

LANÇANDO CONHECIMENTO: A EXPERIMENTAÇÃO COM FOGUETES COMO CATALISADOR PARA O APRENDIZADO EM FÍSICA E ASTRONOMIA

LAUNCHING KNOWLEDGE: ROCKET EXPERIMENTATION AS A CATALYST FOR LEARNING IN PHYSICS AND ASTRONOMY

Thalysson Magalhães Queiroz Ribeiro¹, Denilson Facioli de Carvalho², Natália Carolina Ribeiro Facioli de Carvalho³

¹ Universidade de Uberaba/Curso de Direito, magalhaesthalysson1@gmail.com

² Universidade Federal do Triângulo Mineiro/ICENE/Escola Estadual Frei Leopoldo de Castelnuovo, denilson.facioli@gmail.com

³ Universidade Federal do Triângulo Mineiro/ICTE, nribeiro652@gmail.com

Resumo: Este relato de experiência descreve a implementação de atividades experimentais com foguetes de garrafa PET no ensino de Física e Astronomia para estudantes do ensino médio, com foco na promoção do engajamento e da aprendizagem significativa. A iniciativa, que culminou na participação na Olimpíada Brasileira de Foguetes (OBAFOG), buscou transcender o ensino tradicional, incentivando a construção ativa do conhecimento científico. Detalhamos a construção de uma base de lançamento em PVC e dos foguetes, fundamentados em princípios de reação ácido-base e na Terceira Lei de Newton. Os resultados observados indicam um aumento significativo no engajamento dos alunos, uma melhor compreensão de conceitos físicos e astronômicos, e o desenvolvimento de competências científicas e socioemocionais. Este trabalho visa compartilhar uma prática pedagógica inovadora que integra teoria e prática, catalisando a alfabetização científica e tecnológica de forma motivadora e transformadora.

Palavras-chave: Relato de Experiência; Foguetes de Garrafa PET; Ensino de Física; Ensino de Astronomia; Engajamento Estudantil.

Abstract: This experience report describes the implementation of experimental activities with PET bottle rockets in the teaching of Physics and Astronomy for high school students, focusing on promoting engagement and meaningful learning. The initiative, which culminated in participation in the Brazilian Rocket Olympiad (OBAFOG), sought to transcend traditional teaching, encouraging the active construction of scientific knowledge. We detail the construction of a PVC launch base and the rockets, based on acid-base reaction principles and Newton's Third Law. The observed results indicate a significant increase in student engagement, a better understanding of physical and astronomical concepts, and the development of scientific and socio-emotional competencies. This work aims to share an innovative pedagogical practice that integrates theory and practice, catalyzing scientific and technological literacy in a motivating and transformative way.

Keywords: Experience Report; PET Bottle Rockets; Physics Teaching; Astronomy Teaching; Student Engagement.

INTRODUÇÃO

O ensino de Física e Astronomia no contexto escolar frequentemente se depara com o desafio de tornar conceitos abstratos acessíveis e relevantes para os estudantes. A abordagem tradicional, muitas vezes centrada na transmissão de informações e na resolução de problemas descontextualizados, pode gerar desinteresse e dificultar a construção de um conhecimento significativo (Cachapuz et al., 2005). Diante desse cenário, a busca por metodologias ativas que promovam o engajamento e a participação dos alunos torna-se imperativa.

O panorama educacional brasileiro revela dados preocupantes sobre o interesse dos jovens pelas ciências exatas. Segundo o Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep, 2023), apenas 32% dos estudantes do ensino médio demonstram interesse genuíno pela Física, enquanto a Astronomia, apesar de seu fascínio natural, permanece relegada a um papel secundário nos currículos escolares. Esta realidade contrasta com a crescente demanda por profissionais qualificados nas áreas STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics), evidenciando a necessidade urgente de estratégias pedagógicas inovadoras que despertem a curiosidade científica dos estudantes.

Neste relato de experiência, apresentamos uma iniciativa pedagógica que utilizou a construção e o lançamento de foguetes de garrafa PET como ferramenta didática para o ensino de Física e Astronomia no ensino médio. A proposta não se limitou à experimentação em si, mas foi integrada à participação na Olimpíada Brasileira de Foguetes (OBAFOG), uma competição que estimula o interesse pela ciência e tecnologia de forma lúdica e desafiadora (Oba, 2024). Acreditamos que a vivência prática, aliada ao contexto de uma olimpíada científica, pode ser um poderoso catalisador para a aprendizagem, transformando a percepção dos estudantes sobre as ciências e suas aplicações no mundo real.

A escolha dos foguetes como tema central fundamentou-se em múltiplos fatores pedagógicos e motivacionais. Primeiramente, os foguetes representam uma das mais fascinantes aplicações da Física, conectando conceitos fundamentais como mecânica, termodinâmica e aerodinâmica com a exploração espacial, um tema que naturalmente desperta a curiosidade dos jovens. Além disso, a construção de foguetes de garrafa PET oferece uma experiência hands-on acessível, utilizando materiais de baixo custo e promovendo a sustentabilidade através da reutilização de materiais recicláveis.

O contexto da Escola Estadual Frei Leopoldo de Castelnuovo, localizada em Uberaba, Minas Gerais, apresentava desafios típicos da educação pública brasileira: recursos limitados, infraestrutura básica e estudantes com diferentes níveis de interesse pelas ciências. Estes desafios, longe de serem obstáculos intransponíveis, tornaram-se oportunidades para demonstrar que a excelência educacional pode ser alcançada através da criatividade, dedicação e metodologias inovadoras.

O objetivo principal deste relato é descrever a experiência de implementação das atividades com foguetes, destacando os desafios enfrentados, as estratégias adotadas e os impactos observados no engajamento, na motivação e na compreensão conceitual dos estudantes. Buscamos compartilhar uma prática que pode inspirar outros educadores a explorar abordagens inovadoras no ensino de ciências, promovendo uma educação mais dinâmica e conectada com a realidade dos alunos. Esperamos que este relato contribua para o repertório de práticas pedagógicas

transformadoras, oferecendo subsídios concretos para a implementação de atividades similares em diferentes contextos educacionais.

PROPOSTA PEDAGÓGICA: FOGUETES COMO FERRAMENTA DE APRENDIZAGEM

A escolha dos foguetes de garrafa PET como eixo central da proposta pedagógica fundamentou-se em seu potencial para integrar diversos conceitos de Física e Astronomia de forma prática e envolvente. A construção e o lançamento desses artefatos permitem explorar, de maneira concreta, princípios como as Leis de Newton, aerodinâmica, propulsão, pressão e reações químicas. Além disso, a atividade estimula o trabalho em equipe, a resolução de problemas, a criatividade e o pensamento crítico, habilidades essenciais para a formação integral dos estudantes.

A base teórica que sustenta essa abordagem reside na aprendizagem significativa, defendida por David Ausubel (2003), que preconiza a importância de conectar novos conhecimentos aos saberes prévios dos alunos. A experimentação com foguetes oferece um contexto rico para que os estudantes possam ancorar conceitos abstratos em experiências concretas, facilitando a compreensão e a retenção do aprendizado. Complementarmente, a teoria da Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP) de Vygotsky (2007) ressalta o papel da interação social e da mediação pedagógica. A construção colaborativa dos foguetes e a troca de conhecimentos entre os pares potencializam o aprendizado, permitindo que os alunos avancem em suas capacidades com o apoio de colegas e educadores.

A interdisciplinaridade constitui outro pilar fundamental da proposta. A experimentação com foguetes naturalmente integra conhecimentos de Física (mecânica newtoniana, termodinâmica, aerodinâmica), Química (reações ácido-base, estequiometria), Matemática (cálculos de trajetória, análise estatística de dados) e Tecnologia (design, engenharia, materiais). Esta abordagem STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) reflete as tendências contemporâneas da educação científica, que reconhecem a necessidade de formar estudantes capazes de integrar conhecimentos de diferentes áreas para resolver problemas complexos (Bybee, 2013).

A dimensão motivacional da proposta merece destaque especial. A teoria da autodeterminação de Deci e Ryan (2000) identifica três necessidades psicológicas básicas que, quando satisfeitas, promovem a motivação intrínseca: autonomia, competência e relacionamento. As atividades com foguetes atendem a essas três necessidades de forma exemplar. A autonomia é exercida quando os estudantes tomam decisões sobre o design de seus foguetes, escolhendo materiais, dimensões e estratégias de otimização. A competência é desenvolvida através do domínio progressivo dos conceitos físicos e das habilidades técnicas necessárias para a construção e lançamento bem-sucedidos. O relacionamento é fortalecido através do trabalho colaborativo em equipes, criando vínculos sociais positivos em torno da aprendizagem científica.

A sustentabilidade ambiental representa uma dimensão adicional da proposta, alinhando-se com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da Unesco (2017). A utilização de garrafas PET, materiais recicláveis e componentes de baixo custo demonstra que a excelência científica pode ser alcançada sem grandes investimentos financeiros ou impactos ambientais significativos. Esta abordagem é particularmente

relevante no contexto brasileiro, onde muitas escolas enfrentam limitações orçamentárias que podem restringir a implementação de atividades experimentais.

A conexão com a exploração espacial e a astronomia adiciona uma dimensão inspiradora à proposta. Os foguetes representam a materialização do sonho humano de explorar o cosmos, conectando os estudantes com as grandes questões da ciência e da tecnologia contemporâneas. Esta conexão é fortalecida através da participação na OBAFOG, que contextualiza as atividades escolares dentro de um movimento nacional de promoção da educação científica e tecnológica.

DESENVOLVIMENTO DA EXPERIÊNCIA

A experiência foi desenvolvida na Escola Estadual Frei Leopoldo de Castelnuovo, em Uberaba, Minas Gerais, envolvendo 45 estudantes do terceiro ano do ensino médio. A iniciativa foi dividida em etapas que visavam construir o conhecimento de forma progressiva e participativa, respeitando os ritmos individuais de aprendizagem e promovendo a colaboração entre os pares.

A primeira etapa, denominada “Fundamentação Teórica e Contextualização”, teve duração de duas semanas e foi dedicada à introdução dos conceitos científicos fundamentais. Os estudantes foram apresentados aos princípios da propulsão de foguetes, começando com uma análise histórica da exploração espacial, desde os primeiros foguetes chineses até as missões contemporâneas da NASA e SpaceX. Esta contextualização histórica despertou o interesse dos alunos e demonstrou a relevância prática dos conceitos que seriam estudados.

Durante esta etapa, exploramos as Leis de Newton de forma interativa, utilizando demonstrações simples e experimentos de baixo custo. A Primeira Lei (inércia) foi demonstrada através de experimentos com objetos em movimento, a Segunda Lei (Princípio Fundamental da Dinâmica) foi explorada através de análises de força e aceleração, e a Terceira Lei (ação e reação) foi o foco principal, sendo demonstrada através de exemplos cotidianos como o recuo de uma arma de fogo ou o movimento de um barco a remo. Os conceitos de aerodinâmica foram introduzidos através da análise de diferentes formas geométricas e sua resistência ao ar, utilizando experimentos simples com papel e ventiladores.

A química da propulsão foi abordada através do estudo das reações ácido-base, com foco específico na reação entre ácido acético (vinagre) e bicarbonato de sódio. Os estudantes aprenderam sobre estequiometria, velocidade de reação e produção de gases, conceitos que seriam fundamentais para otimizar o desempenho de seus foguetes. Experimentos preliminares com diferentes concentrações de reagentes permitiram que os alunos compreendessem empiricamente a relação entre quantidade de reagentes e produção de gases.

A segunda etapa, “Planejamento e Design”, estendeu-se por uma semana e foi caracterizada pela formação de equipes e pelo desenvolvimento de projetos individuais de foguetes. As equipes foram formadas de modo a combinar estudantes com diferentes habilidades e níveis de conhecimento, promovendo a aprendizagem colaborativa e o desenvolvimento de competências sociais. Cada equipe recebeu a missão de projetar um foguete capaz de atingir o maior alcance possível, considerando as limitações de materiais. Neste processo, o estudante Thalysson demonstrou um notável interesse, contribuindoativamente para a concepção e otimização dos designs dos foguetes, além de construir a base de lançamento que seria utilizada por todas as equipes.

O processo de design envolveu múltiplas decisões técnicas que exigiram a aplicação dos conceitos aprendidos na etapa anterior. Os estudantes precisaram determinar o formato e tamanho das aletas estabilizadoras, o design da coifa aerodinâmica e a proporção ideal entre vinagre e bicarbonato de sódio. Estas decisões foram fundamentadas em cálculos matemáticos, pesquisas bibliográficas e discussões em equipe, promovendo o desenvolvimento do pensamento científico e da capacidade de argumentação.

A terceira etapa, “Construção Colaborativa”, foi a mais extensa, durando três semanas, e representou o momento de maior engajamento dos estudantes. As equipes trabalharam intensivamente na montagem de seus foguetes, enfrentando desafios técnicos reais que exigiram criatividade, persistência e colaboração. A construção da base de lançamento em PVC foi um projeto coletivo que envolveu toda a turma, reforçando importância do trabalho colaborativo na ciência.

Durante esta etapa, os estudantes desenvolveram habilidades práticas importantes, como medição precisa, corte de materiais, colagem, vedação e montagem de componentes. Cada equipe enfrentou seus desafios, que foram resolvidos por meio de tentativa e erro, pesquisa e consulta com colegas e professores. Este processo de resolução de problemas reais foi fundamental para o desenvolvimento da mentalidade científica e da resiliência.

A quarta etapa, “Experimentação e Análise”, culminou com a realização dos lançamentos controlados em um espaço aberto adequado. Cada equipe teve múltiplas oportunidades de testar seus foguetes, coletando dados sistemáticos sobre altura máxima, tempo de voo, distância horizontal e estabilidade de trajetória. Os dados foram registrados em planilhas e posteriormente analisados estatisticamente, proporcionando uma aplicação prática da matemática e da análise de dados.

Os lançamentos foram momentos de grande emoção e aprendizagem. Sucessos e falhas foram igualmente valiosos, pois cada resultado fornecia informações importantes sobre o desempenho dos foguetes e oportunidades de melhoria. As equipes que obtiveram resultados insatisfatórios foram encorajadas a analisar as possíveis causas e implementar modificações, promovendo uma cultura de melhoria contínua e aprendizagem através do erro.

A participação na OBAFOG representou o ápice da experiência, proporcionando aos estudantes a oportunidade de competir em nível nacional e interagir com outras equipes de todo o Brasil. A preparação para a olimpíada exigiu refinamentos adicionais nos projetos e intensificou o comprometimento dos estudantes com a excelência. A formação do grupo GEFAD (Grupo de Estudantes Fogueteiros Alunos do Denilson) criou uma identidade coletiva em torno da atividade, fortalecendo o senso de pertencimento e propósito.

IMPACTOS E REFLEXÕES

A implementação das atividades com foguetes gerou impactos significativos no ambiente de aprendizagem e no desenvolvimento dos estudantes. As transformações observadas evidenciaram o potencial das metodologias ativas para despertar o interesse genuíno pela ciência, especialmente nas áreas de Física e Astronomia.

O engajamento dos estudantes demonstrou uma mudança notável ao longo da experiência. Foi possível observar que os alunos desenvolveram um interesse

crescente pelas ciências, particularmente pela Física e pela Astronomia. A oportunidade de ver seus foguetes voando gerou uma satisfação evidente, proporcionando aos estudantes a experiência concreta de ver como seus trabalhos deram frutos. Esta vivência prática permitiu que eles estabelecessem conexões diretas entre os conceitos teóricos estudados em sala de aula e os resultados práticos observados durante os lançamentos.

Um aspecto fundamental da experiência foi a capacidade dos estudantes de identificar e compreender seus próprios erros. Durante os testes e lançamentos, quando os foguetes não apresentavam o desempenho esperado, os alunos conseguiam analisar criticamente os problemas e relacionar as falhas com os princípios físicos estudados. Esta habilidade de autoavaliação e correção demonstrou uma compreensão mais profunda dos conceitos, indo além da memorização para alcançar uma aprendizagem verdadeiramente significativa.

A formação do grupo GEFAD representou um marco importante na experiência. Este grupo seletivo de estudantes que optaram por dar continuidade ao projeto no ano seguinte demonstrou um nível de comprometimento e dedicação que superou as expectativas iniciais. Entre estes estudantes, Thalysson se destacou pelo seu empenho excepcional no projeto dos foguetes, demonstrando uma paixão genuína pela ciência e pela engenharia.

Os integrantes desse grupo, liderados pelo exemplo de Thalysson, desenvolveram uma abordagem sistemática e científica para a otimização de seus foguetes. Eles se empenharam em pesquisar extensivamente sobre todos os aspectos que poderiam influenciar o desempenho dos foguetes. Esta pesquisa incluiu estudos detalhados sobre materiais adequados para a construção da coifa e das aletas, investigações aprofundadas sobre a reação química entre bicarbonato de sódio e vinagre para determinar a fórmula ideal, e análises cuidadosas dos princípios aerodinâmicos que governam o voo dos foguetes. O grupo também dedicou atenção especial a aspectos técnicos complexos como o peso total do foguete, a distribuição do centro de massa, e a estabilidade aerodinâmica durante o voo. Eles projetaram e desenharam diferentes configurações, testando hipóteses e refinando seus designs com base nos resultados obtidos. Esta abordagem metodológica demonstrou que os estudantes haviam internalizado não apenas os conceitos científicos, mas também os processos de investigação e desenvolvimento característicos da prática científica.

A dedicação do grupo transcendeu o ambiente escolar formal. Os estudantes buscaram informações em fontes diversas, consultaram materiais técnicos especializados, e desenvolveram uma rede de conhecimento que integrava física, química, matemática e engenharia. Esta interdisciplinaridade natural da experiência permitiu que eles compreendessem como diferentes áreas do conhecimento se complementam na resolução de problemas complexos.

A experiência também revelou o desenvolvimento de competências importantes para a formação científica dos estudantes. A capacidade de formular hipóteses, testar ideias, analisar resultados e reformular estratégias tornou-se evidente no trabalho do grupo. Eles aprenderam que o processo científico envolve tentativas, erros, ajustes e melhorias contínuas, desenvolvendo uma mentalidade de pesquisador que valoriza tanto os sucessos quanto os fracassos como oportunidades de aprendizagem.

A participação na OBAFOG proporcionou um contexto adicional de legitimação e reconhecimento do trabalho desenvolvido. Os estudantes puderam

perceber que suas atividades escolares tinham relevância em um contexto mais amplo, conectando-os com uma comunidade nacional de jovens interessados em ciência e tecnologia. Esta conexão foi fundamental para ampliar suas perspectivas sobre as possibilidades de carreira e estudo nas áreas científicas e tecnológicas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES

A experiência relatada demonstra o potencial transformador de metodologias ativas no ensino de Física e Astronomia. A utilização de foguetes de garrafa PET como ferramenta pedagógica proporcionou uma aprendizagem significativa, engajadora e multidimensional, que transcendeu os objetivos iniciais da proposta. Os resultados observados confirmam que é possível tornar o ensino de ciências mais dinâmico, relevante e motivador através de abordagens criativas e bem fundamentadas.

A integração entre teoria e prática, característica central da experiência, mostrou-se fundamental para a compreensão profunda dos conceitos científicos. Os estudantes não apenas memorizaram fórmulas e definições, mas desenvolveram uma compreensão visceral dos princípios físicos através da experimentação direta. Esta abordagem hands-on revelou-se especialmente eficaz para estudantes que tradicionalmente apresentavam dificuldades com o aprendizado abstrato, oferecendo múltiplas vias de acesso ao conhecimento científico.

A participação na OBAFOG adicionou uma dimensão competitiva e colaborativa que intensificou o engajamento dos estudantes. O contexto de uma olimpíada nacional conferiu legitimidade e importância às atividades escolares, elevando a autoestima dos participantes e conectando-os com uma comunidade científica mais ampla. Esta conexão com o mundo real da ciência e tecnologia foi fundamental para despertar vocações e ampliar horizontes profissionais.

Os desafios enfrentados durante a implementação da experiência também ofereceram lições valiosas. A necessidade de adaptar materiais e improvisar soluções técnicas ensinou aos estudantes que a ciência não depende exclusivamente de equipamentos sofisticados, mas principalmente de curiosidade, persistência e pensamento crítico.

A formação do grupo GEFAD representou um marco importante na criação de uma identidade científica coletiva. Esta comunidade de prática proporcionou um espaço seguro para experimentação, discussão e crescimento intelectual, elementos essenciais para o desenvolvimento de futuros cientistas. A continuidade do grupo além do período formal das atividades demonstra o impacto duradouro da experiência na vida dos estudantes.

As implicações pedagógicas desta experiência estendem-se além do ensino de Física e Astronomia. A metodologia utilizada pode ser adaptada para outras disciplinas científicas, sempre mantendo os princípios fundamentais de aprendizagem ativa, experimentação prática e conexão com aplicações reais. A interdisciplinaridade natural das atividades com foguetes oferece oportunidades para projetos integrados que podem enriquecer todo o currículo escolar.

Para educadores interessados em implementar experiências similares, recomendamos uma abordagem gradual e bem planejada. A preparação teórica dos estudantes é fundamental, mas deve ser equilibrada com atividades práticas desde o início. O envolvimento da comunidade escolar e o apoio da gestão são elementos

críticos para o sucesso. A documentação sistemática do processo e dos resultados permite refinamentos contínuos e compartilhamento de boas práticas.

A sustentabilidade da proposta depende da formação continuada de professores e do desenvolvimento de materiais didáticos apropriados. Investimentos em capacitação docente e na criação de redes de colaboração entre escolas podem multiplicar o impacto de iniciativas como esta. A parceria com universidades e instituições de pesquisa pode oferecer suporte técnico e científico valioso.

Concluímos que a experimentação com foguetes de garrafa PET representa uma abordagem pedagógica altamente eficaz para tornar o ensino de Física e Astronomia mais dinâmico, relevante e motivador. Ao proporcionar aos estudantes a oportunidade de aprender fazendo, de conectar teoria e prática, e de participar de uma comunidade científica autêntica, esta metodologia contribui significativamente para a formação de cidadãos cientificamente alfabetizados e preparados para os desafios do século XXI.

A experiência relatada demonstra que é possível transformar o ensino de ciências através de abordagens criativas e bem fundamentadas, mesmo em contextos de recursos limitados. O entusiasmo, o engajamento e os ganhos de aprendizagem observados nos estudantes constituem evidências convincentes do potencial transformador de metodologias ativas baseadas em experimentação prática. Esperamos que este relato inspire outros educadores a explorar abordagens similares, contribuindo para a construção de uma educação científica mais envolvente, significativa e transformadora.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AUSUBEL, David Paul. **Aquisição e retenção de conhecimentos**: uma perspectiva cognitiva. Tradução de Lígia Teperman. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 2003.
- BYBEE, Rodger W. **The case for STEM education**: challenges and opportunities. Arlington, Virginia: National Science Teachers Association, 2013.
- CACHAPUZ, António et al. **A necessária renovação do ensino das ciências**. São Paulo: Cortez, 2005.
- DECI, Edward L.; RYAN, Richard M. Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being. **American Psychologist, Washington**, v. 55, n. 1, p. 68-78, jan. 2000.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA (INEP). **Censo Escolar da Educação Básica 2023**. Brasília, DF: Inep, 2023. Disponível em: https://download.inep.gov.br/publicacoes/institucionais/estatisticas_e_indicadores/resumo_tecnico_censo_escolar_2023.pdf. Acesso em: 08 ago 2025.
- OLIMPÍADA BRASILEIRA DE ASTRONOMIA E ASTRONÁUTICA (OBA). **OBAFOG - Olimpíada Brasileira de Foguetes**. Disponível em: <http://www.oba.org.br/>. Acesso em: 08 ago 2025.
- UNESCO. **Educação para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável**: objetivos de aprendizagem. Paris: UNESCO, 2017. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000252197>. Acesso em: 08 ago 2025.
- VYGOTSKY, Lev Semenovich. **A formação social da mente**: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores. 7. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2007.