INOVAÇÃO MATEMÁTICA: PRÁTICA DE ENSINO DE RESOLUÇÃO DE EQUAÇÃO DE 2º GRAU NO ENSINO MÉDIO

MATHEMATICAL INNOVATION: TEACHING PRACTICE IN SOLVING 2ND GRADE EQUATIONS IN HIGH SCHOOL

Rivanaldo Martins Lopes[1]

Resumo: A prática de se encontrar as raízes de uma equação do 2º grau no atual ensino médio tem-se apresentado como uma ferramenta única que dificulta aprendizagem e a prática por parte dos estudantes e professores. Nesse contexto, o presente trabalho objetiva apresentar, o ensino inovador, utilizada para encontrar as raízes de uma equação quadrática sem o uso de fórmulas, com intuito de melhorar o nível de dificuldade de aprendizagem desse conteúdo por parte de estudantes do ensino médio. Para atingir os objetivos propostos neste trabalho, foi realizado um levantamento bibliográfico do assunto nas bases de dados do Scielo e Google Acadêmico, compreendendo uma janela literária de 400 a.C. a 2023. Além disso, utilizou-se uma metodologia quali-quantitativa, com variáveis aleatórias discreta, aplicou-se aos 118 estudantes da ECI Dorgival Silveira na cidade de São Francisco PB com experimento via problemas em determinar a solução e seus dados foram analisados e apresentados com auxílio da estatística descritiva. Dentro do mesmo, foi possível observar que este ensino é prático em sanar as dificuldades e desafios vivenciadas pelos estudantes e professores da educação básica.

1 Doutor em Educação. ORCID: 0000-0002-6414-8499. CURRÍCULO LATTES: https://lattes.cnpq.br/3763303818545866.

Para isso, podemos ter outros pesquisadores que possa da continuidade neste estudo tão relevante quanto as maneiras de se encontrar o conjunto solução para estudantes na contemporaneidade.

Palavras-chaves: Equação do segundo grau. Ensino inovador. Raízes da equação

Abstract: The practice of finding the roots of a 2nd degree equation in current high school has been presented as a tool that makes learning and practice difficult for students and teachers. In this context, the present work aims to present innovative teaching, a tool used to find the roots of a quadratic equation without the use of formulas, with the aim of improving the level of difficulty in learning this content for high school students. To achieve the objectives proposed in this work, a bibliographical survey of the subject was carried out in the Scielo and Google Scholar databases, comprising a literary window from 400 BC to 2023. In addition, a qualitative-quantitative methodology was used, with random variables discreetly, it was applied to 118 students from ECI Dorgival Silveira in the city of São Francisco PB with an experiment via problems in determining the solution and its data were analyzed based on descriptive statistics. Within this study, it was possible to observe that this teaching is practical in solving the difficulties and challenges experienced by basic education students and teachers. For this, we can have other researchers who can continue this study as relevant as the ways of finding the right solution for students in contemporary times.

Keywords: quadratic equation. Innovative teaching. Roots of the equation.

Introdução

Um dos assuntos da área da matemática encarado com certa dificuldade por estudantes e professores da educação básica diz respeito à equação do segundo grau. Segundo Lopes (2023), a prática de ensino é essencial para que haja aprendizagem significativa, é um conteúdo que se inicia a ser ensinado, no ensino fundamental, com a ferramenta de delta (Brasil) ou fatoração em outros países. Já na primeira série do ensino médio, este assunto é novamente apresentado aos alunos como função quadrática (IEZZI, 1993). Apesar de necessário e útil, o estudo desses métodos ainda apresenta dificuldades quanto às metodologias de ensino (LOPES, 2023).

A equação do segundo grau é um componente do currículo de matemática especificamente aplicado no ensino fundamental, médio regular, EJA, integral e técnico (BRASIL, 2023). Por apresentar um nível elevado de dificuldades de compreensão, quanto a prática de ensino, esse componente curricular tem sido motivo de tantas dificuldades vivenciadas para os estudantes de matemática, visto que os comentários mais frequentes sobre esse assunto giram em torno das dificuldades de encontrar as raízes das questões do referido assunto e dificuldades voltadas ao seu ensino (PEREIRA; BEZERRA, 2015).

Para resolução dessa equação é utilizada até os dias atuais a técnicas que os mesopotâmios utilizavam para resolver problemas de equações do segundo grau e sempre resolvia através de encontrar dois números cujos produtos de suas raízes era igual c/a e sua soma era igual -b/a. Isso remete aos conhecimentos que apresentam os livros didáticos do ensino médio na resolução deste tipo de equação. Neste contexto, Lopes (2023) apresenta sua ferramenta inovadora em trigonometria do relógio, em proporcionalidade como também nas equações do segundo grau, sem utilizar fórmulas. Atende aos estudantes do ensino médio dentro da contemporaneidade.

Contexto histórico das ferramentas trigonométricas

A presente pesquisa, baseia-se nos trabalhos dos autores que apresentam os métodos de resolução de equação de 2º nos livros didáticos na educação básica brasileira: (IEZZI, 20217), (IEZZI, 1993), (BONJORNO et al, 2023), (BONJORNO et al, 2023), (COSTA, 2022), (ROQUE,2012) E (SILVA, 2013).

A equação do segundo grau e a agricultura na mesopotâmia exerceram um papel importante no desenvolvimento na agricultura e as construções civis. Assim, destacamos o progresso cultural, com construções civis e evolução da agricultura, com necessidades de realizar medidas dos terrenos, registrados na escrita cuneiforme produzidas em tábuas numéricas ao longo dos tempos até a contemporaneidade. Conforme a Figura 1 apresenta-se um esquema das ferramentas utilizadas de acordo com a época.

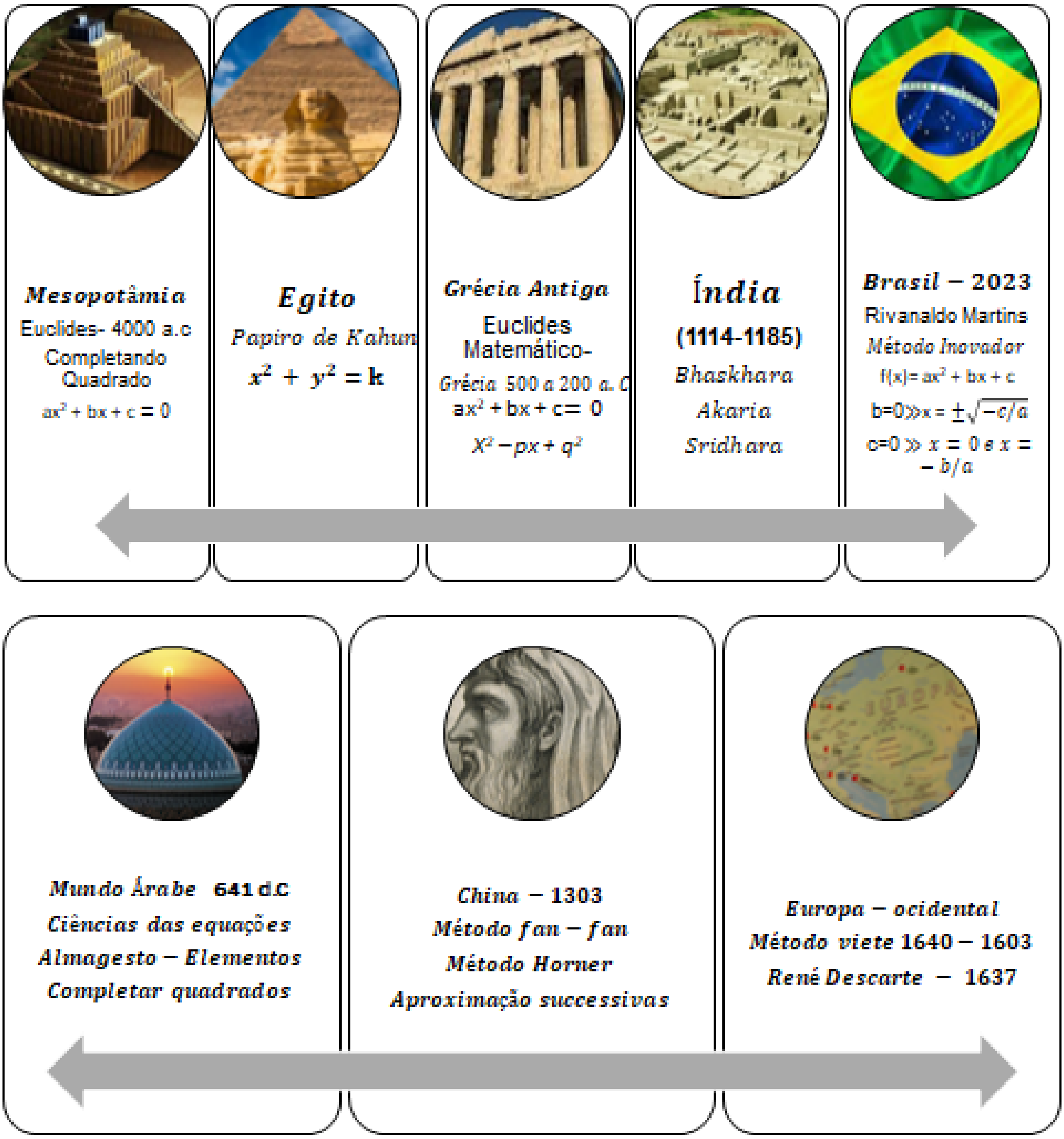


Figura 1 - Método de resolução de equação do 2º grau. Fonte: Lopes (2023).

$$x^2 + y^2 = k$$

Na evolução histórica dos acontecimentos, é possível visualizar como eram as metodologias apresentadas em cada época com auxílio das ferramentas e as técnicas utilizadas na resolução de equação do segundo grau, estava centrada em saber distancias de quadrados e retângulos aplicados na agricultura na mesopotâmia e Egito. Porém na índia, desenvolveram método de bháskhara, através de técnicas de delta para conhecer as soluções da equação. Já na contemporaneidade, na educação 5.0, uma resolução de representações através dos coeficientes, para garantir uso das habilidades computacionais que consiste na eficiência na educação dentro da realidade social vivenciada por estudante e professores no atual ensino. Temos de garantir que esse método inovador possa resgatar alunos e professores para beleza da matemática abstrata e toda objetiva, com objetivo de facilitar as tomadas de decisões na hora de encontrar as soluções de uma equação do segundo grau. Conforme a -Apresenta-se métodos de resolução de equação de 2º grau na educação contemporânea.

f(x)= $ax^2+bx+c \gg a, b\ e\ \in \mathbb{R}\ com\ a \neq 0 \gg ax^2+b= 0 \gg x^2 = \frac{-c}{a} \gg x = \pm\sqrt{-c/a}$

logo, $\{\sqrt{-c/a}, \pm\sqrt{-c/a}\}$

f(x)= $ax^2+bx+c \gg a, b\ e\ \in \mathbb{R}\ com\ a \neq 0 \gg ax^2+c= 0 \gg ax^2+bx= 0 \gg então:$

logo, $\{0, -b/a\}$

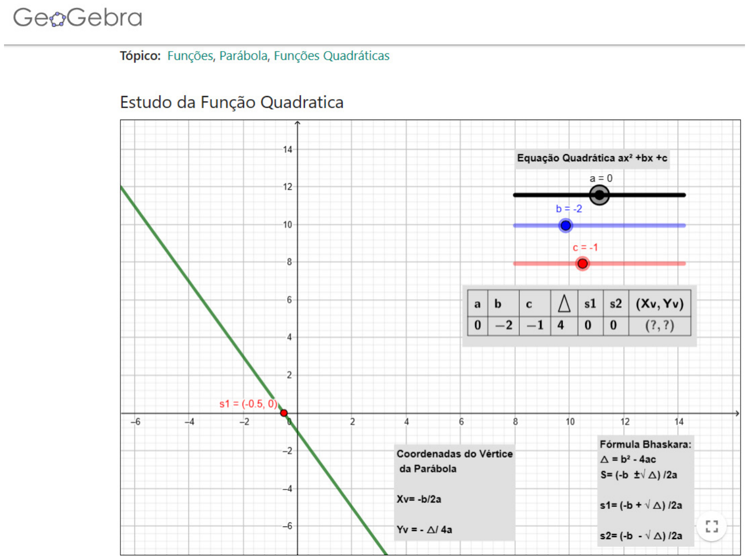
Figura 2 – Método Inovador. Fonte: Elaborada pelo autor (2023).

A educação inovadora, implementada no processo de ensino e aprendizagem no atual ensino, precisa de professores que busquem a educação com mudanças de metodologias de projetos voltado para garantir a eficaz do ensino inovador e motivar os estudantes a buscarem aprendizagem significativa. A aprendizagem em matemática precisa de um ambiente transformador para garantir a energia suficiente para os alunos resolver problemas de matemática contemplando as habilidades e comunicação de acordo com sua realidade.

Definição 1: Dado $f(x) = ax^2 + bx + c$, é uma função quadrática, quando $a \neq 0$ e a, b e c ε IR, ou seja, a cada número real está associado a uma imagem real.

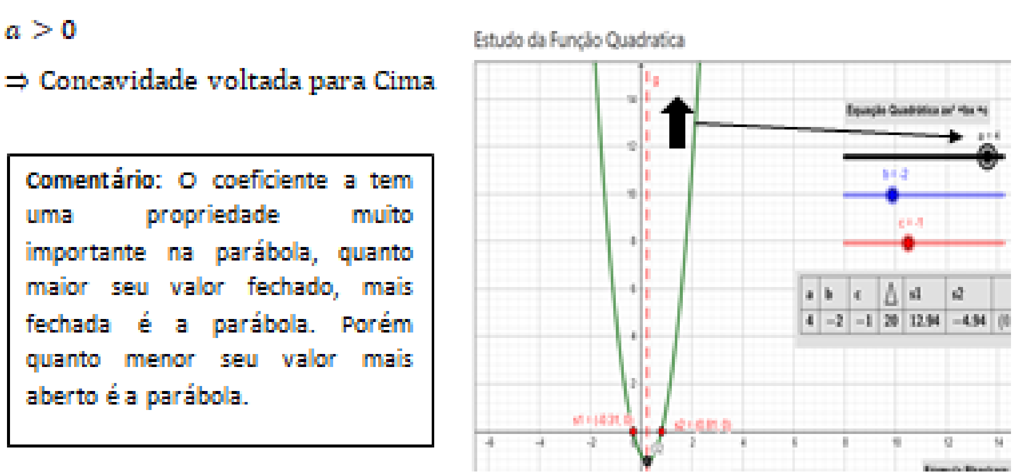
Uma função f: IR $\rightarrow$ IR é chamada de função quadrática quando existirem números reais a, b e c com $a \neq 0$ tais que, $f(x) = ax^2 + bx + c$ para todo x ε IR. Esses valores dos coeficientes da função quadrática são determinantes para encontrar o conjunto solução, na construção de gráfico, no estudo do sinal das inequações quadrática e desenvolver método inovador de ensino de matemática contemporânea.

Assim podemos utilizar o Geômetra é uma ferramenta essencial no desenvolvimento de habilidades computacionais dos estudantes na atual educação inovadora, com intuito de demonstrar o comportamento dos coeficientes da equação do segundo grau. Vejamos o que acontece quando $a = 0$ e $b \neq 0$ e $c \neq 0$, conforme a Figura 1 comportamento da equação quando a for nulo. Conforme a Figura 4 – Comportamento do coeficiente a. Além dessa habilidade temos habilidades algorítmica que deve ser explorada na resolução de problemas de matemática de diversas maneiras produzindo várias maneiras de encontrar uma solução. Daí o desenvolvimento de método inovador na matemática sendo capaz de trazer o estudante para um novo aprendizado utilizando as habilidades mais primordial no atual ensino que é a computacional e a algorítmica.



Quando a = 0, forma-se uma equação do primeiro grau. Conforme a figura 1, apresenta a reta linear formada por f(x) = bx + c, assim em toda equação quadrática a tem que ser diferente de zero para garantir a existência da função e de segundo grau.

Assim percebemos que o coeficiente a, sempre deve ser diferente de zero e à medida que vai aumentando positivamente, a parábola vai se fechando com concavidade voltada para cima e se a for negativo a parábola terá concavidade voltada para baixo. Conforme a Figura 5 - concavidade da parábola.



Assim concluímos que:

A parábola representativa da função quadrática $y = ax^2 + bx + c$ pode ter a concavidade voltada para “cima” ou voltada para “baixo”.

Se $a > 0$ então a parábola tem concavidade voltada para cima

Se $a < 0$ então a parábola tem concavidade voltada para baixo

Figura 7- a < 0. Fonte:Lopes (2023).

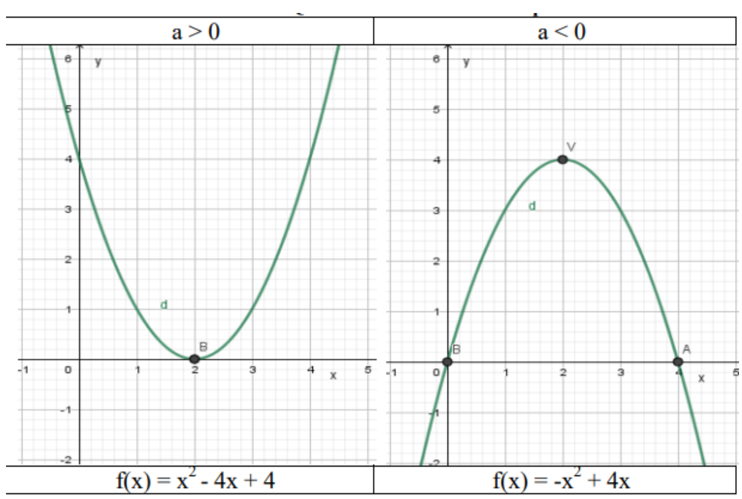


Figura 8 - Concavidade da parábola. Fonte:Lopes (2023)

Uma função f: IR → IR é chamada de função quadrática quando existirem números reais a, b e c com $a \neq 0$ tais que, $f(x) = ax^2 + bx + c$ para todo x ε IR

Vamos demonstrar algumas propriedades da função quadrática.

se $f(x) = ax^2 + bx + c = a'x^2 + b'x + c'$

Para $x = 0 \Rightarrow c = c' \therefore ax^2 + bx = a'x^2 + b'x \Rightarrow ax + b = a'x + b' \ \forall x \neq 0 \Rightarrow$

$$\Rightarrow \begin{cases} x = -1 \\ x = 1 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} -a + b = -a' + b \\ a + b = a' + b' \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} a = a' \text{ e} \\ b = b' \\ c = c' \end{cases}$$

Comentário: Provamos que $a = a'$, $b = b'$ e $c = c'$, para todo $x \in \mathbb{R}$.

Proposição: Sejam f, g: $\mathbb{R} \to \mathbb{R}$ funções quadráticas tais que $f(x_1) = g(x_2)$, $f(x_2) = g(x_2)$ e $f(x_3) = g(x_3)$ em três números reais distintos x_1, x_2 e x_3. Então $f(x) = g(x)$, para todo $x \in \mathbb{R}$.

Demonstração: sejam $f(x) = ax^2 + bx + c$ e $g(x) = a'x^2 + b'x + c' \Rightarrow$ então

$$\Rightarrow f(x) = \begin{cases} a{x_1}^2 + bx_1 + c = a'{x_1}^2 + b'x_1 + c' \\ a{x_2}^2 + bx_2 + c = a'{x_2}^2 + b'x_2 + c' \\ a{x_3}^2 + bx_3 + c = a'{x_3}^2 + b'x_3 + c' \end{cases} \Rightarrow \text{Fazendo}, f(x) - g(x) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \alpha{x_1}^2 + \beta x_1 + \gamma = 0 \Rightarrow \alpha{x_2}^2 + \beta x_2 + \gamma = 0, \Rightarrow \alpha{x_3}^2 + \beta x_3 + \gamma = 0$$

$$\Rightarrow onde, \Rightarrow \begin{cases} \alpha = a - a' \\ \beta = b - b' \\ \gamma = c - c' \end{cases}$$

Fazendo,

$$\Rightarrow f(x_2) - f(x_1) \Rightarrow \alpha({x_2}^2 - {x_1}^2) + \beta(x_2 - x_1) = 0 \Rightarrow {x_2}^2 \neq {x_1}^2 \text{ e } \ x_3 \neq x_1$$

$$\Rightarrow f(x_3) - f(x_1) \Rightarrow \alpha({x_3}^2 - {x_1}^2) + \beta(x_3 - x_1) = 0 \Rightarrow {x_2}^2 \neq {x_1}^2 \text{ e } \ x_3 \neq x_1$$

$$\Rightarrow \alpha(x_1 + x_2) + \beta \Rightarrow \alpha(x_1 + x_3) + \beta \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \alpha(x_3 - x_2) = 0 \Rightarrow \alpha = 0 \Rightarrow \beta(x_3 - x_2) = 0 \Rightarrow \beta = 0 \ e \ \gamma = 0$$

⇒Assim, como $\alpha = \beta = \gamma = 0$, *fica demonstrado que* $a = a', b = b'$ *e* $c = c'$, *como queríamos demonstrar.*

Comportamento do gráfico de acordo com o discriminante

O comportamento de delta, traz informações da parábola e o eixo das ordenadas e das abcissas, conforme o Figura 9 - Delta.

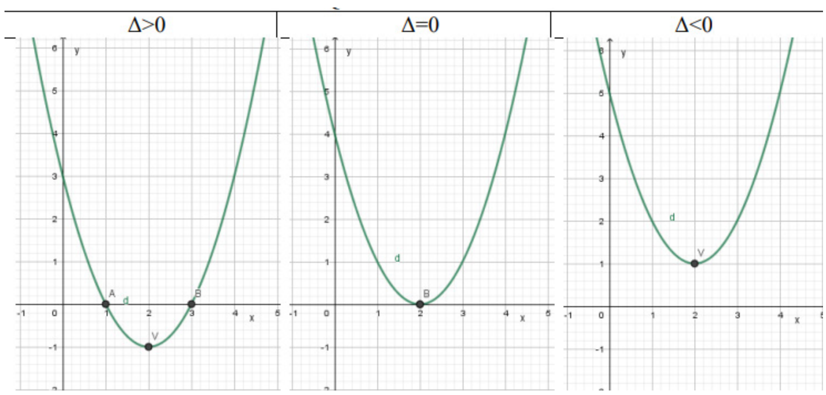


Figura 9- delata. Fonte: Lopes (2023).

Se $\Delta > 0$ tem duas raízes reais x_1 e x_2 distintas que tocam em dois pontos do eixo das abcissas A (x_a, 0) e B (x_b, 0) e toca no eixo das ordenadas que representa o coeficiente da função quadrática.

Para $\Delta = 0$, tem duas raízes reais iguais $x_1 = x_2 = -b/a$, o gráfico toca em um único ponto do eixo das abcissas B (x_b, 0), onde $x_b = x_1 = x_2$ e no eixo das ordenadas em c. Além disso, o ponto B (x_b,0) é o vértice da parábola

Para $\Delta < 0$, a parábola não toca no eixo das abcissas e no eixo das ordenadas toca-se no termo da função quadrática.

Propriedades dos coeficientes da Equação do 2º grau

P1 → O coeficiente a determina a concavidade da parábola e o comportamento em relação abertura e o fechamento da parábola;

P2 → O coeficiente b desloca a parábola para eixo positivo e negativo do eixo das abcissas, se b < 0 o gráfico se desloca para o eixo positivo e se b > 0 a parábola de desloca para eixo negativo,- conforme o Figura 10

Se b < 0

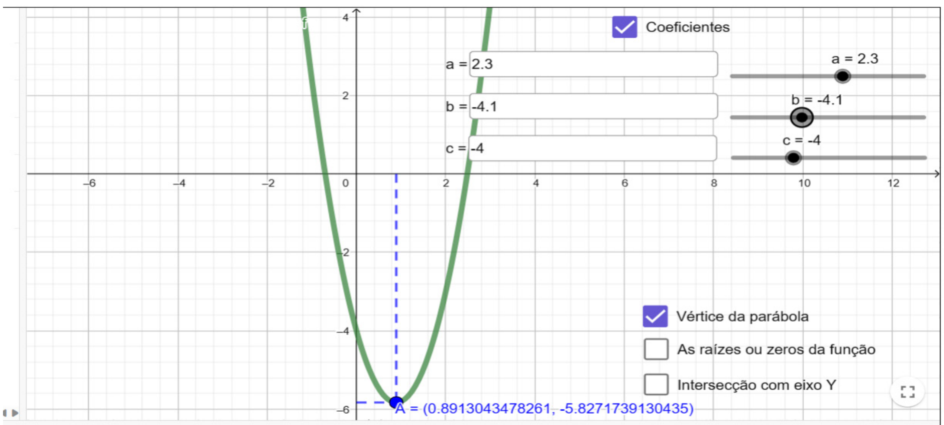


Figura 10 - Comportamento do coeficiente b. Fonte: Lopes(2023).

P3 → O coeficiente c desloca-se a parábola no eixo das ordenadas, se c < 0 a parábola de deslocae para parte inferior e negativa do plano cartesiano e quando c > 0 o gráfico da parábola de desloca para parte superior do plano cartesiano.

P4 O coeficiente c = 0, localiza no eixo das ordenas e traz como informação o vértice da parábola v (0, y) e as raízes da equação s = {0, -b/a}

Equações do segundo Grau incompletas

São equações em que b ou c são nulos, como também b = 0. Assim para encontrar as raízes é simples e prático.

$$\boldsymbol{Tipo\ 1: Quando\ b = 0} \Rightarrow \text{Temos:} \boldsymbol{ax^2 + bx + c = 0}$$

Logo, se $b = 0$ o conjunto solução é dado por:

$$ax^2 + c = 0$$

$$\Rightarrow ax^2 = -c$$

$$\Rightarrow x^2 = -c/a$$

$$S = \left\{-\sqrt{-\frac{c}{a}}, +\sqrt{-\frac{c}{a}}\right\}$$

como b = 0 , temos: Agora podemos resolver exemplos de equação do segundo grau incompleta quando b = 0, assim:

Exemplo 1: Encontre o conjunto solução das equações a seguir:

a) $\boldsymbol{x^2 - 1 = 0}$

$$\Rightarrow \begin{cases} \boldsymbol{a = 1} \\ \boldsymbol{b = 0} \\ \boldsymbol{c = -1} \end{cases}$$

x\`= $+\sqrt{-c/a}$=

x\`= $\sqrt{-(-1)/1}$=± 1

$$s = \begin{cases} x` = +1 \\ x`` = -1 \end{cases}$$

$$S = \{-1, +1\}$$

b) $\boldsymbol{x^2 - 4 = 0}$

$$\Rightarrow \begin{cases} \boldsymbol{a = 1} \\ \boldsymbol{b = 0} \\ \boldsymbol{c = -4} \end{cases}$$

x\`= $+\sqrt{-c/a}$=

$$x` = \sqrt{-(-4)/1}$$

$$x` = \sqrt{4} = \pm 2$$

$$s = \begin{cases} x` = +2 \\ x`` = -2 \end{cases}$$

$$S = \{-2, +2\}$$

$c) 2x^2 - 32 = 0$

$d) -4x^2 + 100 = 0$

$$\Rightarrow \begin{cases} a = 2 \\ b = 0 \\ c = -32 \end{cases}$$

$$x` = +\sqrt{-c/a} =$$

$$x` = \sqrt{-(-32)/2}$$

$$x` = \sqrt{16}$$

$$s = \begin{cases} x` = +4 \\ x`` = -4 \end{cases}$$

$$S = \{-4, +4\}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} a = -4 \\ b = 0 \\ c = 100 \end{cases}$$

$$x` = +\sqrt{-c/a} =$$

$$x` = \sqrt{-(100)/-4}$$

$$x` = \sqrt{25}$$

$$x` = \pm 5$$

$$s = \begin{cases} x` = +5 \\ x`` = -5 \end{cases}$$

$$S = \{-5, +5\}$$

$$f)\ x^2 - 9 = 0$$

$$\Rightarrow \begin{cases} a = 1 \\ b = 0 \\ c = -9 \end{cases}$$

$$x` = +\sqrt{-c/a} =$$

$$x` = \sqrt{-(-9)/1}$$

$$x` = \sqrt{9}$$

$$s = \begin{cases} x` = +3 \\ x`` = -3 \end{cases}$$

$$S = \{-3, +3\}$$

Observação 1: Assim, a equação do segundo grau dada por $f(x) = ax^2 + bx + c$, quando o coeficiente b for nulo, necessariamente tem solução real e podemos encontrá-la conhecendo os coeficientes a e c. Porém quando os dois coeficientes forem negativos $a < 0$, $c < 0$ e $b = 0$, não possui raiz real. Não tem solução reais, mas solução complexa. Conforme a demonstração a seguir.

Se $b = 0, a < 0$ e $c < 0$ temos que:

$$\Rightarrow ax^2 + bx + c = 0$$
$$\Rightarrow -ax^2 + 0x - c = 0$$
$$\Rightarrow -ax^2 = c$$
$$x = \pm\sqrt{\frac{c}{-a}}$$

Assim podemos perceber que não existe reais negativo:

$\frac{c}{-a} < 0$, assim, não existir raiz reais quando temos radicando negativo com indice par.

Se b = 0, a < 0 e c < 0 , temos: Assim temos:

Tipo 2: Quando c = 0, dada por $ax^2 + bx = 0$

Quando c = o, a equação do segundo grau, definida por $ax^2 + bx + c = 0$, $ax^2 + bx + c = 0 \rightarrow$ x (ax+b) = 0 logo temos: → x=0 e → ax + b = 0

$$\Rightarrow ax = -b \Rightarrow x = \frac{-b}{a}$$

Vejamos que quando c = 0, a primeira Raiz é zero, o produto de dois números para ser igual a zero, um dos produtos deve ser zero, ou seja:

$$\Rightarrow x(ax + b)=0 \Rightarrow x' = 0 \text{ e } x'' = -\frac{-b}{a} \Rightarrow s = \left\{0, \frac{-b}{a}\right\} \in \mathbb{R}, \text{ com } a \neq 0$$

Exemplo 2: Encontre o conjunto solução ε IR, das equações quadrática abaixo:

a) $x^2 - 2x = 0 \Rightarrow$ assim temos: $\Rightarrow \begin{cases} a = 1 \\ b = -2 \\ c = 0 \end{cases}$ $Logo$ a $\Rightarrow s = \left\{0, \frac{-b}{a}\right\} \in \mathbb{R}$

$$\Rightarrow s = \left\{0, \frac{-(-2)}{1}\right\} \in \mathbb{R}, \Rightarrow \text{portanto} \Rightarrow s = \{0,2\} \in \mathbb{R},$$

Comentário 1: Assim quanta a solução no conjunto dos IR para a equação do tipo 2: $ax^2 + bx = 0$, com $a \neq 0$, b e c ε IR, vale salientar que os sinais de a e b, com c = 0, sempre terá raiz reais, com a primeira raiz nula e a segunda raiz igual a (-b)/a.

Tipo 3- Quando a, b e c ε IR, com $a \neq 0$ dada por $f(x)= ax^2 + bx + c$

$ax^2 + bx + c = 0 \rightarrow$ sabendo que s = -a/b a soma das raízes (x` + x`` = s) e p = c/a → s e p são os valores de x para os quais $f(x)= ax^2 + bx + c$ se anula. Logo podemos afirmar que: $\rightarrow x^2 - sx + p = 0 \rightarrow$ onde s é a soma das raízes e c os produtos das raízes.

Vejamos que, a prática de ensino de equação do segundo grau, aplicadas aos conhecimentos dos estudantes são bastantes antigas, desde as civilizações da mesopotâmica, Egito, India e oriente Médio Lopes (2023). Assim, as ferramentas são bastantes mecanizadas que precisa ser de uma modelagem para atual educação. Assim, segundo Lopes (2023) propõem um novo ensino inovador voltado para novas mudanças nas ferramentas com intuito de minimizar as dificuldades vivenciadas pelos estudantes de matemática da educação contemporânea. Neste contexto, esse novo ensino, voltado para o desenvolvimento das habilidades computacionais e algorítmicas que resolver problemas de matemática com bastante clareza e rapidez.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Diante dos resultados apresentados, a maior dificuldade vivenciada e apontada pelos estudantes foi a ferramenta de como se encontrar as raízes de uma equação de 2º grau no conjunto dos números reais, para alunos do ensino médio foi de 75% dos estudantes apontaram que essas dificuldades se concentram na modelagem do método de delta. Assim, essa ferramenta encontrada em sala de aula advém de muito tempo, via livros didáticos, materiais digitais e formação de professores para o ensino na prática de resolução de problemas no ensino superior (MENEZES et al., 2020), (PIMENTA, 2021), (PERREIRA, 2022) e (ROSSETTE et al, 2021) no ensino brasileiro.

O método inovador para resolução de problemas de equação do 2º grau, se baseia nas equações incompletas, onde sabendo os valores de seus coeficientes conseguimos encontrar a solução para quaisquer casos, com exceção quando b = 0 e os sinais de a e c são iguais encontramos raízes complexas. Conforme apresenta-se a seguir: Se b = 0, a < 0 e c < 0 temos que:

$$\Rightarrow ax^2 + bx + c = 0$$

$$\Rightarrow -ax^2 + 0x - c = 0$$

$$\Rightarrow -ax^2 = c$$

$$x = \pm\sqrt{\frac{c}{-a}}$$

Assim podemos perceber que não existe reais negativo: c/-a < 0, assim, não existir raiz reais quando temos radicando negativo com índice par.

Encontre o conjunto solução ε IR, das equações quadrática abaixo:

$$\Rightarrow x^2 - 4 = 0 \Rightarrow \text{assim temos:} \Rightarrow \begin{cases} a = 1 \\ b = 0 \\ c = -4 \end{cases}$$

$$\Rightarrow x = \pm\sqrt{\frac{c}{-a}} = \pm\sqrt{-\frac{-4}{1}} \Rightarrow x = \pm\sqrt{-\frac{-4}{1}} \Rightarrow x = \pm 2$$

$$Logo \Rightarrow s = \{-2, 2\} \in \mathbb{R}$$

$$\Rightarrow s = \{-2, +2\} \in \mathbb{R}, \Rightarrow \text{portanto} \Rightarrow s = \{-2, 2\} \in \mathbb{R}$$

$\Rightarrow$Quando os sinais de a e c são iguais:

$$\Rightarrow -x^2 - 4 = 0 \Rightarrow \text{assim temos:} \Rightarrow \begin{cases} a = -1 \\ b = 0 \\ c = -4 \end{cases}$$

$$\Rightarrow x = \pm\sqrt{\frac{c}{-a}} = \pm\sqrt{\frac{-4}{1}} \Rightarrow x = \pm\sqrt{-4}$$

Logo, não possui raízes reais, assim $\Delta < 0$.

A proposta do modelo matemático de ensino inovador, para resolução de problemas de equação do 2º grau, proposto por Lopes (2023), se baseia em resolver problemas de forma prática e sem dificuldades, conforme seus coeficientes da equação, Já o método proposto e de conhecimentos dos estudantes de ensino, encontrados nos livros de Iezzi (1993), Bonjorno, Giovanni Jr e Sousa (2021), propõem como método de ensino, , tornando o ensino tradicional e mecânico, dificultando aprendizagem no contexto social dentro da realidade social contemporânea, ferramentas utilizadas pelo MEC, como método de ensino básico do novo ensino médio brasileiro.

Dentro dessa ferramenta de ensino sobre raízes de uma equação do 2º grau, encontradas nos livros didáticos de Iezzi (1993), Souza (2020), Bonjorno, Giovanni Jr e Sousa (2021), trazem desvantagens tanto para professores que não gosta da inovação em sala de aula como também para os estudantes com dificuldades na aprendizagem em encontrar as raízes de uma equação, por ser um ensino tradicional e mecânico, e vantagem para o sistema na base econômica de investimento em materiais e formação de professores. No modelo proposto por Lopes (2023), propõem um ensino inovador de equação do 2º grau, de forma prática com eficiência e qualidade na prática e na aprendizagem. Além disso, uma contribuição social para educação brasileira, através de diversos livros publicados propondo mudanças no ensino de matemática, com objetivo de facilitar aprendizagem dos estudantes com vulnerável na aprendizagem, tendo como modelo, ensino inovador.

CONCLUSÃO

De modo geral, as dificuldades vivenciadas no ensino de matemática por professores e estudantes, na resolução de problemas de matemática de equação do 2º grau, está relacionado com as ferramentas utilizadas no ensino, que são vivenciadas desde a antiguidade via materiais encontrados nos materiais destinados aos estudantes das escolas públicas brasileira e com técnicas bastante burocráticas sem eficiências na aprendizagem dos estudantes.

Os modelos propostos pelo ensino de matemática, pelos professores, encontrados na sala de aula, na literatura e suas inovações acontecidas até a contemporaneidade, não atendeu as dificuldades vivenciadas pelos estudantes e professores, quanto a praticidade e aprendizagem significativa, de encontrar as raízes de uma equação do 2º grau, no atual ensino brasileiro vivenciado por escolas públicas e privadas de ensino.

Portanto, a inovação do ensino de matemática, em sua obra, contribuiu na aprendizagem significativa dos estudantes e professores da educação básico no ensino médio brasileiro, para a ciências, com a inovação de novo modelo de ensino inovador e partindo dessa premissa, a pesquisa científica possa da continuidade na aplicabilidade deste estudo para os desenvolvimentos da compreensão para estudos futuros na área função quadrática.

BIBLIOGRAFIA

ALVARENGA, K. B.; ANDRADE, I. D.; SANTOS, R. D. J. Dificuldades na resolução de problemas básicos de matemática: um estudo de. Amazônia | Revista de Educação em Ciências e Matemática, v. 12, n. 24, p. 39-52, Jan/jul 2016. ISSN 95-243.

ALAMY. Arabe Manuscript: signature 918. [2023]b. 1 gravura. Disponível em: https://www.alamy.com/arabe-manuscript-signature-918-trigonometry-treaty-sheet-77-vo-exhibition-the-scientific--legacy-of-al-andalus-location-real-library-of-the-monastery-of-san-lorenzo-de-el-escorial-image220458383.html. Acesso em: 10 ago. 2023.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros curriculares nacionais: matemática. Brasília: MEC/SEF, 1997. 142 p. Disponível em: http:// p1ortal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/livro03.pdf. Acesso em: 27 maio 2023.

BONJORNO, R.; GEOVANNI JÚNIOR, J. R.; SOUSA, P. R. C. D. Prisma matemático: geometria e trigonometria. São Paulo: FTD, v. 1, 2023.

BONJORNO, R.; GEOVANNI JÚNIOR, J. R.; SOUSA, P. R. C. D. Prisma matemático: geometria e trigonometria. São Paulo: FTD, v. 1, 2020.

CLARETO, S. M. Educação Matemática e Contemporaneidade: Enfrentando Discursos Pós-Modernos. Bolema, Rio Claro – SP, v. 15, n. 17, p. 1-18, maio 2002. ISSN 978-85-89082-23-5.

COSTA, N. M. L. D. A História da Matemática. PUC, p. 1-18, 2022.

GONÇALVES, J. P. Análise da dificuldade e da discriminação de itens de Matemática do ENEM. REMAT, Bento Gonçalves, RS, Brasil, v. 4, n. 2, p. 38-53, 2018. ISSN 2447-2689.

HISTÓRIA DA MATEMÁTICA. Plimpton 322. 2017. 1 gravura. Disponível em: https://matematicahistoria.wordpress. com/2017/12/07/história-da-matemática-parte-1/. Acesso em: 27 set. 2023.

IEZZI, G. et al. Matemática ciências e aplicações. São Paulo: Saraiva, 2017.

IEZZI, G. Fundamentos da Matemática Elementar: Conjuntos e funções. São Paulo: Atual, 1993

LOPES. R.M. INOVAÇÃO MATEMÁTICA: Ensino- aprendizagem de trigonometria utilizando relógio e ângulo, na prática do ensino médio. Journal of Interdisciplinary Debates, João Pessoa, v. 04, n. 4, p. 04 – 37, jun. 2023. ISSN 2675-469X

LOPES. R.M. Princípio da matemática inovadora: Equação do 2º grau. Journal of Interdisciplinary Debates. 1ª.ed. João Pessoa: Editora Acadêmica Periódicos. 2023.

LOPES. R.M. INOVAÇÃO MATEMÁTICA: Ensino- aprendizagem de trigonometria utilizando relógio e ângulo, na prática do ensino médio. Journal of Interdisciplinary Debates. 1ª.ed. João Pessoa: Editora Acadêmica Periódicos. 2023.

LOPES, Rivanaldo Martins. Práticas de ensino de análise combinatória: um estudo de revisão integrada. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano. 08, Ed. 03, Vol. 03, p. 79-93. Março de 2023. ISSN: 2448-0959.

LOPES, Rivanaldo Martins. MATHEMATICAL INNOVATION: INNOVATIVE TEACHING PRACTICE OF PROPORTIONALITY. Journal of Interdisciplinary Debates João Pessoa – PB, v. 04, n. 04, p. 8-24, setembro 2023.ISSN 2675-469X. https://doi.org/10.51249/jid.v4i04.1598

LIMA, E. L. Novamente a proporcionalidade. Revista do Professor de Matemática, São Paulo, n. 12, p. 8-12, 1987.

MARTINS, L. De C. Abstração Reflexionante e Aprendizagem de Proporção: ensino de matemática na sexta série. 2007. 124 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Programa de Pós-Graduação em

Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

MENEZES, G. D. et al. Do experimento à experimentação: metodologia ativa no ensino de trigonometria. Rev. Monogr. Ambient., Santa Maria, v. 19, n. 4, p. 1-23, maio 2020. ISSN 2236-1308.

PIMENTA, G. L. M.; JUSTULIN, A. M. Uma experiência de ensino-aprendizagem de áres de figuras planas através de resolução de problemas. Educação Matemática Debate, Montes Claros, v. 5, n. 11, p. 1-17, 2021.

PEREIRA, E.; GUERRA, E. A. A utilização do geogebra para a aprendizagem da Trigonometria no Ensino Médio. Rencima, v. 7, n. 3, p. 53-72, agosto 2016.

PEREIRA, et al. Educação Matemática Crítica e a contemporaneidade: uma reflexão frente à problemática das fake news. Revista Educação Pública, p. 1-8, 16 dezembro 2022. ISSN 1984-629.

ROSSETTO, D.; BALIEIRO FILHO, I. F. A resolução de problemas no currículo de Matemática do estado de São Paulo e no Caderno do aluno. Revista Práxis Educacional, v. 17, n. 45, p. 428-450, abr./jun. 2021.

ROBINS, Gay; SHUTE, Charles. The Rhind Mathematical Papyrus: an ancient Egyptian text. London: British Museum Publications, 1987

ROQUE, T. História da matemática. Zahar, 2012.

SILVA, A. da F. G; PIETROPAOLO, R. C.; CAMPOS, T. M. M. Atual currículo de matemática do estado de São Paulo: indicações para a introdução do ensino da ideia de irracionalidade. Boletim GEPEM, Rio de Janeiro, n. 62, p. 31-44, jan./jul. 2013.