
MODELAGEM MATEMÁTICA: CONSTRUÇÃO DE ESTILINGUE E CATAPULTA

Estudantes: Guilherme Lima Guedes, Hygor F. Peixoto, Raphael Gualberto V. Nunes

Orientadores: Hugo L. L. Costa, Maísa G. da Silva, Valmir M. dos Santo

Escola: Escola de Educação Básica da Universidade Federal de Uberlândia

Resumo

Esse trabalho trata especificamente de dois artefatos, a catapulta e o estilingue. Iniciamos a nossa investigação pesquisando sobre a história destes artefatos, seu desenvolvimento, e seus diferentes tipos. Catapulta é um mecanismo de guerra criado pelos gregos no reinado de Dionísio I, utilizando um braço para lançar pedras e objetos à longa distância. Já o estilingue, não conseguimos datar seu desenvolvimento, o mesmo é formado por uma forquilha de madeira, borrachas e um pedaço de couro. Construímos os artefatos e equacionamos suas trajetórias, que possuem formato de parábolas. Pesquisamos e coletamos materiais para a confecção destes artefatos, realizando assim todos os processos de construção. Com os artefatos finalizados fizemos lançamentos em um local aberto, anotamos as coordenadas da trajetória da parábola. Aplicando nossos conhecimentos algébricos, determinamos a trajetória completa dos artefatos. O propósito deste projeto é pesquisar diferentes artefatos bélicos, desenvolvidos ao longo da história, bem como, os conhecimentos matemáticos envolvidos na sua criação e melhoramento.

Palavras chaves: Estilingue, construção de artefatos, catapulta, função de segundo grau.

1. Introdução

O projeto de pesquisa (PROGRAD) começou no mês de maio do ano de 2016 e é coordenado por dois professores da Escola de Educação Básica da Universidade Federal de Uberlândia (ESEBA/UFU). O projeto é composto por 12 alunos da escola de aplicação da UFU e por dois alunos bolsistas da graduação em matemática, no primeiro semestre de 2016 tivemos duas alunas, as quais nos acompanharam como bolsistas de um projeto registrado na Pró-Reitoria de Graduação e Assuntos Estudantis (PROGRAD) da UFU. Já no segundo semestre de 2016, contamos com a colaboração de outros dois bolsistas. Para entrarmos no projeto tivemos que passar por um processo seletivo, com apresentação oral e produção de um texto de 3 a 5 páginas. Para isso tivemos que escolher um artefato, entre: estilingue, arco e flecha, besta, catapulta e o canhão, para realizarmos a pesquisa sobre o artefato escolhido, e em seguida elaborarmos o texto para seleção.

Para a organização do projeto decidimos trabalhar, em duplas e trios, considerando o artefato que cada aluno escolheu, na fixa do processo seletivo. Iniciamos as nossas reuniões e percebemos que a dinâmica e entrosamento dos participantes do projeto foi muito boa, e que todos estavam interessados em contribuir com o trabalho do colega. Onde os alunos com maior facilidade de manipular determinadas ferramentas contribuía com os que tinham facilidade na escrita de textos, complementando nas suas habilidades e dificuldades. Por isso, percebemos que seria mais proveitoso que todos os integrantes do projeto trabalhassem em cada tipo de artefato. A partir da escolha dos alunos que participariam, começamos a nos encontrar semanalmente toda quinta-feira. O projeto tem como objetivo produzir e criar artefatos bélicos, desenvolvidos ao longo da história, onde focaremos neste trabalho, os resultados obtidos com a catapulta e estilingue. Dentre estes, iniciamos o trabalho com o estilingue no qual já construímos o objeto e aplicamos para observar a trajetória do projétil. Já a catapulta, testamos apenas uma, e estamos construindo outra, para obtermos resultados diferentes e compararmos, tendo assim uma melhor aproximação de todo percurso, mas destacamos que seu sistema é mais complexo que o do estilingue.

Assim como ALMEIDA, A. P. et al. (2014, p. 256), pensamos em trabalhar “um pouco da história da catapulta, e estudar com eles alguns conceitos geométricos e suas representações, que muitos ainda não haviam visto em sala de aula”. Segundo Azevedo (1979), é importante apresentar à criança situações concretas que a levem a agir, a pensar, a experimentar, a descobrir, e daí, a mergulhar na abstração.

2. Catapultas: História dos artefatos e tipos de artefatos

Catapulta é um mecanismo de guerra criado pelos gregos no reinado de Dionísio I, utilizando um braço para lançar pedras e objetos à longa distância. Os romanos projetaram as armas por volta de 400 a.C., onde queriam algo que pudesse causar uma significativa destruição. Este artefato armazena energia potencial elástica para liberar de uma única vez. O dispositivo era usado para destruir cidades

e castelos, também eram utilizadas em campo aberto para destruir a formação inimiga. Encontramos em nossas pesquisas uma variedade de formas, tamanhos e modelos.

2.1 Tipos de catapultas

Catapultas trabalham com tensão por meio de armazenamento de energia, esticado por um pedaço de metal, madeira, algumas catapultas de tensão romanas utilizam esse sistema desde o século IV a.C.

Segundo o material *Aprendizes de Física*, disponibilizado por Samuel (2012), via *web*, o *Trebuchet* é um dos modelos de catapultas, que usa um contrapeso de grande massa que é instrumental na projeção do objeto ligado a extremidade oposta. Muitos acreditam que *Trebuchet* foi inspirado no *shadouf*, um dispositivo utilizado para retirar água dos córregos. *Trebuchet* foi uma catapultas usada para destruir paredes ou lançar projéteis nas paredes, foi inventada na China entre os anos III e V a.C. Ela é constituída por uma viga ou barra de madeira. *Traction catapult* foi uma catapultas inventada pelos chineses, usada no ano de 200 d. C., essa catapultas funciona com o impulso humano e seu funcionamento é semelhante a *Trebuchet*, eles utilizavam uma alavanca para aumentar a força de saída.

A “Torção Catapult” é uma catapultas que é movida pela força armazenada por trocar um molho de cordas, tendões ou crina de cavalo, os romanos foram perfeccionistas nesse tipo de catapultas. A Catapultas de contrapeso foi uma catapultas inventada recentemente, essa catapultas usa uma base de contrapeso com mais massa do que o projétil, esse modelo pode armazenar energia sem alteração ou fugas (ALMEIDA, 2014).

A *Manganela* é uma catapultas medieval, seus projéteis chegavam a cerca de 400 metros de distância. Segundo Miércoles (2013) uma *Manganela* atira projéteis em uma trajetória similar a de um tabuco. Já a *Petryary* é uma catapultas utilizada para lançar grandes pedras contra os muros de uma cidade, em alguns conflitos foram utilizadas para jogar animais mortos na área específica da cidade, a fim de espalhar a doença.

Temos também a variação do arco, com duas cordas, que é popularmente conhecido também por bodoque. “O Bodoque é feito com arco de madeira muito parecido com o usado no Tiro com Arco, mas no caso do bodoque são usadas 2 cordas paralelas, e entre elas é presa uma rede ou pano onde é apoiado uma pedra redonda, ou bola de argila cozida” (GIANTORM, 2012).

Se analisarmos a história esses armamentos possibilitaram grandes avanços físicos e também bélicos, que por sua vez ampararam o desenvolvimento de canhões. As catapultas foram desenvolvidas antes da exploração significativa do metal para armamento, fato que se intensificou na fabricação de canhões e armas de fogo, transformando os conflitos, onde exércitos menores passaram a dominar contingentes maiores devido a seu poderio armamentista.

3. O estilingue: Componentes e história desse artefato

O estilingue é formado por uma forquilha de madeira, borrachas e um pedaço de couro.

Esse brinquedo é composto de três partes: o gancho ou forquilha (caba), o elástico e a malha. Tem a forma de um “Y” e é construído com madeira de laranjeira, goiabeira ou jabuticabeira. Nas extremidades fica amarradas em um pedaço de couro formando a funda, a malha, onde se coloca o projétil (mamona verde, pedrinhas), que é atirado no alvo com o impulso da borracha distendida (BERNADES, 2006, p. 544).

Não encontramos quando este artefato foi desenvolvido, mas o mesmo é uma das primeiras armas utilizada para caça. Segundo Bernardes (2006, p. 544), o estilingue é um brinquedo “uma arca produzida pelas próprias crianças, utilizado para matar passarinhos e em rixas entre as gangues de adolescentes durante vários séculos, [...] conhecido também como atiradeira, baladeira”.

Com o melhoramento dos elásticos utilizados em sua construção os estilingues apresentaram uma melhoria no desempenho. Os primeiros elásticos

utilizados eram de um material similar a uma câmara de ar, uma mistura de borracha e plástico, ou seja, um polímero. Em 2000 chegaram ao mercado os garrotes que deram uma melhoria considerável no desempenho dos estilingues.

Com o passar dos anos, surgiram novas matérias primas que evoluíram tornando letais, este artefato, chegando a distância de 18 a 20 metros. Os estilingues originalmente eram montados com forquilhas de árvores, goiabeira e jabuticabeira devido a sua ótima resistência.

Segundo Bernardes (2006), temos diferentes tipos de estilingue, o modelo *Moorehammer* desenvolvido pelo mestre dos estilingues Joerg Sprave do *The SlingShot Chanel*, e o modelo *Hatchcook* créditos de Rubinho Tonheiro Ernica, material disponível no Na Mosca Atiradeiras. Destacamos que existem também os estilingues de apoio de braço, que facilitam o processo de mirar no alvo.

4. Construção: Como foi fazer os artefatos

Depois de fazer a busca de todo referencial sobre os artefatos iniciou-se a construção dos mesmos. Para a construção do estilingue utilizamos alguns materiais, muitos foram coletados diretamente da natureza, mais precisamente uma fazenda situada no município de Campina Verde (MG), mas não destruimos e nem causamos nem um tipo de malefícios para a natureza e o ambiente local, pois as árvores já seriam podadas, deste modo utilizamos os galhos que seriam descartados. Coletamos algumas madeiras, com base nas características do melhor material possível, escolhemos então a madeira da Jabuticabeira e Goiabeira.

Os materiais que utilizamos para moldar e construir os mecanismos foram trazidos pelos professores coordenadores do projeto e pelos próprios alunos. Como destacado as forquilhas foram coletas de jabuticabeira e goiabeira. Forquilha é um galho de árvore em formato de “Y”, ela é a base do estilingue. Dando continuidade, iniciamos a compra dos garrotes, garrote é um, torniquete ou faixa, utilizado para interromper a circulação de um membro como medida de urgência para sustar hemorragias. Nesta parte tivemos um impasse, os garrotes variam a medida de seus diâmetros, ou seja, quanto maior o diâmetro menor a elasticidade do material, assim

tivemos um pouco de dificuldade em encontrar garrotes com a medida precisa para os materiais adotados, portanto, adotamos um padrão de meio centímetro de diâmetro para construção do dispositivo. Na produção do artefato, amarramos um pedaço de garrote nas duas extremidades da forquilha e nas pontas restantes amarramos uma tira de couro unindo as duas.

Figura 1: Material produzindo nas reuniões.



Fonte: Próprios autores.

O processo de construção da catapulta se iniciou no final do primeiro semestre, tivemos um pouco de dificuldade, pois não havíamos trabalhado com um artefato que precisasse de uma mecânica como esta. Para a construção de uma catapulta foi necessário utilizar uma grande quantidade de madeira. Outro fator relativo foi que para a construção demandou um maior tempo, pois precisávamos cortar madeiras, e este processo demorou bastante, porque tínhamos ferramentas que não eram muito eficientes para o corte. As ferramentas que utilizamos neste processo foram às mesmas do início, mas com o tempo fomos adquirindo ferramentas novas por meio de doações, compras feitas pelos coordenadores do projeto, e algumas trazidas de casa pelos pesquisadores, o que facilitou bastante o processo de construção. A questão do tamanho em milímetros da espessura da madeira também foi outro fator que levamos em consideração, pois temos acesso apenas à madeira reaproveitada, sobras de construção e moveis de despejo, sendo assim, a oscilação é significativa. Mesmo, considerando as variações, estamos sendo, relativamente bem sucedidos na produção dos artefatos.

5. Aplicação matemática: O estudo da trajetória

Para equacionar a trajetória do projétil lançado pelo artefato, a parábola, montamos um experimento. Fixamos uma vara de bambu de 2,2 metros de altura, em seguida a 3 metros de distância desta fixamos outra vara de bambu com 4,7 metros de altura. Desta forma, teremos como pontos conhecidos da trajetória: (0,2.2); (3,4.7) e o ponto de alcance do projétil (20,0). Substituindo estes pontos na função do 2º do grau, obtemos os coeficientes a, b e c da mesma.

Figura 2: Equacionamento da Função.

$$\begin{aligned}
 F(x) = y &= ax^2 + bx + c \\
 y &= ax^2 + bx + c \\
 2,2 &= a0^2 + b0 + c \\
 2,2 &= 0^2 + 0 + c \\
 2,2 &= c \\
 y &= ax^2 + bx + c \\
 5 &= a3^2 + b3 + c \\
 5 &= a3^2 + 3b + 2,2 \\
 2,8 &= 9a + 3b \\
 2,8 - 9a &= 3b \\
 0,93 - 3a &= 3b \\
 0,93 - 3(-0,06) &= b \\
 0,93 + 0,18 &= b \\
 1,11 &= b \\
 y &= ax^2 + bx + c \\
 0 &= a20^2 + b20 + 2,2 \\
 0 &= 400a + b20 + 2,2 \\
 -2,2 &= 400a + b20 \\
 -2,2 &= 400a + 20(0,93 - 3a) \\
 -2,2 &= 400a + 18,6 - 60a \\
 -2,2 &= 340a + 18,6 \\
 -2,2 - 18,6 &= 340a \\
 -20,2 &= 340a \\
 -0,06 &= a \\
 F(x) = y &= -0,06x^2 + 1,11x + 2,2
 \end{aligned}$$

Fonte: Próprios autores.

Posicionamos o estilingue logo acima do bambu de 2,2 metros tendo como alvo a bandeira de papel colocada no topo do bambu de 4,7 metros, ou seja, quando a pedra for lançada e passar pela bandeira o ponto em que a pedra “parar” será uma das raízes da equação. A trajetória da parábola pode ser observada na Figura 3.

Figura 3: Função da trajetória do estilingue.



Fonte: Próprios autores.

Com a utilização de um *software*, plotamos o gráfico que descreve a trajetória da função em que a pedra lançada pelo estilingue fez. Destacamos que a trajetória foi realizada considerando todos os pontos no mesmo plano, ou seja, os três pontos estão em um único plano. Ressaltamos que levamos em conta os conhecimentos matemáticos envolvidos, mas também, exploramos parcialmente as forças físicas envolvidas em um lançamento de um projétil.

6. Conclusão

Concluimos que, este tipo de projeto facilita a compreensão matemática de conteúdos complexos como o de função. Ao estudar sobre esses artefatos, destacamos que este trabalho foi muito interessante e queríamos aprofundar mais nossos estudos sobre eles e compreender realmente como eles funcionam. O levantamento histórico foi um desafio, porque não encontramos informações precisas, além de alguns dados só estarem disponíveis em sites, e não em artigos acadêmicos, tornando a fonte não tão criteriosa quanto à acadêmica.

Com base no levantamento teórico realizado, estamos modelando uma catapulta com contrapeso, que tem poder de alcance superior as convencionais. Pretendemos continuar as nossas pesquisas e investigar os mecanismos do canhão, o qual será construído com alumínio, e seu processo de impulsão dar-se-á por meio de ar comprimido.

7. Referências

ALMEIDA, A. P. et al. **Construindo, aprendendo e brincando com a catapulta.** CMAC – Sul. Proceeding Series of the Brazilian Society of Applied and Computation Mathematics. V. 2 n. 1. Curitiba, 2014. Disponível em: <<https://proceedings.sbmac.org.br/sbmac/article/viewFile/254/256>>, acesso em: set. de 2016.

AZEVEDO, E. D. M. **Apresentação do trabalho Montessoriano.** Ver. de Educação & Matemática, no. 3, pp. 26-27. São Paulo, 1979.

BERNARDES. E. L. **Jogos e brincadeiras tradicionais: um passeio pela história.** Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia, 2006. Disponível em <<http://www2.faced.ufu.br/colubhe06/anais/arquivos/47ElizabethBernardes.pdf>>, acesso em: set. de 2016.

GIANFORM, P. **Conhecem o bodoque?** Arco Brasil.2012. Disponível em <www.arco brasil.com>, acesso em: set. de 2016.

MIÉRCOLES. **Catapultas.** Tipos de catapultas, 2013. Disponível em: <<http://catapultas69.blogspot.com.br/2013/02/catapultas-tipos-de-catapultas.html>>, acesso em: set. de 2016.

SAMUEL, B. I. L. N. **A história da catapulta.** Aprendizizes da física. 2012. Disponível em <aprendiznafisica.blogspot.com.br>, acesso em: set. de 2016.