



9ª Jornada Científica e Tecnológica do IFSULDEMINAS

6º Simpósio da Pós-Graduação

HISTÓRIA DA CURVA CICLOIDE: A Helena dos geômetras

Bruno Tadeu Dival PROCÓPIO¹; Renato Machado PEREIRA²

RESUMO

A proposta do projeto foi pesquisar a matemática, a história envolvida na curva chamada cicloide e a solução dos problemas históricos da Braquistócrona e Tautócrona. Para tanto, foi desenvolvido um estudo aprofundado da geometria da curva cicloide. Foi estudada a história dos matemáticos que examinaram a cicloide, bem como suas contribuições que proporcionaram o desenvolvimento do cálculo variacional e suas aplicações nos diversos ramos do conhecimento. Por fim, foi redigido um artigo científico com os resultados da pesquisa.

Palavras-chave: Geometria; Braquistócrona; Tautócrona; Cálculo Variacional;

1. INTRODUÇÃO

A curva descrita pelo lugar geométrico do ponto fixo P sobre a circunferência de raio r quando essa rola, sem deslizar, sobre uma reta de um plano, gera um gráfico conforme a figura 1 (STEWART, 2011).



Figura 1: Curva Cicloide

Essa curva é hoje conhecida como cicloide e foi nomeada pelo italiano Galileu Galilei (1564-1642), que a percebeu inicialmente na oscilação de um lustre na Catedral de Pisa. Ele, marcando o tempo com seu pulso, deu início ao estudo da física do pêndulo, o qual veio a ser a ideia inicial do relógio de pêndulo.

A cicloide foi primordialmente estudada pelos matemáticos Nicholas Cusa (1401-1464) e Charles Bouvelles (1471-1553) como um meio mecânico de “quadrar o círculo” (PEDROSO & PRECIOSO, 2014). E, mais tarde, a curva volta a ser observada por Galilei no traçado de um pano amarrado sobre a borda da roda de uma carroça quando esta rodava sobre um caminho horizontal retilíneo, estimulando-o, então, a estudá-la a fim de encontrar propriedades e características relevantes.

Atribui-se a Galileu os créditos da descoberta de que a área do arco da cicloide é exatamente

¹ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais – Campus Muzambinho. Muzambinho/MG, email: bruno13dival@gmail.com;

² Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais – Campus Muzambinho. Muzambinho/MG, email: renato.pereira@muz.ifsuldeminas.edu.br;



9ª Jornada Científica e Tecnológica do IFSULDEMINAS

6º Simpósio da Pós-Graduação

três vezes a área do círculo que a gera, porém, devido a um erro experimental, ele não conseguiu comprová-la, pois se utilizou de folhas metálicas com densidade não uniforme que interferiu nos cálculos. Infelizmente, Galileu não conseguiu provar nenhuma de suas teorias e, frustrado, sugeriu apenas que ela seria uma curva apropriada para arcos de pontes, devido a sua beleza, mas sem aplicações relevantes (STEWART, 2011). Só, mais tarde, Gilles Personne de Roberval (1602-1675) retomou o pensamento de Galileu e comprovou que “a área do arco da cicloide é exatamente três vezes a área do círculo que a gera” (SASSINE & BUSTILLOS, 2011).

A curva motivou discussões ríspidas ao longo da história, chegando a ser conhecida como “A Helena dos geômetras” em referência à deusa grega da guerra, Helena.

Por volta de 1658, Blaise Pascal (1623-1662), que inspirado por descobertas próprias realizadas em um estudo para distraí-lo de uma desagradável dor de dente, ansiava divulgar e incentivar o estudo da curva de propriedades mágicas que havia aliviado sua dor. Para isto, ele propôs uma competição em que ofereceria um prêmio a quem conseguisse responder questões sobre o estudo da cicloide. No entanto, devido às poucas respostas e ao descaso dos participantes, ele não concedeu premiação a ninguém e publicou, ele próprio, seus trabalhos.

Esta ação de Pascal, embora tenha chamado a atenção dos matemáticos para a cicloide, ocasionou diversas controvérsias, em parte dos participantes da competição por terem seus trabalhos desvalorizados e em parte da comunidade matemática, como, por exemplo, as publicações de Pascal não davam méritos ao matemático Evangelista Torricelli (1608-1647), que fez contribuições junto a Roberval, porém foi concedida prioridade das descobertas apenas a Roberval.

Hoje, alguns problemas ficaram famosos quanto ao estudo da curva: a Braquistócrona e a Tautócrona ou Isócrona que serão tratados nos resultados e discussões.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O desenvolvimento do projeto foi baseado na leitura dos livros, discussão com o orientador, construção de curvas em softwares matemáticos e escrita dos resultados da pesquisa.

As etapas da pesquisa foram divididas em:

- a) Estudo da geometria da curva cicloide e suas variações: o objetivo desta etapa foi desenvolver o conhecimento geométrico das curvas cicloide, epicycloide e hipocicloide.
- b) Estudo da história da cicloide: nesta etapa houve um estudo aprofundado de livros que tratam da cicloide para um levantamento histórico de autores que trabalharam com essa curva.



9ª Jornada Científica e Tecnológica do IFSULDEMINAS

6º Simpósio da Pós-Graduação

c) Estudo das aplicações da cicloide: essa etapa continuou a anterior no sentido de levantamento das aplicações dessa curva nos diversos ramos do conhecimento.

d) Escrita de um artigo sobre cicloide: esta etapa fechou toda a pesquisa com a redação de um artigo científico com os resultados da pesquisa.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Um momento histórico marcante nas discussões da curva cicloide deve-se ao desafio proposto por Johann Bernoulli à comunidade matemática em 1696, conhecido como o problema da Braquistócrona (Brachisto = mais curto e chronos = tempo, ou seja, o tempo mais curto).

Esse problema propõe que:

entre as infinitas curvas que unem dois pontos dados ou que podem ser desenhadas de um ao outro ponto, escolher uma na qual se esta for substituída por um tubo estreito ou canaleta, e uma pequena esfera for colocada neste tubo, então esta esfera passará de um ponto ao outro no tempo mais curto (SASSINE & BUSTILLOS, 2012).

Sendo a solução do problema da Braquistócrona o trecho de uma curva cicloide invertida. Diversas soluções foram apresentadas, dentre elas a de Isaac Newton, que após esforçar-se exaustivamente durante a madrugada para encontrar sua solução, envia para Johann, porém, assinada como anônimo.

Pode-se citar também a controvérsia histórica perante a solução supostamente de L'Hospital (1661-1704), pois não se sabe ao certo se este foi o real autor de sua solução em razão de um contrato assinado entre ele e seu professor de matemática, Johann Bernoulli, que creditava toda descoberta de Bernoulli em nome de L'Hospital.

Outro problema que intrigou os matemáticos do século XVII foi a Tautócrona ou Isócrona (Tauto = no mesmo e chronos= tempo, ou seja, no mesmo tempo), que consistia em encontrar: “qual a curva na qual o tempo que uma partícula que se move sobre ela, pela ação da gravidade até o seu ponto mais baixo, independe do ponto inicial no qual se iniciou o movimento da mesma” (SASSINE & BUSTILLOS, 2012).

A identificação da curva cicloide como solução deste problema, foi feita pelo cientista holandês Christian Huygens (1629-1695). Lembrado por seu princípio na teoria ondulatória da luz e pela real invenção do relógio de pêndulo, Huygens utilizou de arcos de cicloide invertidas para



9ª Jornada Científica e Tecnológica do IFSULDEMINAS

6º Simpósio da Pós-Graduação

limitar o movimento e forçar o pêndulo a percorrer o arco de uma cicloide.

O problema proposto também pode ser visto como a busca por uma curva que minimiza o tempo de queda de um corpo, esse estudo desenvolveu um novo ramo da matemática denominado de cálculo variacional, que procura estudar os máximos e mínimos de funções. Hoje em dia, o cálculo variacional é utilizado nos novos avanços da maioria das ciências, tais como na física, química, biologia e economia (CASTRO, 2014).

4. CONCLUSÕES

Pode-se perceber que a participação ativa da comunidade matemática, empenhada em solucionar os desafios da Braquistócrona e da Tautócrona, proporcionou contribuições valiosas nos diversos campos científicos, ao mesmo passo que causou intrigas e discussões que hoje atribuem a cicloide o status de Helena dos geômetras.

Esta é a magia da cicloide, mover homens de todas as nacionalidades, entre séculos, em empolgantes debates pelo simples prazer do conhecimento, que hoje se aplica nas mais modernas tecnologias. Interessante que as propriedades de uma curva, que está presente em nosso cotidiano, regem a natureza das coisas e tendem a agir da forma mais simples, sem desperdício de tempo ou energia.

O presente trabalho buscou explanar o histórico da curva cicloide no auge de seu debate, durante o século XVII, assim como apresentar as figuras mais influentes nele, como Galileu, Pascal, Huygens e Bernoulli. Apresentando os desafios da Braquistócrona e da Tautócrona, almeja-se estimular a curiosidade e tornar recorrente o debate da curva cicloide entre a nova geração de estudantes, para que, assim como Galileu enxergou a beleza desta curva, os jovens matemáticos enxerguem a beleza desta ciência e deem continuidade ao legado de seus antecedentes.

REFERÊNCIAS

CASTRO, L. M. **Cálculo Variacional e as Curvas Cicloidais**. 264 f.. Dissertação (Mestrado em Matemática) - Instituto de Ciências Exatas, Universidade de Brasília, Brasília, 2014.

PEDROSO, H. A.; PRECIOSO, J. C. Aspectos históricos sobre a cicloide: a curva que desafia a intuição. **Revista Eletrônica Paulista de Matemática**, v. 3, p. 17-34, 2014. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/122665>>.

SASSINE, A.; BUSTILLOS, O. V. **A Magia da Curva Cicloide**. São Paulo: Scortecci Editora, 2012.

STEWART, J. **Cálculo**. v.2. 6 ed. São Paulo: Cengage, 2011. p. 592-594.