UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA

MAISON OENNING

A UTILIZAÇÃO DO SOFTWARE MATHWAY NA ANÁLISE DO COMPORTAMENTO DE FUNÇÕES DO SEGUNDO GRAU.

Tubarão/SC

2019

MAISON OENNING

A UTILIZAÇÃO DO SOFTWARE MATHWAY NA ANÁLISE DO COMPORTAMENTO DE FUNÇÕES DO SEGUNDO GRAU.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Matemática da Universidade do Sul de Santa Catarina, como requisito parcial à obtenção do título de Licenciado em Matemática.

Orientador: Prof. MSc. Mario Selhorst.

Tubarão/SC

2019

MAISON OENNING

A UTILIZAÇÃO DO SOFTWARE MATHWAY NA ANÁLISE DO COMPORTAMENTO DE FUNÇÕES DO SEGUNDO GRAU.

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado à obtenção do título de Licenciado em Matemática e aprovado em sua forma final pelo Curso de Graduação em Matemática da Universidade do Sul de Santa Catarina.

Tubarão, 05 de dezembro de 2019.

Professor e orientador Mario Selhorst, MSc.
Universidade do Sul de Santa Catarina

Prof. Carlos Henrique Hobold, MSc.
Universidade do Sul de Santa Catarina

Prof. Paulo Henrique Rufino, Esp.
Universidade do Sul de Santa Catarina

Dedico este trabalho aos meus pais e a minha família, por toda a educação, apoio e amor dedicado a mim, bem como, a todos que estiveram me apoiando e torcendo para mais esta conquista.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me proporcionar esta vivência da graduação e por me sustentar nos momentos difíceis e por me proporcionar inúmeros momentos de alegria.

A minha família, minha namorada, todos os amigos da sala de aula, do convívio pessoal e profissional, pois foram peças essenciais neste processo.

Ao meu orientador Mário Selhorst pela dedicação, compreensão, apoio e conselhos durante esta caminhada.

Ao coordenador Dalmo Gomes de Carvalho, estendendo a todos os mestres que lecionaram as disciplinas durante toda esta graduação, pois são peças fundamentais para a construção do conhecimento.

Por fim, o meu agradecimento a todos que, de uma forma ou de outra, estiveram ao meu lado e contribuíram para a minha formação acadêmica.

“Não tenhais medo, pequenino rebanho, pois foi do agrado do vosso Pai dar-vos o reino!” (Lucas 12, 32).

RESUMO

Este trabalho ressalta a importância do uso dos softwares no contexto da educação buscando compreender o uso do software Mathway na análise do comportamento de funções de segundo grau. Analisando conceitos históricos das funções de segundo grau ou quadráticas, suas definições e características, testou-se o uso do aplicativo com vistas a visualização e interpretação dos resultados. A inserção consciente e planejada é pauta desta pesquisa, visando uma educação de qualidade e atrativa aos discentes. Fruto de uma pesquisa bibliográfica pautada em diversos autores e fontes, partindo do estudo das funções e dos avanços da tecnologia no contexto do ensino da matemática e considerando que o uso de tecnologias no processo de ensino auxilia na construção do conhecimento, apresentou-se possibilidades de uso da ferramenta analisando comportamentos e particularidades das funções de segundo grau.

Palavras-chave: Função quadrática. Educação. Mathway.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO

A humanidade sofre influências das tecnologias desde os períodos antigos, é intrínseco este processo de evolução com a vida cotidiana em sociedade, ao longo de toda a história humana. Esta evolução é notória no contexto social da atualidade.

Na evolução presente em todos os povos é possível encontrar relatos do desenvolvimento conjunto da educação com os recursos tecnológicos. Os processos formativos sofrem influência das tecnologias, presentes em todas as atividades diárias. Outrossim, podemos dizer que a evolução da educação é intrínseca ao processo evolutivo da tecnologia, acompanhado na vida cotidiana.

Na vivência cotidiana podemos compreender a grande influência da tecnologia, neste contexto, é quase unânime a quantidade de pessoas que possuem acesso as redes sociais e as informações, através dos smartphones, computadores e outros recursos tecnológicos. Sendo assim, a formação educativa isolada da crescente evolução tecnológica se torna impossível, pois, ela se distancia da realidade que vivenciamos.

No ensino da matemática estas tecnologias podem ser as mais simples às mais complexas: o uso das calculadoras - auxiliam na resolução de problemas - como também o uso de softwares - auxiliam nas diversas áreas do ensino.

Nesta pesquisa temos como objetivo compreender o uso do software Mathway na análise do comportamento de funções do segundo grau. Este aplicativo apresenta-se como um destes recursos tecnológicos que estão presentes no nosso dia a dia. Propomos uma análise do comportamento da parábola da função juntamente com a análise dos coeficientes da função.

O objetivo geral e os específicos, destacados abaixo, nortearam o desenvolvimento desta pesquisa que visa auxiliar na inserção e valorização do uso de tecnologias na formação dos estudantes, bem como nos processos de reforço dos conteúdos desenvolvidos dentro das salas de aula.

1.1 TEMA E DELIMITAÇÃO DO TEMA

A utilização do software Mathway na análise do comportamento de funções do segundo grau ou também denominadas funções quadráticas.

1.2 PROBLEMATIZAÇÃO

Como utilizar o software Mathway para a análise do comportamento de funções de segundo grau?

1.3 JUSTIFICATIVAS

A escolha do tema “A utilização do software Mathway na análise do comportamento de funções do segundo grau”, surge pelo anseio de compreender a resolução de funções quadráticas por meios alternativos, os quais facilitam o ensino e a aprendizagem da matemática.

É constante o surgimento de softwares que dinamizam o ensino da matemática, possibilitando um aprendizado prático para os discentes. Além disso, estes aplicativos auxiliam no fortalecimento do ensino da matemática e na compreensão da aprendizagem.

Dentro desta monografia propomos a utilização de um destes aplicativos, sendo escolhido o software Mathway: um solucionador de problemas de matemática, cuja principal característica é oferecer a resolução de problemas matemáticos passo a passo, para que todas as dúvidas possam ser elucidadas.

Propõe-se fazer o uso deste aplicativo para a resolução de equações do 2º grau, para que assim o comportamento destas funções possa ser analisado. Sendo inserido no aplicativo Mathway as funções quadráticas e realizando a análise das resoluções e o seu comportamento, buscando notar as diferenças através da alteração dos seus coeficientes.

A evolução da tecnologia se apresenta positiva para o processo ensino-aprendizagem: a utilização dos aplicativos facilitam os cálculos, além de serem fortes aliados para a compreensão da resolução das equações. No contexto abordado, visando a análise do aplicativo Mathway, percebemos que ele permite a elucidação de todas as dúvidas referentes ao comportamento das funções e apresenta o detalhamento da resolução, permitindo a todos a compreensão dos problemas matemáticos. Outra vantagem apresentada por este aplicativo é a ampla gama de sistemas operacionais ao qual ele se adéqua, podendo ser instalado tanto em smartphones como em computadores.

Este aplicativo abrange diversas outras áreas da matemática, além de ser apenas um dos inúmeros softwares voltados para a aprendizagem da grade curricular. Percebe-se que o uso destas inovações vem se tornando essencial para a evolução do ensino no contexto atual de tecnologia, pois toda a transformação decorrente do desenvolvimento da ciência é intrínseca aos processos de ensino, fazendo-se necessário o uso deste recurso educacional para acompanhar o avanço do conhecimento imerso no contexto das transformações tecnológicas.

1.4 OBJETIVOS

Nesta seção serão apresentados os objetivos gerais e específicos que nortearam o desenvolvimento deste trabalho de conclusão de curso.

1.4.1 Objetivo Geral

Compreender o uso do software Mathway na análise do comportamento de funções do segundo grau.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Destacar a importância do uso de tecnologias no ensino da matemática;
- Descrever a história das funções;
- Identificar características notáveis da função quadrática;
- Descrever o software Mathway;
- Analisar o comportamento de funções de segundo grau com o Mathway.

1.5 TIPO DA PESQUISA

A pesquisa é um projeto de investigação com o intuito de solucionar um problema. Segundo Motta (2015, p.93) "a pesquisa é uma atividade organizada, que segue um planejamento, na forma de um projeto, para responder ou solucionar um problema.".

O presente trabalho tem como intuito analisar a utilização do software Mathway para investigar funções quadráticas, sendo assim a base da pesquisa é exploratória que "[...] têm como objetivo principal o aprimoramento de ideias ou a descoberta de intuições." (Gil, 2002, p. 41).

Quanto à abordagem da pesquisa pode ser considerado de cunho bibliográfico e de análise qualitativa "[...] desenvolvida com base em material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos." (Gil, 2002, p. 44).

1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho está organizado em cinco capítulos. Na introdução é apresentada uma contextualização do objeto a ser pesquisado, os objetivos do trabalho, a justificativa, bem como a problematização norteadora de toda a pesquisa.

O segundo capitulo apresenta a fundamentação teórica, fazendo um estudo das inserções tecnológicas no processo ensino-aprendizagem, apresentando a inserção e o papel fundamental de professores, pais e estudantes no processo de inserção das tecnologias e principalmente dos softwares, como o Mathway.

O capítulo três dá sequência na fundamentação teórica deste estudo, iniciando com um breve estudo evolutivo da álgebra, das funções, e as definições das funções quadráticas, com o seu comportamento e estudo das suas características.

O capítulo quatro diz respeito às análises realizadas através do uso do software Mathway, estudando as características das funções do segundo grau e dos coeficientes, e a discussão dos resultados.

Por fim, no quinto capítulo são apresentadas as conclusões e considerações finais do presente trabalho.

2 EDUCAÇAO E TECNOLOGIA

"As tecnologias, em suas diferentes formas e usos, constituem um dos principais agentes de transformação da sociedade, pelas modificações que exercem nos meios de produção e por suas consequências no cotidiano das pessoas" (BRASIL, 2000, p. 43). Esta inserção tecnológica em todas as áreas do conhecimento e em todos os tópicos de ensino denota-se como um agente de transformação na sociedade que vivemos.

Outrossim, esta transformação crescente se faz necessária, pois influencia o surgimento de novos conceitos, sendo de grande importância para toda a estrutura da sociedade, criando uma ideia de uma nova sociedade imersa na tecnologia, sociedade esta que incumbe diversas transformações em todos os seus componentes; como por exemplo a educação. Ademais, é necessário que o processo educativo acompanhe esta influente mudança.

No ensino da matemática notamos grande importância no uso desses recursos, devido à expansão da tecnologia no setor educativo, fazendo com que sejam inúmeras as possibilidades de aplicação. Em um contexto de análise da álgebra e equações quadráticas, podemos ampliar as possibilidades de resolução e facilitar a compreensão de seus conceitos através do uso de recursos tecnológicos, como por exemplo, os softwares. Estes recursos, inseridos em um contexto de ensino, possibilitam que professores, pais e estudantes usufruam para ensinar e aprender a matemática dentro de suas incontáveis aplicações.

2.1 TECNOLOGIAS COMO METODOLOGIA DE ENSINO

É notória a evolução das tecnologias na atualidade, evoluções estas que influenciam de modo exuberante a realidade dos tempos que vivenciamos, alavancando os modelos de ensino. A educação e a tecnologias transformaram-se em conceitos intrínsecos, tornando-se aliadas ao processo de formação de pessoas.

A tecnologia é inserida de várias maneiras no processo de ensino da matemática, pelo uso de: calculadoras, computadores, smartphones, entre outros. Esta inserção envolve inúmeras maneiras de desenvolver o raciocínio lógico de um estudante, permitindo-o fazer uso da tecnologia como seu aliado no processo de aprendizagem. O PCN cita:

> As funções da Matemática descritas anteriormente e a presença da tecnologia nos permitem afirmar que aprender Matemática no Ensino Médio deve ser mais do que

> memorizar resultados dessa ciência e que a aquisição do conhecimento matemático deve estar vinculada ao domínio de um saber fazer Matemática e de um saber pensar matemático. (BRASIL, 1998, p. 41)

É importante notar como esta inserção não pode ser somente um método novo de ensino, é preciso reconhecer esta união como um aliado na compreensão e não somente um meio de memorizar conceitos; permitindo-a ganhar espaço com o intuito de aprimorar as ideias expostas pelos conceitos matemáticos dentro de sala de aula. É evidente o interesse dos discentes em utilizar este recurso da atualidade, objetivando o constante uso para aprimorar e aumentar o seu desempenho educacional.

Deste modo, é possível ver a influência destas tecnologias, as quais vêm aliadas uma enorme quantidade de informações, influenciando o processo formativo dos estudantes, como cita o PCN: “o indivíduo, imerso em um mar de informações, se liga a outras pessoas, que, juntas, complementar-se-ão em um exercício coletivo de memória, imaginação, percepção, raciocínios e competências para a produção e transmissão de conhecimentos.” (BRASIL, 1998, p. 41). Estas informações são de grande auxílio para a sua formação, o conhecimento aliado aos conceitos matemáticos incentiva e cativa os discentes ao processo de compreensão. Através deste conjunto de ações é possível incentivá-los para o interesse pelo aprendizado.

2.1.1 Os educadores na inserção das tecnologias

As tecnologias estão se tornando parte das atividades diárias das pessoas, com presença em todas as atividades, desde as mais simples até as mais complexas. Sendo de grande importância e relevância para a vida das pessoas, permitindo que elas tenham maior facilidade no desempenho de suas necessidades cotidianas.

Com esta inserção em vários campos da sociedade, no campo educacional se tem uma grande presença e influência destes recursos tecnológicos, desde a utilização dentro da sala de aula, como mediador de informações em portais educacionais e até como recurso para simular, aprofundar e analisar conceitos e conteúdos e objetos de estudo.

Porém, esta inserção requer um maior preparo para o seu uso, envolvendo tanto os professores como os pais- responsáveis por auxiliar seus filhos neste processo de aprendizagem. Isto exigirá dos educadores um conhecimento sobre o manuseio e funcionamento de ferramentas tecnológicas inseridas em um ambiente educativo, pois é necessário que os discentes possuam todo auxílio para a completa compreensão da relação do conteúdo com as ferramentas tecnológicas apresentadas. De forma que eles possam fazer um uso de qualidade, usufruindo de toda a funcionalidade do recurso.

Deste modo, "também é essencial investir na formação dos docentes, uma vez que as medidas sugeridas exigem mudanças na seleção, tratamento dos conteúdos e incorporação de instrumentos tecnológicos modernos, como a informática." (BRASIL, 2000 p. 12), deste modo, teremos a exigência de um maior preparo e dedicação dos docentes para a realização desta inserção, se tornando necessário o investimento na qualificação dos profissionais.

> Ninguém é capaz de ensinar aquilo que não aprendeu. Somente se ensina o que se conhece. E, para se trabalhar com Novas Tecnologias é preciso ter conhecimento técnico e, assim saber lidar como toda essa informatização de forma a produzir bons frutos com essa prática que é tão prazerosa e nos mostra na prática o que a teoria nos ensina. (RIBEIRO; PAZ, 2012, p. 19)

As mudanças transformam o conhecimento propagado pelos docentes nas práticas educativas que são realizadas no contexto de ensino. É possível ver que é de grande importância a qualificação e a dedicação para a evolução necessária. É evidenciada a importância do investimento na formação do docente, ele só será capaz de utilizar os meios que ele possui domínio, os meios que lhe são íntimos, caso contrário não será possível esta inserção.

Estes recursos podem auxiliar além das limitações das escolas. Os estudantes fazem deste uso para poder certificar a exatidão das suas respostas, bem como possibilita ser um meio para elucidar dúvidas. Neste contexto, os pais podem ser fortes aliados para esta utilização, sendo eles os mediadores deste uso.

> Ótimo para adultos! Como nós pais que sempre tememos quando nossos filhos começam a ter aulas de matemática, de não podermos mais ajudá-los. Com este app eu só mostro o problema e ele me dá a resposta e os passos para resolver, somente no caso de você não querer dar a seu filho a resposta, mas se você quer ajudá-lo com apenas um passo, você pode ver tudo. (MATHWAY, 2016, TRADUÇÃO NOSSA),

Este depoimento de um pai nos mostra a funcionalidade do aplicativo, apresentando-o como um aliado dos pais, possibilitando auxiliarem seus filhos. Pode-se notar a preocupação dos pais que se sentem incapazes de ajudar e, com estes recursos, conseguem auxiliarem na compreensão, possibilitando que os estudantes possam usufruir deste recurso em conjunto com os responsáveis- grandes agentes no processo de ensino dos filhos.

2.1.2 Os estudantes na inserção das tecnologias

As tecnologias inseridas neste processo de ensino possuem o intuito de auxiliar e facilitar aos discentes. Cabe relembrar que este uso exige de seus usuários uma dedicação especial e requer deles um maior compromisso com a qualidade do seu aprendizado.

Os estudantes podem fazer este uso seguindo as ordens de um professor em sala de aula, ou mesmo, por conta própria buscar este recurso para aprimorar os seus conhecimentos dentro dos tópicos repassados pelos docentes.

"Segundo relato de professores, o aluno ainda não vê a tecnologia como uma ferramenta de acesso ao conhecimento, não utilizando essa tecnologia a seu favor." (MORAES; SILVA, 2014 p. 6). É notório que os mesmos ainda não fazem o uso das tecnologias da forma como deveriam, ao seu favor, transformando o ensino prazeroso e atrativo. É uma necessidade este interesse pelo uso das tecnologias como um recurso de ensino, esta prática pode facilitar e instruir a aprofundarem seus aprendizados.

O uso destas tecnologias transforma os discentes, formando-os para a sociedade atual.

> Nesta perspectiva, a escola precisa resgatar a função de formar o cidadão para a sociedade atual e proporcionar ao aluno condições de apropriação dos conhecimentos e habilidades referentes ao uso da tecnologia de maneira crítica. (MORAIS; SILVA, 2014, p. 9)

Ora, é preciso que estes estudantes sejam preparados para a sociedade tecnológica em que vivemos, o aumento destas tecnologias são maiores a cada dia que passa. É preciso despertar neles o interesse e a importância deste uso. Outrossim, podemos dizer que a tecnologia se faz presente em todas as atividade das pessoas, assim os mesmos precisam usufruí-la como um aliado ao seu aprendizado.

No contexto da sala de aula esta inserção precisa prender os discentes no uso destes recursos, distanciando-os do uso dos celulares e computadores para outros fins que não agregam ao conteúdo. Com isso, eles podem usufruir de uma totalidade dos recursos, facilitando sua caminhada estudantil.

2.1.3 O uso dos smartphones e computadores na prática de ensino

As tecnologias inseridas no processo de formação acadêmica dos discentes são inúmeras, entre elas podemos destacar as informações encontradas nas mídias, o uso da calculadora, os computadores e smartphones e vários outros meios tecnológicos que são possíveis o uso. Estes meios viabilizam e inovam as práticas de ensino, todas estas tecnologias estão unidas aos métodos de ensino.

As tecnologias inseridas podem ser das mais simples até as mais complexas, as trocas de informações que auxiliam na compreensão e na troca de conhecimento auxiliam neste processo formativo, outrossim, podemos usar aplicativos em computadores e smartphones.

O uso destes aplicativos vem ganhando mais espaço dentro do contexto de ensino, a utilização dos softwares como prática de ensino cativa e aumenta o interesse dos estudantes para o seu uso, podendo transformar o ensino mais dinâmico. Hélio Mangueira de Almeida cita:

> O uso de celulares, tablets e notebooks no ensino da matemática escolar são um meio de melhorar o desempenho do discente, pois se torna um atrativo para o mesmo, envolvendo em um mundo virtual com ferramentas capazes de estimular o interesse pela matemática. (ALMEIDA, 2016, p. 321)

É notória esta atração que os estudantes possuem pelas tecnologias e pela modernidade destes ramos, é possível sentir nestes um maior desejo por estas áreas que são aprofundadas por este uso, transformando o ensino mais prazeroso.

O uso destes recursos tecnológicos tem uma grande vantagem pelo seu fácil acesso, tanto nos smartphones, quanto nos computadores. Esta facilidade no acesso permite que os usuários destas tecnologias usufruam com maior rapidez e agilidade, tendo em vista que eles podem ter esta funcionalidade na palma de suas mãos através dos celulares ou até mesmo com a facilidade de acesso em computadores dentro da própria instituição de ensino, grande parte delas disponibiliza este espaço aos seus estudantes para fazer o uso.

Em contrapartida, muitos professores e escolas se posicionam contra este uso, justificando o uso para outras atividades não permitidas no contexto que está sendo discutido, Almeida comenta:

> Algumas escolas e muitos professores sugerem a proibição de celulares e tablets nas salas de aula, cuja justificativa é baseada em situações extremas, ou seja, levam em consideração os abusos por parte dos alunos que ficam conectados à internet durante as aulas, trocando mensagens inclusive em momentos de avaliação, fotografando e filmando tudo o que podem e o que não deveriam. (ALMEIDA, 2016, p. 320)

A permissão para o uso destes recursos se faz necessário com o acompanhamento do professor, para que estas situações não se tornem comuns ao ser feito o uso deste recurso. É preciso avaliar estas situações e ter um enorme cuidado com elas, para que não fuja do controle e do real motivo.

É inegável que situações como esta se tornam frequentes se não houver um cuidado e uma preparação para o uso destes recursos, é preciso ter uma momento para inseri-los e não ocorrer situações que fujam do controle e da meta de uso do professor.

Todas estas situações acompanham o uso destes softwares, porém o uso se torna um grande aliado ao ensino, mas requer uma boa preparação e um cuidado na sua execução para que os discentes usufruam, da melhor maneira, estas práticas de ensino.

2.2 O APLICATIVO MATHWAY

As tecnologias estão presentes em todas as ações diárias das pessoas, sendo utilizadas em diversas atividades e áreas distintas, possibilitando assim uma série de benefícios aos seus usuários. Em um contexto da educação o uso de softwares para o ensino recebe uma atenção especial.

Para desenvolver esta pesquisa adotamos o software Mathway, que descrevemos abaixo, entre outros clássicos disponíveis e já consagrados, como o Geogebra, o Graph,e o PhotoMath, por exemplo. A escolha se deve ao interesse do pesquisador em explorar o potencial deste, recentemente encontrado na rede de computadores, e prático por não ter instalação ou arquivos de memória ou backups no aplicativo o computador em uso.

O software Mathway, que tem milhões de usuários e bilhões de problemas resolvidos, é um solucionador de problemas de matemática gratuito, que responde exercícios com explicações passo-a-passo, apresentando uma grande facilidade para acesso e uso. Ele se apresenta de maneira muito prática e um fácil acesso aos seus adeptos. O aplicativo possui versões que podem ser utilizadas através de smartphones, computadores e outros métodos online de acesso à internet.

O aplicativo é encontrado no link: https://www.mathway.com/pt/Algebra, sendo ele gratuito em sua forma básica, já para maiores exemplos e para o passo a passo precisa ser adepto ao modelo Premium do aplicativo, fornecendo as resoluções e os passo a passo de maneira detalhada.

O aplicativo se destaca em várias redes sociais, em páginas nas mídias sociais, como o Facebook. Ele possui uma página onde os seus usuários podem compartilhar conhecimentos e elucidar as suas dúvidas, podemos encontrar a página no link: https://m.facebook.com/mathway/, podendo ser direcionado ao seu uso e também compartilhar as experiências com o uso do aplicativo.

O software é de fácil compreensão, facilitando a seus usuários a habilidade no seu uso, permitindo que estes usuários utilizem de maneira mais ágil e consigam alcançar ao máximo os seus conceitos, podendo explorar de maneira mais profunda suas funcionalidades. O aplicativo, por ser de fácil manuseio, possibilita as mais diversas maneiras de exploração, variando assim as idades e habilidades existentes de seus usuários.

Figura 2: Imagem do aplicativo em sua tela inicial

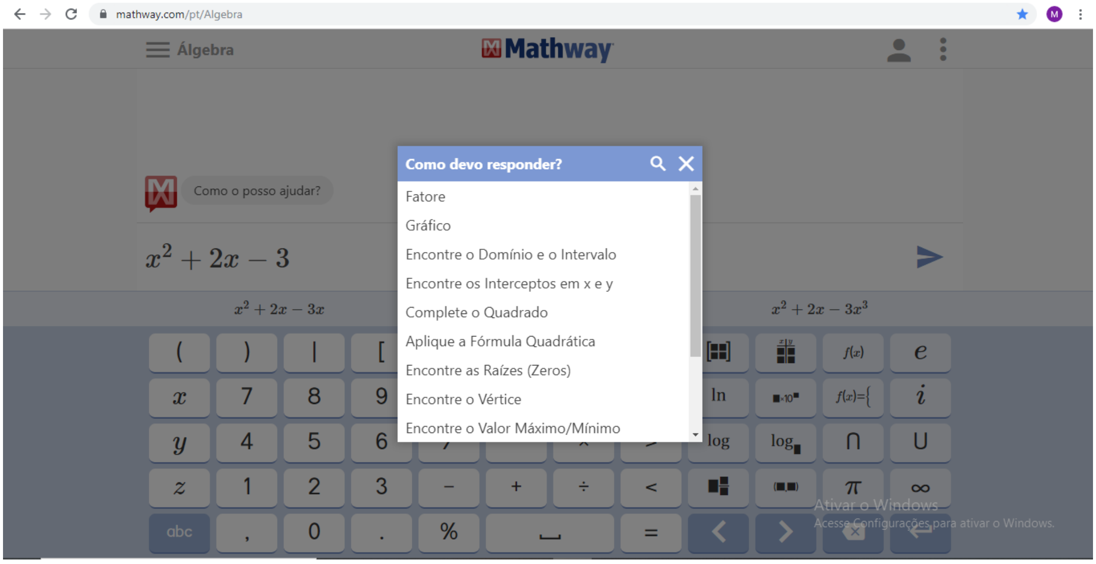
Fonte: Mathway, disponível em <https://www.mathway.com/pt/Algebra>.

A figura 2 demonstra o aplicativo em sua tela inicial, nela é possível perceber a maneira como se comporta e como o aplicativo auxilia seus usuários para realizarem o uso. O aplicativo é muito explicativo em todas as suas atividades, permitindo que os usuários possam usufruir, mesmo tendo pouca habilidade nestes aplicativos. Em todos os momentos ele auxilia e indica os passos a serem tomados para fazer o seu uso. Cabe relembrar, nas configurações do aplicativo ele possibilita a classificação do tópico de estudo a ser trabalhado, permitindo resolver cálculos de vários tópicos de aprendizado, como: matemática básica, álgebra, trigonometria, cálculo e vários outros conteúdos propostos pelas áreas exatas.

Outra vantagem do aplicativo é a possibilidade da apresentação de exemplos dos tópicos desejados, permitindo aos usuários a visualização da resolução do problema, permitindo sanar pequenas dúvidas de como inserir os problemas matemáticos.

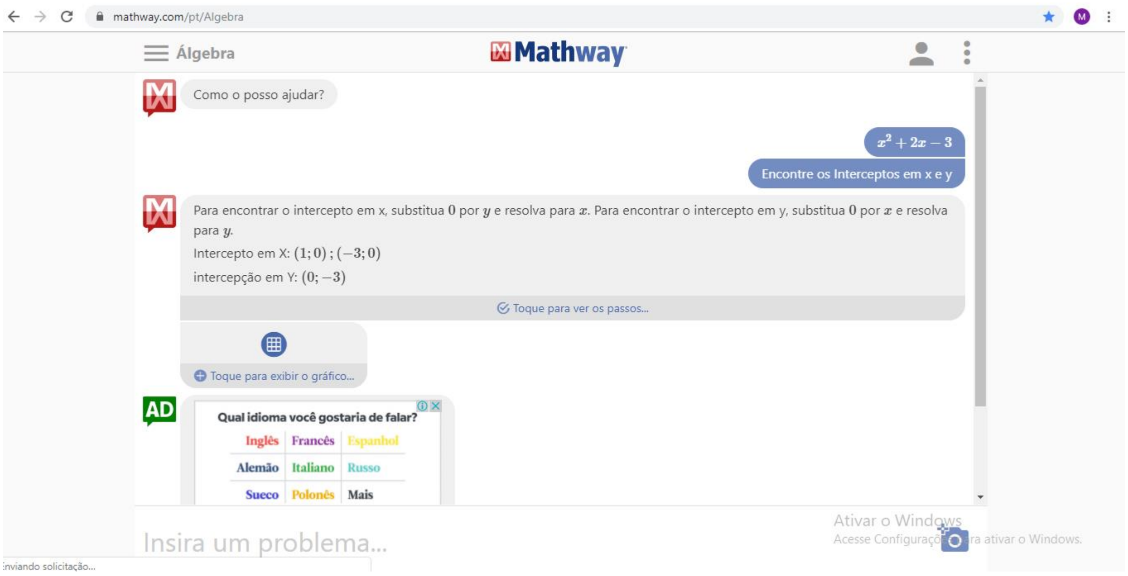
O aplicativo apresenta várias maneiras de solucionar os problemas, sendo possível escolher o método em que será solucionado. Na imagem 3 são apresentadas algumas das possibilidades para solucionar a expressão do 2º grau que foi inserido, permitindo assim o usuário usufruir de várias métodos de resoluções para a sua análise do contexto a ser desejado. Na situação apresentada pela imagem, é inserida uma equação do 2º grau, mas o aplicativo disponibiliza vários métodos de resoluções em todas as áreas que ele disponibiliza para solucionar os problemas.

Figura 3: Imagem do aplicativo após a inserção da equação.



Fonte: Mathway, disponível em <https://www.mathway.com/pt/Algebra>.

Figura 4: Imagem do aplicativo após a solução por um dos métodos apresentados.



Fonte: Mathway, disponível em <https://www.mathway.com/pt/Algebra>.

Após a escolha do método de resolução o aplicativo apresenta passo a passo a sua solução, possibilitando também ampliar os meios em que é apresentado o seu desenvolvimento, sendo possível visualizar até os passos mais simples. Ele permite também a visualização do gráfico, possibilitando fazer a análise do comportamento da função. A figura 4 apresenta a situação descrita.

O aplicativo possibilita inúmeros aprendizados e permite que os usuários analisem de forma bem complexa o comportamento dos problemas matemáticos e de comportamentos de equações e de funções. Este é um aplicativo que facilita a compreensão e auxilia de maneira prática o conhecimento dos interessados por este uso. Ele possibilita novas visões e novas oportunidades de conhecimento, possibilitando fixar ainda mais os conceitos matemáticos.

3 FUNÇÕES QUADRÁTICAS

O ensino da matemática permeia os mais diversos campos de atuação, podendo ser aplicado nos diversos campos, na linha algébrica podemos analisar os seus conceitos possibilitando que possam ser apresentadas novas escritas algébricas que influenciam e auxiliam na compreensão das áreas diversas do conhecimento.

> Os estudantes têm também a oportunidade de desenvolver o pensamento algébrico, tendo em vista as demandas para identificar a relação de dependência entre duas grandezas em contextos significativos e comunicá-la, utilizando diferentes escritas algébricas, além de resolver situações-problema por meio de equações e inequações. (BNCC, 2017 p. 527)

Neste contexto podemos usufruir da correlação entre as áreas matemáticas, usufruindo das evoluções nos estudos e nas formas de apresentação dos tópicos de ensino que influenciam e transformam o aprendizado da matemática sequencial e de maneira construtiva ao longo dos anos.

Nas propostas educacionais da BNCC, uma das habilidades propostas para o ensino da álgebra, visa possibilitar o uso das tecnologias no processo de ensino.

> Construir e interpretar tabelas e gráficos de frequências com base em dados obtidos em pesquisas por amostras estatísticas, incluindo ou não o uso de softwares que inter-relacionem estatística, geometria e álgebra. (BNCC, 2017, p. 539)

As diversas maneiras propostas para o ensino da matemática visam uma educação evolutiva acompanhando os avanços das tecnologias vivenciadas em todas as áreas do aprendizado.

Estes elementos influenciam e enriquecem o aprendizado dos estudantes, dentro do contexto de ensino todas as áreas distintas precisam tornar-se intrínsecas com o intuito de uma educação com maior qualidade e com maior aprimoramento dentro da sociedade tecnológica que vivemos.

3.1 O ESTUDO DE FUNÇÕES

A exploração da matemática é feita desde os tempos dos egípcios e babilônicos, a cerca de 3000 a.C., com os sistemas de numerações e os métodos de operações antigas. Ao longo dos anos a matemática é estudada e sofre evoluções constantes, fruto do empenho de inúmeros pesquisadores que possibilitam uma evolução nos métodos de ensino.

Ora, é possível saber que ao longo dos períodos o avanço da matemática é constante e acompanha a evolução de inúmeros povos, como os gregos, chineses hindus, à chegada dos períodos modernos, para os dias atuais. Nestes períodos surgiram nomes muito importantes para a construção da matemática atual, como Euclides, Arquimedes, Pitágoras, Bhaskara, Fermat, e tantos outros que revolucionaram às suas épocas e transformaram os conceitos da matemática.

No período dos mesopotâmicos surgem evidências de problemas algébricos, sendo denotado de uma maneira ainda simples, mas com as primeiras atividades para estes estudos. "Não usavam letras para quantidades desconhecidas, pois o alfabeto não fora inventada, mas palavras como "comprimento", "largura", "área", e "volume" serviam bem nesse papel."(BOYER, 1974, p.22), como foi descrito, estes povos não faziam uso das letras como utilizamos atualmente, mas já inseriam incógnitas para solucionar estes problemas algébricos.

A partir desta evolução do estudo da álgebra, já no período babilônico sofreram avanços e se tem registros de resoluções de funções, Eves cita:

> Perto do ano 2000 a.C. a aritmética babilônica já havia evoluído para uma álgebra retórica bem desenvolvida. Não só se resolviam equações quadráticas, seja pelo método equivalente ao de substituição numa fórmula geral, seja pelo método de completar quadrados, como também se discutiam algumas cúbicas(grau três) e algumas biquadradas (grau quatro).[...] (EVES, 2002, p. 61)

Neste período já é possível encontrar relatos de estudo de funções, ainda de maneira bem simples, mas tem-se indícios desta evolução. É possível notar que este estudo teve um grande empenho dos pesquisadores, no princípio percebemos a dificuldade encontrada. Boyer cita:

> A solução de uma equação quadrática com três termos parece ser demasiada difícil para os egípcios, mas Neugebauer em 1930 revelou que tais equações tinham sido tratadas eficientemente pelos babilônicos em alguns dos mais antigos textos de problemas. Por exemplo um problema pede o lado de um quadrado se a área menos o lado dá 14,30.(BOYER, 1974, p. 23)

É evidente a dificuldade que eles enfrentaram para conseguir solucionar estas equações, na sequência Boyer completa "Até os tempos modernos não havia idéia de resolver uma equação quadrática da forma $x^2 + px + q = 0$, onde p e q são positivos, pois a equação não tem raiz positiva." (BOYER, 1974, p. 23), por longos períodos foram necessários o empenho dos pesquisadores, que influenciam a matemática no seu processo evolutivo, "por isso as equações quadráticas na antiguidade e na idade Média, e mesmo no começo do período moderno, foram classificados em três tipos: 1) $x^2 + px = q$; 2) $x^2 = px + q$; 3) $x^2 + q =$

px.1” (BOYER, 1974, p. 23), as pesquisas dos babilônicos se ampliam e evoluem, com o intuito de solucionar com maior maestria.

> A redução babilônica de uma equação quadrática de forma $ax^2 + bx = c$ à forma normal $y^2 + by = AC$ pela substituição $y = ax$ mostra o grau extraordinário de flexibilidade da álgebra mesopotâmica. Essa facilidade, junto com a idéia de valor posicional, explica em grande parte a superioridade dos babilônicos em matemática. (BOYER, 1974, p. 23)

É notória a evolução ocorrida no período dos povos babilônicos, os seus estudos são responsáveis por uma grande parte dos métodos de resolução que podemos utilizar nos dias atuais, é evidente a grande imponência deste período para o surgimento e evolução das funções.

3.2 A FUNÇÃO DE SEGUNDO GRAU OU QUADRÁTICA

Na evolução dos estudos em matemática ao longo dos anos foi constante a descoberta de novos conceitos e o aprimoramento dos já existentes. Estes avanços possibilitaram a criação de novas ideias e novas maneiras de serem apresentados os conceitos dos conteúdos matemáticos.

O estudo permanente e o empenho de inúmeros estudiosos possibilitaram o avanço das definições e uma melhor compreensão dos conceitos matemáticos, o que instigam matemáticos e pesquisadores a investirem esforços em diferentes frentes propiciando mudanças no modo de ver e de estudar essa ciência.

> Mesmo no interior de uma mesma disciplina, como a Matemática, as igualdades e variações podem ter muitos significados, relativamente distintos. Equações algébricas, apresentadas abstratamente em matemática como, por exemplo, $y=3x-2$ ou $y=x^2$, expressam, a um só tempo, a possibilidade de variações nas funções de ambos os lados de cada equação e a igualdade ou equivalência entre ambos estes lados que contêm elementos com significados efetivamente distintos. (BRASIL, 2000 p. 27)

Estes conceitos inovam-se, demonstrando como a matemática está presente em todas as áreas e enfatizando a necessidade de seu estudo, para que torne-se possível apresentá-la corretamente, abrangendo vários de seus campos de atuação. A matemática está implantada em todas as atividades diárias e relações cotidianas e é possível notá-la em nossas atividades, como por exemplo, em uma simples compra de mercadoria em um supermercado, onde a mesma pode ser expressa de forma real ou como expressão algébrica. Desta maneira, a matemática possibilita uma apresentação dinâmica da forma prática de seu uso, de modo a cativar o interesse dos discentes. Porém, é preciso indubitavelmente, apresentar de forma atrativa

Ao longo dos anos o estudo das funções se faz presente nos contextos educacionais, os conceitos são repassados pelos docentes dentro das salas de aula, estes temas são estudados pelos matemáticos e sofrem avanços e se possibilita o aprimoramento das suas definições.

A função quadrática é uma função polinomial e pode ser descrita como “Uma função f: $\mathbb{R} \to \mathbb{R}$ chama-se *quadrática* quando existem números reais a, b, c, com $a \neq 0$, tal que $f(x) = ax^2 + bx + c$ para todo $x \in \mathbb{R}$.” (FERRETTO, 2018, n.p). Essa definição das funções são apresentados e discutidos pelos docentes dentro das salas de aulas e permite que os estudantes instiguem suas curiosidades e busquem, com o auxílio do professor, compreender o significado e elucidar suas dúvidas.

É possível analisar as funções, e buscar tentar encontrar o seu grau, a função quadrática tem sua característica visível, e permite que com facilidade seja reconhecida e desenvolvida com precisão.

> E se vocês observaram a expressão da função quadrática, mas não a associaram ao seu nome, saibam que o termo **2º grau** tem tudo a ver com o grau do polinômio $ax^2 + bx + c$, expresso pelo maior **expoente** da variável x. É por isso que a definição nos informa, que o coeficiente a que acompanha o termo x^2, deve ser necessariamente diferente de zero ($a \neq 0$), porque é esse termo que **caracteriza a função quadrática**. (FERRETTO, 2018, n.p)

Não há dificuldade em diferenciar uma função quadrática para uma função de outro grau, como a de primeiro grau, no entanto, essa diferença é essencial para a interpretação e análise do comportamento delas. É importante destacar que a função deve ter o seu coeficiente a diferente de zero, para que ela possa ser denominada quadrática ou de segundo grau, porém os demais termos b e c possuem a possibilidade de serem igual a zero, não influenciando na classificação da função.

Na análise destas funções é vital a construção de gráficos que permitem a visualização do comportamento, “O gráfico de uma função quadrática $f(x) = ax^2 + bx + c$, com $a \neq 0$, é uma curva chamada ***parábola***.”(FERRETTO, 2018, n.p), sendo assim podemos saber que o desenho deste tipo de funções em um plano cartesiano sempre irão ter como característica uma parábola.

Na análise do comportamento de funções quadráticas são observadas características como a existência de “zeros” ou raízes, vértice, o reconhecimento de intervalos numéricos onde a função tem comportamento de crescimento ou decrescimento, a concavidade da parábola e valores máximos ou mínimos e o sinal da função à medida que utilizamos os diferentes valores do domínio

Neste trabalho, também observaremos o efeito que cada um dos coeficientes a, b e c em $y = ax^2 + bx + c$ provoca no comportamento da função caso sejam alterados.

3.2.1 Zeros ou raízes da função quadrática

Uma das características importantes das funções quadráticas é a identificação da existência ou não de valores da variável que anulam a função, os chamados “zeros”, graficamente, os pontos onde a função intercepta o eixo das abscissas (eixo x). Para tal, atribui-se valor nulo a função, ou seja, faz-se $y=0$, obtendo-se uma equação do 2º grau.

Para resolver estas equações é possível usar o método de Bhaskara, que permite descobrirmos os valores de x (raízes ou zeros), para os quais a função é nula, caso esta seja uma de suas características.

> Assim, **resolver uma equação do 2º grau**, significa encontrar os valores de *x* que tornam essa equação igual a zero, ou seja, que fazem com que o valor de *y* seja igual a zero. Esses valores de *x* encontrados, representam a **solução da equação**, e são conhecidos como suas **raízes**. (FERRETTO, 2018, n.p)

A regra denominada de fórmula de Bhaskara, que está descrita abaixo, não foi desenvolvida pelo indiano Bhaskara Akaria como muitos pensam, “Existem registros da existência dessa fórmula, claro, não exatamente na forma que a conhecemos hoje, em textos escritos por **babilônios** cerca de 4000 anos antes da própria existência de Bhaskara.”(FERRETTO, 2018, n.p)

$$\boldsymbol{x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}}$$

$$\boldsymbol{x_1 \text{ou } x' = \frac{-b + \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}} \qquad \boldsymbol{x_2 \text{ou } x'' = \frac{-b - \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}}$$

Fonte: Ferretto, 2018

A utilização da fórmula consiste na substituição dos valores dos coeficientes *a*, *b* e *c* definidos na equação $ax^2 + bx + c$, para então encontrar os valores de x' e x", como são costumeiramente chamados.

As equações quadráticas também podem ser resolvidas por tentativas, por fatoração ou por outros métodos menos populares.

Destaca-se essa determinação, pois a existência de zeros ou raízes constituem-se num elemento notável para a análise do comportamento das funções quadráticas. Outras características notáveis é o reconhecimento de intervalos numéricos onde a função tem comportamento de crescimento ou decrescimento, os seus pontos de máximo ou mínimo, a concavidade da parábola etc. Estas análises permitem descrever o comportamento destas funções e apresentar as características advindas de seu comportamento.

Na figura 1, abaixo, podemos visualizar esta situação, os pontos A e B representam as raízes ou zeros da função.

3.2.2 Vértice da Função

As representações das funções se apresentam de maneira bem explicativa e possibilitam a análise com exatidão e possibilita o encontro de características do seu comportamento. O estudo dos vértices das funções possibilita e são de grande importância para outras análises.

A apresentação gráfica das funções apresenta seus vértices, que é a coordenada central onde sofre a mudança no sentido da parábola, essa alteração forma uma a concavidade e os pontos discrepantes de máximo e mínimo. "As coordenadas do vértice são formadas pelo y do vértice que é exatamente o valor máximo ou valor mínimo da função quadrática e pelo x do vértice que está localizado no ponto médio entre as duas raízes da função." (FERRETTO, 2018, n.p), assim podemos dizer que esta representação permite visualizar os eixos das funções.

Passando a ser um ponto importante nesta análise, sendo ele um ponto em que auxiliam na identificação de outras características da função.

O estudo e a identificação dos vértices das funções auxiliam no estudo do seu comportamento, esta análise facilita a identificação de outros pontos importantes deste comportamento. Os pontos de máximo ou mínimo, o seu crescimento e decrescimento são encontrados com mais facilidade a partir do diagnostico do seu vértice.

Na figura 1, abaixo, podemos diagnosticar o ponto C como o vértice da função, facilitando assim a caracterização da mesma.

3.2.3 Crescimento e decrescimento de funções

Na apresentação do plano cartesiano das funções do segundo grau podemos fazer a análise do seu crescimento ou decrescimento, esta análise permite ver qual o segmento da sua parábola em relação à equação que é apresentada.

A visualização da parábola das funções quadráticas é um método para que possamos estudar este comportamento e podermos apresentar todo o seu percurso. Deste modo, saberemos para qual sentido esta representação da função está seguindo.

A apresentação das equações quadráticas pode ser definida como crescente ou decrescente, deste modo, cabe ressaltar, a maneira apresentada no contexto, por ser uma parábola todas estas funções são definidas como crescente e decrescente, o necessário é descobrir os pontos em que cada uma destas definições se faz presente.

"Se, para quaisquer valores x_1 e x_2 de um subconjunto S (contido no domínio D), com $x_1 < x_2$, temos $f(x_1) < f(x_2)$, então f é crescente em S." (IEZZI [et. al.], 2016, p. 61), deste modo podemos dizer que uma função será crescente se quanto maior o valor de x, maior será o valor de y. Por outro lado dizemos que "Se, para quaisquer valores x_1 e x_2 de um subconjunto S, com $x_1 < x_2$, temos $f(x_1) > f(x_2)$, então f é decrescente em S." (IEZZI [et. al.], 2016, p. 61), assim sendo podemos dizer que uma função será decrescente se, ao aumentar o valor de x, os valores de y diminuem.

Ora, podemos dizer que em uma função de modelo $y = ax^2 + bx + c$, podemos analisar os seus termos analisando os valores de x e y, sendo crescente no intervalo em que ao aumentarmos os valores de x os valores de y também aumentam, por outro lado, se ao aumentarmos os valores de x os valores de y diminuem. Seguindo estas definições podemos analisar as funções através dos valores correspondentes de x e y, para podermos afirmar o seu comportamento.

Cabe ressaltar que em uma função quadrática, como é o caso que estamos analisando, ela apresentará as duas situações, crescente e decrescente, tendo que ser observado os intervalos para cada situação.

A figura 1, abaixo, demonstra essa situação onde podemos visualizar o crescimento e decrescimento da função, sendo o ponto do vértice a mudança do sentido da parábola.

3.2.4 Máximos e mínimos da função e sua concavidade

Uma das possíveis análises do comportamento das funções quadráticas é o comportamento do vértice da função, podemos classificar este vértice em pontos de máximo e mínimo. Estes estudos compõem os possíveis comportamentos das funções, cada uma dessas análises podem demonstrar como comportam-se estas funções.

Para realizar estas análises podemos usar das definições dos máximos e mínimos, deste modo, perceberemos com precisão suas características e poderemos concluí-la com a exatidão necessária. Este estudo pode seguir duas definições, a do máximo e a do mínimo, possibilitando dois casos para o comportamento da função.

A partir da forma como é apresentada a função podemos encontrar a maneira correta da análise, o sinal do termo a, desta função irá nos ajudar nesta escolha do caso.

O primeiro caso pode ser descrito como $a > 0$, “A concavidade da parábola está voltada para cima. Nesse caso, o vértice (V) é o ponto de mínimo da função, ou seja, é o menor valor que a função pode assumir.” (FERRETTO, 2018, n.p)

Na imagem 1, que está abaixo podemos perceber a situação onde este caso é perceptível, ele possui o ponto C como o seu ponto mínimo.

No segundo caso pode ser descrito como $a < 0$, “A concavidade da parábola está voltada para baixo. Nesse caso, o vértice (V) é o ponto de máximo da função, ou seja, o maior valor que a função pode assumir.” (FERRETTO, 2018, n.p)

Estes dois casos apresentam estas situações opostas, onde é possível compreender as características de cada função, possibilitando uma melhor compreensão, facilitando o estudo e ampliando os campos de uso desta área do conhecimento.

3.2.5 Sinal da função

As representações do plano cartesiano das funções compõem, de maneira muito ampla, a análise das funções. Deste modo, é possível estudar várias áreas, para compreender o comportamento de cada uma das equações.

Na apresentação do seu plano cartesiano podemos perquirir o sinal que se apresenta nestas funções, objetos de nosso estudo. A compreensão dos sinais possibilita descobrirmos para quais os valores de x a função é positiva, negativa ou igual a zero.

Esta relação dos sinais pode ser definida pela apresentação gráfica do seu comportamento, a definição para este estudo é:

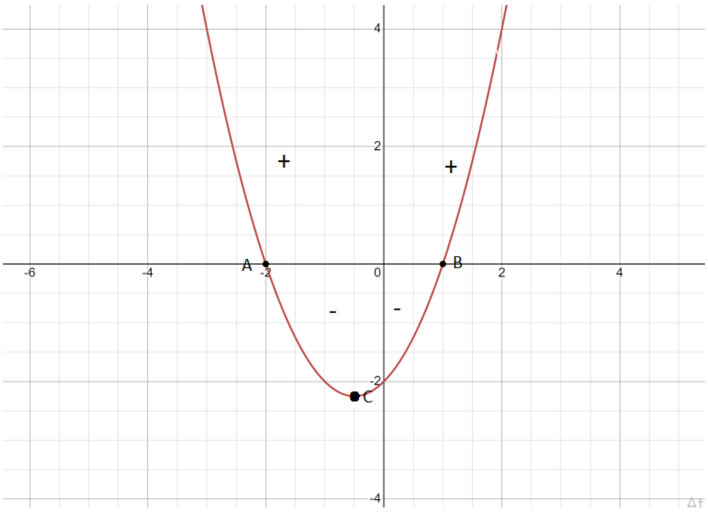
> Uma **função é positiva**, ou maior que zero (f(*x*) > 0), quando o seu gráfico se encontra **acima do eixo *x***, da mesma forma que qualquer **função é negativa**, ou menor que zero (f(*x*) > 0), quando o seu gráfico se encontra **abaixo do eixo *x***. (FERRETTO, 2018, n.p)

A partir desta definição podemos saber que por esta apresentação no plano cartesiano e observando as definições que são dispostas saberemos com precisão estes comportamentos. Sabermos que esta função é denominada positiva quando o gráfico se encontra acima do eixo x, logo, quando ela está disposta abaixo do eixo x dizemos que ela é negativa.

Esta disposição gráfica pode ser definida de forma mais clara quando sabemos as raízes das funções, através delas podemos descobrir com mais facilidade os sinais das funções. As raízes permitem distinguir em quais pontos ela é positiva ou negativa.

Na figura 1, abaixo, podemos visualizar os intervalos onde o seu comportamento é positivo ou negativo, permitindo assim a análise da função.

Figura 1: Representação de função quadrática



Fonte: Autor, 2019

A figura 1 demonstra o gráfico de uma função quadrática, nesta figura podemos visualizar todos os pontos descritos acima. Na figura observamos o ponto mínimo, C, que também é o ponto do vértice da função e o ponto de mudança do crescimento e decrescimento; da região negativa do eixo das abscissas até o ponto C ela é decrescente, e além deste, para a direita, é crescente. Os sinais, por sua vez são observados a partir dos pontos onde ocorrem os zeros ou raízes, A e B, e a posição do traçado do gráfico relativo aos sinais de y: a esquerda de A e a direita de B a função é positiva e entre A e B a função é negativa.

4 ANÁLISE DO COMPORTAMENTO DE FUNÇÕES QUADRÁTICAS COM O USO DO APLICATIVO MATHWAY

Na análise proposta nesta pesquisa utilizaremos o modelo básico da função quadrática $f(x) = ax^2 + bx + c$, com $a \neq 0$, com valores arbitrários para *a*, *b* e *c*, conforme a intencionalidade em mostrar uma ou outra característica.

4.1 VISUALIZAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS NOTÁVEIS

Com o auxílio do aplicativo Mathway realizaremos a análise da função descrita, podemos assim, através do seu gráfico perceber as características da parábola, como raízes da função, o seu vértice, o seu sinal, as regiões de crescimento e decrescimento, a concavidade da parábola e os pontos de máximo e mínimo.

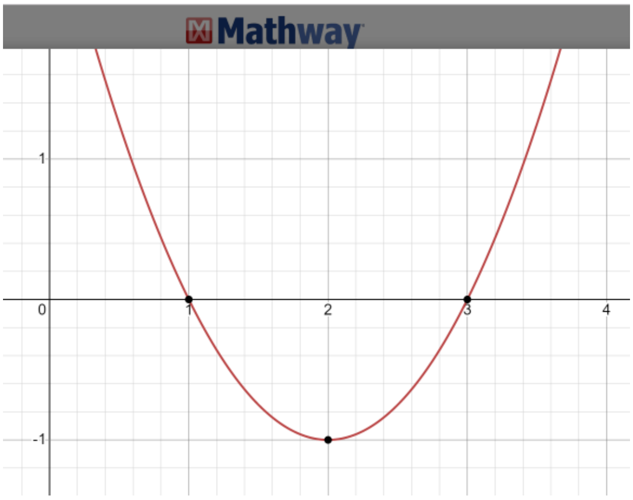
O aplicativo Mathway nos permite solucionar vários problemas matemáticos tendo o seu auxilio. A resolução de funções quadráticas são uma destas possíveis utilizações, faremos a resolução de três funções com o seu auxílio apresentaremos as suas características.

Exemplo 1: Sejam $a = 1$, $b = -4$ e $c = 3$, assim teremos $f(x) = x^2 - 4x + 3$.

- $f(x) = x^2 - 4x + 3$

Ao inserirmos a função quadrática $f(x) = x^2 - 4x + 3$ no aplicativo Mathway, solicitando que o mesmo faça a sua resolução com o intuito da construção do seu gráfico ele nos apresentará o plano cartesiano como está demonstrado na figura 5.

Figura 5: imagem do plano cartesiano da função $f(x) = x^2 - 4x + 3$



Fonte: Autor, 2019

Na da figura 5, que apresenta o plano cartesiano da função citada representada pelo aplicativo podemos fazer a análise do gráfico. Podendo assim, caracterizar o comportamento da função.

Inicialmente através da imagem podemos comprovar a definição de que as funções com o termo *a* positivo possuem a sua concavidade voltada para cima, esta função se mantém fiel a esta definição proposta. Nesta mesma linha podemos concluir que a partir desta concavidade a função possui um ponto mínimo nela representado, este ponto está contido na coordenada (2, -1) da reta das abscissas; por ser uma função quadrática ela possuirá somente um ponto de máximo ou mínimo, neste caso sendo somente o ponto mínimo. Cabe ressaltar, que esta coordenada também é o seu vértice.

Sendo uma função do 2º grau esta função possui duas regiões, uma crescente e a outra decrescente, a abscissa do vértice limita estes intervalos, podemos então expressar que a função é crescente quando $x > 2$ até $+\infty$ e decrescente quando $x < 2$ até $-\infty$.

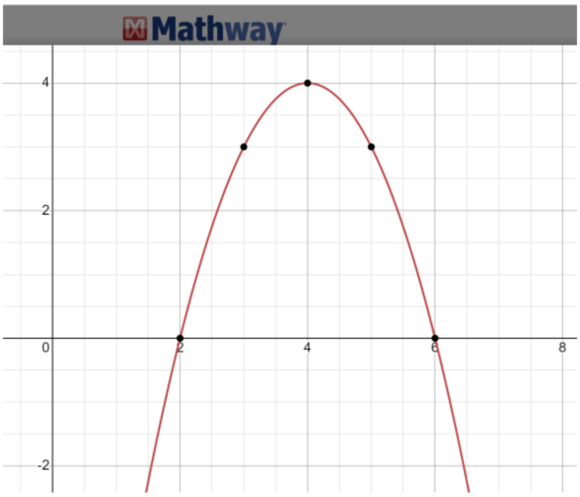
Através da observação da figura ainda podemos visualizar as raízes da função que são os valores de $x = 1$ e $x = 3$, valores estes que zeram a função. Os valores das raízes desta função limitam as suas regiões positivas e negativas, podemos definir que a função é positiva no intervalo de $x < 1$ e $x > 3$, e no intervalo em $1 < x < 3$ ela é negativa.

Exemplo 2: Sejam $a = -1$, $b = +8$ e $c = 12$, assim teremos $f(x) = -x^2 +8x -12$.

- $f(x) = -x^2 + 8x -12$

Ao inserirmos a função quadrática f(x) = $-x^2 + 8x -12$ no aplicativo Mathway, solicitando que o mesmo faça a sua resolução com o intuito da construção do seu gráfico ele nos apresentará o plano cartesiano como está demonstrado na figura 6.

Figura 6: imagem do plano cartesiano da função $f(x) = -x^2 + 8x -12$



Fonte: Autor, 2019

Observando a figura 6, que apresenta o plano cartesiano da função citada representada pelo aplicativo podemos fazer a análise do gráfico. Podendo assim, caracterizar o comportamento da função.

Nesta podemos notar a diferença do exemplo anterior, onde tínhamos o termo *a* positivo, já nesse caso temos o termo *a* negativo, comprovando novamente a definição de que o termo *a* possibilita descobrir a concavidade da parábola. Deste modo, podemos descrever que esta função possui a sua concavidade voltada para baixo. Analisando a mesma situação podemos definir que esta parábola possui um ponto máximo, sendo encontrado na coordenada (4,4). Esta mesma coordenada, que representa o ponto máximo, é a vértice da parábola.

A coordenada que representa o vértice desta parábola é o ponto que separa a região crescente da decrescente, podemos então definir que a função é crescente no intervalo de $-\infty$ até $x < 4$, e será decrescente em $x > 4$ até $+\infty$.

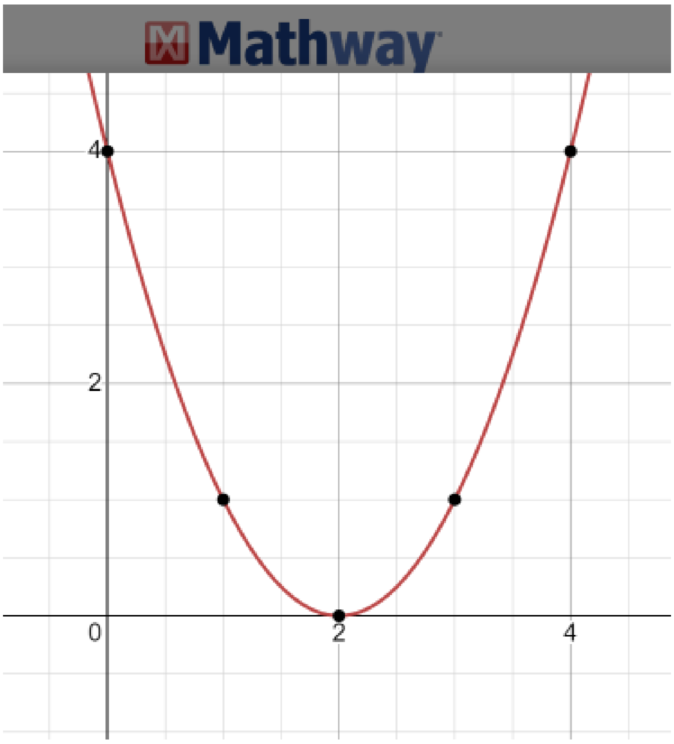
Podemos observar as raízes da função, representadas em $x = 2$ e $x = 6$, valores que zeram a função. Estes pontos separam os intervalos positivos da função dos intervalos negativos, ou seja, ela é positiva no intervalo de $2 < x < 6$, e ela se apresenta negativa nos intervalos de $x < 2$ e $x > 6$.

Exemplo 3: Sejam $a = 1$, $b = -4$ e $c = 4$, assim teremos $f(x) = x^2 -4x +4$.

- $f(x) = x^2 -4x +4$

Ao inserirmos a função quadrática $f(x) = x^2 - 4x + 4$ no aplicativo Mathway, solicitando que o mesmo faça a sua resolução com o intuito da construção do seu gráfico ele nos apresentará o plano cartesiano como está demonstrado na figura 7.

Figura 7: imagem do plano cartesiano da função $f(x) = x^2 - 4x +4$



Fonte: Autor, 2019

Com auxílio da construção da figura 7, que apresenta o plano cartesiano da função citada representada pelo aplicativo podemos fazer a análise do gráfico. Podendo assim, caracterizar o comportamento da função.

Nesta, podemos notar as diferenças dos exemplos anteriores, onde podemos perceber toda a linha traçada pela parábola se encontra superior ao eixo das abscissas, deste modo apresentando uma característica própria e peculiar. Podemos descrever que a parábola possui sua concavidade voltada para cima, tendo um ponto de mínimo, sendo encontrado na coordenada (2,0). Esta mesma coordenada, que representa o mínimo, é o vértice da parábola.

A coordenada que representa o vértice desta parábola é o ponto que separa a região crescente da decrescente, podemos então definir que a função é decrescente no intervalo de $-\infty$ até $x < 2$, e será crescente em $x > 2$ até $+\infty$.

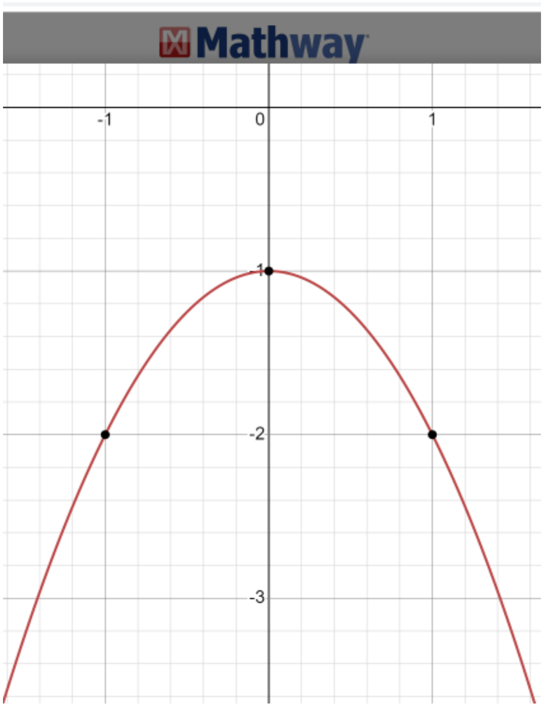
A maior peculiaridade desta parábola é encontrada nas raízes da função, onde encontramos as raízes no mesmo ponto, sendo ambas $x = 2$, coincidindo com o ponto do vértice. Toda a função se encontra na região superior ao eixo das abscissas, com exceção do vértice, sendo assim, ela será positiva em todo o seu intervalo, exceto no ponto onde temos $x = 2$, raiz da função.

Exemplo 4: Sejam $a = -1$, $b = 0$ e $c = -1$, assim teremos $f(x) = -x^2 - 1$.

- $f(x) = -x^2 - 1$

Ao inserirmos a função quadrática $f(x) = -x^2 - 1$ no aplicativo Mathway, solicitando que o mesmo faça a sua resolução com o intuito da construção do seu gráfico ele nos apresentará o plano cartesiano como está demonstrado na figura 8.

Figura 8: imagem do plano cartesiano da função $f(x) = -x^2 - 1$



Fonte: Autor, 2019

Observando o gráfico gerado da figura 8, que apresenta o plano cartesiano da função citada representada pelo aplicativo, podemos fazer a análise do gráfico caracterizando o comportamento da função.

Nesta, não diferente das demais, podemos encontrar situações especificas como perceber que ela se encontra inteira em sua região inferior ao eixo das abscissas, não tendo zeros ou raízes. Notamos que a parábola possui sua concavidade voltada para baixo, pois *a* é negativo, possuindo assim um ponto de máximo, sendo encontrado na coordenada (0, -1). Nesta mesma coordenada, que onde está o ponto de máximo, encontramos o seu vértice.

A coordenada que representa o vértice desta parábola é o ponto que separa a região crescente da decrescente, podemos então descrever que a função é crescente no intervalo de $-\infty$ até $x = 0$, e será decrescente em $x = 0$ até $+\infty$.

Na análise das raízes da função encontraremos uma peculiaridade, onde não possuem raízes, elas são imaginarias. Logo, podemos notar que ela está toda na região abaixo ao eixo das abscissas, sendo assim, será em todo o seu comportamento negativa.

Estas quatro funções analisadas possuem peculiaridades que foram analisadas, porém não esgotam as possibilidades, podendo ainda encontrar funções com uma única raiz e concavidade voltada para baixo, ou ainda, nenhuma raiz e concavidade voltada para cima. Com o auxílio do Mathway foi possível visualizar os detalhes descritos e descrevê-los apropriadamente.

4.2 CONSEQUÊNCIAS DA VARIAÇAO DOS COEFICIENTES.

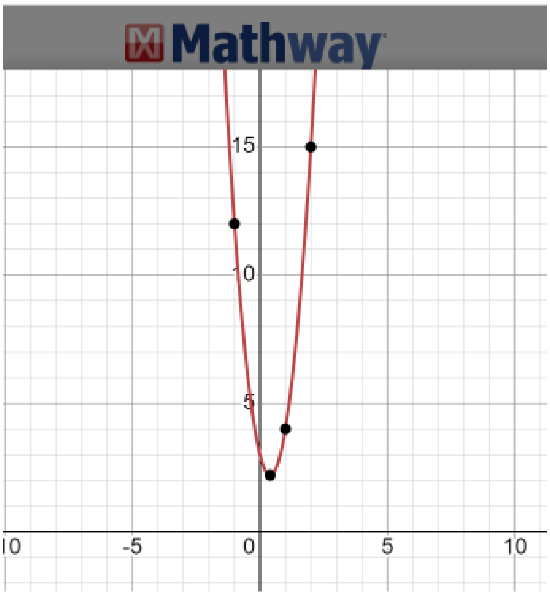
Os coeficientes da função *a, b* e *c* possuem suas particularidades e cada um deles representa uma variação do comportamento da função. Outrossim, podemos dizer que a variação dos coeficientes influencia no comportamento da parábola, cada um dos termos altera uma característica gráfica da parábola, impulsionando-a para cima ou para baixo, para direita ou para a esquerda.

Neste tópico usaremos como exemplo básico a função $f(x) = x^2 - 4x + 3$, para realizar as análises dos coeficientes, variando os termos e observando quais as variações que cada mudança gera na parábola. Deste modo poderemos analisar as variações que cada termo gera no plano cartesiano.

Assim, faremos o uso do Mathway para observar cada variação na função, analisando gráfico por gráfico.

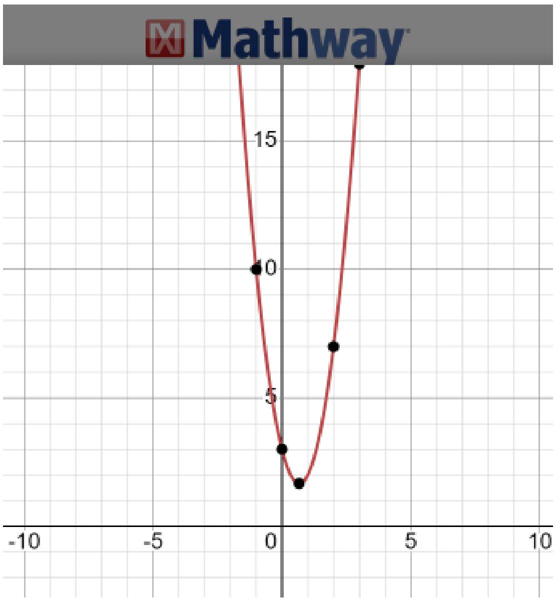
Inicialmente substituiremos os valores de *a*, na função indicada como exemplo, $f(x) = x^2 - 4x + 3$, utilizando arbitrariamente os valores de 5, 3, 1, -1, -2, -5.

Figura 9: $f(x) = 5x^2 - 4x + 3$



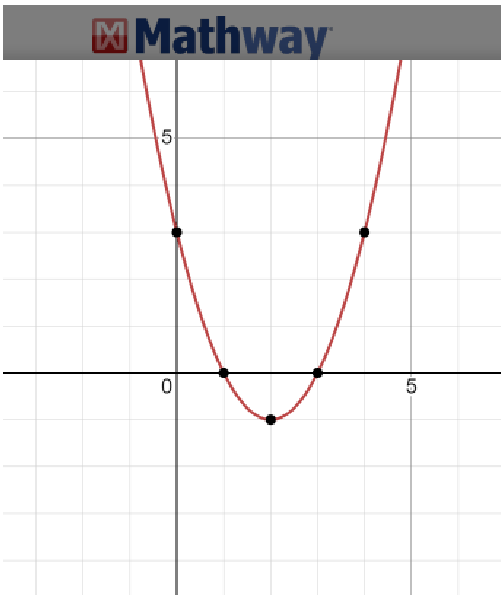
Fonte: Autor, 2019.

Figura 10: $f(x) = 3x^2 - 4x + 3$



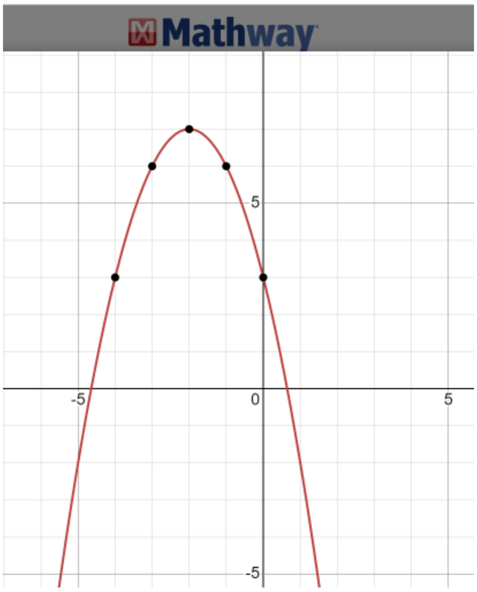
Fonte: Autor, 2019.

Figura 11: $f(x) = x^2 - 4x + 3$



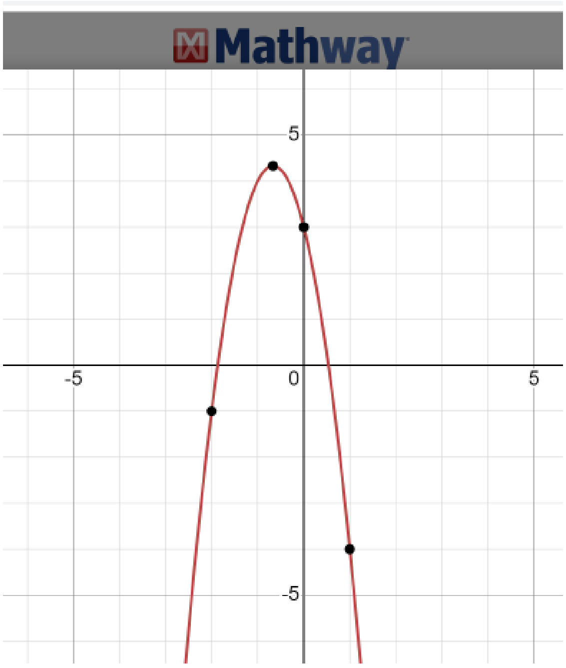
Fonte: Autor, 2019.

Figura 12: $f(x) = -1x^2 - 4x + 3$



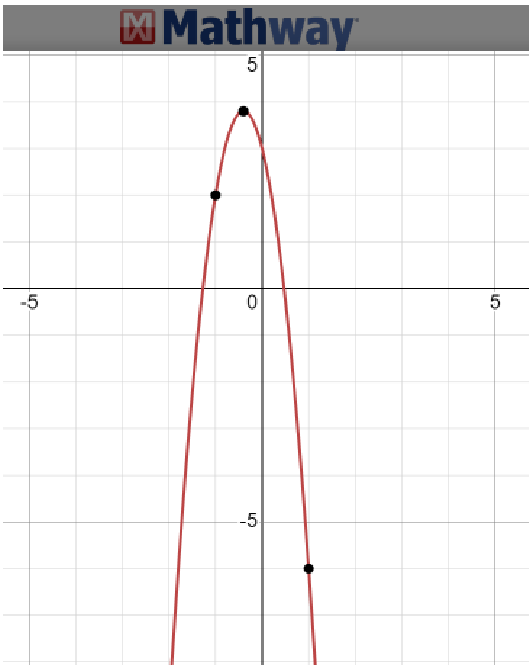
Fonte: Autor, 2019.

Figura 13: $f(x) = -3x^2 - 4x + 3$



Fonte: Autor, 2019.

Figura 14: $f(x) = -5x^2 - 4x + 3$

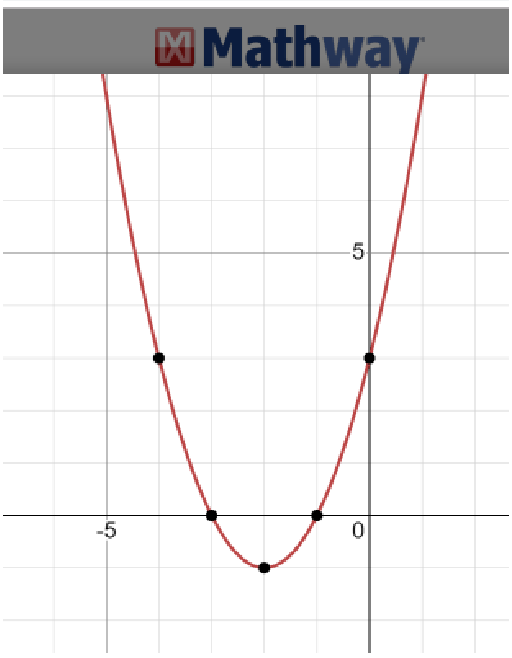


Fonte: Autor, 2019.

O coeficiente *a* possui grande influência no comportamento da parábola pode ser notado através das imagens produzidas pelo Mathway, onde ele altera o comportamento do crescimento e decrescimento da parábola. Esta influência se nota ao inserirmos valores diferentes para *a*, podemos então visualizar que quanto maior os seus valores, maior será o crescimento ou decrescimento da parábola. Outrossim, nota-se que o sinal dos coeficientes vai influenciar no quadrante que está localizada a parábola, assim como na concavidade que ela possui. É possível visualizar que o comportamento da função é peculiar quanto à intersecção no eixo y, sempre no mesmo ponto, sendo este ponto o valor correspondente ao coeficiente *c*.

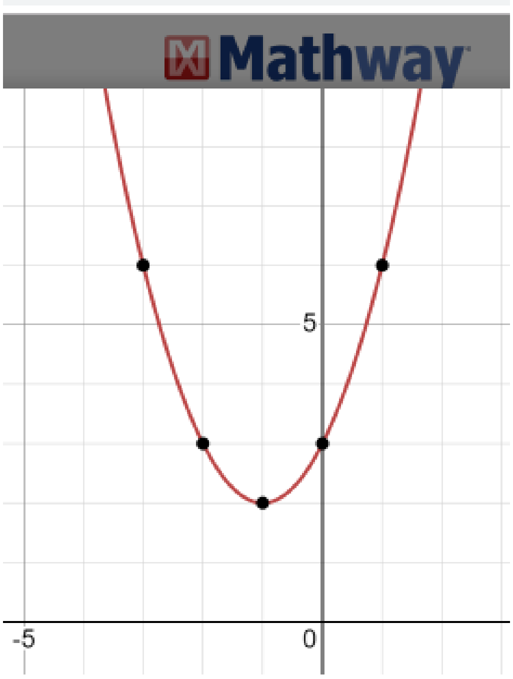
A variação do coeficiente b tem outros reflexos no comportamento da parábola. Utilizaremos a função $f(x) = x^2 - 4x + 3$, que já foi analisada e modificada no item anterior, para fazer a mudança do termo *b*, utilizando arbitrariamente os valores de 4, 2, 0, -2, -4 e -6.

Figura 15: *f(x)* = $x^2 + 4x + 3$



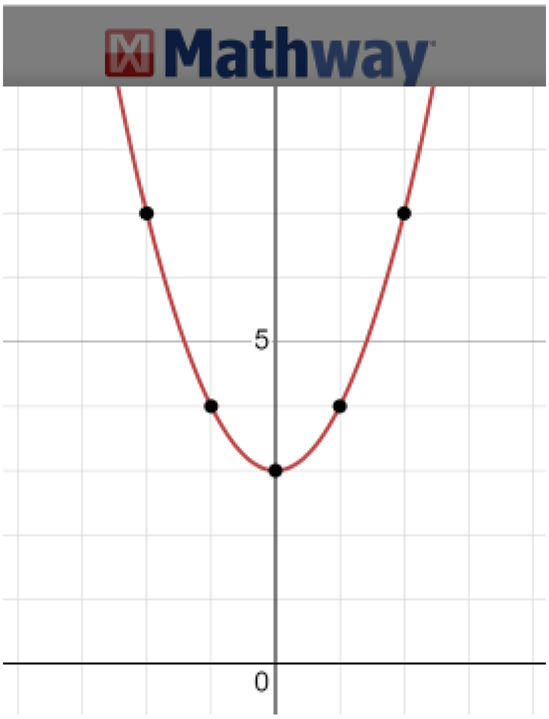
Fonte: Autor, 2019.

Figura 16: *f(x)* = $x^2 + 2x + 3$



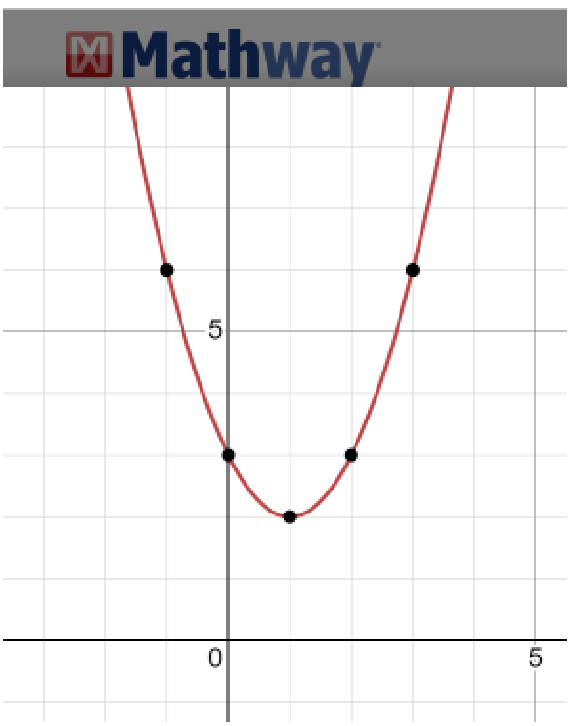
Fonte: Autor, 2019.

Figura 17: *f(x)* = $x^2 + 3$



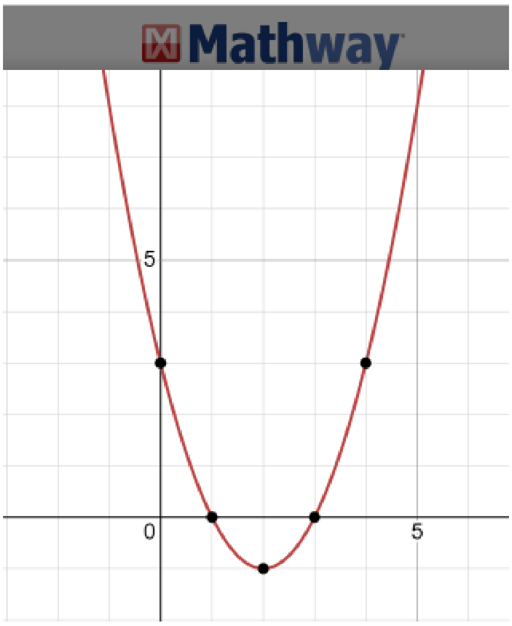
Fonte: Autor, 2019.

Figura 18: *f(x)* = $x^2 - 2x + 3$



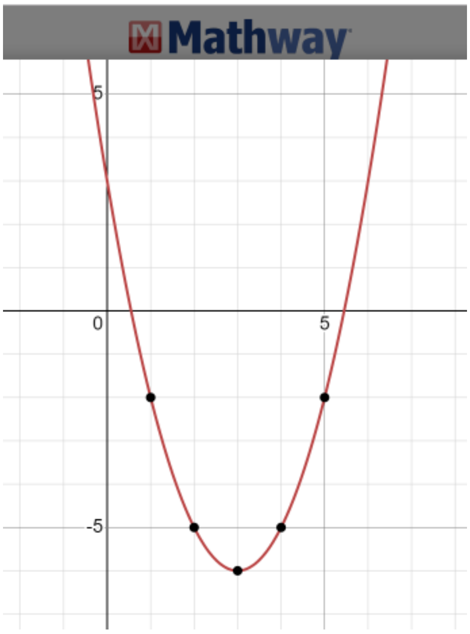
Fonte: Autor, 2019.

Figura 19: $f(x) = x^2 -4x + 3$



Fonte: Autor, 2019.

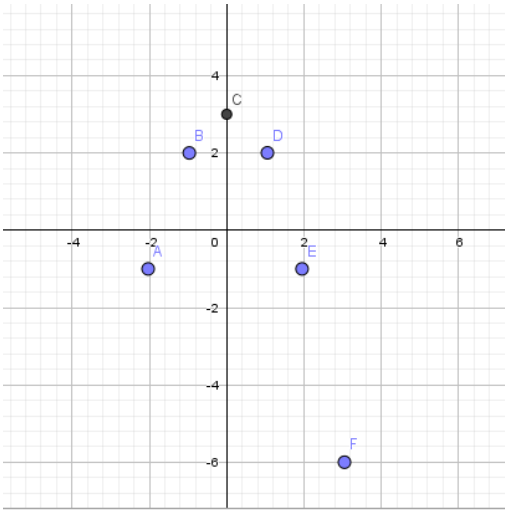
Figura 20: $f(x) = x^2 -6x + 3$



Fonte: Autor, 2019.

Através das imagens dos gráficos das funções podemos perceber que o coeficiente *b* posiciona a parábola e faz a variação do seu vértice, mantendo a forma. Uma característica interessante é o comportamento desta variação, é possível notar que os vértices das parábolas seguem uma variação uniforme, formando uma nova parábola imaginaria pelos seus pontos, com a concavidade inversa a da parábola original. Na figura 21, abaixo, podemos perceber esta variação.

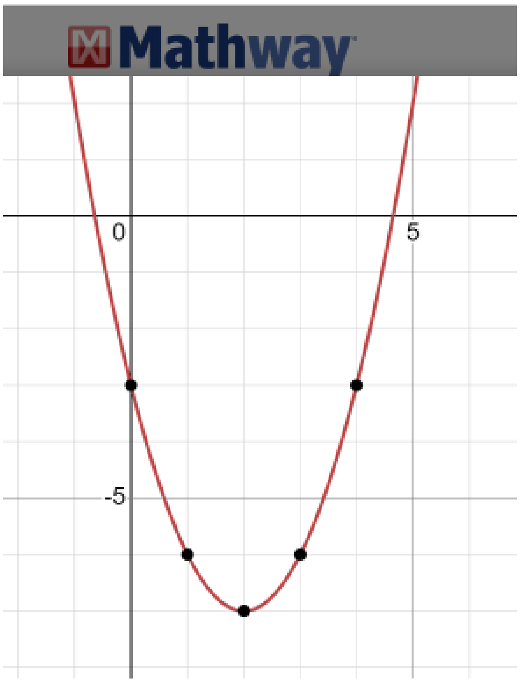
Figura 21: Imagem dos pontos do vértice de uma função variando os valores de b.



Fonte: Autor, 2019.

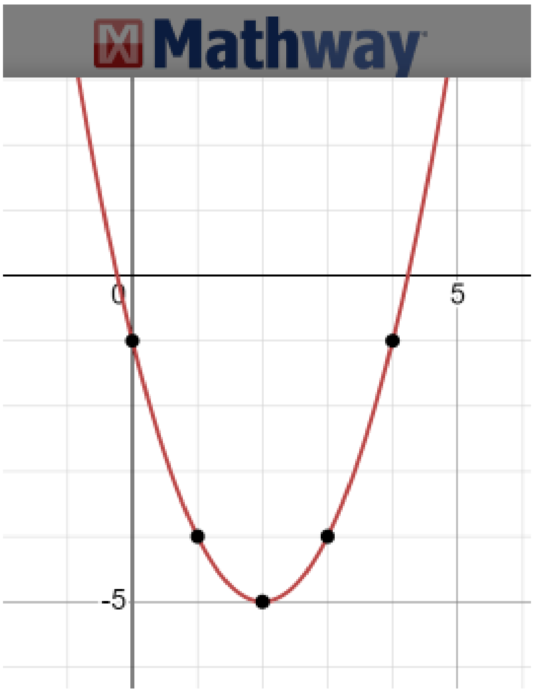
O coeficiente *c* da função também tem suas particularidades, destacando que não possui uma incógnita, é constante. Para realizar esta análise utilizaremos a função $f(x) = x^2 -4x +3$, como nas demais análises, fazendo a substituição do termo *c*. Usaremos arbitrariamente os valores de -3, -1, 0, 1, 3 e 5 para o coeficiente *c*.

Figura 22: $f(x) = x^2 - 4x - 3$



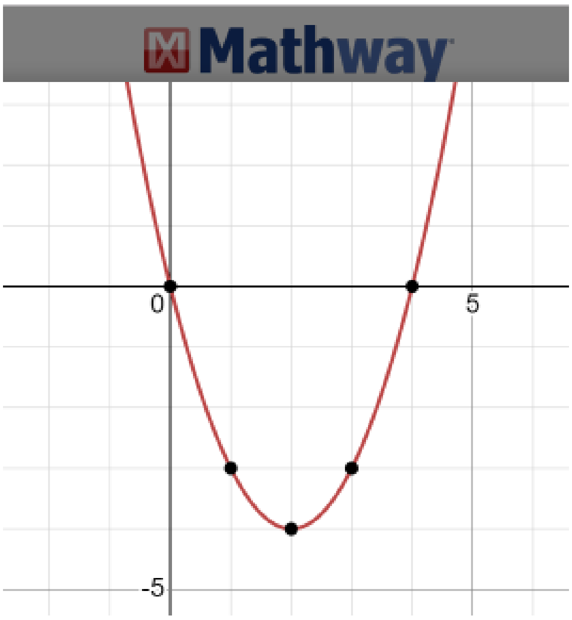
Fonte: Autor, 2019.

Figura 23: $f(x) = x^2 - 4x - 1$



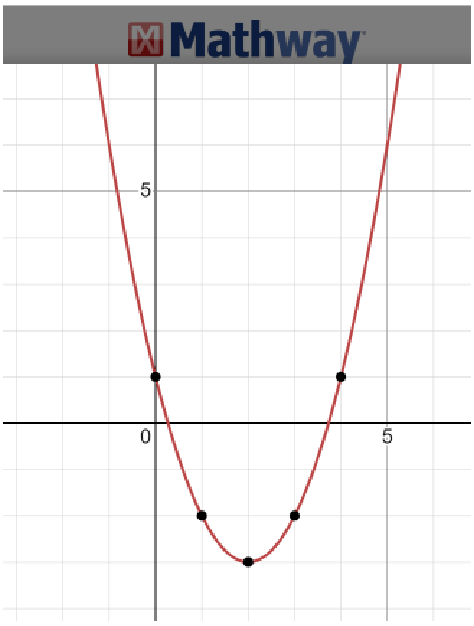
Fonte: Autor, 2019.

Figura 24: $f(x) = x^2 -4x + 0$



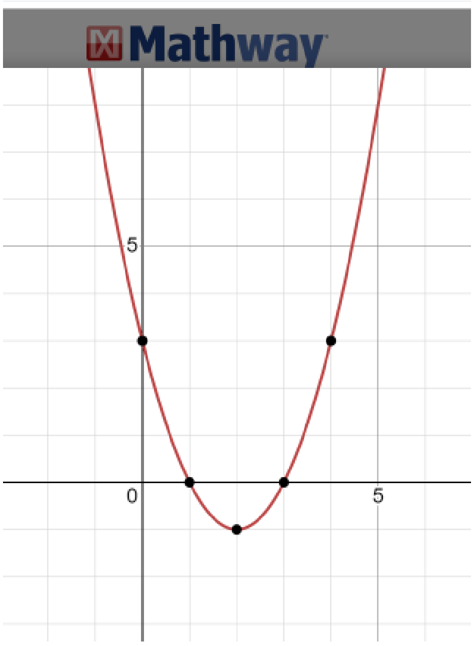
Fonte: autor, 2019.

Figura 25: $f(x) = x^2 -4x +1$



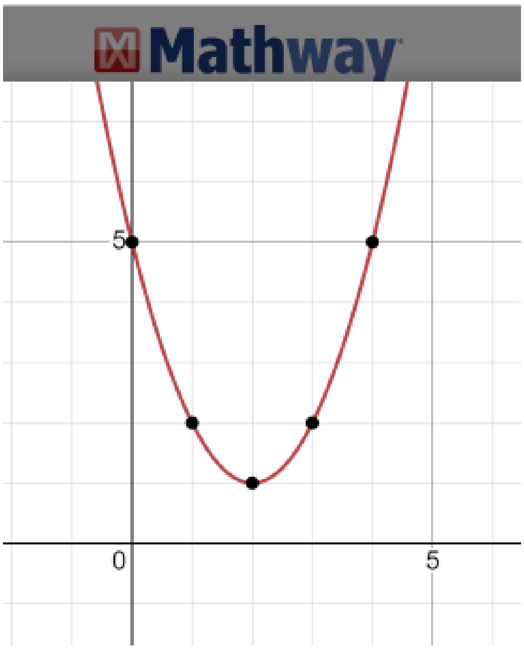
Fonte: Autor: 2019.

Figura 26: *f(x)* = x^2 -4*x* +3



Fonte: Autor, 2019.

Figura 27: *f(x)* = x^2 -4*x* +5



Fonte: Autor, 2019.

Cada coeficiente da função determina características próprias, e como tal, o coeficiente *c* influencia no valor final da função para cada variação, movimentando a parábola para cima ou para baixo. Nos planos cartesianos que estão apresentados é possível notar que o coeficiente *c* altera a "altura" da parábola, mantendo as demais características, representa uma soma ou subtração aos valores da função. Quanto maior ou menor o *c*, mais acima ou abaixo a parábola se posiciona. Cabe registrar que *c* é a ordenada do ponto onde a parábola intercepta o eixo y.

4.3 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Com os resultados observados é possível notar o potencial e a facilidade que recursos tecnológicos trazem ao processo de ensino-aprendizagem especificamente na exploração de conceitos. Com a análise das funções quadráticas que realizamos foi possível visualizar características próprias de cada uma delas com o uso do aplicativo Mathway.

No primeiro momento analisamos as características próprias das funções, visualizando em exemplos cada uma das características costumeiras descritas no estudo das funções quadráticas, num outro momento analisamos a influência no comportamento de cada um dos coeficientes destas funções. Optou-se por utilizar nos exemplos valores arbitrários para os coeficientes, pois tratou-se de um estudo de resultados a partir da visualização dos gráficos gerados pelo aplicativo Mathway, portanto, necessariamente teve-se que utilizar valores constantes. Os gráficos obtidos foram suficientes para gerar as análises.

5 CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por fim, esta pesquisa permitiu identificar relações entre a exploração de conceitos matemáticos e os recursos tecnológicos, com potencial para agregar qualidade nos processos educativos e possibilitar maior compreensão dos estudantes. Compreende-se que a inserção destes recursos no ensino da matemática cresce e ganha maior espaço e tende a ser ampliado.

Na sociedade tecnológica e de informações em que vivemos, os processos de ensino-aprendizagem precisam ser pautados por metodologias inovadoras que cativem e desafiem os estudantes ao aprendizado. Os livros didáticos e outras ferramentas e materiais manipuláveis disponíveis nas escolas já não suprem as necessidades e as expectativas dos estudantes, bem como não satisfazem o anseio da sociedade que espera estudantes preparados e dispostos a relacionar o que aprendem com as realidades físicas e digitais a que tem acesso. Todavia, compreendemos que somente o uso das tecnologias não é suficiente para suprir todo este anseio. Ao lecionar os conteúdos programáticos dentro das salas de aula, o docente precisa fazer o uso dos livros didáticos e outros materiais disponíveis, em conjunto com o uso dos recursos tecnológicos, pois entendemos que o conjunto se completa, nem um extremo e nem o outro são recomendados.

Esse trabalho deve ser coletivo e envolver docentes, discentes, conteúdos e recursos, um trabalho coeso visando à elaboração qualitativa dos conceitos e saberes.

A descrição do estudo das funções, focada nas de segundo grau, permitiu identificar características com a visualização em aplicativo contribuindo para a ampliação do leque de possibilidades para professores e estudantes.

A análise do comportamento das funções de segundo grau com o uso do software Mathway proporcionou um grande aprendizado ao pesquisador, bem como uma visão inovadora da didática de ensino. Uma didática que visa o maior aprendizado possível dos discentes, permitindo rápida representação e comparações em tempo real das características desejadas.

Desenvolver esta pesquisa foi desafiador e gratificante, agregando conhecimento e maturidade profissional para um estudante de matemática, que visa à inovação e o aprendizado para os seus futuros discentes, congregando diversos conhecimentos e experiências vivenciadas ao longo do curso.

O propósito de analisar e apresentar a possibilidade de uso deste software no aprendizado das funções deu-se de maneira clara e dinâmica, atingindo os objetivos propostos ao iniciar esta pesquisa.

As conclusões são limitadas as condições da pesquisa e dos recursos selecionados, uma vez que primaram por trabalhar de forma empírica com modelos arbitrários que contemplaram os aspectos desejados.

Acredita-se que o uso do aplicativo no processo de ensino-aprendizagem contribuirá de forma significativa na formação de um sujeito ativo, crítico, criativo e autônomo, visando que este uso exige dos mesmos um esforço em pensar e aprender a lidar com as informações dispostas e deixem de serem meros receptores de informação.

Finalizando, acredita-se que este trabalho possa servir de ponto de partida para novas pesquisas quanto à aplicação deste software e de tantos outros no processo de ensino-aprendizagem de matemática.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Hélio Mangueira. **O uso de celulares, tablets e notebooks no ensino da matemática**. Disponível em: https://periodicos.ufsc.br/index.php/revemat/article/viewFile/1981-1322.2016v11n2p318/33643. Acesso em: 23 set. 2019.

BARROSO, Juliane Matsubara. Projeto Arirabá: **matemática: ensino fundamental.** 2ª ed. São Paulo, Editora Moderna, 2007.

BOYER, Carl Benjamin. **História da Matemática.** São Paulo: Edgar Blücher, 1974.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**. MEC. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf. Acesso em: 01 ago. 2019.

________. Orientações educacionais complementares: **ensino médio**. 1998. Disponível em: <**http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>.** Acesso em: 24 ago. 2019.

________. **Parâmetros curriculares Nacionais: ensino médio**. 2000. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/blegais.pdf>. Acesso em: 23 set. 2019.

________. Parâmetros curriculares nacionais: **ensino médio.** 1998. Disponível em: <**http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf**>. Acesso em: 24 ago. 2019.

EVES, Howard. **Introdução à história da matemática.** 3ªed. São Paulo: Editora Unicamp, 2002.

FERRETTO, **Blog do Ferretto.** Disponível em: <https://www.professorferretto.com.br/category/funcao-quadratica/>. Acesso em: 21 ago. 2019.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 4ªed. São Paulo: Atlas, 2002.

IEZZI, Gelson. DOLCE, Osvaldo. DEGENSZAJN, David. PÉRICO, Roberto. ALMEIDA, Nilze de. Matemática: ciência e aplicações: **Ensino médio.** 9. ed. São Paulo: Saraiva, 2016.

MATHWAY: **Calculador de Problema de Álgebra**. https://www.mathway.com/pt/about. Acesso em: 23set. 2019.

MATHWAY, história do aplicativo, [S.I.] 20 set. 2018, Facebook. Disponível em: <https://www.facebook.com/pg/mathway/about/?ref=page_internal>. Acesso em: 30 set. 2019.

MORAIS, Margarete Campagnolo de, SILVA, João Carlos da. **O uso das novas tecnologias no processo de ensino aprendizado nos anos finais do ensino fundamental na escola pública.** Disponivel em:**<** http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospde/pdebusca/producoes_pde/2014/2014_unioeste_ped_artigo_margarete_campagnolo_de_morais.pdf>. Acesso em: 01 ago. 2019.

MOTTA, Alexandre de Medeiro. **O TCC e o fazer científico: da elaboração à defesa.** 2ªed. Tubarão: Ed. Copiart, 2015.

RIBEIRO, Flávia Martins, PAZ, Maria Goretti, **O ensino da matemática por meio de novas tecnologias,** Disponível em: <http://facos.edu.br/publicacoes/revistas/modelos/agosto_2013/pdf/o_ensino_da_matematica_por_meio_de_novas_tecnologias.pdf>. Acesso em: 01 ago. 2019.