

## LANÇADOR DE PROJÉTEIS PARA AULAS EXPERIMENTAIS DE FÍSICA

**Enzo Furieri Del Puppo (enzofurieri@puppo.com.br)**

Aluno de graduação do curso de Engenharia Mecânica.

**Guilherme Sirtoli Tonon (guilhermesirtoli11@gmail.com.br)**

Aluno de graduação do curso de Engenharia Mecânica.

**Satiê Lagasse Miranda (satie.lagasse02@gmail.com.br)**

Aluna de graduação do curso de Engenharia Mecânica.

**Leonardo da Silva Saldanha (leossilva140@gmail.com.br)**

Aluno de graduação do curso de Engenharia Mecânica.

**Marcos Roberto Teixeira Halasz (halasz@fsjb.edu.br)**

Professor da FAACZ

### RESUMO

O sistema lançador de projéteis faz-se necessário na humanidade desde a antiguidade. Ao longo dos anos, as revoluções e evoluções humanas refletiram em muitos aspectos como, ambiental, humanitário, maquinário, entre outros. Nesse contexto, podemos considerar que o lançador de projéteis também sofreu alterações com o passar dos anos, tanto em sua estrutura física, como em sua função. De equipamento essencial para a caça ao esporte, da madeira ao aço, hoje, para um lançador, existem diversas aplicações e funções específicas para serem utilizados. Para o lançador proposto, deseja-se fabricá-lo, realizar lançamentos, estudos e experimentos sob seus lançamentos e avaliá-los. Como principal ativo para sua execução, a constante elástica da mola, que fará parte do corpo do lançador, exerce um papel muito importante, pois quanto maior for a constante elástica da mola, menor será a força necessária para deformá-la, e isso impacta diretamente na dimensão do corpo do lançador. Outra variável fundamental que será estudada é a velocidade inicial e a angulação em que o projétil será lançado, pois terá relação direta com a distância que atingirá. Ao fim, verificou-se que o lançador é eficaz e os objetivos traçados foram atingidos, baseando-se em experimentos empíricos que ajudaram a chegar a essa conclusão.

**PALAVRAS-CHAVE:** Lançador, Tracker, velocidade, projétil, software.

### 1 – INTRODUÇÃO

O projeto “Lançador de Projéteis” foi desenvolvido por um grupo de quatro alunos da turma de Engenharia Mecânica 3º Período do Ensino Superior da Instituição de Ensino Superior FAACZ, em Aracruz, Brasil, como parte integrante da nota do semestre vigente, cujo objetivo foi aprimorar o conhecimento visto e o desenvolvimento de Projetos multidisciplinares que integrassem diferentes estratégias, procedimentos e recursos visando à construção de conhecimentos multidisciplinares juntos a estudantes desse nível de ensino.

Esse projeto foi realizado através de uma abordagem de base qualitativa que, segundo Bogdan e Biklen (1994), se caracteriza por ter o ambiente natural como fonte direta de dados e o executor como seu principal instrumento, a predominância de dados descritivos e as análises tendendo a seguir um processo indutivo. E ainda aponta que, processo é mais importante que o produto, sendo que o destaque é para o significado que os envolvidos atribuem às coisas, de forma que, os procedimentos e instrumentos adotados pelo executante dos ensaios para a coleta de dados e análise das atividades desenvolvidas contaram com a observação participante e registro em diário de campo, gravações em áudio e vídeo, fotos das atividades realizadas, análise dos registros e dados obtidos.

Os lançadores de projéteis surgiram a partir da necessidade humana de sobrevivência, tanto para se defender quanto para atacar, no caso da caça. Ferramentas criadas para facilitar e aumentar a força de um ataque, como por exemplo, ferramentas que eram usadas na antiguidade para tais fins são o arco e flecha, Zarabatana, Fundíbulo, entre outros. O princípio físico era o mesmo, usar uma força para se lançar um

corpo a longas distâncias. No caso do arco e flecha é usada a força proveniente da tensão da corda que une as duas extremidades do arco de madeira para impulsionar a flecha, na zarabatana essa impulsão vem da pressão do ar e no Fundíbulo a força centrífuga substitui as forças citadas anteriormente.

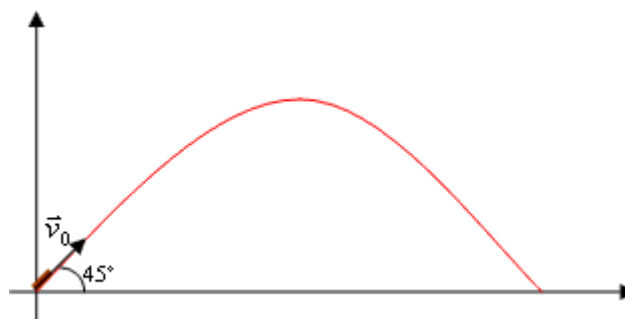
Oliveira (2014, p.5) declara:

A observação pura e simples de  *fatos naturais*  é demorada pois esses fatos não estão ocorrendo a toda hora, ou à vontade do observador. Por isso, ele passa da  *observação*  à  *experimentação* . Na experimentação, o observador procura controlar os fatos, separá-los da influência de inúmeros outros, reproduzi-los à sua vontade e conveniência no laboratório, ou na sala de experimentação.

## 2 – REFERENCIAL TEÓRICO

Ao longo do desenvolvimento humano, foi-se fazendo necessário o uso de sistemas capazes de lançar projéteis, como catapultas, arcos e armas de fogo, para diversos fins, tanto na defesa, guerras, quanto para uso recreativo.

De acordo com a teoria do lançamento, tem-se que o lançamento oblíquo ocorre quando um corpo inicia seu movimento formando um determinado ângulo com a horizontal. Nesse tipo de lançamento, o objeto executa dois movimentos simultâneos, ao mesmo tempo em que executa um movimento na vertical, subindo e descendo, também se desloca horizontalmente.



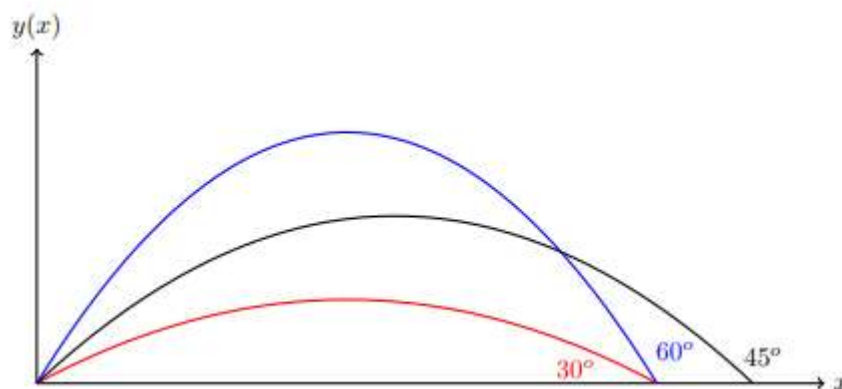
**Figura 1:** Representação da trajetória de um projétil que realiza um movimento oblíquo.

Nesse caso, levando em consideração não só o lançador, o nosso projeto mostra e enfatiza principalmente a real importância do cálculo por trás do lançamento de projéteis, tanto para a Física quanto para a Matemática e outras matérias afim. O movimento de lançamento de projéteis é um exemplo de movimento em duas dimensões e é apresentado em praticamente todos os livros didáticos tanto de nível superior [TIPLER, 2000; HALLIDAY et al, 1996] como médio [MÁXIMO et al, 1997].

Para os cálculos realizados, não foi considerada a resistência do ar. Foi utilizada a teoria de um lançamento Oblíquo, lançamento no qual o projétil é arremessado a partir do solo, formando um ângulo com a horizontal. Segundo essa teoria, o projétil tende a ter o alcance máximo, quando o ângulo de lançamento se aproxima do maior valor possível.

$$A = \frac{V_0^2 \text{sen}2\theta}{g}$$

O maior valor possível pro seno é 1, quando  $\theta = 90^\circ$ , então, para isso, o ângulo de lançamento precisa ser  $45^\circ$ , tendo em vista que  $\text{sen}(2 \cdot 45^\circ) = \text{sen}90^\circ = 1$ .



**Figura 2:** Comparação do alcance máximo entre os ângulos de 30°, 45° e 60°.

### 3 – METODOLOGIA

Ripardo, Oliveira e Silva (2009) consideram que as articulações, ou seja, projetos interdisciplinares, vão além dos limites curriculares e implicam na realização de atividades práticas, onde os temas selecionados são apropriados aos interesses e ao estágio de desenvolvimento acadêmico. Implicam, também, na realização de experiências e de pesquisas, necessitando, assim, de estratégias de busca, organização e estudo de fontes de informação além da fornecida em curso, em atividades individuais e de grupo, além de se levar em consideração as diferentes habilidades e conceitos que são apreendidos. Vários autores destacam que uma das vantagens da interdisciplinaridade em atividades acadêmicas, está relacionada à possibilidade de se utilizar o contexto de vida dos discentes ou seus interesses, como o marco inicial para a abordagem ou aprofundamento de um conteúdo específico. Porém, também diz que infelizmente, não se aplica como recursos metodológicos em todos os conteúdos de uma disciplina ou em todos os problemas de uma escola.

Malheiros (2011) salienta que a interação entre essas propostas ocorre apenas quando o tema eleito para a investigação surge do interesse dos alunos ou quando esse é definido a partir de uma negociação pedagógica na qual os estudantes têm voz, são ouvidos e seus interesses prevalecem. Relata, também:

[...] que as características apresentadas nos Projetos podem ser relacionadas à Modelagem, no contexto educacional, quando um estudante, ou grupo deles, escolhe um tema para pesquisar, além do interesse subentendido, eles têm um objetivo, uma meta a ser alcançada e, na maioria das vezes, há previsões e referências ao futuro. Além disso, existe a vontade da descoberta, de saber mais sobre aquilo que está sendo investigado. E, assim como na utilização de Projetos em sala de aula, também não existem certezas na Modelagem (MALHEIROS, 2011, p. 80).

Ainda, conforme Malheiros (2008), elementos como interesse, existência de objetivos e metas, previsões e referência ao futuro, a vontade da descoberta, a inexistência de certezas, a singularidade, a não-valorização excessiva dos fins a serem atingidos, dentre outros presentes na literatura sobre projetos, podem ser encontrados na Modelagem.

#### 3.1 - FASES, DESCRIÇÃO E CARACTERÍSTICAS

Fase I: Definição dos temas.

Devem ser relevantes e de interesse dos alunos. Nesse caso entramos em comum acordo, juntamente com o nosso professor orientador, a respeito de qual seria o tema do projeto em questão, ou seja, todos optaram pelo tema de “Lançador de Projéteis”.

Fase II: Discussão e planejamento.

Discussão entre alunos e professores sobre a possibilidade de realização e o planejamento das atividades. Nessa fase tivemos um debate amigável a respeito do tema, para qualificação de um planejamento viável, para a realização do projeto.

Fase III: Organização das ações a serem realizadas.

São estabelecidas as ações, os prazos, a bibliografia e os recursos materiais, humanos e técnicos. Nesse quesito, montamos todo o mapa estrutural e o cronograma de cada ação na qual deveríamos proceder, sabendo que possíveis imprevistos poderiam acontecer, deixamos o mais amplo possível, para que, se algo acontecesse fora do planejado, pudéssemos ter um tempo hábil para contornar a situação.

Fase IV: Desenvolvimento dos projetos.

Realização da pesquisa (planejar, elaborar, produzir) e verificação dos processos (re-planejar, reelaborar, reproduzir). Aqui se deu início ao trabalho braçal, por assim dizer, foi onde começou a execução do projeto, fazer testes, ensaios, evidenciar tudo em fotos e vídeos, cometer erros e começar de novo, concertar e acertar.

Fase V: Finalização dos projetos.

Socialização dos resultados, discussão dos projetos apresentados, reformulação dos projetos e entrega de relatório final. Enfim, a conclusão, onde apresentamos os resultados, mostramos, onde queríamos chegar e onde chegamos de fato.

Fonte: adaptado de Mora (2003).

### 3.2 - IDEIA INICIAL

A ideia inicial do projeto foi criar um sistema capaz de lançar um objeto, até uma certa distância, acionado por meio de um gatilho que agiria em conjunto com uma mola fixada dentro do corpo principal do lançador. O lançamento seria realizado ao acionar o gatilho, liberando assim a mola que empurraria uma peça sólida que, por sua vez, empurraria o projétil.

O material para fabricar o lançador deveria ser resistente, porém não poderia ter alta dureza, pois ao realizar o lançamento, o corpo sofreria um certo impacto e deveria manter sua estrutura intacta.

### 3.3 – CONSTRUÇÃO

Para colocar a ideia do lançador em prática, surgiram dúvidas e empecilhos. A mola ideal para ser utilizada, dependia do tamanho do corpo do lançador, de sua constante elástica, do seu grau de deformação elástica e de sua espessura. O material ideal para fabricar o lançador era de um custo muito elevado, inviabilizando sua aquisição. Ao definirmos todas as dimensões do projeto, tentamos fazer um primeiro teste de lançamento, apenas para testar a mola que adquirimos inicialmente. O resultado não foi o esperado, pois a mola era muito pequena e de espessura muito fina, logo, ao ser comprimida, não era possível ficar engatilhada. O próximo passo foi adquirir uma mola que atendesse nossa demanda.

Para o corpo do lançador, decidimos mudar o material de fabricação para cano de PVC, pois seria resistente o suficiente e, acima de tudo, de fácil aquisição. O cano foi projetado com um rasgo lateral para acesso a uma peça cilíndrica que ficaria presa ao gatilho, comprimindo a mola, para assim que liberada pudesse liberar a mola e projetar e dar impulso ao projétil a ser lançado.

### 3.4 - TESTES UTILIZANDO O TRACKER

Para um embasamento maior, foram feitos testes de lançamento, no qual foram repetidos diversas vezes em ângulos pré-definidos. Para nos auxiliar no processo, foi utilizado um software gratuito chamado “Tracker”. Com ele, é possível acompanhar vários parâmetros ao longo de todo o lançamento, facilitando assim, encontrarmos a velocidade inicial do projétil, por exemplo.

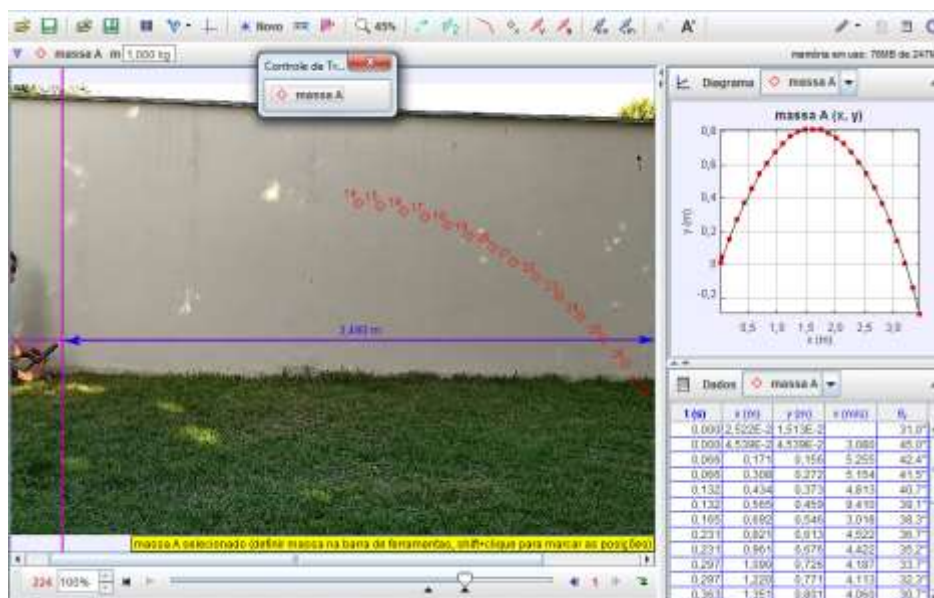


Figura 3: Interface principal do Software Tracker.

Na interface principal, temos a vista do vídeo a ser analisado, e nas laterais, os dados provenientes da análise desse vídeo, sendo todos ajustáveis ao gosto e à necessidade do usuário. O Programa fornece uma ampla gama de ferramentas a serem utilizadas para a análise de forças físicas, mas tendo em vista o propósito deste trabalho, foi utilizada uma pequena proporção de sua capacidade.

Para começar, foi feita a preparação do vídeo a ser analisado. Para isso, o programa permite que o usuário trace um eixo de coordenadas e uma fita de calibração indicando a distância medida após o ato do lançamento. Feito isso, deve ser criada uma trajetória referente a um ponto de massa, indicando assim, frame a frame, até o final do trecho de interesse do vídeo. E ao final das etapas citadas anteriormente, o programa gera um conjunto de dados em formato de tabelas e gráficos, possibilitando assim, a análise dos mesmos pelo usuário.

#### 4 – ANÁLISE DOS DADOS

Com o auxílio do programa, encontramos diversos dados em relação ao lançamento. Os dados abaixo são referentes aos testes realizados com angulação de 45° e 30°. A partir desses dados, foi calculada a média da velocidade inicial do lançador e, utilizando a fórmula do alcance, comparadas com o alcance obtido no programa.

$$A = \frac{5,255^2 \cdot \text{sen}(2 \cdot 45)}{9,81} = \frac{27,3 \cdot 1}{9,81} = 2,8 \text{ m}$$

Comparando com o alcance x máximo positivo, em verde, próximo de  $y = 0$ , encontrado pelo programa Tracker. Percebe-se que a diferença é bem pequena, com um erro aproximado de 5%.

Tabela 1: Resultados do teste utilizando o Tracker (com angulação de 45°).

TEMPO (s)	x (m)	y (m)	VELOCIDADE (m/s)
0	8,54E-02	2,46E-02	---
0,033	0,202	0,131	3,233
0,1	0,337	0,226	4,798
...	...	...	...
0,699	2,842	0,163	4,912
0,766	2,959	5,99E-02	4,811
0,766	3,076	-5,68E-02	5,13
0,833	3,2	-0,184	---

Agora, usando o ângulo de 30°. Erro de aproximadamente 6%.

$$A = \frac{5,255^2 \cdot \text{sen}(2 \cdot 30)}{9,81} = \frac{27,3 \cdot 0,866}{9,81} = 2,41 \text{ m}$$

**Tabela 2:** Resultados do teste utilizando o Tracker (com angulação de 30°).

TEMPO (s)	x (m)	y (m)	VELOCIDADE (m/s)
0	1,75E-02	-2,22E-16	---
0	8,77E-02	4,75E-02	3,729
0,066	0,23	0,124	4,968
...	...	...	...
0,495	2,394	0,148	5,463
0,561	2,559	5,96E-02	5,776
0,561	2,726	-3,94E-02	6,074

## 5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

O produto de um projeto se qualifica, tanto do ponto de vista individual, assim como também, em grupo, pois conta com um conjunto de componentes subjetivos muito importantes, tais como sentimento de orgulho, comprometimento, trabalho em equipe, companheirismo, além de uma série de habilidades e atitudes muitas vezes não quantificáveis individualmente. A avaliação se completa com a qualificação contínua do processo, de maneira coletiva, pois cada estágio de um projeto necessita de momentos de avaliação, que têm por finalidade dar continuidade à etapa seguinte.

Assume-se, portanto, a ideia de que os projetos possibilitam o desenvolvimento de temas de interesse dos discentes, constituindo-se em um espaço para o ensino e aprendizagem, não se limitando apenas em conteúdo específico, mas, também, de procedimentos, valores e princípios. Possibilitam, também, o desenvolvimento de um trabalho colaborativo entre os participantes, no qual os discentes assumem a responsabilidade por seu próprio aprendizado e o professor pode atuar como um orientador que investiga e compartilha conhecimentos.

Consideramos que o lançador de projéteis elaborado pela equipe teve um ótimo desenvolvimento e aproveitamento. Por embasamentos teóricos e empíricos, foi possível provar, nas condições preestabelecidas, que o ângulo de lançamento que possibilita um maior alcance é o de 45°. Os objetivos do projeto foram atingidos devido a muito esforço, dedicação, boa orientação, organização e trabalho em equipe. Visto que várias etapas foram concluídas, cada uma com sua devida importância, e que ao final, o produto obtido foi concreto, bem planejado e bem executado, nos garantindo assim, a segurança de termos realizado com sucesso nosso projeto.

## 6 – REFERÊNCIAS

1. DE OLIVEIRA, J. Umberto Cinelli L. TAVARES, Armando Dias. **Mecânica Física Abordagem experimental e Teórica**. LTC - Livros Técnico e Científicos Editora Ltda. Travessa do Ouvidor, 11, Rio de Janeiro, RJ. 2014.
2. BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. **Investigação qualitativa em educação: uma introdução a teoria e aos métodos**. Porto: Porte Editora, 1994.
3. RIPARDO, OLIVEIRA e SILVA **Modelagem Matemática e Pedagogia de Projetos: aspectos comuns** ALEXANDRIA Revista de Educação em Ciência e Tecnologia, v.2, n.2, p.87-116, jul. 2009
4. MALHEIROS, Ana Paula dos Santos. **Educação Matemática online: a elaboração de projetos de Modelagem Matemática**. 2008. Tese (Doutorado em Educação Matemática) Instituto de Geociências e Ciências Exatas (IGCE), Universidade Estadual Paulista (UNESP), Rio Claro/SP, 2008.