



UMA PROPOSTA INTERDISCIPLINAR ENTRE MATEMÁTICA E FÍSICA, UTILIZANDO O TREBUCHET NO ESTUDO DE FUNÇÕES QUADRÁTICAS

ALMEIDA FILHO, Flávio Santana
EE

BELONSI, Marcelo Henrique
UEG/UnU Goiás

INTRODUÇÃO

A educação básica tem passado por constantes transformações, principalmente na forma de abordagem. A necessidade de buscarmos métodos que modelem a forma de se abordar a Matemática tem se destacado no meio acadêmico. Um dos principais motivos é devido à dificuldade dos alunos em abstraírem os conceitos matemáticos.

Com a principal finalidade de suprir partes das lacunas existentes durante o processo de ensino-aprendizagem entre a matemática na educação básica, é apresentado neste presente trabalho, relatos da aplicação de uma experiência que consiste em revisar e aplicar o conteúdo de funções quadráticas com enfoque baseado no estudo de fenômenos físicos, mais especificamente, no lançamento de projéteis, por meio da construção e utilização da réplica de um mecanismo de alavanca - O *Trebuchet*.

Destaca Macassis (2012) que o mecanismo *trebuchet* pode ser empregado em sala de aula como uma ferramenta motivadora da aprendizagem, podendo ser relacionado diretamente à física e disciplinas afins como a matemática. Através da aplicação deste experimento buscou-se evidenciar a importância do estudo de funções quadráticas e de forma análoga sua aplicabilidade na física quando do estudo da cinemática. Vale observar que o foco da aplicação, constitui em turmas de 1º ano do ensino médio, devido à similaridade dos temas: função quadrática (matemática) e lançamento oblíquo (física). E por serem vistos quase que simultaneamente durante o bimestre.

O experimento *trebuchet* não pode ser tido, apenas como uma ferramenta lúdica e sim como uma ferramenta interdisciplinar para contextualização do conteúdo. Fundamentar conceitos físicos através da matemática trabalhada em sala é uma ferramenta que favorece a construção de um saber crítico ao invés de mecânico. Onde os alunos poderão expor seu conhecimento, formular hipóteses e encontrar mais significado no “porque” e “para que” se estudar os conteúdos de matemática. No contexto interdisciplinar, destaca Edmir (2009) a importância de semodelar o conteúdo (foco de estudo) para à aplicação, estabelecendo um paralelo que conecte a experiência estudada (experimento *Trebuchet*) e o que esta sendo estudado (funções quadráticas).

De tal modo, a contextualização assim como a interdisciplinaridade destaca-se pela importância e pela bagagem de informação trazida para o conhecimento, na busca de se propiciar, ao aluno, a concepção de que o saber não é o acúmulo de informação e de conhecimento, mas sim uma ferramenta que os prepara para o dia a dia em situações diversas (EDMIR, 2009). A figura 1, a seguir ilustra um mecanismo *trebuchet*, evidenciando alguns detalhes quanto ao mecanismo.



Figura 01 – Trajetória da funda e movimento do braço *trebuchet*.

Fonte: (A) *Trebuchet of the Physicis*; (B) *Physics trebuchet*; (C) *Pb. Works-trebuchet*



Através dos dados qualitativos alcançados pela realização do experimento, pode ser construído um ambiente contextualizando e interdisciplinar que interligue a prática do ensino matemática e do ensino da física do ensino médio. Segundo Cezar (2008) a LDB (leis de diretrizes e bases) e os PCN's (Parâmetros Curriculares Nacionais) visam que a contextualização é a oportunidade para que o aluno faça uma ponte entre a teoria e a prática, possibilitando a perspectiva ao aluno de “por que” e “para que” se estudar a Física.

O experimento não pode ser tido exclusivamente como uma ferramenta lúdica e sim como um instrumento que contribuirá para o aprendizado. Possibilitando aos alunos que exponham seus conhecimentos científicos ao fazer reflexões em senso comum e prático.

DESENVOLVIMENTO

Antes da aplicação deste projeto, os alunos demonstraram algumas dificuldades com os conteúdos de função quadrática e, não obstante a isso esse mesmos alunos, inicialmente, se quer perceberam qualquer relação entre a proposta de contextualização com o objeto de estudo. Porém, quando aplicamos o experimento e apresentamos os equacionamentos da trajetória parabólica do projétil alguns alunos conseguiram assimilar que tanto em funções quadráticas quanto no estudo de lançamento de projeteis é analisado o comportamento de uma parábola. Contudo os mesmos não conseguiram a primeiro momento associar que a forma genérica:

$$f(x) = ax^2 + bx + c, \text{ onde } a \neq 0 \quad \dots(1)$$

Na verdade é correspondente à função:

$$y = y_0 + v_0 \cdot t + \frac{g \cdot t^2}{2} \quad \dots(2)$$

Onde t representa o tempo da trajetória do projétil e possui o termo de maior grau. Donde, evidenciamos essa relação a reescrita da equação (2) e realizando as considerações a seguir:

$$f(h) = \left(\frac{g}{2}\right) \cdot t^2 + v_0 \cdot t + (y_0 - y), \text{ onde } a = \frac{g}{2} \neq 0; b = v_0 \text{ e } c = (y_0 - y).$$

Tal observação foi suficiente para que os alunos conseguissem concluir que a representação gráfica em forma de parábola usada na matemática para função quadrática é a mesma para a física, com uma diferença: enquanto na matemática o sinal do coeficiente do termo que possui o maior grau que define a concavidade da parábola, na física o sinal representa a aceleração da gravidade que atua sobre o corpo arremessado.

Segundo Macassis (2012), podemos realizar uma análise do mecanismo *trebuchet* para o lançamento de projéteis, apenas com alguns elementos: alcance do projétil, ângulo cujo projétil é propelido e/ou tempo de queda.

A Figura 2 mostra a trajetória do projétil, considerando que o mesmo é uma partícula que executa um movimento bidimensional – foi traçado duas retas uma na horizontal (x) e outra na vertical (y) na altura que o projétil se desprende totalmente da funda em um instante λ (lambda). O projétil sofre uma aceleração \vec{g} correspondente à queda livre, fazendo com que ele faça uma trajetória parabólica.

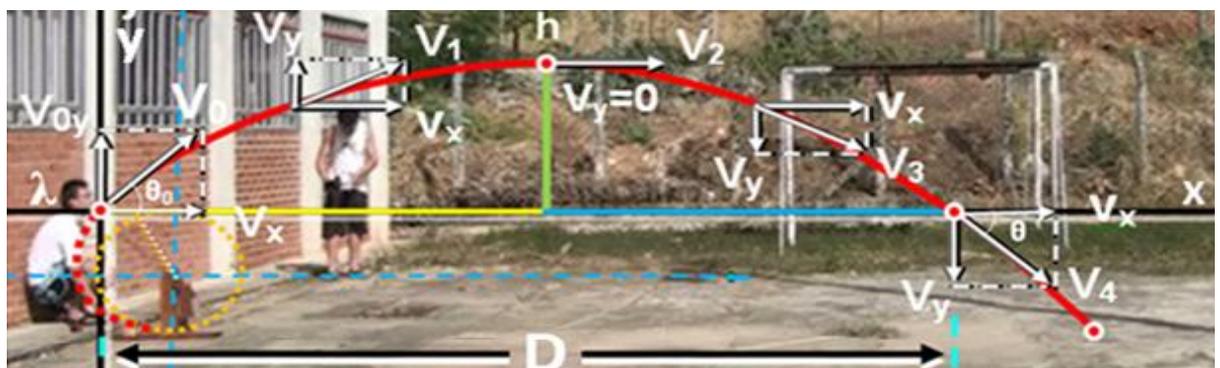


Figura 2 – Componentes escalares durante a trajetória
 Fonte: ALMEIDA FILHO. F.S. Trajetória do projétil em $x_0=0$ e $y_0=0$.

A partir das experimentações é possível que o aluno perceba que a componente horizontal da velocidade (V_x) se mantém constante durante todo percurso, variando apenas a componente na direção vertical. A distância D na horizontal refere-se ao ponto de lançamento, até o ponto em que o projétil declina e fica na mesma altura do lançamento (HALLIDAY, RESNICK E WALKER (1996, p. 60-61)).

Através dos dados da Figura 02 podemos demonstrar facilmente as equações que definem o alcance e ao isolarmos a componente da velocidade, determinaremos a velocidade inicial do projétil, deve-se ater ao fato de que tal aplicação envolve o mecanismo *trebuchet* e, tudo que puder ser relacionado com o mecanismo será de grande valia, assim será associada à imagem real utilizada para capturar a trajetória do projétil para as demonstrações das equações de movimentos com fins de possibilitar um maior realismo no experimento.

Durante o experimento foi questionado, ao aluno, se poderíamos fazer alguma comparação matemática com as componentes da velocidade, um dos grupos que realizavam o experimento concluiu que: como os vetores vistos em física continuam sendo aplicados no lançamento de cada projétil (forma uma parábola) e que descrevem a velocidade que o corpo adquiriu em cada instante, pode-se estabelecer o equacionamento:

$$(\vec{V}_0)^2 = (\vec{V}_x)^2 + (\vec{V}_y)^2 \quad \dots(3)$$

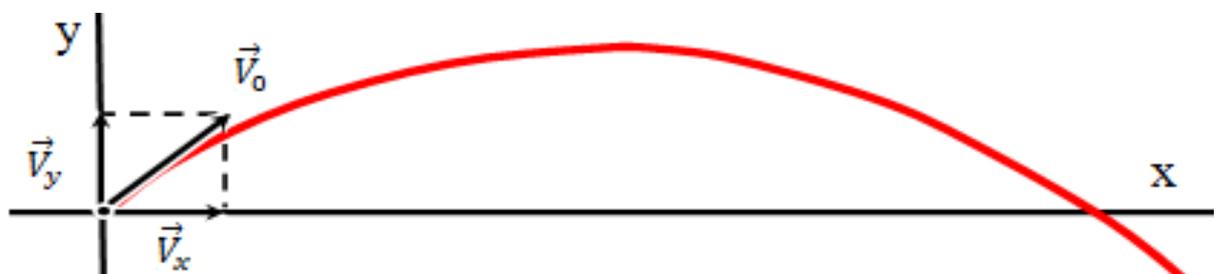


Figura 3 – Componentes escalares durante a trajetória

Fonte: ALMEIDA FILHO. F.S. Figura 02, sem fundo.

Nota-se que o equacionamento (3) é dado devido à velocidade \vec{V}_0 ser tangencial a trajetória. Nesse momento aproveitou para tecer alguns comentários a respeito do teorema de *teorema de Pitágoras*.

RESULTADOS

Através do experimento *trebuchet* buscamos induzir os alunos a avaliarem como a vantagem mecânica da alavanca de fato ocorre, além de incitá-los a estabelecer relações entre a física e a matemática por meio da lógica. As discussões durante a prática do experimento e cálculos, ou seja, construção e coleta de dados através do lançamento real de projéteis de cada grupo forneceu um ambiente agradável de trabalho além de estabelecer uma confiança no desempenho das atividades em equipe. Os grupos se envolveram fortemente nas atividades de aplicação deste trabalho, mostrando-se mais participativos e atentos que em aulas tradicionais.

Vale ressaltar que o experimento real apresenta divergências em valores teóricos e práticos, mas que, no entanto, tais valores tornam-se aceitáveis, uma vez que os experimentos buscam reproduzir parcialmente o que é estudado.

O trabalho foi aplicado a um grupo de 16 alunos do 1º ano do Ensino Médio, as demonstrações e associações referentes ao engenho foram atribuídas a atividades avaliativas substitutivas de abordagem equivalente ao conteúdo programático trabalhado em sala no mesmo bimestre, para todos os alunos mesmo que, independentemente se alguns deles já estivessem alcançados a nota conceitual, mínima, exigida para aprovação.

Cada grupo construiu seus *trebuchets* de diferentes tamanhos, de tal forma que influenciou na eficiência do *trebuchet*, desta forma cada grupo teve de transpor o que aprendeu e as dificuldades com o experimento de forma

diferenciada. A seguir, ilustra-se por meio da Figura 4, a aplicação desse trabalho no ambiente escolar.

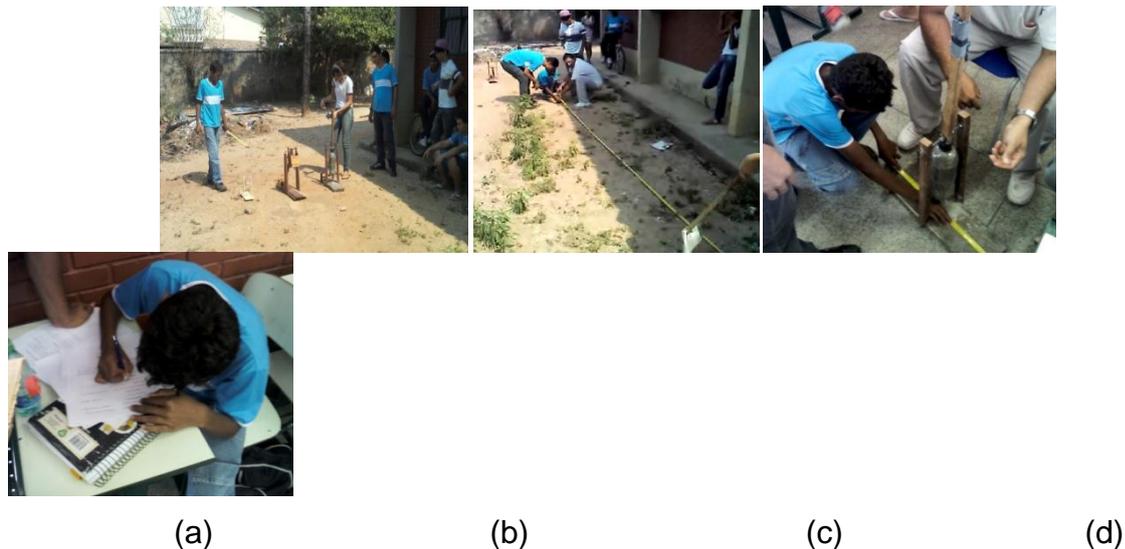


Figura 4: Fotos ilustrativas da aplicação na escola.

Fonte: ALMEIDA FILHO. F.S.

Na tentativa de oferecer, ao aluno, um experimento mais realístico, foi pedido que os mesmos fizessem três lançamentos com diversos ângulos (30° , 45° , 60° e 70°) e anotassem pontos que eles acreditassem ser responsáveis pelas divergências dos alcances máximo encontrados.

Os alunos foram avaliados em grupo pela construção e execução do experimento, entretanto, os cálculos realizados para determinar velocidade do projétil, tempo de queda e altura máxima alcançada, foram avaliados em atividades individuais realizadas em sala.

Igualmente ressalto que as demonstrações e o equacionamento de fórmulas referentes ao lançamento dos projéteis foram desenvolvidos a partir da trajetória de um experimento real, possibilitando dessa forma, ilustrar de maneira mais fidedigna do mecanismo *trebuchet* como ferramenta da conceituação da física e, a contextualização e compreensão matemática, buscando oferecer mais sentido

nas fórmulas que são estudadas e aplicadas em sala. Para fins de análise das notas convém citar que foram comparadas as notas antes e após o experimento de um mesmo conteúdo trabalhado durante um mesmo bimestre.

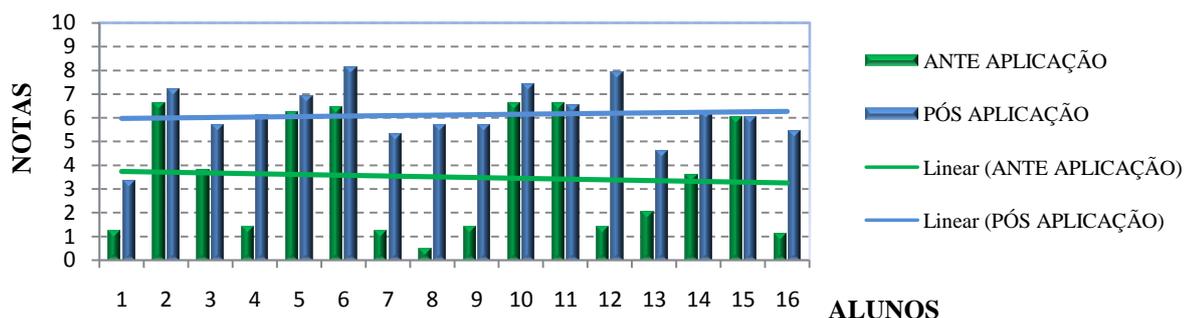


Figura 5: Gráfico comparativo das notas dos alunos (ante e pós aplicação).

Conforme ilustrado na Figura 5, antes do experimento, 62,5% dos alunos apresentavam notas inferiores ao conceito exigido pelo colégio e, após a aplicação do experimento, 87,5% das notas conceituais aumentaram em 2 pontos absolutos, conforme podemos observar, por meio das linhas de tendência (ante e pós aplicação) na figura 5, em média, 6,25% dos alunos mantiveram a mesma nota.

CONSIDERAÇÕES FINAIS E COMENTÁRIOS

Tendo em vista o material delimitado neste trabalho e os elementos coletados durante as aulas ministradas, sobre o experimento *trebuchet*, fica evidente a sua importância, de se buscar novas ferramentas no ensino da física e na matemática que possibilitem oferecer, aos alunos, a perspectiva de que tudo que se aprende na escola tem sentido e pode ser aplicado, e que esta compreensão pode favorecer melhoras na aprendizagem.

Ressaltamos a importância de experimentos, por possibilitarem aos alunos uma maior flexibilidade em questionamentos do “como” e “por que” estudar física. Através do experimento *trebuchet*, foi possível abordar de forma complementar o conteúdo de função quadrática e da cinemática no lançamento de projéteis, tendo evidenciado mais sentido no que é estudado e ao explorar as



aplicações de conceitos físicos e/ou cálculos matemático. Destacasse que este tipo de intervenção é desafiador e, exige acrescentar mais dados sobre a aplicação com a finalidade de comprovar efetivamente o potencial da ferramenta, por outro lado os resultados quantitativos apresentados e subjetivos observados mostram-se animadores, se por um lado aproximadamente 81% dos alunos obtiveram aumento percentual em suas notas, por outro eles demonstraram maior interesse sendo evidenciado, por meio de suas participações de forma ativa em todas as atividades propostas.

REFERÊNCIAS

- ASSIS, A. K. T. **Arquimedes, o Centro da Gravidade e a Lei da Alavanca**. Canadá: Apeiron Montreal, 2008. Disponível em: <<http://www.fisica.net/mecanicaclassica/Arquimedes.pdf>>. Acesso em: 28/02/2012.
- BRASIL. **Ministério da educação e cultura**. *Parâmetros Curriculares Nacionais*, Ensino Médio. Brasília: 2002.
- HALLIDAY, D.; RESNICK, R; WALKER, J. **Fundamentos de física**. V4ª Ed. Rio de Janeiro: LTC (livros técnicos e Científicos), 1996. In: — **Movimento Retilíneo**. 4ª ed. Rio de Janeiro: LTC, (1996. p. 13-35).
- MACASSIS, F. **A física do trebuchet**. Blog do Macassis. São Paulo, 2011. Disponível em: <<http://macassis.blogspot.com.br/2012/03/fisica-do-trebuchet.html>>. Acesso em: 04/03/2012.
- NORMANI, F. **Physics Trebuchet**. Canadá, 2000. Disponível em: <<http://www.real-world-physics-problems.com/trebuchet-physics.html>> Acesso em: 15/03/2012
- SIANO, D. B. **Trebuchet Mechanics**. [s.l.], [s.c], 03/02/2006. Disponível em: <<http://www.algobeautytreb.com/trebmath35.pdf>>. Acesso em: 09/04/2012.
- ZACH, A. **Trebuchet of the Physics**. Sanford, 2002 Disponível em: <<http://library.thinkquest.org/05aug/00627/phy.html>>. Acesso em: 22/03/2012.