

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA
MESTRADO PROFISSIONAL EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

PRODUTO EDUCACIONAL

Por que as antenas parabólicas são parabólicas?

Letícia Genevain Andrade

Maria Cristina Araújo de Oliveira

Juiz de Fora

2023

Letícia Genevain Andrade
Maria Cristina Araújo de Oliveira

Por que as antenas parabólicas são parabólicas?

Produto Educacional apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática da Universidade Federal de Juiz de Fora como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Educação Matemática. Área de concentração: Educação Matemática.

Juiz de Fora
2023



Este trabalho está licenciado com uma Licença [Creative Commons – Atribuição – NãoComercial 4.0 Internacional](http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

```
<a rel="license" href="http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/"></a><br />Este trabalho está licenciado com uma Licença <a rel="license" href="http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/">Creative Commons - Atribuição-NãoComercial 4.0 Internacional</a>
```

1. APRESENTAÇÃO

Este produto educacional esta diretamente relacionado com a dissertação de Mestrado Profissional em Educação Matemática (PPGEM - UFJF) intitulada “O ensino de curvas cônicas sistematizado em livros didáticos de matemática para o curso secundário nas décadas de 1930 e 1940”. O principal objetivo dele é apresentar uma possibilidade de abordar as curvas cônicas na atualidade, colocando como foco as aplicações relacionadas a propriedade refletora da parábola no cotidiano. Para atingir tais pretensões, a proposta se apresenta em formato de uma videoaula voltada para audiências interessadas em aprender sobre o tema, sendo o público-alvo alunos desde o 9º ano do Ensino Fundamental até o 3º ano do Ensino Médio.

A pesquisa de mestrado desenvolvida busca investigar a trajetória do ensino de curvas cônicas no curso secundário entre as décadas de 1930 e 1940. Trata-se, portanto, de um estudo histórico que almeja compreender como esse tema da geometria analítica era ensinado aos alunos, trazendo uma reflexão sobre sua presença nos currículos e, também, uma averiguação das sequências didáticas em livros da época. Como resultados obtidos por meio da análise dos livros didáticos, nota-se que a abordagem das cônicas nas décadas de 1930 e 1940 não enfatiza as propriedades refletoras.

Ao realizar esse estudo histórico, questões começaram a ser levantadas, *como porque ensinar ou não curvas cônicas? Qual é a influência desse conteúdo na formação dos estudantes?* Instigadas por esses questionamentos, começamos a trazer essa discussão para a contemporaneidade, tentando entender, primeiramente, se as curvas cônicas estão presentes nos atuais currículos brasileiros. Assim, realizamos uma busca por esse conteúdo na versão mais atual da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que é o documento norteador das escolas brasileiras e indica as aprendizagens essenciais que todos os alunos devem desenvolver ao longo das etapas da Educação Básica. Nessa investigação, foi constatado que não existe nenhuma menção às curvas cônicas, nem mesmo a elipse, parábola e hipérbole no documento. Em relação a circunferência, é proposto um trabalho voltado para a geometria e para as artes, sem nenhuma conexão

com a geometria analítica. Sendo assim, conclui-se que as curvas cônicas não aparecem como conteúdo tanto no Ensino Fundamental quanto no Médio. Mesmo com todas as críticas que existem à BNCC, sua aplicação e métodos de ensino, é inegável que a retirada das curvas cônicas dentre seus “objetos de conhecimento” influencia diretamente o ensino desse conteúdo nas escolas brasileiras, dada a relevância do documento para o ensino em contexto nacional. Cabe então como professora de matemática do Ensino Médio a questão, *que trajetória teve o ensino desse tema que resultaria na exclusão do mesmo nesse documento da contemporaneidade?*

Como já foi enunciado, as curvas cônicas fazem parte dos estudos do campo Geometria Analítica. Dentre as singularidades desse tema, pensamos na possibilidade de ponderar sobre o estudo das propriedades refletoras das curvas, por permitirem compreender a escolha de determinadas formas geométricas para aparelhos e máquinas que integram ou integraram em tempos recentes a vida cotidiana. Tendo grande importância em diferentes ramos das ciências e também nas questões práticas da produção de lentes e antenas, por exemplo, passamos a refletir sobre a ausência de um estudo sobre as curvas cônicas que explorasse tais propriedades. A partir dessa reflexão, propomos o vídeo “Por que as antenas parabólicas são parabólicas?” como artefato para contribuir com a propagação de explicações, de maneira lúdica e acessível, da propriedade refletora das parábolas. Trazendo contribuições para diferentes audiências, seja nas salas de aula ou plataformas de streaming, e atuando na formação de uma cultura matemática.

Além disso, temos a intenção, com esse produto educacional, de verificar junto à direção do Centro de Ciências – UFJF e ao Laboratório de Ciência e Educação Matemática (LaCem) a possibilidade de utilizar a videoaula como uma explicação acessível para o experimento com a reflexão do som na antena parabólica. Essa instalação, que já existe na entrada do Centro de Ciências, costuma atrair bastante a atenção dos visitantes, porém não existe nenhuma placa explicando o porquê do fenômeno acontecer. Poderíamos, por exemplo, utilizar um *qr code* de acesso para o vídeo na plataforma *Youtube*.

Figura 1 – Entrada do Centro de Ciências- UFJF com destaque para a experiência com a reflexão do som nas antenas parabólicas



Fonte: Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF)

2. O VÍDEO: POR QUE AS ANTENAS PARABÓLICAS SÃO PARABÓLICAS?

O principal artefato desse produto educacional é a videoaula denominada *Por que as antenas parabólicas são parabólicas?* que traz a explicação sobre as aplicações da propriedade refletora das parábolas, usando uma linguagem acessível aos alunos e com referências gerais à teoria, sem detalhar procedimentos algébricos. Cabe ressaltar que o vídeo destina-se tanto aos alunos, para abordar o tema, quanto aos professores que tiverem interesse em fazer uso do mesmo junto aos seus alunos utilizando-o como estratégia de ensino.

O material pode ser acessado pelo link: https://www.youtube.com/watch?v=FICla9xGGwI&ab_channel=ProfessoraLet%C3%ADciaGenevain-Matem%C3%A1tica

Ou ainda através do *qr code* apresentado na figura 2 abaixo.

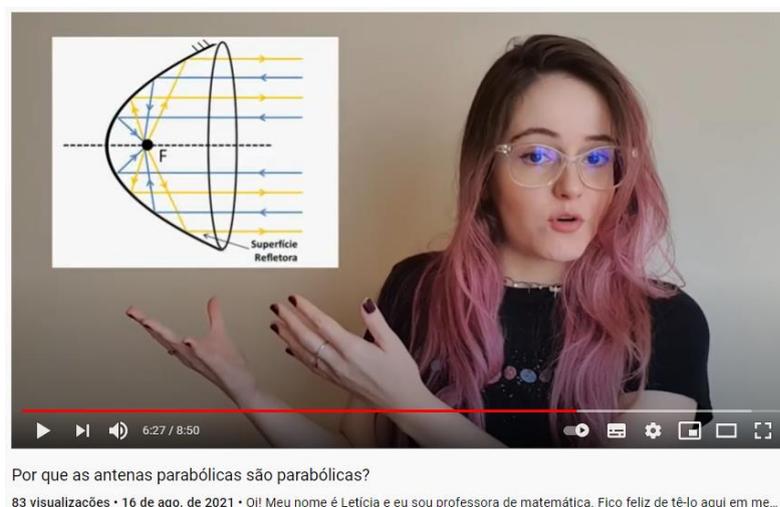
Figura 2 - *Qr code* para acessar o vídeo *Por que as antenas parabólicas são parabólicas?*



O vídeo foi totalmente desenvolvido por mim, desde o roteiro até a gravação, e o objetivo principal dele é apresentar aos alunos as curvas cônicas, a parábola e sua propriedade refletora. Já na apresentação os estudantes são levados a refletir sobre a pergunta do título do vídeo. Logo após, há uma exposição do que são as antenas parabólicas e qual a importância das mesmas para a comunicação, principalmente nas décadas de 1980 e 1990. Em seguida, ocorre a apresentação das curvas cônicas por meio de uma animação que mostra os cortes no cone que originam cada um dos quatro tipos de curvas, a circunferência, a parábola, a hipérbole e a elipse. Com isso, é colocada em destaque a parábola que é a curva cônica que será a estrela vídeo. Ela é descrita, primeiramente, através de seus elementos principais (foco, reta diretriz e eixo) e, então, é exibida uma animação desenvolvida no software GeoGebra que mostra o lugar geométrico da parábola. Depois disso, a propriedade refletora é colocada em destaque para, enfim, ocorrer a explicação de como ela se desenvolve na antena parabólica e no farol de um carro. Por fim, os alunos são capazes de responder à questão que é colocada no início do vídeo.

Na imagem abaixo é possível observar o momento em que os alunos são apresentados a propriedade refletora da parábola.

Figura 3 – Print do vídeo disponível no link <https://www.youtube.com/watch?v=FICla9xGGwI>



Fonte: Autoria própria

Cabe ressaltar que o vídeo serve como ferramenta metodológica para

alunos desde o 9º ano do Ensino Fundamental, já que eles estão estudando a parábola nas funções quadráticas, até o 3º ano do Ensino Médio, momento em que estudam outros conteúdos da Geometria Analítica.

3. APLICAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL

É possível observar, nos últimos anos, um grande crescimento de ferramentas tecnológicas como apoio para o ensino. Dentre essas ferramentas, podemos destacar a utilização de videoaulas. Frente ao cenário de ensino remoto, consequência da pandemia causada pelo coronavírus em 2020, a utilização de ferramentas tecnológicas se fez ainda mais necessária. Como todo o conteúdo passou a ser disponibilizado online, os professores tiveram que se adaptar para levar a aprendizagem aos alunos e, em muitos casos, passaram a utilizar as videoaulas como ferramenta de apoio. Além das mídias digitais serem muito comuns no cotidiano dos alunos, que utilizam as redes sociais e serviços de streaming durante grande parte do seu dia, elas também são muito adequadas para o ensino, pois a explicação é realizada de maneira dinâmica e com auxílio de imagens. É possível, assim, ilustrar os processos que serão lecionados.

Cabe destacar, ainda, que independentemente do ambiente de ensino, seja presencial ou remoto, o uso de vídeos pode ser atrelado a prática docente, pois é capaz de fornecer subsídios pedagógicos que auxiliam muito o processo de ensino-aprendizagem. Percebe-se que os vídeos aproximam as discussões feitas na aula de matemática da realidade dos alunos, trazendo conceitos e definições que eram tão distantes para a sua realidade. Com isso, o aluno passa a compreender conceitos matemáticos e abstratos de uma forma diferenciada, já que “as diferentes mídias com diferentes códigos e linguagens geram sentimentos distintos, portanto, possibilitam significar diferente” (BESSA, 2006, p.51).

O plano de aula desenvolvido através da videoaula “Por que as antenas parabólicas são parabólicas?” foi aplicado em agosto de 2021 para os alunos do 1º ano do Ensino Médio do Colégio de Aplicação João XXIII que se localiza no município de Juiz de Fora, na zona da mata mineira. Na ocasião, o colégio

encontrava-se em situação do Ensino Remoto Emergencial e, assim, a aula ocorreu durante um encontro síncrono com 71 alunos na plataforma Moodle (BigBlueBotton). A aula foi desenvolvida pensando nessa situação e, também, na pesquisa sobre as curvas cônicas. Em conversa com a Profa. Helen Pedrosa, regente da turma, ficou decidido que era interessante focar o estudo nas parábolas, visto que os alunos estavam aprendendo funções quadráticas.

O desenvolvimento da aula se deu em torno, principalmente, da apresentação da videoaula previamente produzida por mim. Mas, antes, houve uma explanação sobre o cone e seus elementos, visto que para entender como se formam as curvas cônicas é necessário relembrar esse sólido. Depois, o vídeo completo, que já estava disponível na plataforma YouTube, foi exposto para os alunos. Ao terminarem de assistir o vídeo, eles foram incentivados a falarem suas impressões a respeito dele e da matéria que foi ministrada. Para iniciar essa discussão, foi feita a indagação “existe no vídeo, algum conteúdo que se relaciona com o que vocês estão estudando atualmente?”. Após esse momento de respostas e reflexões, a avaliação da atividade foi realizada através de um relatório criado na plataforma Google Forms (anexo I)

4. ANÁLISE DA PRÁTICA E OUTROS DESDOBRAMENTOS

A proposta inicial da prática era expor para os alunos o conteúdo de curvas cônicas, focando mais especificamente na propriedade refletora das parábolas aplicada ao cotidiano. Para realizar a análise crítica colocamos em voga dois resultados obtidos: as respostas dos alunos frente a pergunta feita na discussão após a exibição do vídeo e, também, as respostas do formulário.

Para iniciar a discussão e incentivar os alunos a exporem suas opiniões a respeito do vídeo e do conteúdo apresentado, foi feita a pergunta “existe no vídeo, algum conteúdo que se relaciona com o que vocês estão estudando atualmente?”. A partir disso, eles começaram a expor suas respostas através do chat da plataforma e, logo depois, também fizeram comentários a respeito da dinamicidade e qualidade do vídeo, colocando em destaque como é mais fácil compreender um conteúdo através de um vídeo com imagens ilustrativas. As respostas dos alunos para a pergunta foram muito satisfatórias, pois todos

que responderam acertaram, colocando em evidência que no vídeo era possível encontrar o conteúdo de parábolas que se relaciona com a função quadrática. Apesar do resultado satisfatório, cabe ressaltar aqui a influência do ensino remoto, já que as respostas foram obtidas através do chat, o que tornou as respostas mais rasas e curtas. Se a aula tivesse sido aplicada presencialmente, por exemplo, as respostas e comentários de um aluno poderiam gerar uma discussão mais efetiva, visto que eles não costumam ligar suas câmeras e microfones nesse modelo online, conforme a Profa. Helen Pedrosa já havia informado. Porém, como a aula foi pensada para ser aplicada nesse modelo online e já era sabido que a participação dos alunos seria apenas através do chat, pode-se considerar que o resultado da discussão e das respostas dadas por eles logo após assistirem ao vídeo foram apropriadas.

Além disso, como já era sabido que a participação dos alunos não seria tão grande no momento da aula, foi desenvolvido o formulário com questões relacionadas ao vídeo e ao conteúdo exposto nele. Assim, foi possível realizar uma análise mais profunda da aprendizagem e do interesse dos alunos pela aula aplicada. Esse relatório de avaliação foi enviado logo após o término da discussão sobre o vídeo e os alunos foram incentivados a responder as perguntas, não somente por mim, mas também pela Profa. Helen, pois ela considerou nota para quem respondesse as questões. Conforme apresentado no anexo I, as primeiras questões estavam relacionadas ao vídeo em si, enquanto as últimas eram sobre o conteúdo exposto, isto é, parábolas e curvas cônicas. Esperava-se que essas últimas fossem tranquilas e possíveis de serem respondidas depois de assistir ao vídeo uma única vez.

Em relação as perguntas sobre o vídeo, é interessante expor algumas porcentagens (realizadas em uma população de 59 alunos), pois, assim, teremos aparato suficiente para realizar uma análise mais detalhada. Primeiramente, foi possível notar que a maioria dos alunos nunca havia ouvido falar sobre as curvas cônicas (84,7%), enquanto 64,4% já haviam tido contato com as parábolas. É interessante ressaltar que grande parte dos alunos responderam que haviam tido contato com as parábolas através das aulas de matemática, mas alguns relacionaram o conteúdo com a prática de esportes e, também, com a física. Em relação a compreensão do conteúdo exposto,

90% dos alunos conseguiram compreender satisfatoriamente o que são as curvas cônicas, enquanto 94,8% compreenderam satisfatoriamente o que são as parábolas. Com a análise desses dados, pode-se considerar que, como esperado, a maioria dos alunos não conhecia as curvas cônicas, pois esse conteúdo não está mais presente nem mesmo na versão mais atualizada da BNCC. Porém, eles conheciam as parábolas, pois a estudaram na física e nos gráficos das funções quadráticas.

Em relação a dinâmica do vídeo, a resposta dos alunos também foi bem satisfatória, pois 98.3% consideraram as respostas claras, enquanto 91,5% acharam que o vídeo prendeu sua atenção e 54,2% consideraram o vídeo ótimo e 46,5% regular. Considerando que o vídeo foi construído com a intenção de trazer um conteúdo matemático de maneira mais contextualizada e dinâmica pode-se considerar que a proposta inicial foi atingida.

No relatório havia, também, a questão “você considera que o conteúdo abordado no vídeo é relevante para ser ensinado em sala de aula?”. Abaixo apresento algumas respostas dadas pelos alunos. Escolhi algumas entre as 59, pois elas resumem bem a maioria das respostas dadas.

Figura 4 – Respostas de alguns alunos para a pergunta proposta no formulário

Acho que sim, ele conseguiu explicar bem sobre o que se tratava. Acho que se os professores fizessem esse mesmo tipo de vídeo seria mais fácil de aprender pois prende a nossa atenção.

Não, não é tão importante assim para a maioria das pessoas, porém é legal de se saber e não é um incômodo.

Sim. Creio que o conteúdo sobre as parábolas e as curvas cônicas, sejam de tamanha importância. Já que, elas estão presentes em nossas vidas. Eu, por minha vez, não imaginava que por trás de uma antena parabólica ou de um farol, existia uma explicação matemática.

Em sala de aula acredito que sim, mas para minha vida acho que não muito, porque é um assunto muito específico que eu provavelmente só utilizaria se trabalhasse em alguma coisa relacionada.

Sim. Acho sim que eu posso acabar usando isso na minha vida, caso não usar é um aprendizado, mas é este o sentido "viver e aprender". Como diria Sócrates "Sábio é aquele que conhece os limites da própria ignorância". Ao aceitar uma nova informação algo que não sabia antes independente de sua relevância é aprendizado.

Fonte: Autoria própria

Por último, vale a pena destacar, as respostas relativas ao conteúdo matemático do vídeo, isto é, aquelas sobre as definições de curvas cônicas e de parábolas. Ao todo havia três questões tratavam dessa parte: a primeira

era relativa a curvas cônicas, a segunda a parábolas e a terceira era a pergunta feita no início do vídeo. Reintegro que tudo isso pode ser observado no anexo I. O desempenho dos alunos nessa parte também foi muito satisfatório e atingiu as expectativas, visto que 98,3% responderam corretamente a primeira, 71,2% a segunda e 84,7% a terceira.

Outro desdobramento interessante da exibição do vídeo “Por que as antenas parabólicas são parabólicas?” foi a interação com uma estudante da Bahia que acessou o vídeo através da plataforma *Youtube*. Ela entrou em contato comigo através de mensagem e agradeceu pelo conteúdo relatando que foi muito importante para ajudá-la a desenvolver uma atividade para a feira de ciências de sua escola. A aluna ainda enfatizou que não havia encontrado nenhum outro conteúdo sobre aplicações das curvas cônicas no *Youtube*. Esse fato revela que esse conteúdo é realmente escasso nos dias atuais, até mesmo em grandes plataformas na internet.

ANEXO I

- 1) Antes de assistir ao vídeo, você já havia tido algum contato com as parábolas?
Se você disse sim na questão anterior, responda: onde você já tinha visto parábolas?

- 2) E as curvas cônicas, você já tinha ouvido falar sobre esse conceito?

- 3) Após assistir ao vídeo, você considera que compreendeu o que são as curvas cônicas? (Avaliação de 0 a 10, 0 para não entendi e 10 entendi tudo)

- 4) E sobre as parábolas? (Avaliação de 0 a 10, 0 para não entendi e 10 entendi tudo)
 - Quanto ao vídeo, avalie:

- 5) Você achou as explicações feitas no vídeo claras?
 Sim Não

- 6) Você achou que o vídeo prendeu sua atenção?
 Sim Não

- 7) Você compartilharia esse vídeo com algum amigo?
 Sim Não

- 8) De maneira geral, você considera que o vídeo e o conteúdo exposto nele é:
 Ruim Regular Bom Muito Bom

- 9) Responda com muita atenção, você considera que o conteúdo ensinado no vídeo é relevante para ser ensinado em sala de aula? E para sua vida?

Explique.

10) A parábola é uma curva cônica obtida através da interseção de um plano em um:

- a) Cone b) Cilindro c) Paralelepípedo d) Cubo

11) Observe as afirmações sobre as características da parábola:

- I) Eixo de simetria, foco, vértice e reta diretriz são elementos de uma parábola.
- II) A distância entre um ponto pertencente a parábola e o foco é igual a distância entre esse mesmo ponto e a reta diretriz.
- III) A parábola é utilizada no gráfico de uma função afim.
- IV) A parábola é um tipo de curva cônica obtida através da interseção de um plano paralelo a geratriz do cone.
- V) A parábola representa o gráfico de uma função quadrática.

Assinale a alternativa que apresenta as afirmações corretas.

- a) Todas as afirmações estão corretas.
- b) Apenas I e II
- c) Apenas II, III e V
- d) Apenas I, II, IV e V

12) Afinal, por que as antenas parabólicas são parabólicas?

- a) Porque elas são esféricas.
- b) Por causa da propriedade refletora da parábola.
- c) Não existe explicação matemática, isso ocorre devido ao seu formato que é muito bonito e combina com os telhados das casas.
- d) Isso ocorre porque elas são formadas a partir de uma circunferência.

REFERÊNCIAS

Andrade, L. G. (2023). *O ensino de curvas cônicas no curso secundário: saberes profissionais e livros didáticos de matemática nas décadas de 1930 e 1940*. (Dissertação de Mestrado em Educação Matemática). Juiz de Fora: Universidade Federal de Juiz de Fora.

Bessa, D. D. *Teorias da Comunicação*. Brasília: Universidade de Brasília, 2006.