



Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí – IFPI
Campus São Raimundo Nonato
Licenciatura em Matemática

LEONARDO PIRES DE SÁ

**USO DO GEOGEBRA COMO FERRAMENTA FACILITADORA DO PROCESSO
DE APRENDIZAGEM DA FUNÇÃO QUADRÁTICA PARA ALUNOS DO 1º ANO
DO ENSINO MÉDIO**

SÃO RAIMUNDO NONATO - PI

2022

LEONARDO PIRES DE SÁ

USO DO GEOGEBRA COMO FERRAMENTA FACILITADORA DO PROCESSO DE
APRENDIZAGEM DA FUNÇÃO QUADRÁTICA PARA ALUNOS DO 1º ANO DO
ENSINO MÉDIO

Trabalho de Conclusão de Curso (Artigo)
apresentado como exigência parcial para
obtenção do diploma do Curso de Licenciatura em
Matemática do Instituto Federal de Educação,
Ciência e Tecnologia do Piauí – IFPI, Campus São
Raimundo Nonato.

ORIENTADOR: Me. Luan da Silva Santos

SÃO RAIMUNDO NONATO - PI

2022

Sá, Leonardo Pires de
S111u Uso do GeoGebra como ferramenta facilitadora do processo de
aprendizagem da função quadrática para alunos do 1º ano do ensino médio /
Leonardo Pires de Sá. - São Raimundo Nonato - PI, 2022.
25 f.

Trabalho de Conclusão de Curso - Artigo - (Licenciatura em
Matemática) - Instituto Federal do Piauí, Campus São Raimundo Nonato,
2022.

Orientadora: Prof. Me. Luan da Silva Santos

1. GeoGebra. 2. Aprendizagem. 3. Função Quadrática. I. Título

CDD - 516

Ficha catalográfica: Josué de Moura Costa (Bibliotecário) – CRB3/1130

LEONARDO PIRES DE SÁ

USO DO GEOGEBRA COMO FERRAMENTA FACILITADORA DO PROCESSO DE
APRENDIZAGEM DA FUNÇÃO QUADRÁTICA PARA ALUNOS DO 1º ANO DO
ENSINO MÉDIO

Trabalho de Conclusão de Curso (Artigo)
apresentado como exigência parcial para
obtenção do diploma do Curso de Licenciatura em
Matemática do Instituto Federal de Educação,
Ciência e Tecnologia do Piauí – IFPI, Campus São
Raimundo Nonato

Aprovado em: 04 / 01 / 2022

BANCA EXAMINADORA

Prof. Me. Luan da Silva Santos (Orientador)
Instituto Federal do Piauí (IFPI)

Prof. Me. Carlos Alberto da Silva
Instituto Federal do Piauí (IFPI)

Prof. Ma. Léia Soares da Silva
Instituto Federal do Piauí (IFPI)

RESUMO

Este artigo apresenta os resultados de uma pesquisa sobre a utilização do *software* GeoGebra como ferramenta facilitadora do processo de aprendizagem no que diz respeito ao estudo sobre a função quadrática, onde, damos ênfase a representação gráfica dessa função e as suas principais características. Para esse fim, tomamos como objetivo principal, analisar quais contribuições o uso do GeoGebra como ferramenta didático-pedagógica traz para o processo de aprendizagem sobre a função quadrática, e das características do seu gráfico a partir da perspectiva dos alunos do 1º ano do curso técnico em informática integrado ao ensino médio do Instituto Federal do Piauí, *Campus* São Raimundo Nonato. Com esse propósito, a metodologia empregada partiu de um estudo de caso, onde, utilizamos de questionários para averiguar a familiaridade dos alunos com o *software* e posteriormente conduzimos aulas sobre o tema em discurso, finalizando com uma análise qualitativa da experiência dos alunos em relação ao estudo do gráfico da função quadrática com auxílio do GeoGebra. Desse modo, concluímos, a partir da perspectiva dos alunos, como a utilização do GeoGebra pode facilitar o entendimento sobre as características da função quadrática e do seu gráfico.

Palavras-chave: GeoGebra; aprendizagem; função quadrática; gráfico.

ABSTRACT

This article presents the results of a research on the use of GeoGebra software as a tool to facilitate the learning process with regard to the study of the quadratic function, where we emphasize the graphic representation of this function and its main characteristics. To this end, we take as main objective to analyze what contributions the use of GeoGebra as a didactic-pedagogical tool brings to the learning process about the quadratic function, and the characteristics of its graph from the perspective of students of the 1st year of the course computer technician integrated to the high school of the Federal Institute of Piauí, Campus São Raimundo Nonato. For this purpose, the methodology used started from a case study, where we used questionnaires to verify the students' familiarity with the software and later we conducted classes on the topic in discourse, ending with a qualitative analysis of the students' experience in relation to the study of the graph of the quadratic function with the aid of GeoGebra. Thus, we conclude, from the students' perspective, how the use of GeoGebra can facilitate the understanding of the characteristics of the quadratic function and its graph.

Keywords: GeoGebra; learning; quadratic function; graphic.

1 INTRODUÇÃO

No presente trabalho apresentamos um estudo sobre as funções quadráticas através da análise do seu gráfico e das suas principais características mediada pelo *software* GeoGebra. Essa escolha foi motivada por concordamos com Götzinger (2010) ao corroborar que o GeoGebra é uma ferramenta dinâmica que permite criar animações de um objeto podendo fazer sua representação gráfica, algébrica e ainda permite efetuar cálculos e apresentar coordenadas. Com isso, destacamos neste trabalho, através das construções gráficas com a utilização dessa ferramenta, a parte visual do processo de estudo acerca da função quadrática, de modo que possamos compreender com maior facilidade o significado dos seus pontos notáveis e as implicações que esses pontos incidem na construção gráfica.

Neste contexto, realizamos um estudo de caso que buscou responder ao seguinte problema de pesquisa: é possível facilitar o processo de aprendizagem no que se refere a função quadrática e das características do seu gráfico, mediando o seu ensino e estudo com utilização do *software* Geogebra? Na busca por soluções para essa problemática, estabelecemos como objetivo geral para essa pesquisa, analisar quais contribuições o uso do GeoGebra como ferramenta didático-pedagógica traz para o processo de aprendizagem sobre a função quadrática, e das características do seu gráfico a partir da perspectiva dos alunos do 1º ano do curso técnico em informática integrado ao ensino médio do Instituto Federal do Piauí, *Campus* São Raimundo Nonato.

Para tanto, estabelecemos os seguintes objetivos específicos: verificar a familiaridade dos discentes com o *software* aplicado ao estudo do gráfico da função quadrática; ministrar aulas sobre o conteúdo de funções quadráticas para discentes utilizando o GeoGebra para construções de gráficos; analisar as opiniões dos discentes sobre as contribuições do GeoGebra para o estudo, compreensão do gráfico e das características da função quadrática.

Posto isso, iremos discorrer ao longo do texto sobre algumas características da função do 2º grau, tais como, os seus zeros (ou raízes), identificação do vértice, e o papel de cada coeficiente. Além disso, destacamos os resultados coletados a partir das considerações dos alunos, onde, avaliamos as principais contribuições do GeoGebra para auxiliar o entendimento e compreensão do gráfico e das

características da função quadrática a partir do ponto de vista dos discentes que participaram dessa experiência.

2 SOFTWARE NA APRENDIZAGEM MATEMÁTICA

Ao falar sobre *software*, podemos imaginar como uma extensão do *hardware*, conjunto de peças que compõe o computador, em que, para Bonilla (2014, p. 206 - 207), o *software* “é um programa de computador, uma sequência de instruções que fazem a máquina funcionar”. Nessa concepção, significa que o computador necessita do *software* para executar uma determinada atividade, como, por exemplo, quando desejamos esboçar gráficos, precisamos de um *software* como o GeoGebra para executar essa tarefa.

Quando consideramos o contexto educacional, Jucá (2006, p. 24), descreve que “o objetivo destes programas é favorecer os processos de ensino-aprendizagem”, isto é, são *softwares* construídos para auxiliar o trabalho didático. Este autor, acrescenta ainda que dos pontos positivos da utilização desses recursos educativos está o aspecto intuitivo “que possibilita a construção do conhecimento em uma determinada área com ou sem a mediação do professor”.

No contexto matemático, Ribeiro (2013, p. 20) nos garante que o uso de um *software* “favorece a manipulação da representação gráfica de maneira mais rápida que a utilização de lápis e papel, permitindo que o aluno investigue relações existentes entre a lei que define a função e sua representação”. Em vista disso, podemos destacar a importância de sabermos representar graficamente uma função conhecida a sua forma algébrica, no qual, nos possibilita visualizar e compreender as características de uma função com maior agilidade quando comparado com o processo manual.

Sobre o estudo relacionado as funções reais e as suas abstrações gráficas mediante um programa, Rezende, Pesco e Bortolossi (2012, p. 78) destacam que o *software* “GeoGebra, com excelente interface dinâmica entre os sistemas algébrico e geométrico de representações, se apresenta como uma poderosa ferramenta para o estudo do comportamento variacional das funções reais”. Portanto, este *software* é um dos mais relevantes, visto que nos permite realizar representações visuais dinâmicas de modo didático facilitando o aprendizado.

3 METODOLOGIA

O desenvolvimento deste trabalho parte de um estudo de caso realizado com a participação voluntária de 15 discentes do 1º ano do curso técnico em informática integrado ao ensino médio do Instituto Federal do Piauí, *Campus* São Raimundo Nonato. Essa abordagem técnica funda-se em Gil (2002), ao afirmar que através do estudo de caso é possível conhecer com mais afinco o objeto de estudo, visto que, esse procedimento permite realizar descrições e análises preservando as características do objeto.

Desse modo, o nosso estudo iniciou com a aplicação de um questionário com os discentes para averiguarmos a familiaridade dos mesmos acerca do GeoGebra. A partir deste, foram ministradas vídeo aulas postadas no YouTube e tendo o *link* disponibilizado na sala virtual da turma na plataforma do Google Classroom. Nesta etapa, fez-se a apresentação do *software*, mostrando os recursos e funcionalidade da ferramenta, seguido de aulas sobre a função quadrática apresentando o conteúdo e propondo atividades que evidencie as características principais do seu gráfico com foco na utilização do GeoGebra como ferramenta facilitadora do processo de aprendizagem acerca da função do 2º grau.

Na parte final, houve a aplicação de um novo questionário para examinarmos o ponto de vista dos alunos em relação à utilização do *software*. Nesta fase, o objetivo consistiu-se em analisar qualitativamente as opiniões dos discentes sobre as contribuições do GeoGebra para o estudo, compreensão do gráfico e das características da função quadrática, dado que, segundo Gerhardt e Silveira (2009) essa abordagem favorece a compreensão e explicação dos aspectos não quantificáveis do grupo de estudo. Assim, procuramos verificar como a utilização do GeoGebra contribui para a aprendizagem sobre o gráfico e as suas principais características.

4 APRESENTAÇÃO DO SOFTWARE GEOGEBRA

O GeoGebra trata-se de um *software* dedicado ao ensino-aprendizagem de matemática de modo dinâmico, o qual, apresenta recursos que permitem criar animações a partir de expressões algébricas. Segundo Nascimento (2012), a criação deste *software* deve-se a Markus Hohenwarter (1976 -), onde, as suas versões atuais comportam temas desde o nível básico ao avançado oferecendo ferramentas que permitem representar objetos matemáticos de diferentes maneiras, como, por exemplo, de modo algébrico e geométrico.

Sendo um *software* multiplataforma, encontra-se disponível para Windows, Linux, Mac, Chromebook, IOS e Android. Na sua lista de aplicativos estão disponíveis, Calculadora, Calculadora Gráfica, Calculadora 3D, Calculadora CAS e Calculadora Científica, além do GeoGebra Clássico. Estes aplicativos podem ser encontrados no *site* (<https://www.geogebra.org/>), onde estão disponíveis tanto para baixar, como para uso no próprio navegador sem a necessidade de instalação de aplicativos.

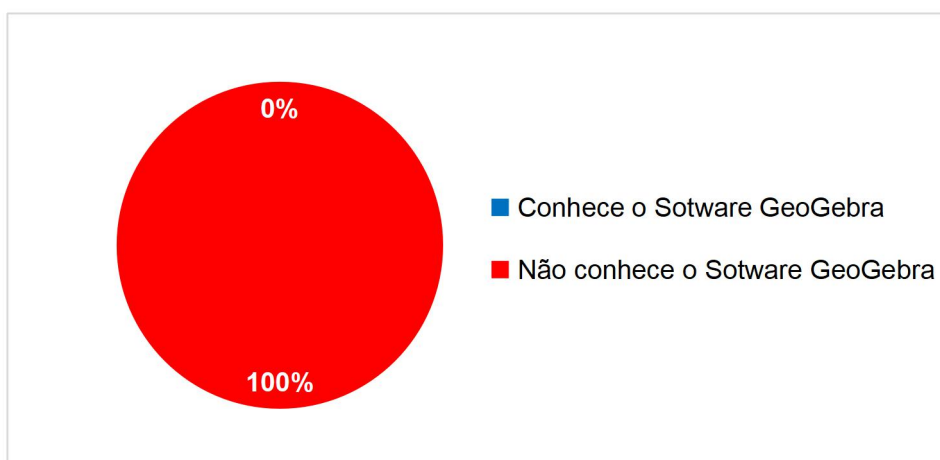
Com esses aplicativos, o GeoGebra oferece recursos didáticos para construção de gráficos, funções e transformações, representação de superfícies e gráficos em 3D. Também oferece meios para a construção de círculos, ângulos e transformações trigonométricas. Permite ainda, a resolver equações, manipular expressões, cálculo de derivadas e integrais. Assim, este *software* nos auxilia no estudo de aritmética, álgebra, cálculo, estatística, funções, geometria, probabilidade e trigonometria.

5 CONHECENDO A FAMILIARIDADE DOS ALUNOS COM O GEOGEBRA

A princípio, buscamos conhecer mediante questionário eletrônico, a familiaridade que os discentes do nosso grupo de estudo possuíam a respeito do *software* GeoGebra. Também procuramos saber através de autoavaliação dos discentes, se os mesmos tinham facilidade ou dificuldade para resolver questões que envolvem o gráfico da função quadrática.

Questionamos inicialmente os alunos sobre se os mesmos conheciam o *software* GeoGebra, quais funções do *software* já utilizaram, e se haviam utilizado para resolver questões sobre o gráfico da função quadrática. Na figura 1 apresentamos as respostas dos alunos, em que, identificamos que os discentes em questão não conheciam o *software*, isto é, estavam tendo a primeira experiência com as ferramentas oferecidas pelo GeoGebra, e conseqüentemente, dos procedimentos fornecidos para auxiliar o estudo sobre gráficos.

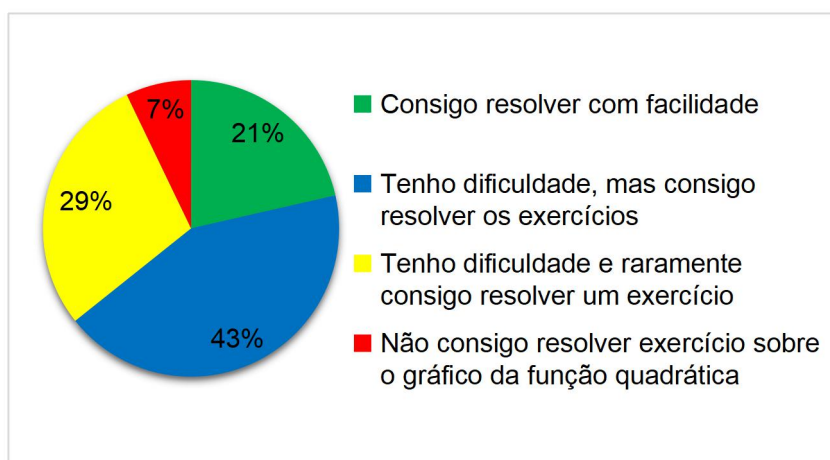
Figura 1 – Conhecimento dos alunos sobre o GeoGebra



Fonte: dados da pesquisa, 2021

Logo após constataremos que os alunos não tinham experiência com o GeoGebra, questionamos sobre se possuíam alguma dificuldade para resolver problemas envolvendo o gráfico da função quadrática. A figura 2 mostra a quantidade percentual das respostas objetivas dos alunos.

Figura 2 – Dificuldade para resolver problemas envolvendo gráfico



Fonte: dados da pesquisa, 2021

Percebemos que 21% dos discentes conseguem resolver problemas sobre o gráfico da função quadrática com facilidade. Consequentemente, 79% dos alunos consultados encontram dificuldade para resolver exercícios sobre gráfico, sendo desses alunos, 7% não conseguem resolver exercícios sobre gráfico da função quadrática. Essas informações reforçam a necessidade de buscarmos novos métodos e ferramentas que facilitem o estudo do gráfico dessa função, de modo que possamos diminuir as dificuldades de aprendizagem dos alunos sobre esse tema.

6 FUNÇÃO QUADRÁTICA COM AUXÍLIO DO GEOGEBRA

Apresentaremos neste tópico, um roteiro de aula expositiva com atividades propostas sobre função quadrática, o qual, ministramos para os alunos participantes na segunda parte do projeto. Nesta etapa, discutimos sobre a função quadrática destacando seu gráfico e como podemos utilizar o GeoGebra como ferramenta facilitadora para o estudo desse tema.

Segundo lezzi, et al. (2016, p.95) “chama-se **função quadrática**, ou **função polinomial do 2º grau**, qualquer função f de $\mathbb{R}$ em $\mathbb{R}$ dada por uma lei da forma $f(x) = ax^2 + bx + c$, em que a , b e c , são números reais e $a \neq 0$ ”. Partindo dessa definição estudaremos nos tópicos seguintes aspectos relacionados a seu gráfico, tais como, as raízes e os coeficientes da função.

6.1 RAÍZES OU ZEROS DA FUNÇÃO QUADRÁTICA

Conforme define lezzi, et al. (2016, p.97), “chama-se **raízes** ou **zeros da função polinomial do 2º grau**, dada por $f(x) = ax^2 + bx + c$, com $a \neq 0$, os números reais x tais que $f(x) = 0$ ”. Isso significa que para encontrarmos os zeros da função quadrática, é suficiente determinarmos as soluções da equação do 2º grau correspondente, isto é, basta encontrarmos números reais x_1 e x_2 de tal modo que sejam as soluções da equação do segundo grau $ax^2 + bx + c = 0$.

Partindo da definição anterior, nossa primeira atividade consistirá em determinarmos as raízes de uma equação do segundo grau em sua forma genérica, ou seja, identificaremos os valores para x , em que, seja válido $ax^2 + bx + c = 0$. Para essa tarefa seguiremos os passos sugeridos por Dante e Viana (2020) para resolvermos essa atividade por meio do GeoGebra.

Atividade 1: Calcular as raízes da equação do segundo grau $ax^2 + bx + c = 0$.

Passos: 1º) inicialmente escolhemos o aplicativo “Calculadora CAS”. 2º) no campo “Entrada” (primeira linha do aplicativo), digitemos o comando **eq1:** seguido da equação do segundo grau, ou seja, **eq1: $ax^2 + bx + c = 0$** e tecele “Enter”. 3º) na

segunda linha, escrevemos o comando **Soluções(eq1)** e em seguida teclamos “Enter”.

Figura 3 – Determinação das soluções da equação $ax^2 + bx + c = 0$

1º Passo		2º Passo	3º passo
+	Entrada...	eq1 : $a x^2 + b x + c = 0$	eq1 : $a x^2 + b x + c = 0$
		Entrada...	Soluções(eq1)
			$\rightarrow \left\{ \frac{-\sqrt{-4 a c + b^2} - b}{2 a}, \frac{\sqrt{-4 a c + b^2} - b}{2 a} \right\}$
			Entrada...

Fonte: GeoGebra, 2021

Seguindo esses passos obtemos como resultado um par de equações $x_1 = \frac{-b - \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$ e $x_2 = \frac{-b + \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$ que nos permitem determinar as soluções de uma equação do segundo grau, as quais, são as raízes da função quadrática correspondente. Para melhor entendimento, determinaremos na atividade 2, as raízes de uma equação de coeficientes $a = 1$, $b = 5$ e $c = 6$.

Atividade 2: Calcular as raízes da equação $x^2 + 5x + 6 = 0$.

Passos: 1º) selecionamos o aplicativo “Calculadora CAS”. 2º) no campo de “Entrada”, digitemos o comando **eq1**: juntamente com a equação do segundo grau que desejamos determinar as soluções, ou seja, **eq1: $x^2 + 5x + 6 = 0$** e teclamos “Enter”. 3º) na segunda linha, escreve-se o comando **Soluções(eq1)** e finalizamos teclando “Enter”.

Figura 4 – Determinação das soluções da equação $x^2 + 5x + 6 = 0$

1º Passo		2º Passo		3º Passo	
+	Entrada...	●	eq1 : $x^2 + 5x + 6 = 0$	●	eq1 : $x^2 + 5x + 6 = 0$
		+	Entrada...		Soluções(eq1)
					→ $\{-3, -2\}$
				+	Entrada...

Fonte: GeoGebra, 2021

Concluído os passos destacados, nos é exibido um par de soluções $x_1 = -3$ e $x_2 = -2$ para a equação $x^2 + 5x + 6 = 0$. Caso deseje confirmar que os valores encontrados são de fato as raízes da equação, é necessário apenas substituímos os valores de x_1 e x_2 na equação dada e verificarmos que o resultado é igual a zero, ou seja, $(-3)^2 + 5(-3) + 6 = 9 - 15 + 6 = 0$ e $(-2)^2 + 5(-2) + 6 = 4 - 10 + 6 = 0$.

6.2 GRÁFICO DA FUNÇÃO QUADRÁTICA

Segundo Dante e Viana (2020, p. 100) “[...] O gráfico de uma **função quadrática** no plano cartesiano é uma **parábola**”. Para esboçar seu gráfico, é importante sabermos identificar alguns de seus pontos de maior evidencia. Na atividade 3, destacaremos as raízes, o vértice da parábola, e a intersecção da função com o eixo das coordenadas, isto é, o ponto de abscissa igual a zero ($x = 0$).

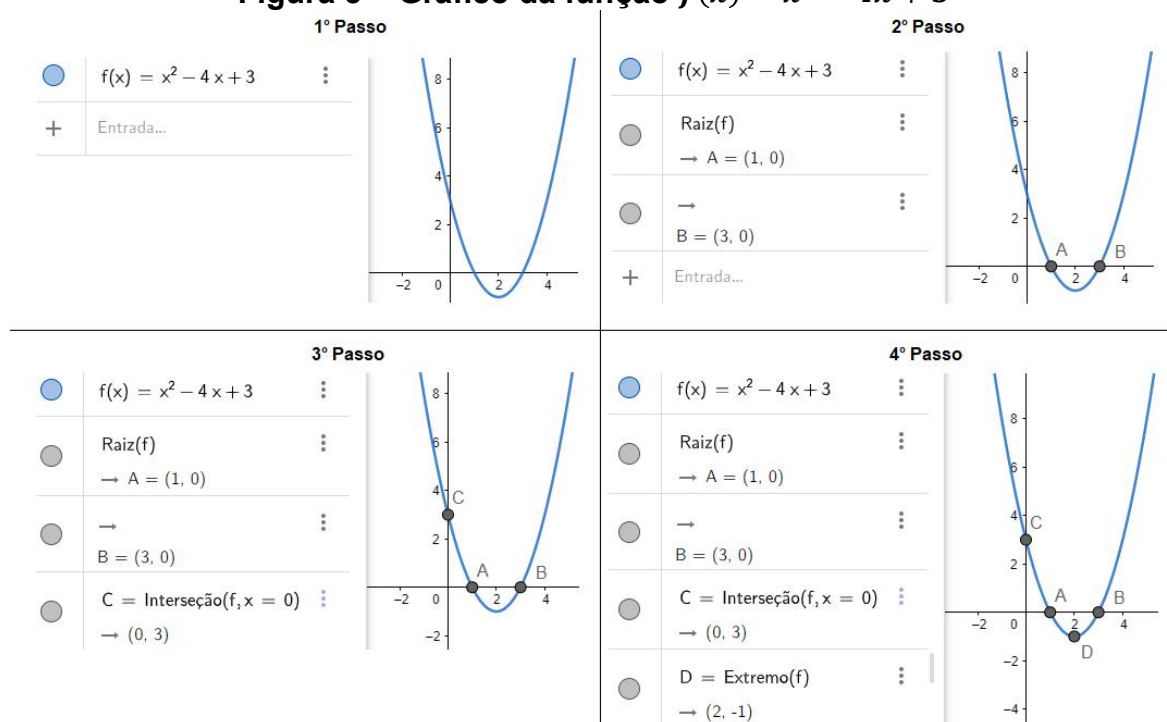
Conforme ressalta Oliveira e Pinheiro (2010, p. 121), “qualquer função quadrática possui um **valor extremo: mínimo, se $a > 0$; máximo, se $a < 0$.**” Esse ponto extremo também é chamado de vértice da função quadrática, no qual, representa um ponto de mínimo ou o ponto de máximo quando a concavidade da função for para cima ou para baixo, respectivamente.

Atividade 3: Construir o gráfico da função $f(x) = x^2 - 4x + 3$ evidenciando a(s) raízes, a intersecção de f com o eixo y e o vértice da parábola.

Passos: **1)** com o aplicativo Calculador Gráfica, digite no campo de entrada, o comando correspondente a função dada por $f(x) = x^2 - 4x + 3$ e em seguida tecla “Enter”. **2)** para exibir as raízes, escreva na segunda linha, o comando **raiz(f)** e

tecle “Enter”. **3)** o ponto de intersecção de f com o eixo y , pode ser identificado digitando na linha seguinte, o comando **interseção**[$f, x = 0$] e teclando “Enter”. **4)** por último, vamos determinar o vértice da parábola digitando na próxima linha, o comando **extremo**(f) e teclando “Enter”.

Figura 5 – Gráfico da função $f(x) = x^2 - 4x + 3$



Fonte: GeoGebra, 2021

Nesta atividade esboçamos o gráfico da função $f(x) = x^2 - 4x + 3$, onde destacamos as coordenadas de alguns pontos importantes. Observemos que por meio dos comandos citados, o GeoGebra nos mostrou para as raízes os pontos $A(1,0)$ e $B(3,0)$, o ponto $C(0,3)$ de intersecção da função com o eixo das abcissas e por último o vértice $D(2, -1)$ que é o extremo inferior, ou vértice, da função.

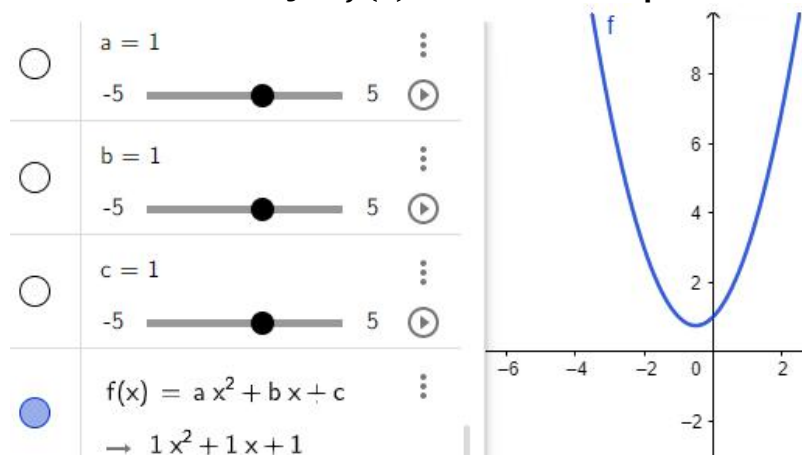
6.3 COEFICIENTES DA FUNÇÃO QUADRÁTICA

Neste tópico analisaremos a importância dos coeficientes a , b e c no comportamento do gráfico da função $f(x) = ax^2 + bx + c$. Para essa análise exibiremos os passos de resolução da atividade 4 separadamente com intuito de facilitar a visualização das características destacadas.

Atividade 04: Analise a influência dos coeficientes a , b e c no gráfico da função do segundo grau $f(x) = ax^2 + bx + c$.

Passo: **1º)** Utilizando calculadora gráfica do GeoGebra, insira na linha do campo entrada de comando a função $f(x) = ax^2 + bx + c$ e tecele “Enter”. **2º)** Altere lentamente apenas o valor do coeficiente a (para isso, basta clicar na “bolinha” do controle deslizante na tela e arrastar para um dos lados), mantendo os demais coeficientes iguais a 1 e observe o que acontece com o gráfico da função. **3º)** Ajuste novamente o coeficiente $a = 1$, e altere lentamente apenas o valor do coeficiente b e verifique o comportamento do gráfico da função. **4º)** Por último altere lentamente os valores do coeficiente c , mantendo o coeficiente $b = 1$, e veja como porta-se o gráfico da função.

Figura 6 – Gráfico da função $f(x) = ax^2 + bx + c$ para $a = b = c = 1$

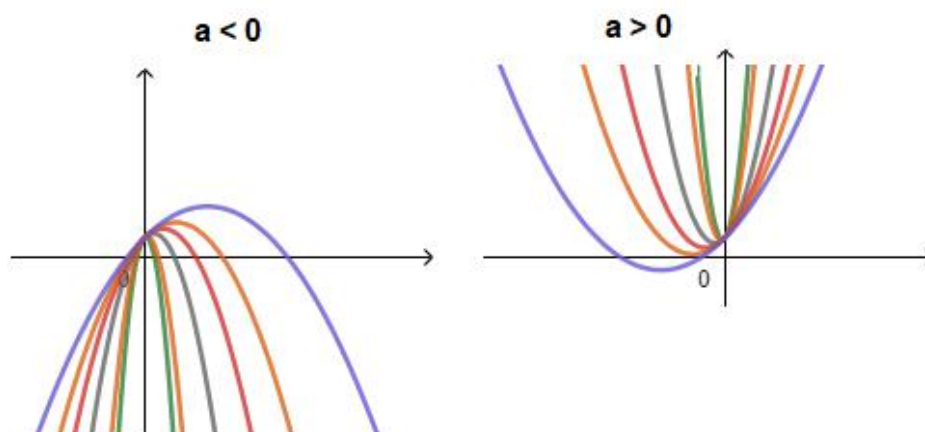


Fonte: GeoGebra, 2021

Após inserir a função $f(x) = ax^2 + bx + c$ no campo de comando do GeoGebra, a definição dos $a = b = c = 1$ é automática, assim como o intervalo de variação estabelecido em $[-5, 5]$. Ressaltamos que o valor dos coeficientes e seu intervalo de variação pode ser alterado nas configurações do *software*.

Concluído o primeiro passo da atividade 4, iniciemos nosso estudo sobre a influência dos coeficientes. Para isso, seguimos para o segundo passo descrito na atividade 4, no qual, Dante e Viana (2020, p. 107) afirmam que “o coeficiente a é responsável pela concavidade e pela abertura da parábola”. Sabendo disso, verificaremos essas características do coeficiente a na construção do gráfico função.

Figura 7 – Característica do coeficiente a no gráfico da função do 2º Grau

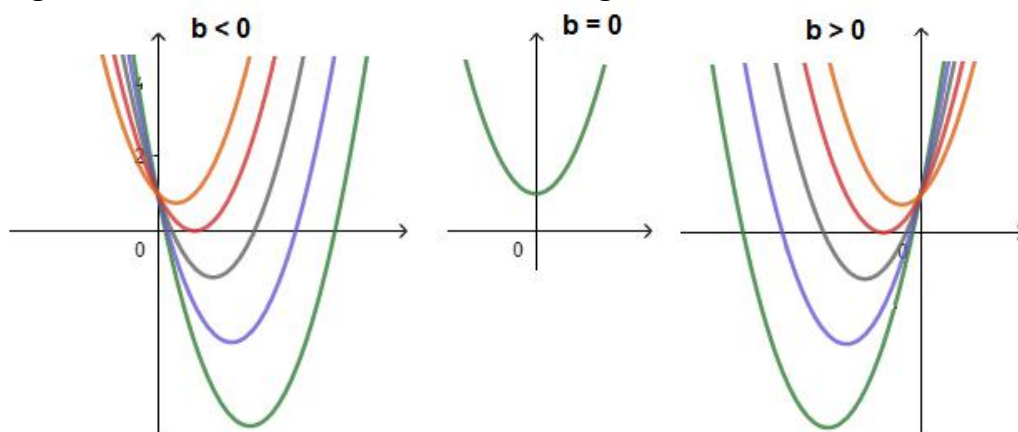


Fonte: GeoGebra, 2021

Observemos que para $a < 0$ a parábola tem sua concavidade voltada para baixo, enquanto isso, quando $a > 0$ a concavidade está para cima. Uma outra característica evidente, diz respeito a abertura da parábola que se altera de acordo com o módulo do coeficiente a , isto é, quanto maior for o número real $|a|$, mais estreita (menor) será a abertura da parábola.

Conhecido o comportamento do coeficiente a , passaremos para análise do coeficiente b . Segundo Dante e Viana (2020, p. 107), “o coeficiente b indica se a parábola intersecta o eixo y na parte crescente ou decrescente da parábola”. Na figura 8 ilustramos o terceiro passo da atividade 4, no qual, poderemos observar essa característica que o coeficiente b infere no gráfico da função do segundo grau.

Figura 8 – Atuação do coeficiente b no gráfico da função do 2º Grau

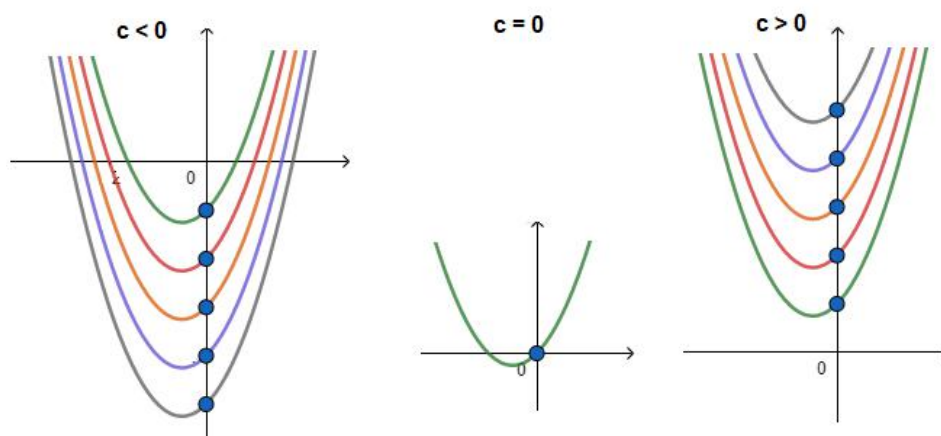


Fonte: GeoGebra, 2021.

Podemos perceber que para $b < 0$, o gráfico da função intersecta o eixo das coordenadas (eixo y) no sentido decrescente, enquanto para $b > 0$ essa interseção ocorre no sentido crescente. Notemos também que para $b = 0$ a interseção do gráfico com o eixo y ocorre em seu ponto extremo (vértice da função), e nesse caso, a interseção determina o ponto onde a função passa de crescente para decrescente, ou de decrescente para crescente, a depender da concavidade estabelecida pelo coeficiente a .

Para completar nosso estudo sobre os coeficientes da função quadrática, faremos a análise da influência do coeficiente c . Sobre esse coeficiente, Dante e Viana (2020, p. 108), ressaltam que “o coeficiente c indica a ordenada do ponto no qual a parábola intersecta o eixo y ”. A figura 9 exibe essa característica segundo o passo 4 da atividade.

Figura 9 – Influência do coeficiente c no gráfico da função do 2º Grau



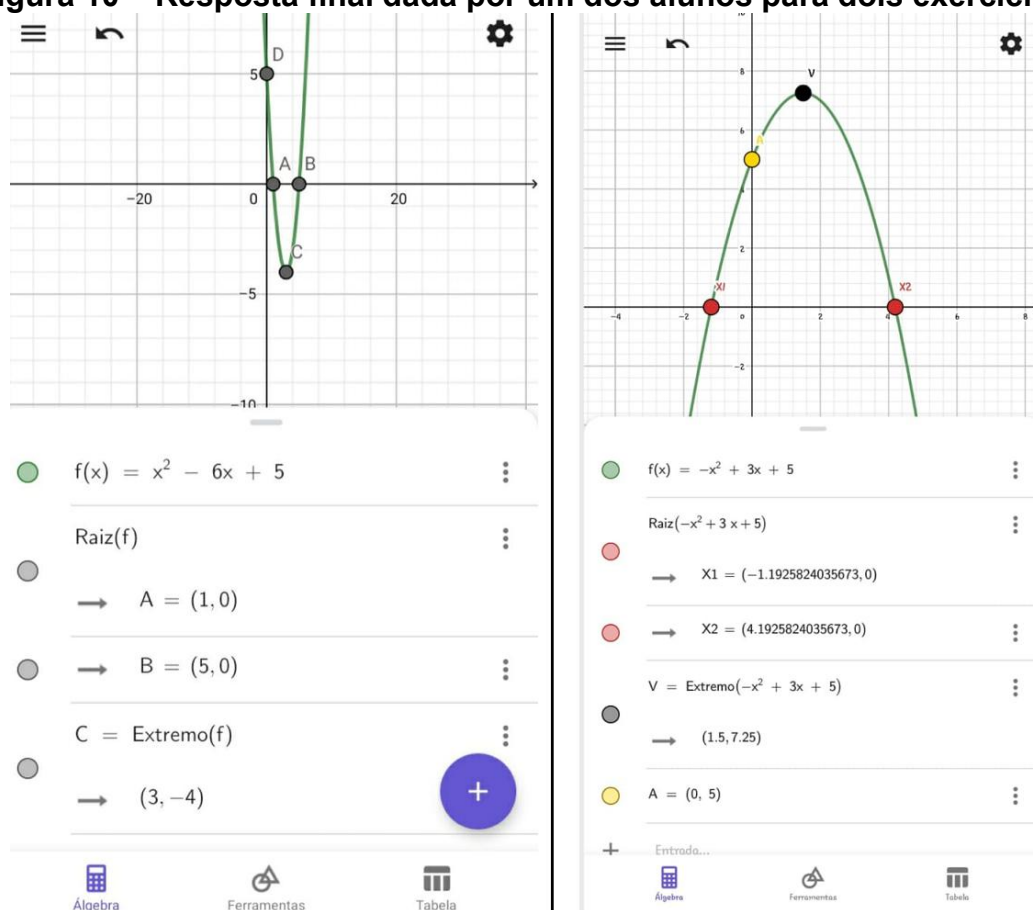
Fonte: GeoGebra, 2021

Constatamos que a interseção da parábola será na parte negativa do eixo y quando $c < 0$. Para $c = 0$ a interseção ocorre na origem do plano cartesiano e quando $c > 0$ a interseção será na parte positiva do eixo y . Resumidamente, o coeficiente c determina o ponto $(0, c)$, o qual, pode ser calculado fazendo $x = 0$ que nos fornece $f(0) = c$.

6.4 ATIVIDADE PROPOSTA AOS ALUNOS

Como exercício, propomos aos alunos atividades com intuito que os mesmos replicassem os passos descritos nas atividades resolvidas durante a aula para resolver novas atividades. Na figura 10 destacamos as respostas finais de duas atividades resolvidas por um dos alunos, no qual, consistiu em construir o gráfico para as funções utilizando o *software* GeoGebra $f(x) = x^2 - 6x + 5$ e $f(x) = -x^2 + 3x + 5$ destacando seus pontos notáveis.

Figura 10 – Resposta final dada por um dos alunos para dois exercícios.



Fonte: dados da pesquisa, 2021

Nestes exercícios, o aluno inseriu os comandos descritos nos tópicos anteriores para esboçar os gráficos das funções fornecidas na atividade proposta utilizando o GeoGebra. Para a função $f(x) = x^2 - 6x + 5$ o discente localizou as raízes como sendo os pontos A(1,0) e B(5,0) e o vértice (extremo) o ponto C(3, -4). Na função $f(x) = -x^2 + 3x + 5$ o aluno destacou as raízes $x_1 =$

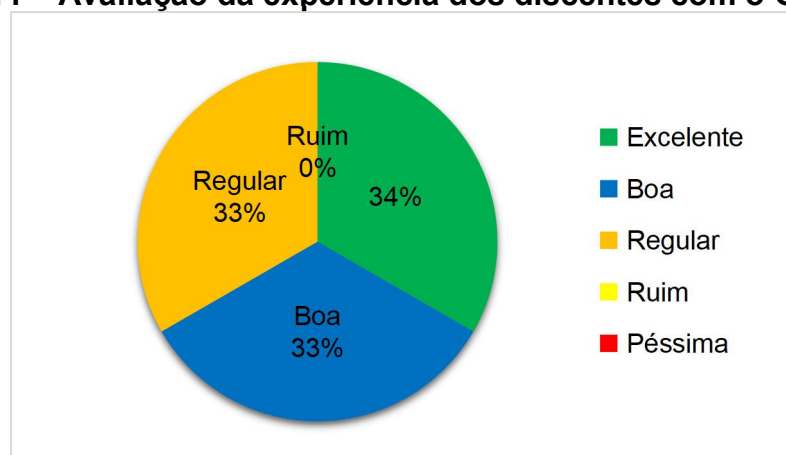
$(-1.1925824035673, 0)$ e $x_2 = (4.1925824035673, 0)$ e vértice $A(0,5)$. Com isso, podemos perceber que o aluno conseguiu extrair as informações desejadas ao esboçar o gráfico da função identificando seus principais pontos, isto é, o vértice e as raízes.

7 GEOGEBRA NA PERSPECTIVA DOS ALUNOS

Na parte final do nosso estudo de caso consultamos os discentes, através de questionário eletrônico, para verificar a experiência de cada participante quanto a utilização do *software*. Nesta fase, procuramos conhecer e analisar as contribuições do uso do GeoGebra para o processo de aprendizagem sobre o gráfico da função quadrática e suas características sob a perspectiva dos alunos.

Antes de tudo, identificamos que os discentes relataram que ao utilizarem o GeoGebra encontraram facilidade para resolver os problemas envolvendo o gráfico da função quadrática. A figura 11 mostra como os discentes avaliaram a sua experiência com o *software*.

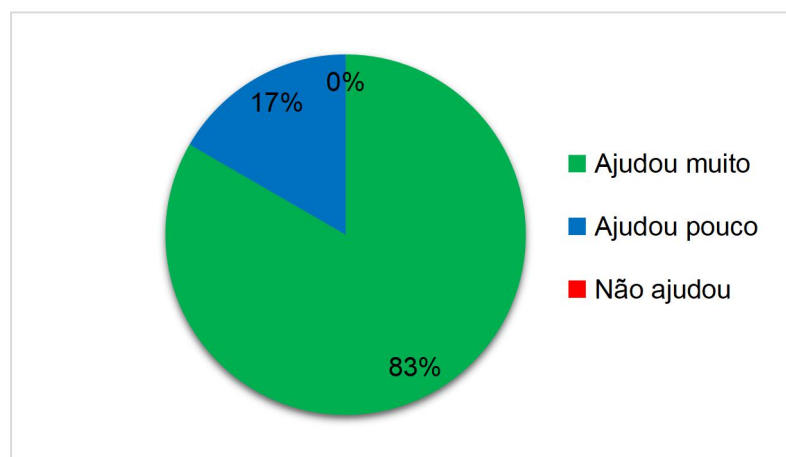
Figura 11 – Avaliação da experiência dos discentes com o GeoGebra



Fonte: dados da pesquisa, 2021

Notamos que não tivemos experiências negativas, ou seja, os alunos autoavaliam sua experiência com o *software* como sendo excelente, boa ou regular. Essa avaliação positiva deve-se, dentre outros fatores, ao fato de o GeoGebra apresentar os resultados de modo instantâneo e com detalhes visuais que facilitam o aprendizado. Podemos observar pela figura 12, como o GeoGebra auxiliou os alunos na resolução das atividades.

Figura 12 – Auxílio do GeoGebra na resolução dos problemas propostos



Fonte: dados da pesquisa, 2021

Podemos observar que a utilização do GeoGebra ajudou consideravelmente 83% dos alunos e auxiliou de modo menos expressivo a 17%, assim, verificamos que o GeoGebra ajudou a maioria dos alunos no desenvolvimento das resoluções das atividades propostas. Destacamos que essa experiência benéfica decorre, sobretudo, da facilidade em utilizar o *software*, aliada à sua eficiência e praticidade em relação ao processo de resolução utilizando papel e caneta.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No desenvolvimento desse trabalho, realizamos um estudo de caso com os alunos do 1º ano do curso técnico integrado ao ensino médio do Instituto Federal do Piauí, *Campus* São Raimundo Nonato. Nessa experiência conseguimos identificar, a partir da perspectiva dos alunos, maneiras de como o *software* GeoGebra contribui para facilitar o aprendizado sobre funções quadráticas.

Inicialmente, verificamos o conhecimento dos discentes a respeito do GeoGebra, onde identificamos que os alunos não possuíam experiências com este *software*, isto é, estavam em seu primeiro contato com o *software*. Com essa informação, buscamos, em seguida, apresentar o *software* e as suas funcionalidades aos alunos, em que, ministramos aulas expositivas sobre a função quadrática, apresentando a parte gráfica discorrendo sobre os comandos a serem inseridos no *software* de modo que pudemos obter, junto aos alunos, as informações sobre o gráfico da função a partir dos comandos algébricos.

Completamos nosso estudo colhendo os relatos dos discentes, onde, analisamos como o GeoGebra contribuiu para o processo de aprendizagem sobre gráfico da função quadrática. Dessa forma, concluímos, a partir da apreciação dos alunos com o *software*, que dentre as vantagens que dão relevância a utilização do GeoGebra, evidenciamos as ilustrações gráficas que permitiu com que os alunos identificassem com maior facilidade as características da função quadrática e do seu gráfico.

Portanto, em nosso estudo sobre as funções quadráticas as opções deste *software* oportunizou que os alunos pudessem verificar visualmente como os coeficientes da função influem no gráfico e como a variação desses valores alteram o comportamento gráfico da função quadrática. Além disso, a utilização desse *software* trouxe uma maneira simplificado para identificarmos, rapidamente, pontos como, vértices (ou extremos da função), zeros, pontos de interseção. Todo esse processo sem a necessidade de realizar contas ou fazer rascunhos extensos com papel e caneta, fatores que tornam o GeoGebra uma excelente ferramenta interativa para uso didático em sala de aula ou para estudo individual.

REFERÊNCIAS

- BONILLA, Maria Helena Silveira. Software Livre e Educação: uma relação em construção. **Perspectiva**, v. 32, n. 1, p. 205-234, 2014.
- DANTE, Luiz Roberto; VIANA, Fernando. **Matemática em contexto**: Função afim e função quadrática. 1º ed. São Paulo: Ática, 2020.
- GEOGEBRA. [Site]. Disponível em: < <https://www.geogebra.org/>>. Acesso em 20 Set. 2021.
- GERHARDT, Tatiana Engel; SILVEIRA, Denise Tolfo [org.]. **Métodos de Pesquisa científica**. [recurso eletrônico]. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.
- GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- IEZZI, Gerson. et al. **Matemática, vol. 1**: Ciência e Aplicação. 9. ed. São Paulo: Saraiva, 2016.
- JUCÁ, Sandro César Silveira. A relevância dos softwares educativos na educação profissional. **Ciências & Cognição**, v. 8, 2006.
- NASCIMENTO, Eimard GA do. Avaliação do uso do software GeoGebra no ensino de geometria: reflexão da prática na escola. **XII Encontro de Pós-Graduação e Pesquisa da Unifor**, p. 110-117, 2012. Disponível em: < <http://www.geogebra.org.uy/2012/actas/procesadas1443685856/67.pdf> >. Acesso em: 30 de set. 2021.
- OLIVEIRA, Marcelo Rufino de; PINHEIRO, Márcio Rodrigo da Rocha Pinheiro. **Coleção Elementos da Matemática, vol. 1**: Conjuntos e Funções Aritmética. 3. ed. 2010.
- REZENDE, Wanderley Moura; PESCO, Dirce Uesu; BORTOLOSSI, Humberto José. Explorando aspectos dinâmicos no ensino de funções reais com recursos do GeoGebra. **Revista do Instituto GeoGebra Internacional de São Paulo. ISSN 2237-9657**, v. 1, n. 1, p. 74-89, 2012.
- RIBEIRO, D. M. A. A. Uma Abordagem Didática Para Função Quadrática. **Mestrado, Universidade Federal do Norte Fluminense-Darcy Ribeiro, Rio de Janeiro, Brasil**, 2013.