
CONSTRUÇÃO DE ARCOS E FLECHAS: APLICAÇÕES MATEMÁTICAS

Estudantes: Arthur de Moraes Freitas, Lucas Santana Alves

Orientadores: Hugo L. L. Costa, Máisa G. da Silva, Valmir M. dos Santos

Escola: Escola de Educação Básica da Universidade Federal de Uberlândia

Resumo

Ao longo de milhares de anos as formas de defesa foram sendo aperfeiçoadas, de ferramentas totalmente manuais para armas com dano, precisão e lançamentos maiores. Com a evolução da espécie humana utilizamos estas armas e ferramentas também para prática de esportes, como por exemplo, o tiro com arco. Durante o primeiro semestre de 2016, pesquisamos como seria a confecção de arcos e selecionamos os melhores materiais para melhor desempenho. Foi verificada diversas variações de arcos, dentre eles construímos alguns modelos de arco e flecha e lançamos em um local aberto, anotamos as coordenadas e modelamos a função, chegando a aplicação de funções de segundo grau correspondentes para determinarmos a trajetória completa do projétil lançado pelo artefato.

Palavras-chave: Arco, flecha, alvo, função de segundo grau, matemática.

Introdução

Este trabalho está sendo realizado por alunos da Escola de Educação Básica da Universidade Federal de Uberlândia (ESEBA/UFU). O grupo composto por doze pessoas, que foram selecionados através de um processo seletivo, com apresentação de proposta de projeto de pesquisa sobre o artefato desejado, dentre eles destacamos, o estilingue, arco e flecha, catapulta, besta e canhão.

A proposta do projeto vai desde a construção dos artefatos, até a aplicação matemática da parábola dos projéteis lançados. Ressaltamos que o processo de construção dos arcos estava parado mais do que apenas pelo jogo, pensamos na aplicação matemática e no levantamento histórico, além da parte cultural indígena. Se para um observador externo “a ação da criança indígena, que se diverte atirando com arco e flecha em pequenos animais, é uma brincadeira, para a comunidade indígena nada mais é que uma forma de preparo para a

arte da caça necessária à subsistência da tribo” (KISHIMOTO, 1994, p. 106). Assim, atirar com arco e flecha, para uns, é jogo, para outros, é preparo profissional.

Ao longo do ano trabalhamos na produção de dez arcos, cada arco de uma madeira diferente para que possamos ver qual o melhor tipo de material a ser produzido, contando com as suas características e analisando os lançamentos. Todo o processo de produção dos artefatos foi realizado sempre com todas as medidas de segurança necessárias, visando à integridade física e psicológica dos alunos participantes. Antes do ingresso dos alunos no projeto, um comunicado foi entregue às famílias notificando os riscos possíveis de acidentes com os quais se conscientizaram, mas ressaltamos que todas as medidas de segurança são tomadas. Para que os estudos da trajetória fossem realizados, investigamos sobre como são realizadas as competições de tiro com arco.

O arco e flecha é considerado um esporte estático que requer força e resistência da parte superior do corpo, particularmente nos braços, cintura e ombro. A habilidade do arqueiro é definida pela capacidade de atirar a flecha no alvo em um determinado intervalo de tempo com máxima precisão. [...] As modalidades mais praticadas são: 1) Indoor: competição realizada em ambientes fechados à distâncias entre 18 e 30 metros, originária de países com invernos rigorosos, onde a prática ficava suspensa por grandes períodos; e 2) Outdoor: a mais tradicional e principal forma de competição internacional, realizada com disparos a longas distâncias, entre 30 e 90 metros. (REIS, SEELAENDER, ROSSI, 2010, p. 431-432, grifo do autor)

Juntamos todos os artefatos produzidos e organizamos uma pequena estrutura com alvos, similar aos das competições. Os lançamentos foram realizados em campos abertos, uma adaptação da modalidade *Outdoor I*, pois a distância mínima foi de 15 m. Antes de realizar os disparos delimitamos uma zona de segurança, para manter fora de perigo às pessoas e animais que pudessem trafegar no local. Após fazermos os lançamentos, pensamos em calcularmos os pontos por onde os projéteis foram arremessados. E através de softwares, realizamos os cálculos das trajetórias dos projéteis, onde conseguimos relacionar a parte prática com a teórica, fazendo com que tenhamos noção de um melhor aproveitamento do aprendizado matemático.

História e diferentes tipos de arcos

Sendo uma das armas mais usadas na história da humanidade, o arco é uma arma que impulsiona e dispara flechas em altas velocidades sobre alvos de longo e curto alcance, podendo ser altamente mortífero se usado de forma correta. Destacamos que nos séculos

XI, XII e XIII, exigiam preparação militar, cuja base foi construída, sem dúvida, pelos exercícios corporais. Entre os cavaleiros, classe nobre da sociedade feudal, surgiu a instituição das Justas e Torneios, em substituição aos antigos jogos públicos da Grécia e de Roma. Tais jogos, cujo objetivo era “enobrecer o homem e fazê-lo forte e apto”, foram praticados para melhor adestramento dos cavaleiros, impondo, por conseguinte, boa prática de esgrima e quitação. Mesmo para servo reapareceram alguns exercícios úteis à guerra, *como o manejo do arco e flecha*, a luta, a escalada, a marcha, a corrida e o salto (RAMOS, 1983, p. 23, grifo nosso)

No princípio, como destacado por Ramos (1983) o arco era a arma dos plebeus, pois não era necessário treinamento físico. A origem do arco e flecha é indefinida, entretanto existem indícios de sua prática e construção primária a partir da pré-história.

Em muitas dessas sociedades, os indivíduos não detêm mais do que a custódia de uma posse coletiva. Essa relação de apropriação coletiva do espaço pelos caçadores e coletores contrasta claramente com a propriedade privada da sociedade capitalista. Suponhamos, em um exemplo hipotético, a caça de um animal por parte de um indivíduo pertencente a uma sociedade de caçadores e coletores. Uma vez capturada, com técnicas de arco e flecha, a presa deve ser distribuída entre os membros do bando. A repartição do animal não será, possivelmente, arbitrária, mas deve obedecer a determinadas pautas culturais, como o assinalam as mais diversas etnografias (FOLADORI, TAKS, 2004).

Foi criado originalmente para a caça sendo um instrumento simples e potente, mas com o passar do tempo passou a ser utilizado em guerras entre nações.

Figura 1: Torneio de flecha na aldeia Maitxiri.



Fonte: MENDONÇA (2009).

A prática do Arco e Flecha na sociedade medieval era algo comum e auxiliava diretamente na sobrevivência dos nossos antepassados. As caçadas se tornaram muito mais fáceis, permitindo aos atiradores caçarem os maiores predadores, sem correr o risco de se aproximarem muito e serem mortos. Os Indígenas, principalmente os pertencentes à etnia Guarani, são em sua grande maioria especialistas com os artefatos, com tiros certos e habilidade com os mesmos. Desde pequenos são ensinados a caçarem com os arcos e flechas, “a criança e o adolescente aprenderem aos poucos a caçar, a fabricar o arco e flecha” (BRANDÃO, ano desconhecido, p. 7).

À medida que o tempo avançou, o arco se tornou cada vez mais comum, portanto passou a ser mais utilizado em civilizações, fazendo com que surgissem novos modelos. Segundo o Akira (2012) existem diversas variações de arcos no mercado, como o Arco Longo Tradicional utilizado principalmente por ingleses que devastaram os franceses em guerra. Como podemos observar pelo nome ele é um arco caracterizado pelo seu tamanho, com cerca de 1,80 metros de comprimento e 70 polegadas. Flatbows é um arco achatado e mais resistente que o simples Longo, desenvolvido por tribos indígenas americanas nos anos 30. Esse arco pode ser feito de olmo e bordo, mas a madeira principal deste arco é o teixo. O Arco Recurvo Tradicional pode disparar flechas mais longe que os arcos anteriores, pois seu tamanho e formato armazena mais energia. Ele possui cerca de 1,50 metros e 60 polegadas, facilitando seu transporte.

Construção dos artefatos

Durante o ano construímos diversos artefatos, com o auxílio dos orientadores. Para a produção dos arcos utilizamos diversas madeiras pensando qual teria melhor desempenho. A

produção de um arco envolve diversas etapas como a seleção das madeiras, lixar, envergar e adicionar a corda.

Em nossos encontros, confeccionamos arcos que passaram pelos seguintes processos. O primeiro passo, para a construção dos arcos foi a escolha de hastes onde foi realizado um processo seletivo para a escolha de madeiras, dentre as madeiras selecionadas destacamos, Aroeira, Ipê, Bambu, Bauhinia forficata, popularmente chamada de “Mororó”, Árvore Pelada a qual não encontramos o nome científico. O segundo passo foi descascar a madeira e o encurvamento dos arcos, utilizamos arame com a finalidade de encurvar as fibras da madeira para tencionar a corda. O terceiro passo foi lixar a madeira para tornar a textura mais aveludada. O quarto passo foi reforçar a haste com barbantes para aumentar sua tenacidade. O quinto passo foi a perfuração nas duas extremidades da haste, que tinham como finalidade a passagem da corda, em alguns realizamos o descascamento da madeira para que ficasse firme ao fixar a corda. O último passo foi à fixação da corda feita de barbante trançado, onde a mesma é encerada com cera de abelha.

Figura 2: Produção de Arcos



Fonte: Arquivo do Autor.

Para uma maior segurança fomos para um campo aberto para a construção dos arcos, assim tivemos uma maior liberdade para produzir, mas sempre com a supervisão dos orientadores como foi possível observar na Figura 2.

Aplicação matemática: equacionamento da função

Após compreendermos a parte histórica e cultural, aplicamos os conhecimentos adquiridos. Fomos a campo aberto realizarmos uma experiência prática. Fixamos um bambu com 2,2 metros de altura e a partir desta posição atiramos em um alvo de papel suspenso em um bambu de 4,7 metros de altura, com distância de 3 metros da posição inicial. Desta forma,

a flecha atingiu o chão obtendo uma distância de 11 metros em relação ao ponto inicial. Esse processo foi repetido várias vezes, escolhemos um desses resultados para determinar a função.

Figura 3: Experiência de Tiro com Arco



Fonte: Arquivo do Autor.

Após acharmos três pontos referenciais foi possível traçar uma parábola em um plano cartesiano, utilizando o bambu de 2,2 metros como ponto de origem, cujo ponto é (0; 2,2), o alvo suspenso como um ponto qualquer (3; 4,7) e o ponto final da trajetória da flecha (11;0). Deste modo foi possível chegar a seguinte função.

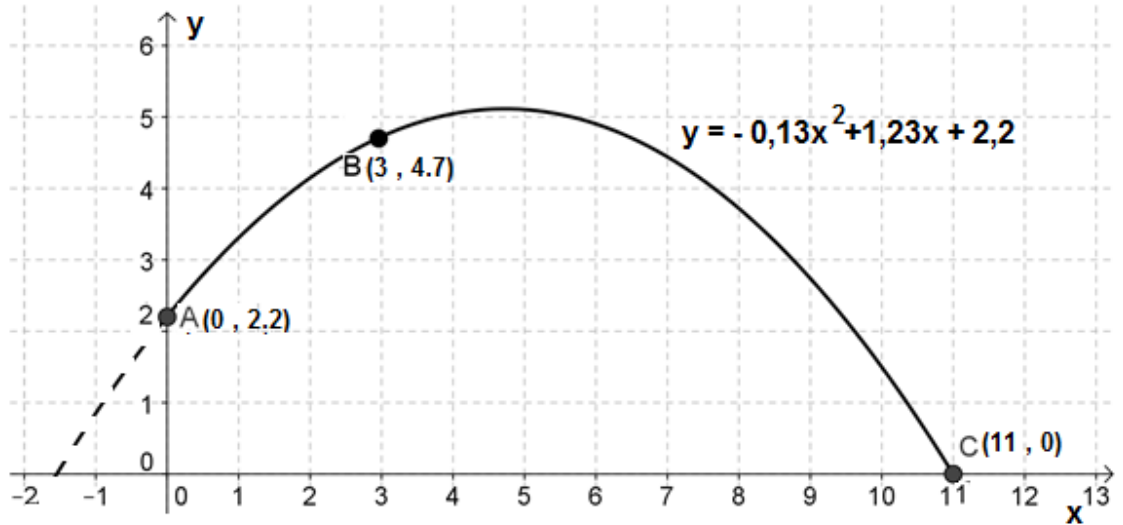
Figura 4: Equacionamento da Função

$$\begin{aligned}
 F(x) = y = ax^2 + bx + c \\
 y = ax^2 + bx + c \\
 2,2 = a0^2 + b0 + c \\
 2,2 = 0^2 + 0 + c \\
 2,2 = c \\
 y = ax^2 + bx + c \\
 0 = a11^2 + b11 + c \\
 0 = 121a + b11 + 2,2 \\
 -2,2 = 121a + 11b \\
 y = ax^2 + bx + c \\
 4,7 = a3^2 + b3 + c \\
 4,7 = a3^2 + 3b + 2,2 \\
 2,5 = 9a + 3b \\
 \frac{-121a - 2,2}{11} = b \\
 -11a - 0,2 = b \\
 2,5 = 9a + 3(-11a - 0,2) \\
 2,5 = 9a - 33a - 0,6 \\
 \frac{3,1}{-24} = \frac{-24a}{-24} \\
 -0,13 = a \\
 -11(-0,13) - 0,2 = b \\
 1,43 - 0,2 = b \\
 1,23 = b \\
 F(x) = y = -0,13x^2 + 1,23x + 2,2
 \end{aligned}$$

Fonte: Arquivo do Autor.

Considerando a função que obtivemos, e com o auxílio de um software computacional, plotamos o gráfico da função que descreve a trajetória da parábola.

Figura 5: Gráfico de Função



Fonte: Arquivo do Autor.

Desta forma, é possível determinar a função do segundo grau estabelecida pelos pontos (0; 2,2), (3; 4,7), (11; 0), chegando em $F(x) = y = -0,13x^2 + 1,23x + 2,2$.

Conclusão

O propósito deste projeto é analisarmos a história, construção, aplicação e prática da construção de arcos e flechas. Utilizando este artigo é possível compreender mais sobre o “mundo” do arco e flecha, uma ferramenta com diversas variações de tamanhos e modelos, que se adequam ao porte físico do arqueiro, o que caracteriza a variação de libras de torque por pessoa. Também trabalhamos muito na parte matemática, com o desenvolvimento de funções e parábolas conseguimos determinar todo o traçado da flecha durante o período de voo. Mesmo com as dificuldades, conseguimos confeccionar diversos artefatos e apresentá-los durante o artigo.

Referências

AKIRA. Quais os tipos de arcos existentes? Para iniciantes, iniciados e interessados em arco e flecha! ARQUIRISMO. Jun. 2012. Disponível em <<https://arqueirismo.com/2012/06/06/quais-os-tipos-de-arcos-existentis/>>, acesso em set. de 2016.

BRANDÃO, C. R. O que é educação. 54 p. Ano desconhecido. Disponível em <http://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/35209717/O_que_e_a_educacao_-_Carlos_Rodrigues_Brandao.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAJ56TQJRTWSMTNPEA&Expires>

s=1474804889&Signature=dfECeNGJ3cPXWfZwZ3dU29VHZB0%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DCarlos_Rodrigues_Brandao.pdf>, acesso em set. de 2016.

FOLADORI, G.; TAKS, J. Um olhar antropológico sobre a questão ambiental. SciELO. Scientific Electronic Library Online. Mana. v. 10, n. 2, out. Rio de Janeiro, 2004. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0104-93132004000200004&script=sci_arttext&tIng=es>, acesso em set. de 2016.

KISHIMOTO, T. M. O jogo e a educação infantil. Revista Perspectiva. UFSC/CED, NUT, nº 23, p. 105-128. Florianópolis, 1994. Disponível em <<file:///D:/Downloads/10745-32465-1-PB.pdf>>, acesso em set. de 2016.

RAMOS, J. J. Os exercícios físicos na história e na arte: do homem primitivo aos nossos dias. Instituição Brasileira de Difusão Cultural S. A. Editora: IBRASA. São Paulo, 1983.

REIS, V. B.; SEELAENDER, M. C. L.; ROSSI, L. Impacto da desidratação na geração de força de atletas de arco e flecha durante competição Indoor e Outdoor. Revista Brasileira de Medicina do Esporte. V. 16, n. 6, p. 431-435. Nov/Dez. São Paulo, 2010. Disponível em <http://www.producao.usp.br/bitstream/handle/BDPI/11719/art_REIS_Impacto_da_desidracao_na_geracao_de_forca_2010.pdf?sequence=1&isAllowed=y>, acesso em set. de 2016. Araribá plus, CIÊNCIAS, 7º Ano, Moderna, 4. ed. São Paulo, 2014..