



IMPORTÂNCIA DO ÂNGULO NO LANÇAMENTO DE FOGUETES DE GARRAFA PET

Thiago Henrique dos Santos

Centro de Educação Profissional Tancredo Neves – CEP Brazópolis,
santosthiago henrique935@gmail.com

Lucas de Paulo Lameu

Centro de Educação Profissional Tancredo Neves – CEP Brazópolis,
prof.dr.lucasdepaulolameu@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

A Mostra brasileira de foguetes (MOBFOG) é um evento realizado pela Sociedade Astronômica Brasileira (SAB), Agência Espacial Brasileira (AEB) e Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação, que ocorre, anualmente, em todo o território brasileiro, entre os alunos do Ensino Fundamental, Médio e superior do país (OBA, 2023). A MOBFOG tem como objetivo despertar o interesse dos participantes pelo estudo da Astronáutica, Física e Astronomia através da construção e lançamento de foguetes construídos pelos mesmos. A competição é dividida em cinco níveis, sendo os três primeiros dedicados aos alunos do Ensino Fundamental I e II, e os dois últimos, aos alunos do ensino médio e superior.

No quarto nível o foguete é construído usando ao menos duas garrafas PET e ele pode conter mais de um estágio. O lançamento é feito usando uma base presa ao solo, com uma reação química entre bicarbonato de sódio e vinagre com 4% de concentração de ácido acético realizada quase inteiramente no interior do foguete. Como o objetivo da competição é alcançar o maior alcance horizontal em relação à base, o tubo de lançamento deve estar a um ângulo específico em relação ao solo.

Destacamos ainda que trabalhos experimentais podem promover uma visão mais democrática em relação à aprendizagem de conceitos físicos e matemáticos. Como destacam Santos, Piassi e Ferreira (2004):

A proposta de se lidar com materiais simples, portanto, não advém apenas do fator custo, mas da necessidade de que o aluno possa dominar todo o processo de conhecimento, através da construção, por seus próprios meios, dos aparatos que servirão de objeto de estudo. A familiaridade com os materiais utilizados aproxima o aluno do conhecimento científico, porque mostra que a ciência física se aplica ao mundo real, que está a sua volta. Mais do que isso, permite a ele testar hipóteses de forma criativa, a partir das propriedades conhecidas ou supostas dos materiais e dos testes realizados com eles. (SANTOS; PIASSI; FERREIRA, 2004, p. 8)

Ao longo do trabalho será realizado um relato de experiência da MOBFOG do ano de 2022, buscando responder o seguinte problema de pesquisa: como a inclinação do tubo interfere no alcance horizontal e qual é o ângulo ideal? Concluímos que o ângulo é de 45° e que este fornece o melhor alcance.

2. DESENVOLVIMENTO



O foguete de garrafa PET é construído em síntese a partir dos seguintes materiais: duas garrafas PET de 2L, uma pasta plástica e massinha de modelar. Para montar o corpo do foguete é necessário cortar uma das garrafas PET a aproximadamente 15 cm da boca. Colocamos a massinha de modelar, por dentro da garrafa cortada, próxima à tampa rosqueável, para dar sustentabilidade, formando a ogiva. Após isso, encaixamos esta parte com a boca no fundo da outra garrafa, formando uma única peça. A parte lisa é colocada na boca da garrafa inteira para que as aletas, em formato de um trapézio retângulo, sejam fixadas, constituindo, assim, o foguete, como mostrado na Figura 01. Para que ele seja lançado é necessária a construção de uma base de lançamento que é construída usando cinco pedaços de canos de PVC de 20 mm (um de 25 cm, dois de 20 cm e dois de 10 cm), dois “caps”, dois “joelhos” e um “tê”. O cano de 25 cm é fixado na conexão central do “tê”. Nas outras conexões são colocados os canos de 10 cm com uma inclinação de 45°, em relação ao cano de 25 cm, como mostrado na Figura 01. Ao final de cada um dos canos de 10 cm é colocado um “joelho”. Depois do “joelho” são postos os canos de 20 cm com um “cap” no final.

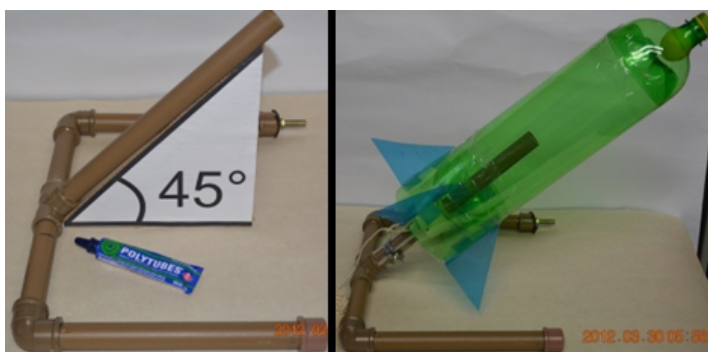


Figura 01: base de cano PVC e foguete de garrafa PET. Fonte: (OBA, 2023).

Como combustível é utilizado o bicarbonato de sódio com vinagre, cuja reação libera gás carbônico que é pressurizado dentro do foguete de garrafa PET. Após puxar o gatilho, o foguete voa por meio da Terceira Lei de Newton, de forma que o gás ejetado cria uma força de ação, e, conseqüentemente, surge uma reação em sentido oposto. O objetivo da MOBFOG é obter a medição dos alcances horizontais destes foguetes e estes alcances sofrem interferência direta do ângulo de inclinação da base e lançamento.

2.1 CONCEITOS PARA LANÇAMENTOS

De acordo com Nussenzeigh (2013), a equação para o lançamento de um projétil realizado na superfície da Terra, considerando a superfície como plana, a aceleração da gravidade como constante e desconsiderando a resistência do ar é dada pela seguinte equação:

$$y = tg(\theta) x - \frac{g x^2}{2v^2 \cos^2(\theta)} \quad (1)$$

Onde θ é o ângulo de lançamento, g é a gravidade, v é a velocidade inicial, x é a posição horizontal e y é a posição vertical.

Já o gráfico da equação 1 pode ser representado pela Figura 02:

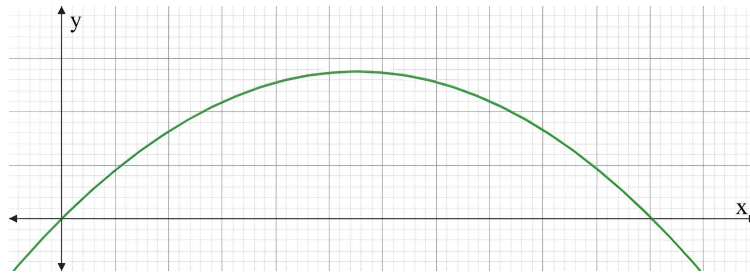


Figura 02: Representação gráfica

Ao igualar y a 0, é possível calcular as raízes da equação usando a fórmula de Bhaskara:

$$x = \frac{tg(\theta) \pm \sqrt{tg^2(\theta)}}{2g / (2v^2 \cos^2(\theta))} \quad (2)$$

Se desenvolver o cálculo um pouco mais e selecionar somente o caso em que o numerador é diferente de zero, tem-se:

$$x = \frac{v^2 2tg(\theta) \cos^2(\theta)}{g} \quad (3)$$

Que se transforma em:

$$x = \frac{v^2 2sen(\theta) \cos^2(\theta)}{\cos(\theta) g} \quad (4)$$

E finalmente:

$$x = v^2 \frac{sen(2\theta)}{g} \quad (5)$$

De acordo com essa última equação ao realizar um lançamento, com uma mesma velocidade inicial e mesma gravidade, a maior distância que pode ser obtida será quando $2 \cdot \theta$ for igual a 90° , ou θ igual a 45° . Por esse motivo o tubo de lançamento deve possuir uma inclinação de 45° , como foi mostrado na Figura 01 e confirmado, teoricamente, pelas equações de 1 a 5.

Desta forma, na Mostra Brasileira de Foguetes de 2022, obtivemos melhores resultados quando construímos a base com 45° , mas destacamos também que outros fatores também interferem para que o foguete vá mais longe como: centro de massa, centro de pressão e reação química dentro do foguete.

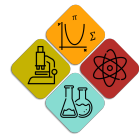
3. CONSIDERAÇÕES

Em resumo, o ângulo de lançamento interfere diretamente no alcance horizontal percorrido pelo projétil, sendo a extensão máxima alcançada com um ângulo de 45° .

Os resultados podem ser considerados para projéteis com forma aerodinâmica e com altas velocidades iniciais. Como a pesquisa foi feita desconsiderando a influência do ar no movimento, podem acontecer diferenças significativas entre os resultados teóricos e práticos.

REFERÊNCIAS

NUSSENZVEIG, H. M. **Curso de Física Básica I - Mecânica**. 5a Edição. São Paulo: Editora Edgard Blucher Ltda, 2013.



SANTOS, E. I.; FERREIRA, N. C.; PIASSI, L. P. de C. Atividades experimentais de baixo custo como estratégia de construção da autonomia de professores de física: uma experiência em formação continuada. 2004, **Anais..** São Paulo: SBF, 2004. Disponível em: <http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/epef/ix/sys/resumos/T0058-1.pdf>. Acesso em: 17 de setembro de 2023.

OLIMPÍADA BRASILEIRA DE ASTRONOMIA E ASTRONÁUTICA. **Regulamento da 17ª MOBFOG para o nível 4.** 2023. Disponível em: <http://www.oba.org.br/site/> Acesso em 17 de setembro de 2023.