse processo também fortaleceu o entendimento de que o erro não representa fracasso, mas uma etapa essencial no desenvolvimento do conhecimento.

Outro aspecto destacável foi a utilização de materiais acessíveis, como garrafas PET, bicarbonato de sódio e vinagre, demonstrou que é possível realizar atividades científicas relevantes mesmo em contextos com recursos limitados, democratizando o acesso ao conhecimento e promovendo a inclusão. O planejamento cuidadoso, desde a preparação dos foguetes até o posicionamento e lançamento, ressaltou a importância do trabalho em equipe.

O envolvimento entre os participantes em todas as fases da atividade contribuiu para desenvolver habilidades para a vida, como responsabilidade, organização, comunicação e cooperação, sendo cruciais na formação de professores engajados, que buscam por inovações pedagógicas. Ao permitir que os estudantes compreendessem e sentissem a ciência em ação, ele reafirmou que a experimentação não é apenas uma estratégia didática, mas um caminho para tornar o conhecimento científico vivo, relevante e satisfatório. Este trabalho reafirma que é possível e necessário ensinar Física de forma criativa, crítica e inclusiva, despertando nos futuros professores não apenas o domínio técnico, mas o encantamento pela arte de ensinar e transformar.

A longo prazo, acredita-se que esta proposta estimule uma formação mais crítica, criativa e envolvida com a ciência. A utilização de foguetes como ferramenta pedagógica também se apresenta como uma alternativa eficiente para despertar o interesse dos discentes nas áreas de Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática, fortalecendo a alfabetização científica e o protagonismo estudantil. Assim, concluímos que, experiências simples, mas bem estruturadas, têm o poder de transformar a formação de futuros docentes, despertando não apenas o interesse pelo conhecimento científico, mas também o compromisso e envolvimento com práticas pedagógicas significativas e transformadoras.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A experiência relatada no artigo reafirma a relevância de oportunizar vivências práticas e investigativas na formação inicial de professores, especificamente de Física, como estratégia para ampliar o repertório didático-pedagógico daqueles que atuarão na educação básica. Ao vivenciarem a construção e o lançamento de foguetes de propulsão química, os licenciandos não apenas se apropriam de conteúdos científicos, mas também desenvolvem competências essenciais para a mediação do conhecimento em sala de aula, tais como a experimentação, a resolução de problemas, o trabalho em equipe e o pensamento crítico.

Destacamos e reconhecemos a consolidação da Olimpíada Brasileira de Astronomia (OBA) e da Mostra Brasileira de Foguetes (MOBFOG) como instrumentos eficazes de divulgação científica, os quais, embora tradicionalmente voltados para estudantes da educação básica, mostram-se igualmente pertinentes à formação docente. A familiarização com essas iniciativas permite aos futuros professores compreenderem suas potencialidades, adaptarem-nas às realidades escolares e, assim, ampliarem o alcance de práticas de ensino que promovam o interesse pela ciência.

Entretanto, é necessário reconhecer que essa não é uma prática plenamente acessível a todos os públicos. Apesar do uso de materiais reutilizáveis como garrafas PET e canos de PVC, a atividade envolve custos com instrumentos, reagentes e logística, o que pode representar um obstáculo em contextos escolares com recursos financeiros limitados. Assim, a democratização dessa proposta demanda iniciativas institucionais de apoio e financiamento.

Acredita-se que a inserção dessas práticas possa transformar o ensino de Física, tornando-o mais dinâmico, inclusivo e conectado à realidade dos estudantes. Além disso, pretende-se demonstrar como esse tipo de abordagem pode contribuir para a popularização da ciência e para o despertar de vocações nas áreas STEAM, sobretudo em contextos educacionais desafiadores. Por fim, vale ressaltar que a construção e o lançamento de foguetes ultrapassam a dimensão conceitual do ensino de ciências. A atividade promove alto engajamento dos participantes, despertando o entusiasmo pela aprendizagem, incentivando o protagonismo estudantil e fortalecendo o vínculo entre teoria e prática.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMARAL, Patrícia; LARANJEIRAS, Cássio Costa. **Utopia**: tudo que você sempre quis saber sobre astronomia mas não tinha a quem perguntar. Volume 3. [S.l]: [s.n], 2008.
- BACICH, L., MORÁN, J. **Metodologias ativas para uma educação inovadora**: uma abordagem teórico-prática. Porto Alegre: Penso, 430p, 2018.
- BOSSI, K. M. L.; SCHIMIGUEL, J. Metodologias ativas no ensino de Matemática: estado da arte. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 4, p. e47942819, 2020. Acesso em: 02 abr. 2025.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: ciências naturais – 5ª a 8ª série**. Brasília, DF: MEC/SEF, 1998.
- CARVALHO, Anna Maria Pessoa de (org.). **Ensino de ciências**: unindo a pesquisa e a prática. 1 ed. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004. 165p. ISBN 85-221-0353-4.
- CORTRIGHT, E. M. **Report of the Apollo 13 Review Board**. Washington, D.C.: National Aeronautics and Space Administration, 1975. (NASA Special Publication, NASA-SP-350;LC-75-600071). Acesso em: 26 jun. 2025.
- GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa, 4 ed., ATLAS S.A, São Paulo, 2002. LIBÂNEO, J. C.; PIMENTA, S. G., **Formação de profissionais da educação: Visão crítica e perspectiva de mudança**, Educ. Soc. V. 20, n.68, p239–277, dez. 1999. Acesso em: 26. jun. 2025.
- MAIA, D.; SOARES, R.; LOURENÇO, R.; & MOURA, L. (2024). A abordagem STEAM como proposta pedagógica interdisciplinar para aprendizagem matemática. **Revista Ensino Em Debate**, v.2, p. e2024016. Acesso em: 15 mai. 2025.
- MATOS, M. G.; VALADARES, J. O efeito da atividade experimental na aprendizagem da ciência pelas crianças do primeiro ciclo do ensino básico. **Investigações em Ensino de Ciências**, [s.i], v. 6, n. 2, 2001. p. 227–239.
- MOBFOG, **Mostra Brasileira de Foguetes** (MOBFOG), NOIC (2024). Acesso em: 02 abr. 2025.
- MORÁN, J. **Mudando a educação com metodologias ativas**. a In: SOUZA, Carlos Alberto de; MORALES, Ofelia Elisa Torres (org). **Convergências Midiáticas, Educação e cidadania: Aproximações Jovens**. Mídias Contemporâneas, v.2. Ponta Grossa: UEPG/PROEX, 2015. p. 15-33. Acesso em: 26. jun.2025.
- NASCIMENTO, R. R. J. **Práticas inovadoras no ensino superior**. Revista Internacional de Educação Superior, Campinas, SP, v. 9, n. 00, p. e023023, 2022. DOI: 10.20396/riesup.v9i00.8669070. Acesso em: 25 mar. 2025.
- OLIMPÍADA BRASILEIRA DE FOGUETES. **Regulamento da 19ª OBAFOG para o Nível 4 – 2025**. Rio de Janeiro: OBA, 2025. Acesso em: 26 jun. 2025.
- OSTERMANN, F.; SILVEIRA, A. A.; MOREIRA, M. A.; SILVEIRA, F. L. A Física na Formação de Professores para as Séries Iniciais, **Rev. Bras. Ensino Física**, São Paulo, v. 14, n. 2, p. 106-112, ago/jun. 1992. Acesso em: 26 jun. 2025.

PUHL, N. M; MARCHI, M.I. **Atividades investigativas como metodologia de ensino de conceitos da Termodinâmica**, Revista Eletrônica de Educação, [S. l], v. 13, n. 3, p. 1991-1205, set./dez. 2017. Acesso em: 26 jun.2025.

RESENDE, F.; OSTERMANN, F. **OLIMPIADAS DE CIÊNCIAS: UMA PRÁTICA EM QUESTÃO**, Ciênc. Educ. 18 (2012) 245–256. Acesso em: 02 abr. 2025.

ROCHA, Jaime Fernando Vilas da et al. **Olimpíada Brasileira de Astronomia**. Cadernos Brasileiros de Ensino de Física, Florianópolis, v.20, n.2, p. 257-270, ago.2003. Acesso em: 02 abr. 2025.

TSIOLKOVSKY, K. **Exploration of Cosmic Space by Means of Reaction Devices**, (1903). Acesso em: 02 abr. 2025.

VILAÇA, F. N. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA: **A Experimentação no Ensino de Física**. Campina Grande: Realize, 2012. Acesso em: 15 mai. 2025.

VINCENT- LANCRIN, S; URGEL, J; KAR, S.; JACOTIM, G.. **Measuring Innovation in Education 2019**: What Has Changed in the Classroom? OECD Publishing, Páris, 2019. 256 p. Acesso em: 26 jun. 2025.

VOLANTE Z, D; DE FREITAS, D. A aula de ciências nas séries iniciais do ensino fundamental: ações que favorecem a sua aprendizagem. **Ciênc. cogn.**, Rio de Janeiro , v. 10, p. 93-103, mar. 2007. Acesso em: 02 abr. 2025.

ANEXOS

REGULAMENTO MOBFOG

Tabela 1 - Orçamento detalhado

Material	Quantidade	Valor Unitário (R\$)	Valor Total (R\$)
Cano PVC	75 cm	8,50/m	6,40
Caps	2	3,00	6,00
Joelhos	2	1,00	2,00
Tê	1	1,00	1,00
Balões de aniversário nº 6,5	1 Unidade	20,79/50 unidades	0,42
Esparadrapo de algodão	1	7,50	3,75
Sabão Líquido	1	1,39	0,35
Abraçadeiras de Nylon (Cabeças de 3,6 mm)	8 unidades	11,26/ 100 unidades	1,15
Abraçadeira de metal	1	2,00	2,00
Cano branco	0,40 cm	18,00/m	2,80
Barbante	4 m	20,00/95m	0,85
Preservativo masculino	1 unidade	3,00	3,00
Funil	1 unidade	3,85	3,85
Varetas de churrasco	1 unidade	6,79/50 unidades	0,13
Bicarbonato de sódio	1 unidade (30 g)	2,35	2,35
Vinagre 40%	1 unidade (500 ml)	2,50	2,50
Tesoura	1 unidade	25,00	25,00
Régua	1 unidade	2,35	2,35
Total			65,90

Fonte: Elaboração Própria.