

CONSTRUÇÃO E LANÇAMENTO DE FOGUETES COMO PRÁTICA INVESTIGATIVA NO ENSINO DE FÍSICA

Maria Kamylla e Silva Xavier ¹
Gustavo de Alencar Figueiredo ²

RESUMO

O presente trabalho apresenta uma ação de educação científica realizada na Escola Cidadã Integral Nelson Batista Alves, no município de Bernardino Batista, Paraíba, com foco na construção e lançamento de foguetes escolares, desenvolvida ao longo de 2024 como parte do projeto Educação Científica a partir da Astronomia, Radioastronomia e Astronáutica na Paraíba. Os estudantes do Ensino Médio, organizados em equipes, construíram foguetes utilizando garrafas PET, aplicando conceitos de aerodinâmica, conservação da quantidade de movimento, pressão e ângulo de lançamento. A culminância da atividade foi a realização de uma competição escolar em duas fases, que envolveu toda a comunidade escolar e externa. Os lançamentos ocorreram em área aberta da escola e foram registrados em redes sociais, ampliando a visibilidade da ação. Os resultados evidenciaram elevado engajamento estudantil, apropriação dos conteúdos de Física de forma contextualizada e desenvolvimento de competências como trabalho em equipe, comunicação, criatividade e resolução de problemas. A ação também reforçou a integração entre ciência e esporte, ao incorporar valores como cooperação e respeito mútuo no ambiente competitivo. A prática demonstrou ser uma estratégia eficaz de recomposição das aprendizagens em Ciências da Natureza e de estímulo ao interesse pelas carreiras científicas.

Palavras-chave: Foguetes, Ensino de Física, Ensino por Investigação, Metodologias Ativas.

INTRODUÇÃO

O ensino de Física na Educação Básica brasileira ainda enfrenta significativos desafios estruturais, pedagógicos e epistemológicos. Em muitas escolas, o ensino dessa disciplina permanece ancorado em práticas transmissivas, voltadas à memorização de fórmulas e à repetição de exercícios, o que leva à perda do sentido social e cultural da ciência. Como observa Cuzinatto et al. (2015), a Física é frequentemente percebida como um campo abstrato e distante da realidade cotidiana, produzindo desinteresse tanto entre os alunos quanto entre os próprios professores. Essa percepção reflete uma escola que, muitas vezes, não favorece o diálogo entre o saber científico e a experiência vivida, condição essencial para a formação crítica e autônoma do sujeito.

¹ Doutora em Educação. Professora da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), kamylla.xavier@professor.ufcg.edu.br;

² Doutor em Educação. Professor da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), gustavo.alencar@professor.ufcg.edu.br.



Paulo Freire (1996) nos ensina que ensinar exige não apenas transmitir conteúdos, mas criar possibilidades para a sua produção e construção. Nessa perspectiva, a escola deve ser compreendida como espaço de diálogo, curiosidade e problematização do mundo. No entanto, quando faltam condições materiais e estruturais, esse diálogo se torna ainda mais difícil. No contexto da Escola Cidadã Integral Nelson Batista Alves, localizada no interior da Paraíba, a escassez de recursos laboratoriais e tecnológicos para o ensino de Astronomia e Astronáutica limita a realização de experiências concretas que despertem o interesse e a imaginação científica dos estudantes. A isso se soma a organização curricular derivada da BNCC, que, ao distribuir a carga horária da área de Ciências da Natureza em poucas aulas semanais, dificulta o desenvolvimento de práticas inovadoras e contínuas no ensino de Física.

Essas restrições estruturais e curriculares, no entanto, não eliminam a potência criadora do professor que, consciente de seu papel político e ético, busca reinventar o ensino a partir das condições concretas de sua escola. Para Freire (1996), a docência é um ato de coragem e invenção; é “a capacidade de lutar por um ensino em que se aprende criticamente, com autonomia e solidariedade”. É nesse horizonte que emerge o uso dos foguetes escolares como uma tecnologia educativa de baixo custo, acessível e transformadora, capaz de romper com a lógica bancária do ensino e instaurar práticas de aprendizagem significativa e investigativa.

O lançamento de foguetes de garrafas PET, prática já difundida em algumas escolas brasileiras e incentivada pela Olimpíada Brasileira de Foguetes (OBF), tem se mostrado uma estratégia fecunda para articular ciência, criatividade e diálogo. A construção coletiva dos protótipos e a experimentação empírica dos princípios físicos criam um ambiente em que os estudantes aprendem fazendo, questionando e colaborando, ressignificando o conhecimento científico como instrumento de leitura e transformação do mundo. Assim, como defende Freire (1996), o aprender se torna um ato político e criador, no qual o estudante se reconhece como sujeito de sua própria aprendizagem.

Nesse mesmo sentido, Cuzinato et al. (2015) demonstram que atividades com foguetes artesanais contribuem para a popularização da ciência e para o desenvolvimento de competências cognitivas e socioemocionais, fortalecendo o protagonismo discente e a valorização da curiosidade. Já Chang, *et al.* (2019) destacam o potencial investigativo dessas práticas, que permitem a abordagem de conceitos complexos, como o coeficiente de arrasto e a conservação da quantidade de movimento, por meio de experimentos simples e acessíveis, evidenciando a articulação entre teoria e prática. Desse modo, a



experiência com foguetes se consolida como uma prática que integra o rigor da ciência com a ludicidade da descoberta, abrindo caminhos para uma educação científica crítica, significativa e emancipadora.

É nessa perspectiva que o projeto Educação Científica a partir da Astronomia, Radioastronomia e Astronáutica na Paraíba, desenvolvido na Escola Cidadã Integral Nelson Batista Alves ao longo de 2024, propõe uma experiência de ensino que une experimentação, diálogo e protagonismo. A atividade de construção e lançamento de foguetes escolares tornou-se uma estratégia de recomposição das aprendizagens em Ciências da Natureza, promovendo o encontro entre o saber técnico e o saber vivido, entre o rigor científico e a sensibilidade pedagógica.

Inspirado nas experiências exitosas de Cuzinatto *et al.* (2015) e Chang *et al.* (2019), e alicerçado na ética libertadora proposta por Freire (1996), o projeto reafirma que ensinar Física é, antes de tudo, um ato de esperança: o de acreditar que, mesmo em contextos de carência, a ciência pode ser reinventada no chão da escola e devolver aos estudantes o prazer de descobrir.

Dessa forma, o presente trabalho tem como objetivo geral analisar o desenvolvimento e os resultados da atividade de construção e lançamento de foguetes didáticos de garrafa PET como prática investigativa no ensino de Física, destacando sua contribuição para a aprendizagem significativa e para o protagonismo estudantil. Especificamente, busca-se: (i) descrever o processo de construção dos foguetes e os conceitos físicos envolvidos; (ii) discutir a integração dessa prática com metodologias ativas e o ensino por investigação; e (iii) refletir sobre as implicações pedagógicas e formativas dessa experiência no contexto da escola pública.

Esta ação foi desenvolvida ao longo do ano letivo de 2024, com estudantes do Ensino Médio da Escola Cidadã Integral Nelson Batista Alves, localizada no município de Bernardino Batista – PB, no âmbito do projeto Educação Científica a partir da Astronomia, Radioastronomia e Astronáutica na Paraíba. Assim, o trabalho articula teoria e prática em uma proposta que valoriza a experimentação, o diálogo e a construção coletiva do conhecimento científico.

METODOLOGIA

A proposta metodológica deste trabalho baseou-se em uma abordagem qualitativa e participativa, de caráter pedagógico e investigativo, fundamentada nos princípios da



Pedagogia da Autonomia (Freire, 1996) e no ensino por investigação (Carvalho, 2018) enquanto metodologia ativa. Essa opção metodológica parte do reconhecimento de que ensinar Ciências, especialmente Física, em contextos escolares marcados por carências estruturais, requer criatividade, diálogo e compromisso ético com o ato educativo. Assim, mais do que transmitir conteúdos, buscou-se criar situações de aprendizagem problematizadoras, nas quais o estudante pudesse construir sentido para os conceitos científicos a partir de sua experiência concreta.

O processo teve início com aulas dialogadas utilizando vídeos e filmes introdutórios sobre a história da corrida espacial e os princípios básicos da Astronáutica. Inspirados em Freire (1996), esses momentos buscaram despertar a curiosidade dos estudantes e promover um diálogo horizontal, partindo de suas experiências, saberes prévios e imaginários sobre o espaço e os foguetes.

A partir do diálogo inicial, os estudantes foram convidados a identificar problemas e hipóteses relacionados ao movimento dos foguetes e às variáveis que poderiam influenciar o alcance e a altura de voo (ângulo de lançamento, volume de água, pressão de ar, formato das aletas etc.). Em seguida, em pequenos grupos, os alunos participaram de oficinas práticas para a construção dos foguetes escolares utilizando garrafas PET, tubos de PVC, válvulas de ar e materiais recicláveis. Os protótipos foram montados em uma base de lançamento também elaborada pelos estudantes, sob orientação docente. Durante essa fase, foram explorados conceitos de pressão, ação e reação (3ª Lei de Newton), conservação da quantidade de movimento, energia potencial e cinética, conforme descrito por Cuzinatto *et al.* (2015).

As oficinas para a competição foram realizadas no campo de futebol do município, transformado em espaço de experimentação, nosso laboratório aberto e colaborativo, no qual os estudantes atuaram como protagonistas, observando, registrando e interpretando os resultados de seus próprios lançamentos. A culminância da atividade foi uma competição escolar de foguetes, dividida em duas fases. O evento contou com a participação da comunidade escolar e foi divulgado nas redes sociais da instituição, ampliando o alcance e a visibilidade da ação. A competição assumiu um caráter educativo e cooperativo, valorizando o respeito mútuo, o trabalho em equipe e a ética, em sintonia com os valores da educação como prática da liberdade (Freire, 1996).

Após os lançamentos, os fenômenos observados foram incorporados às discussões dos conceitos teóricos estudados em sala de aula. Essa etapa de metacognição e análise reflexiva permitiu consolidar aprendizagens e ampliar a compreensão do método



científico, aproximando os estudantes do modo de pensar e agir da ciência (Chang, *et al.*, 2019).

Os registros produzidos ao longo da experiência, anotações de campo, relatos dos alunos, vídeos dos lançamentos e produções escrita, foram analisados de modo descritivo e interpretativo. Buscou-se identificar evidências de aprendizagens conceituais, procedimentais e atitudinais, bem como elementos relacionados ao desenvolvimento da autonomia, do trabalho coletivo e da relação dialógica.

REFERENCIAL TEÓRICO

O estudo do lançamento de foguetes de garrafa PET constitui um campo fértil para a aplicação integrada de conceitos da Física Clássica, da Matemática e da Aerodinâmica. Trata-se de um sistema dinâmico real, de massa variável, que permite ao estudante observar fenômenos como a ação e reação, a resistência dos fluidos, a expansão adiabática e a conservação da quantidade de movimento, todos presentes em lançamentos espaciais de maior complexidade (Oliveira, 2008; Cuzinatto *et al.*, 2015).

Na versão didática, o foguete é construído a partir de garrafas plásticas pressurizadas, propulsionadas pela ejeção de água sob o efeito de ar comprimido. Essa simplicidade estrutural viabiliza experimentos de baixo custo, que revelam, de maneira acessível, os princípios fundamentais que regem a propulsão de foguetes. O lançamento, além de representar a terceira lei de Newton, envolve o estudo quantitativo de variáveis como pressão, velocidade de ejeção, ângulo de lançamento e resistência do ar (Yamamoto; Yamamoto, 2014).

O foguete de garrafa PET é formado essencialmente por quatro partes principais:

- Corpo principal: a garrafa PET (geralmente de 2 L) atua como reservatório de água e câmara de compressão para o ar.
- Aletas estabilizadoras: confeccionadas em materiais leves como EVA, plástico ou isopor, têm a função de garantir a estabilidade direcional do voo.
- Ogiva: parte cônica frontal que minimiza o arrasto e protege o foguete no impacto.
- Base de lançamento: feita em tubos de PVC, permite o acoplamento seguro à bomba de ar e o controle da pressão e do ângulo de disparo.

O funcionamento do foguete está baseado na Terceira Lei de Newton, segundo a qual a toda ação corresponde uma reação de mesma intensidade e direção oposta:



$$F_{ação} = -F_{reação}$$

Ao liberar a válvula, a água é expelida pela diferença de pressão entre o interior da garrafa e a atmosfera, exercendo uma força para baixo. Em contrapartida, uma força de reação impulsiona o foguete para cima. Essa força de reação pode ser expressa como o produto da variação de quantidade de movimento:

$$F = \frac{d(mv)}{dt}$$

Durante a ejeção, ocorre a conversão da energia potencial de pressão em energia cinética, conforme o princípio de Bernoulli:

$$P + \frac{1}{2} \rho v^2 = constante$$

A pressão inicial no interior do foguete (da ordem de 400 a 600 *kPa*) gera velocidades de ejeção típicas entre 25 e 40 *m/s*, suficientes para que o foguete alcance dezenas de metros de altura (Oliveira, 2008; Yamamoto; Yamamoto, 2014).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A atividade proporcionou uma experiência prática significativa para os alunos da Escola Cidadã Integral Nelson Batista Alves, possibilitando a aplicação direta de conceitos físicos estudados em sala de aula. O projeto articulou teoria e prática, promovendo a compreensão de fenômenos reais como pressão dos fluidos, empuxo, resistência do ar e conservação da quantidade de movimento, todos observáveis no comportamento dos foguetes durante o lançamento.

O envolvimento dos estudantes foi notável, tanto pelo caráter investigativo da construção quanto pela emoção da competição. A iniciativa se destacou como a de maior engajamento da escola em 2024 na área de Ciências da Natureza, ao integrar Física, Matemática e Tecnologias em uma prática experimental aberta à comunidade. Os alunos, organizados em grupos de até quatro integrantes, assumiram papéis complementares, desenvolvendo competências relacionadas à colaboração, comunicação e resolução de problemas complexos.

Na primeira etapa, realizada em junho de 2024, foram lançados 41 foguetes, com alcances variando de 5 a mais de 100 metros. Os grupos utilizaram garrafas PET, colas, fitas adesivas e tubos de PVC, experimentando diferentes proporções entre água e ar comprimido para otimizar o desempenho. De acordo com Souza (2007), o foguete é



propulsionado pela ejeção da água em alta velocidade, resultado da pressão interna que exerce força sobre o fluido; a reação dessa ejeção impulsiona o foguete para cima, exemplificando a Terceira Lei de Newton - para toda ação, há uma reação de igual intensidade e sentido oposto.

Figura 1: Imagens da primeira fase da competição



Fonte: arquivos dos autores

O sucesso do lançamento dependeu do equilíbrio entre a pressão interna e a quantidade de água. Quando a garrafa continha cerca de um terço do volume de água, observou-se melhor desempenho, o que corrobora com Oliveira (2008), que destaca essa proporção como ideal para maximizar o empuxo e minimizar o peso do fluido ejetado. Os foguetes que alcançaram distâncias superiores a 70 metros avançaram para a segunda fase da competição, cujos vídeos foram publicados no perfil institucional da escola, ampliando a visibilidade da ação.

A segunda fase, em agosto de 2024, reuniu 17 equipes classificadas. Os alunos aplicaram os conceitos aprendidos, modificando variáveis como ângulo de lançamento, massa de água e formato das aletas, a fim de aumentar a estabilidade e o alcance. Os resultados experimentais mostraram alcances de 50 a 200 metros, compatíveis com valores descritos em experimentos semelhantes (Yamamoto; Yamamoto, 2014), que apontam velocidades de ejeção próximas a 25 m/s sob pressões de 70 a 80 psi.

Figura 1: Imagens da segunda fase da competição



Fonte: arquivos dos autores



Os alunos perceberam empiricamente os efeitos das forças de empuxo e arrasto. O empuxo, responsável pela aceleração inicial, resulta da diferença entre a pressão interna e a pressão atmosférica, como descrito por Bernoulli; já o arrasto, proporcional ao quadrado da velocidade, reduz a altura e o alcance máximos (Oliveira, 2008). Essa constatação foi reforçada pela comparação entre modelos com e sem ogiva aerodinâmica, sendo os primeiros mais estáveis e eficientes.

A estabilidade dos foguetes foi amplamente discutida. Como afirmam Oliveira (2008) e Souza (2007), o centro de pressão (CP) deve estar localizado abaixo do centro de massa (CM) para que o foguete mantenha sua trajetória retilínea mesmo sob perturbações do vento. Foguetes com aletas bem posicionadas e CP rebaixado apresentaram menor oscilação e maior precisão no voo.

Além do aprendizado conceitual, a atividade mobilizou competências sociais e afetivas. O caráter competitivo e esportivo do evento estimulou o espírito de equipe, o respeito mútuo e o *fair play*, articulando-se com o componente curricular de Educação Física. A competição transformou-se em um espaço de valorização da ciência como prática coletiva, conforme defendido por Freire (1996), ao unir “curiosidade epistemológica e alegria de aprender” em um processo dialógico de descoberta.

Do ponto de vista didático, a experiência reforçou o valor das metodologias investigativas, ao possibilitar que os estudantes planejassem, testassem e revisassem hipóteses a partir de resultados concretos. Os dados empíricos, como a variação do alcance em função do ângulo ou da pressão, foram utilizados para discutir funções quadráticas, vetores, energia cinética e conservação de momento, favorecendo a interdisciplinaridade entre Física e Matemática (Cuzinatto, *et al.*, 2015)

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A atividade de construção e lançamento de foguetes didáticos alcançou o objetivo de promover uma aprendizagem contextualizada da Física, aproximando os estudantes do modo de pensar e agir da ciência. A partir da experimentação concreta, foi possível compreender princípios abstratos, como a Terceira Lei de Newton, a conservação da quantidade de movimento, a pressão dos fluidos e o arrasto aerodinâmico, em situações vivenciadas pelos próprios alunos, superando a tradicional dicotomia entre teoria e prática que frequentemente marca o ensino da disciplina na Educação Básica.



Os resultados obtidos evidenciaram que, quando os estudantes se tornam protagonistas do processo de investigação, o aprendizado se torna mais profundo, colaborativo e prazeroso. Ao projetar, construir e lançar seus próprios foguetes, os jovens mobilizaram conhecimentos científicos e matemáticos de forma integrada, articulando raciocínio lógico, criatividade e resolução de problemas. A experiência confirmou o potencial das metodologias ativas e do ensino por investigação para favorecer a autonomia intelectual e a curiosidade epistemológica, princípios defendidos por Freire.

REFERÊNCIAS

CUZINATTO, R. R.; D'AMBROSIO, A. M.; ANDRADE, H. F.; DUARTE, B. R.; LORENCETTI, V. C.; MAÉSTRI, S. A.; MAR-TINS, R. D. e TOLEDO FILHO, M. F. Rocketeers UNIFAL-MG: o ensino de física através do lançamento de foguetes artesanais. **Revista Ciência em Extensão**, v. 11, n. 3, p. 40-62, 2015. Disponível em: https://phpadmojs.unesp.br/index.php/revista_proex/article/view/1187. Acesso em 25 out. 2025.

CHANG, J. DE O., COSTA, F. L. Q., DUTRA, I. C., NERY, G. A. F., NERY, L. H., RODRIGUES, E. R. R., ... CUZINATTO, R. R. Obtenção experimental do coeficiente de arrasto com o lançamento de foguetes de garrafas PET. **Caderno Brasileiro De Ensino De Física**, 36(2), 529–542. 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2019v36n2p529>. Acesso em 25 out. 2025.

FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia: saberes necessários à prática educativa**. 25. ed. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

CARVALHO, A. M. P. Fundamentos teóricos e metodológicos do ensino por investigação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, p. 765-794, 2018. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4852>. Acesso em 25 out. 2025.

OLIVEIRA, M. A. S. **Os Aspectos Físicos e Matemáticos do Lançamento Do Foguete de Garrafa PET**. Trabalho de Conclusão de Curso de Licenciatura em Física. Universidade Católica de Brasília, Brasília, DF, 2008.

YAMAMOTO, C. K.; YAMAMOTO, T. K. **Foguete de garrafa PET – propulsão à água e ar comprimido**. São Paulo: Blog Maquetes-Dicas, 2014. Disponível em: <https://maquetesdicas.blogspot.com/2014/07/foguete-de-garrafa-pet.html>. Acesso em: 29 out. 2025.

SOUZA, J. A. Um Foguete de Garrafas PET. Departamento de Física, Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, São Paulo. **Física na Escola**, v. 8, n. 2, p. 1, 2007. Disponível em: <http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol8/Num2/v08n02a02.pdf>. Acesso em: 29 out. 2025.

