

CONCEITOS FÍSICOS E MATEMÁTICOS NO LANÇAMENTO DE FOGUETES DE GARRAFA PET¹

PALHARINI, Ana Luiza Mai²; LIMA, Waleska Londero de³; ROSA, Juliana Aozane da⁴.

RESUMO: Este trabalho apresenta a descrição de uma atividade de integração realizada pelo Centro de Educação Básica Francisco de Assis – EFA, para os alunos e suas famílias. Foram desafiados a construir um foguete de garrafa pet recebendo um roteiro com as instruções e uso de materiais usados na confecção. No lançamento, 3 categorias foram avaliadas: alcance, mais tempo no ar e apresentação/design. Com as medidas aproximadas do alcance, realizadas com uma trena, levaram-se os resultados para uma turma de 1º ano do Ensino Médio, a fim de realizar o estudo dos conceitos físicos e matemáticos. Pelos princípios da Física, calculou-se, teoricamente o valor da altura máxima e a velocidade inicial de lançamento, e da Matemática, trabalhou-se com a construção da lei que descreve o movimento parabólico do foguete. Na realização da dinâmica, pode-se perceber a quantidade de fenômenos físicos e matemáticos que é possível abordar em uma atividade de baixíssimo custo.

Palavras-chave: Lançamento de Foguetes. Leis de Newton. Função Quadrática.

INTRODUÇÃO

Foguetes de garrafa pet à base de água são, antes de mais nada, uma maneira divertida de verificar, na prática, alguns princípios fundamentais da Física e da Matemática. Basicamente, são foguetes construídos com garrafas “Pet” equipadas com “nariz” e aletas que, quando preenchidos, parcialmente, com água e pressurizados com ar, são lançados de plataformas fixadas no solo e podem atingir vários metros de altitude de voo, além de serem lançados com o objetivo de atingir uma determinada distância, a partir da base de lançamento.

Tendo como proposta de desafio, o Centro de Educação Básica Francisco de Assis (EFA), realizou uma manhã de lançamentos de foguetes envolvendo as famílias dos alunos desde a educação infantil até o ensino médio. Uma das finalidades do evento foi a integração e o envolvimento das famílias na confecção dos foguetes com garrafas pet, bem como a pesquisa para definir as variáveis que pudessem interferir no movimento do foguete.

Essa proposta foi repassada para as turmas através de um roteiro com as instruções para a construção dos foguetes que atendessem aos critérios da avaliação quanto às categorias elencadas a seguir:

-Alcance: o foguete que chegar uma maior distância, medida a partir da base de lançamento. Sendo que todos os foguetes estarão submetidos a uma pressão de ar comprimido e o ângulo de lançamento em relação à horizontal de 45°;

– Mais tempo no Ar: o foguete que permanecer no ar por mais tempo e fizer um pouso mais suavemente possível. Nessa categoria o foguete será lançado em um ângulo de 90° em relação à horizontal com uma mesma pressão;

- Apresentação/Design: o foguete que possuir a melhor apresentação em termos de elementos construtivos, acabamento e design.

¹ Categoria: Ensino Médio; Modalidade: Matemática Aplicada e/ou Inter-relação com outras disciplinas; Instituição: EFA – Centro de Educação Francisco de Assis

² Aluna do Ensino Médio, turma 211, palharini.analuiza06@gmail.com

³ Aluna do Ensino Médio, turma 211, waleskadelima@hotmail.com

⁴ Professor Orientador, EFA – Centro de Educação Francisco de Assis, juliana.aozane@unijui.edu.br

Durante a atividade, levantou-se a possibilidade em levar para a sala de aula, as medidas e variáveis para estudo e aprofundamento dos conceitos físicos e matemáticos envolvidos no movimento do foguete. Com esses dados, trabalhamos com a turma do 1º ano do Ensino Médio, referente aos conteúdos aplicáveis à categoria de alcance.

MATERIAL E MÉTODOS

Na manhã marcada, foram realizados os lançamentos, utilizando-se uma base disparadora disponibilizada pelo projeto Física para Todos, composta por um compressor de ar, a qual permitiu que todos os foguetes fossem lançados com mesma pressão de aproximadamente 5 atm. Cada turma pode fazer o lançamento primeiro da categoria maior alcance e, depois, categoria mais tempo no ar.

Para a categoria maior alcance o lançador ficou posicionado formando um ângulo de 45° com a horizontal, conforme figura 1.

Figura 1 – Modelo do lançador de foguetes



Fonte: As autoras (2017)

Com o uso de uma trena, foram feitos os registros aproximados dos alcances dos foguetes. Os dados assinalados serviram, na disciplina, de Física, para calcular teoricamente a velocidade inicial de lançamento e a altura máxima alcançada e, na Matemática, apropriaram-se os dados para construir a lei da trajetória do movimento dos foguetes.

Após, foi posicionado o disparador formando um ângulo de 90° com a horizontal, com o desafio do foguete que permanecesse mais tempo no ar. Para isso, as turmas utilizaram alguns artifícios como o uso de paraquedas, o que interferiu bastante no tempo de queda por causa da resistência do ar. Por envolver muitas variáveis não utilizamos os dados de tempo para cálculo de altura máxima e velocidade de lançamento nessa categoria.

Com os dados, propusemos à turma do 1º ano verificar algumas medidas através de cálculos associados à Física e à Matemática que serão apresentados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Primeiramente, o objetivo foi calcular a altura máxima atingida pelos foguetes, com o auxílio da expressão matemática do movimento oblíquo, $Y = \frac{(V_o \cdot \text{sen}\theta)^2}{2 \cdot g}$, sendo V_o a

velocidade inicial de lançamento (m/s); θ o ângulo de lançamento; g a aceleração da gravidade (considerada $9,81 \text{ m/s}^2$) e Y a altura máxima (m), (RAMALHO, 2009).

Para essa altura, foi preciso calcular a velocidade inicial de lançamento (V_0) com a expressão matemática do alcance $R = \frac{V_0^2 \cdot \text{sen}2\theta}{g}$, sendo V_0 velocidade de lançamento (m/s); θ o ângulo inicial de lançamento; g a aceleração da gravidade (considerada $9,81 \text{ m/s}^2$) e R o alcance máximo (m), (RAMALHO, 2010)

Assim conseguimos completar a tabela abaixo com as medidas coletadas do alcance e as calculadas da altura.

Tabela 1 – Apresentação dos resultados dos alcances e alturas atingidos pelas turmas.

Turma	Alcance	Altura
A11 =A31=B21=C91	x = 119 m	y = 29,14 m
A21	x = 107 m	y = 26,21 m
A41	x = 58 m	y = 14,20 m
B11	x = 19,6 m	y = 4,80 m
B31	x = 18 m	y = 4,41 m
B41	x = 98 m	y = 24 m
B51	x = 80 m	y = 19,58 m
C61	x = 14 m	y = 3,42 m
C71	x = 13,7 m	y = 3,35 m
C81	x = 119 m	y = 29,14 m
211	x = 26,2 m	y = 6,41 m
221	x = 23,40 m	y = 5,73 m
231	x = 19,6 m	y = 4,80 m

Fonte: As autoras (2017)

Para analisar o movimento do foguete consideramos este como um projétil, “considerando que sobre ele atua apenas seu peso (a resistência do ar é desprezível) a trajetória do projétil é uma curva que os matemáticos denominam parábola.” (ALVARENGA; MÁXIMO, 2012, p. 133).

De posse desses dados, associa-se a função quadrática, $f(x) = ax^2 + bx + c$ (PAIVA, 2015), com a intenção de definir a lei da trajetória parabólica do movimento. Adota-se o alcance dos foguetes como a segunda raiz da função, sabendo-se que a primeira raiz é zero. A média aritmética das raízes corresponde à altura máxima atingida pelo foguete. Com esses valores, por exemplo, das turmas A11=A31=B21=C91, chega-se à lei da função quadrática que representa a trajetória do foguete, como demonstrado abaixo:

Considerando o alcance de 119 m calculamos o ponto médio, ou seja, o x do vértice, da seguinte forma:

$$X_v = \frac{0+119}{2} = 59,5m$$

Usando este valor para o X e 29,14 para o Y , teremos o ponto que determina o vértice (V)

$$V(59,5; 29,14)$$

E tendo o ponto P do alcance máximo (119;0) com a função:

$$f(x) = ax^2 + bx$$

Substituindo o V na lei, chegaremos na equação:

$$29,14 = 3540,25.a + 59,5 b$$

Substituindo o ponto P na lei, chegaremos na equação:

$$0 = 14161.a + 119.b$$

Assim achamos $a = -0,0083$ e $b = 0,9877$

Logo a lei da função é igual a

$$f(x) = -0,0083x^2 + 0,9877x$$

Muitas variáveis foram desconsideradas no lançamento, como a resistência do ar, a variação da massa de ar e água dentro dos foguetes, além da possibilidade de rotação do foguete no percurso (SOUZA, 2007). Se verificarmos na tabela, as turmas oscilaram nos valores de alcance, mesmo tendo as mesmas condições iniciais de lançamento, com a mesma pressão e mesmo ângulo. Isto pode ter ocorrido porque, na construção do foguete, alguns podem não ter ficado bem vedados, ou mesmo com a parte aerodinâmica pouco estruturada como o uso incorreto das aletas, ou da massa colocada no “bico” do foguete.

Também, é necessário considerar-se que no movimento oblíquo, no uso das expressões matemáticas, desconsidera-se a resistência do ar, assim nossa análise ponderou o movimento idealizado do foguete, sem a interferência da força de arraste, e nem da interferência do clima, que na ocasião não apresentava vento.

Neste experimento foi possível visualizar diversos conceitos físicos (HEWITT, 2011), como: - pressão atmosférica, ao encher a garrafa com ar, a pressão interna torna-se maior que a pressão atmosférica que atua sobre a mesma. Logo, quando é apertado o gatilho para liberar a garrafa, a mesma é lançada com uma velocidade inicial muito alta; - 3ª Lei de Newton, pelo princípio da ação e reação, a ejeção de material para fora do corpo é um método de aceleração de foguetes. A garrafa sobe por causa do ar comprimido que empurra a água para baixo e a garrafa para cima; - a incompressibilidade da água, como se trata de um fenômeno de natureza física, ao injetarmos ar na garrafa, já que tem um pouco de água, ocorre a compressão do ar o qual, cada vez mais, exerce uma força sobre a rolha, até o ponto em que essa força ejeta a rolha e a água da garrafa, já que esta é um líquido não compressível; - aerodinâmica, quando da resistência do ar, no movimento e o material utilizado para a construção dos foguetes.

Na Matemática, a trajetória parabólica que percorre o foguete associa-se à lei de uma função quadrática estudada no primeiro ano do ensino médio, relacionando-se, assim, a aplicabilidade desse conteúdo no cotidiano, que nesse caso associou-se ao estudo de caso.

CONCLUSÕES

Pode-se perceber que a atividade de lançamento de foguetes nos possibilitou explorarmos diversos conteúdos físicos e matemáticos, os quais foram melhor compreendidos pelos alunos, considerando que esta é uma atividade de baixíssimo custo, porém potencial para desenvolver a aprendizagem com significado.

Este trabalho pode ser explorado para o desenvolvimento de habilidades do processo científico como da observação, da pesquisa, medida e coleta de dados, interpretação de dados, controle e análise de variáveis. Também pode ser mais explorado para o desenvolvimento de recursos, da participação do aluno no processo ensino-aprendizagem, interdisciplinaridade, criatividade, participação e novas metodologias.

REFERÊNCIAS

ALVARENGA, Beatriz; MÁXIMO, Luiz Ribeiro da Luz. **Projeto Voaz Física**. São Paulo: Scipione, 2012.

HEWITT, P. G. **Física Conceitual**. Tradução Trieste Freire Ricci. 11. ed. Porto Alegre: Bookman, 2011.

RAMALHO, Francisco Jr; FERRARO, Nicolau Gilberto; TOLEDO, Paulo Antônio Soares de. **Os Fundamentos da Física**. 10. ed. São Paulo: Moderna, 2009.

PAIVA, Manoel. **Matemática**. 3. ed. São Paulo: Moderna, 2015.

SOUZA, J. A. Um foguete de garrafas PET. **A Física na Escola**, v. 8, n. 2, p. 4-11, 2007.