



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA - UESB MESTRADO
PROFISSIONAL EM MATEMÁTICA EM REDE NACIONAL - PROFMAT
DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

VANDERLEY SILVA SOUZA

A EQUAÇÃO DO SEGUNDO GRAU: HISTÓRIA E PRÁTICA NA SALA DE AULA

VITÓRIA DA CONQUISTA – BAHIA

2025

VANDERLEY SILVA SOUZA

A EQUAÇÃO DO SEGUNDO GRAU: HISTÓRIA E PRÁTICA NA SALA DE AULA

Dissertação apresentada ao Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional – PROFMAT da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, como requisito necessário para obtenção do grau de Mestre em Matemática.

Orientador: Prof. Dr. Flaulles Boone Bergamaschi

VITÓRIA DA CONQUISTA – BAHIA

2025

S719e

Souza, Vanderley Silva.

A equação do segundo grau: história e prática na sala de aula /

Vanderley Silva Souza, 2025.

98f.

Orientador (a): Dr. Flaulles Boone Bergamaschi.

Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia,
Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional – PROFMAT, Vitória
da Conquista - BA, 2025.

Inclui referências F. 65 – 70

Inclui sequência didática.

1. Matemática - Ensino fundamental. 2. Matemática - Estudo e ensino. 3.
Equação do 2º grau. 4. Sequência didática. I. Bergamaschi, Flaulles Boone.
II. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Mestrado Profissional em
Matemática em Rede Nacional – PROFMAT, Vitória da Conquista - BA. III. T.

CDD: 510.7

FOLHA DE APROVAÇÃO

Vanderley Silva Souza

A Equação do 2º Grau: História e Prática na Sala de Aula

Dissertação apresentada ao Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional - PROFMAT da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB, como requisito necessário para obtenção do grau de Mestre em Matemática.

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Flaulles Boone Bergamaschi - UESB

Prof. Dr. André Nagamine - UESB

Prof.ª Dr.ª Selma Rozane Vieira - IFBA

Vitória da Conquista - Ba

Aprovada em 27 de novembro de 2025



Documento assinado eletronicamente por **Flaulles Boone Bergamaschi**, Professor Titular, em 28/11/2025, às 12:07, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 13º, Incisos I e II, do [Decreto nº 15.805, de 30 de dezembro de 2014](#).



Documento assinado eletronicamente por **Selma Rozane Vieira**, Usuário Externo, em 29/11/2025, às 09:44, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 13º, Incisos I e II, do [Decreto nº 15.805, de 30 de dezembro de 2014](#).



Documento assinado eletronicamente por **André Nagamine**, Professor Titular, em 29/11/2025, às 09:44, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 13º, Incisos I e II, do [Decreto nº 15.805, de 30 de dezembro de 2014](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://seibahia.ba.gov.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **00128296408** e o código CRC **11C65D1A**.

Dedico este trabalho a Deus, a minha família e a todos os amigos pelo apoio moral, tornando esse desejo possível.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por me encorajar e livrar dos perigos iminentes da estrada durante as diversas, cansativas e longas viagens no deslocamento para a Universidade.

Agradeço a todos os amigos e colegas que, em algum momento, durante esse percurso, contribuíram de alguma forma, nem que seja com uma palavra de incentivo, para que eu seguisse firme até fim dessa etapa.

Agradeço aos meus pais, Valdir e Iva, por tudo que já fez por mim, pelo amor que tem me dado, pelas palavras de incentivo, pela educação e, principalmente, pelo cuidado, dedicação e confiança. Gratidão por ter vocês em minha trajetória de estudo e na realização deste sonho.

Agradeço aos meus irmãos, Nilton e Ivanete, juntamente com as suas respectivas famílias, pelo incentivo e apoio durante essa árdua tarefa e ainda pela preocupação durante as minhas viagens em prol desse feito.

Agradeço a minha esposa, Zélia, pelo apoio incondicional em todas as etapas do curso, por levantar o meu astral quando me sentia incapaz, por me incentivar e não me deixar desistir quando fraquejava. Saiba que você foi fundamental por eu ter chegado até aqui! Agradeço ainda por compreender a minha ausência, suportar o meu mau humor quando chegava preocupado com as ocorrências indesejadas durante a realização do curso. Obrigado por tudo!

Agradeço a minha filha, Flávia Karoline, por todo incentivo, pelo apoio moral, por me receber em sua casa e cuidar de mim nos dias em que estavam em Vitória da Conquista para participar das aulas. Vou ser grato a você pelo resto de minha vida.

Agradeço ao meu filhinho, Lorenzo, que mesmo com pouca idade, pode entender a minha ausência. Obrigado filho!

Agradeço a todos os meus sobrinhos, inclusive a minha afilhada Paulinha, por ouvir as minhas históricas dramáticas e que mesmo assim, conseguíamos torná-las cômicas.

Agradeço aos demais familiares e amigos que de um jeito ou de outro estiveram ao meu lado esse tempo todo.

Agradeço aos meus companheiros de viagem, Genivaldo e Cláudia. Obrigado pela força e pelas palavras de incentivo.

Agradeço aos meus colegas de sala por compartilhar os conhecimentos, por proporcionar momentos inesquecíveis, por ter tornado o ambiente mais agradável durante os nossos encontros na sala de aula.

Agradeço ao meu orientador Flaulles Boone Bergamaschi pela paciência, pela dedicação e preocupação com esse trabalho. Agradeço também aos demais professores que contribuíram de forma brilhante, sempre com muita dedicação e profissionalismo para que esse meu sonho fosse concretizado.

RESUMO

Este estudo se concentra na equação do 2º grau, sob um ponto de vista educacional, e teve como objetivo analisar o seu contexto histórico até o desenvolvimento em sala de aula, se apoiando na coleta de informações de professores e alunos, no qual se evidencia que o desenvolvimento do ensino da equação do 2º grau ainda é predominantemente direcionado por meio de métodos tradicionais, com exercícios teóricos e mecânicos, com pouca ou nenhuma conexão com a realidade do aluno. Para complementar o estudo conceitual, realizou-se uma pesquisa empírica com docentes e discentes, todos de escolas públicas, por meio de questionários estruturados. Os achados indicam que o desenvolvimento do ensino da Equação do 2º grau necessita de metodologias que favoreçam a compreensão dos alunos. Os docentes destacam as maiores barreiras enfrentadas pelos alunos: identificação dos coeficientes, equívocos com os sinais e limitado entendimento do discriminante delta. Por outro lado, os alunos mencionam dificuldades na interpretação dos enunciados, na aplicação da fórmula e na conexão do tema com o cotidiano. Tanto professores quanto alunos concordam sobre o baixo uso de recursos tecnológicos e de práticas contextualizadas. Dessa forma, este trabalho propõe uma sequência didática que favoreça um pouco mais a contextualização no ensino da equação do 2º grau, no sentido de que os alunos possam ter o contato direto com o contexto histórico e relacioná-los com atividades do cotidiano. Destacando o valor de métodos de ensino criativos que conectem o material ao dia a dia dos alunos e otimizem o aprendizado efetivo.

Palavras-chave: Educação Básica, Matemática, Sequência didática.

ABSTRACT

This study examined the quadratic equation from an educational perspective, focusing on its historical context and development in the classroom. Information collected from teachers and students revealed that the teaching of quadratic equations is predominantly driven by traditional methods involving theoretical and mechanical exercises with little or no connection to students' reality. To complement the conceptual study, we conducted empirical research with teachers and students from public schools using structured questionnaires. Our findings indicate that the development of quadratic equation teaching requires methodologies that promote student comprehension. Teachers identified three major barriers students face: identifying coefficients, making errors with signs, and having a limited understanding of the discriminant Δ . On the other hand, students mentioned difficulties interpreting statements, applying formulas, and connecting the topic to everyday life. Teachers and students both agreed on the low use of technological resources and contextualized practice. Therefore, this study proposes a didactic sequence that favors contextualization in the teaching of quadratic equations. This sequence allows students to have direct contact with the historical context and relate it to everyday activities. The sequence emphasizes the importance of creative teaching methods that connect the material to students' daily lives to optimize effective learning.

Keywords: Basic Education, Mathematics, Didactic sequence.

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Conceito ou situação-problema utilizado frequentemente para introduzir a equação do 2º grau.....	41
Gráfico 2. Erros comuns observados nos alunos ao resolverem equações do 2º grau.....	42
Gráfico 3. Atividades consideradas eficazes para promover a compreensão do significado do discriminante ($\Delta=b^2-4ac$)	42
Gráfico 4. Forma que procura conectar a equação do 2º grau com situações do cotidiano.....	43
Gráfico 5. Utilização recursos tecnológicos no ensino da equação do 2º grau.....	42
Gráfico 6. Formas de avaliação da equação do 2º grau.....	44
Gráfico 7. Estratégia considerada eficiente para lidar com alunos que apresentam dificuldades na aprendizagem da equação do 2º grau.....	45
Gráfico 8. Aspecto da equação do 2º grau considerada importante transmitir aos alunos.....	46
Gráfico 9. Aspecto tradicional da equação do 2º grau.....	47
Gráfico 10. Introdução a fórmula de Bhaskara.....	47
Gráfico 11. Formas de avaliação utilizadas para verificar a aprendizagem.....	48
Gráfico 12. Abordagem considerada importante para tornar grau significativa para os alunos.....	49
Gráfico 13. Práticas adotadas com frequência em sala de aula.....	49
Gráfico 14. No que se refere, quando começou a estudar a equação do 2º grau, qual dessas situações apareceu primeiro.....	51
Gráfico 15. Dificuldades enfrentadas pelos estudantes na resolução de equações do 2º grau...	51
Gráfico 16. Forma como a fórmula de Bhaskara foi ensinada	52
Gráfico 17. Compreensão dos estudantes sobre a finalidade do discriminante ($\Delta = b^2 - 4ac$)	52
Gráfico 18. Relação feita pelos estudantes entre a equação do 2º grau e situações do cotidiano	53
Gráfico 19. Tecnologias utilizadas pelos professores no ensino da equação do 2º grau, segundo os estudantes.....	54
Gráfico 20. Atividades que mais auxiliam os estudantes na compreensão da equação do 2º grau.....	54
Gráfico 21. Estratégias que mais auxiliam estudantes com dificuldades na equação do 2º grau.....	55

Gráfico 22. Aspectos considerados mais necessário pelos estudantes no aprendizado da equação do 2º grau Gráfico	55
Gráfico 23. Aspectos do método tradicional que os estudantes gostariam de modificar no ensino da equação do 2º grau.....	57
Gráfico 24. Características das provas e exercícios sobre equação do 2º grau segundo os estudantes.....	57
Gráfico 25. Percepções dos estudantes sobre a abordagem adotada nas aulas de equação do 2º grau.....	58
Gráfico 26. Metodologia das aulas e as preferências de aprendizagem dos estudantes.....	59

LISTA DE SIGLAS

a.C.	Antes de Cristo
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
E. C.	Era Comum
LDBN	Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional
NCP	Planície do Norte da China
pH	Potencial hidrogeniônico
pKa	Logaritmo negativo da constante de dissociação ácida
PNE	Plano Nacional de Educação
PROFMAT	Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional
SD	Sequência Didática
TDICs	Tecnologias digitais de informação e comunicação
UESB	Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Δ	Discriminante da equação quadrática

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	13
CAPÍTULO 1	16
1.1 A MATEMÁTICA E AS EQUAÇÕES.....	16
1.2 EQUAÇÕES 3º E 4º GRAU	19
1.3 HISTÓRICO DA EQUAÇÃO DO 2º GRAU	20
1.4 BABILÔNIOS: OS PRIMEIROS PROBLEMAS QUADRÁTICOS	21
CAPÍTULO 2	23
2.1 A CONTRIBUIÇÃO DE AL-KHWARIZMI.....	23
2.2 A FÓRMULA DE BHASKARA.....	24
2.3 A IMPORTÂNCIA DA EQUAÇÃO DO 2º GRAU PARA A EDUCAÇÃO	25
CAPÍTULO 3	27
3.1 A EQUAÇÃO DO 2º GRAU NA PRÁTICA.....	27
3.2 ÁREAS QUE UTILIZA A EQUAÇÃO DO 2º GRAU.....	27
CAPÍTULO 4	29
4.1 FERRAMENTAS TECNOLÓGICAS	29
4.2 SEQUÊNCIA DIDÁTICA COM A EQUAÇÃO DO 2º GRAU.....	30
CAPÍTULO 5	34
5.1 METODOLOGIA	34
5.2 RESULTADOS	34
5.2.1 Instrumento Aplicado aos Docentes	34
5.2.3 Instrumento Aplicado aos discentes	37
5.2.4 Análise do questionário aplicado pelos docentes.....	41
5.2.5 Análise do questionário interpretado pelos discentes	50
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	61
CAPÍTULO 6	64
6.1 PERSPECTIVAS PARA PESQUISAS FUTURAS.....	64
REFERÊNCIAS	65
APÊNDICE - SEQUÊNCIA DIDÁTICA	71

INTRODUÇÃO

A equação do 2º grau, expressa na forma $ax^2 + bx + c = 0$ (com $a \neq 0$), ocupa lugar central na matemática básica por articular ideias de álgebra, geometria e modelagem, ela sintetiza uma longa trajetória histórica em que diferentes civilizações, problemas práticos e avanços teóricos foram se encadeando até compor o repertório que hoje utilizamos na sala de aula e nas aplicações contemporâneas. Compreender esse percurso do raciocínio geométrico antigo à formalização algébrica moderna e às tecnologias digitais ajuda a dar significado ao conteúdo e a conectar o aprendizado ao cotidiano dos estudantes.

Para podermos ter uma melhor ideia de como essa equação foi pensada ao longo do tempo façamos um retorno na antiguidade, onde as soluções para problemas que hoje reconhecemos como quadráticos surgiam em contextos práticos, como agrimensura, comércio e arquitetura. Os babilônios, por exemplo, já resolviam situações equivalentes a “completar o quadrado”, ainda que com linguagem retórica e tabelas de cálculo; um enunciado típico seria algo como “encontrar um número que, somado ao seu quadrado, atinge um valor dado”, o que hoje reescreveríamos como $x^2 + bx = c$. Enquanto isso, na tradição grega, a abordagem era eminentemente geométrica: comprimentos e áreas representavam incógnitas, e a solução vinha por construções com régua e compasso, conferindo aos problemas quadráticos um sentido visual e dedutivo, como por exemplo o de determinar as dimensões de um retângulo de área fixa que minimize o perímetro, o que leva, sob tradução algébrica, a uma equação do 2º grau.

Com o avanço para o período clássico do subcontinente indiano, autores como Brahmagupta e Bhaskara sistematizaram regras gerais para as equações quadráticas, já indicando fórmulas que, em essência, se aproximam do que hoje chamamos de “fórmula de Bhaskara”. Esse passo foi decisivo: a passagem das soluções caso a caso para um método geral. No cotidiano, tais procedimentos serviam para questões como partilhas proporcionais e problemas de progressões que, traduzidos, levavam a relações quadráticas como, por exemplo o de calcular dimensões de um campo quando a soma dos lados e a área são conhecidas nos conduz a uma equação do tipo $x^2 + bx + c = 0$.

A partir do século IX, destacamos o florescimento matemático no mundo islâmico, com destaque para Al-Khwarizmi, que refinou e organizou a resolução de equações e consolidando o completar de quadrados como técnica central. Em paralelo, na China, o clássico “Os Nove Capítulos sobre a Arte da Matemática” já trazia métodos algorítmicos para lidar com raízes e áreas, com procedimentos afins à extração de raízes quadradas e à resolução prática de

problemas que hoje modelamos com quadráticas. Essa convergência de tradições — geométrica, retórica e algorítmica — preparou o terreno para o salto simbólico que viria na Europa. Assim do fim da Idade Média ao Renascimento, a tradução de textos árabes e a crescente adoção de notação simbólica abriram espaço para a unificação dos métodos. Com René Descartes, a geometria analítica fez a ponte decisiva entre álgebra e geometria, permitindo representar curvas — como a parábola — em eixos coordenados, relacionando diretamente as soluções de $ax^2 + bx + c = 0$ com interceptos no eixo x . Em seguida, com Euler e outros, consolidaram-se fórmulas resolutivas e um uso mais sistemático de símbolos, pavimentando o caminho para a aceitação de raízes negativas e, mais tarde, complexas.

A virada conceitual dos séculos XVIII e XIX trouxe duas consequências profundas. Primeiro, o Teorema Fundamental da Álgebra (associado a Gauss) que garantiu que toda equação polinomial admite soluções no campo complexo, e a noção de discriminante ($\Delta = b^2 - 4ac$) passou a sintetizar, de forma simples, a natureza das soluções: duas reais distintas ($\Delta > 0$), uma real dupla ($\Delta = 0$) ou um par de complexas conjugadas ($\Delta < 0$). Seguindo, nos séculos XX e XXI, as equações do 2º grau se difundiram em múltiplas áreas: na física (movimento, óptica parabólica, espelhos e antenas), na economia (funções de custo e lucro), na engenharia (trajetórias, resistências, controle), na computação e ciência de dados (ajuste de curvas, erro quadrático médio, algoritmos que minimizam funções quadráticas), e até em estudos interdisciplinares em saúde e bem-estar, quando relações aproximadas exibem “curvas em U” que podem ser modeladas, em primeira aproximação, por parábolas.

No ensino, essa história se traduz em práticas: começar por problemas contextualizados (áreas, trajetórias, custos), avançar para a interpretação gráfica (parábolas, vértice e raízes), conectar com a técnica (fatoração, completar quadrados, fórmula), e, por fim, integrar tecnologias (calculadoras gráficas, softwares como GeoGebra, ambientes de computação) que favorecem investigação, visualização e validação de conjecturas. Assim, o percurso histórico não é apenas pano de fundo: ele orienta escolhas didáticas que tornam o conteúdo mais acessível e significativo, ligando teoria, prática e tecnologia. Dessa forma, esta monografia adota a trajetória histórica como fio condutor para apresentar, interpretar e aplicar a equação do 2º grau. A opção por narrar de onde viemos — Babilônia, Grécia, Índia, mundo islâmico, China, Europa moderna — até onde estamos hoje — sala de aula, laboratórios e ambientes digitais — busca oferecer ao leitor um entendimento progressivo e conectado, no qual cada etapa prepara a seguinte e culmina em aplicações reais que dialogam com o cotidiano dos estudantes.

Destacamos que quando não se tem uma contextualização do conteúdo de forma histórica e prática, os alunos podem acabar sem compreender como utilizar e para que é utilizado, assim pode surgir desmotivação pelo conteúdo e acabar sendo entendido apenas de forma abstrata. É importante mencionar que essas insuficiências pedagógicas impedem o desenvolvimento do raciocínio lógico, comprometendo a aprendizagem matemática em sua totalidade. Pensando nisso, esta pesquisa emerge devido a várias indagações pontuadas pelos estudantes durante as aulas, ou em corredores da escola, questionando em quais áreas a equação do 2º grau é aplicada e qual necessidade de aprendê-la. A partir desses questionamentos é possível perceber a necessidade de um estudo contextualizado, de forma dinâmica, motivadora, desde o início do contexto histórico até a prática, no sentido de que assim a aprendizagem torna-se profunda, com aumento do interesse pelo conhecimento, facilitando a aprendizagem com novos conceitos, em um processo contínuo.

Diante do proposto, foi utilizada uma metodologia fundamentada em estudos bibliográficos, de base científica referindo-se a problemática que existe no ensino desse tipo de equação na Matemática da educação básica. Com isso, o presente estudo teve como objetivo verificar como a equação do 2º grau está sendo desenvolvida no contexto educacional, especialmente na educação básica. No segundo momento, propôs-se uma sequência didática, a fim de proporcionar uma aula contextualizada e de forma prática, que valorize o cotidiano do aluno, para que assim ocorra a aprendizagem significativa.

Esta dissertação está organizada em capítulos. Capítulo 1: A Matemática e as equações; Capítulo 2: A trajetória da equação do 2º grau; Capítulo 3: Equação do 2º grau na prática; Capítulo 4: As tecnologias e a Equação de 2º grau; Capítulo 5: Metodologias, resultados; Capítulo 6: Perspectivas para pesquisas futuras. Além disso, esta introdução, a conclusão e as referências fazem parte do corpo do trabalho. Ademais, o apêndice inclui uma sequência didática, mencionada anteriormente, que é uma parte importante deste estudo.

CAPÍTULO 1

Este capítulo apresenta uma análise das origens da Matemática, tendo como foco principal a evolução e os princípios da equação do 2º grau. Por meio de revisão bibliográfica, o estudo explora os conceitos fundamentais e as perspectivas históricas que desenvolveu este tema.

1.1 A MATEMÁTICA E AS EQUAÇÕES

Os níveis e características das civilizações são descritos a partir do marco da história da humanidade, dividido em eras e períodos, sendo o principal a Idade da Pedra, que surgiu antes da utilização dos metais. Pode-se destacar que a transformação da civilização ocorreu com o advento da metalurgia, em regiões dos vales fluviais férteis, lugares em que iniciaram as primeiras civilizações como Egito, Índia, Mesopotâmia e China, de acordo com o que foi descrito por Boyer (1974).

Diante do cenário enfatizado e os contextos da organização social, econômica e matemática, pontua-se que a origem deste conhecimento teve início a partir do cotidiano do ser humano. Considerando o princípio biológico e das sobrevivências dos mais aptos, é provável que a continuidade da espécie humana esteja relacionada ao avanço e à aplicação dos conceitos matemáticos (Boyer, 2003). Nota-se que diversas áreas do conhecimento estão em constante evolução, buscando sempre respostas, na intenção de ter resultados e melhorias para o bem-estar global.

Perante as evidências apresentadas do conhecimento prático e acumulado dessa civilização, encontra-se descrito no famoso Papiro de Rhinde, que foi transcrito por Ahmes por volta de 1650 a. C., que a prática da Matemática, envolvendo cálculos aplicados ao cotidiano, levando em consideração a geometria egípcia, era utilizada naquela época a partir de atividades concretas da vida (Boyer, 2003). Neste contexto, percebe-se na atualidade a importância da geometria sendo fundamental para o avanço da sociedade.

Houve também avanços revelados da Matemática de forma sistemática que foram refletidos em tabletes de argila do Antigo Império Babilônico. Ainda tiveram outras civilizações que criaram sistemas e métodos matemáticos que até então parecem com os que são utilizados atualmente, que realizavam os cálculos com mais facilidade, destacando-se as operações aritméticas fundamentais, sendo utilizadas em sistema sexagesimal (Saito, 2013).

Assim, a Matemática babilônica apresenta-se mais desenvolvida e avançada, especialmente em relação à álgebra e ao uso de tabelas matemáticas. De acordo com Boyer (2019), os babilônicos utilizavam uma tabela extremamente útil, que tabulou os valores de n^3+n^2 para valores inteiros de n . Desse modo, organizam os resultados de forma sistemática, com o objetivo de resolver as equações e simplificar as operações.

No livro *Episódio da História Antiga da Matemática*, de Aaboe, publicado pela SBM (Sociedade Brasileira de Matemática), é relatado que, por volta de 1700 a. C., os matemáticos babilônicos já conheciam métodos para resolver equações do 2º grau, apresentadas sob a forma de problemas, como encontrar dois números a partir da soma s e do produto p . Esses números correspondem às raízes da equação $x^2+sx+p=0$, e, de fato, resolver qualquer equação do 2º grau equivale a resolver um problema desse tipo (Lima, 1987). Sendo que os babilônios transformavam situações práticas em problemas algébricos, e, mesmo sem a simbologia moderna, organizavam os dados e aplicavam procedimentos aritméticos para encontrar a solução. Assim, para resolver uma equação do 2º grau era essencial encontrar dois valores que atendessem à condição de soma e de produtos dados.

O contato entre civilizações favoreceu tanto a difusão quanto a reformulação desses saberes. Mercadores e estudiosos gregos visitaram o Egito e a Babilônia, onde entraram em contato com a matemática pré-helênica e, em vez de apenas absorver essas tradições, apropriaram-se do conhecimento e o reformularam completamente (Boyer, 1999). Desse modo, muitos saberes egípcios e babilônicos foram levados à Grécia, onde novas proposições foram descobertas e os princípios sistematizados (Boyer, 2010).

Desta forma, Boyer (2019) destaca a eficiência dos babilônios na resolução da equação quadrática, principalmente as mais complexas, como exemplo um problema que pede o lado de um quadrado. Desse modo, os babilônios antigos resolviam equações quadráticas muitos antes do desenvolvimento da álgebra.

A redução babilônica de uma equação quadrática da forma $ax^2+bx=c$ à forma normal $y^2+by=ac$ pela substituição $y = ax$, $y^2 = a^2x^2$ mostra o grau da álgebra mesopotâmica. Esta facilidade de resolução, junto a ideia de valor posicional, explica o avanço dos babilônios em estudos matemáticos. Além disso, não há registros no Egito de resolução de uma equação cúbica, porém nota-se que entre os babilônios há muitos exemplos deste avanço (Boyer, 1999).

A partir da escola pitagórica, a Matemática passou a integrar um conjunto mais amplo de saberes. A visão pitagórica valorizava a estrutura dos números, que passou a ser estudada junto com a geometria, música e astronomia, formando o quadrvium, base das artes liberais na

Idade Média (Eves, 1997), sendo quatro áreas que fundamentaram o currículo clássico do conhecimento ocidental.

Com todas essas reflexões filosóficas, foram obtidas diferentes interpretações da Matemática. Aristóteles pontuou que os objetos matemáticos eram abstrações de experiência sensível, ao passo que Platão defendia como entidades perfeitas para o mundo das ideias (Boyer, 2019). Com isso, fortaleceram o campo da Matemática, com influências significativas para a teoria da disciplina, porém o desenvolvimento manteve-se ligado à prática, e a evolução foi gradual, diante da necessidade concreta, como, por exemplo, a criação dos sinais numéricos, mesmo antes das palavras, que serviam para a representação dos números.

A matemática moderna tem forte influência de La Géométrie, utilizando ideias de grandes pensadores como Newton e Leibniz, que desenvolveram o cálculo no século XVII. Além disso, houve uma ligação entre álgebra e geometria, pois as aplicações da Matemática se expandiram e houve mudanças na forma como os matemáticos desenvolviam os problemas, permitindo-lhes análises mais rigorosas e generalizadas. Já nos séculos XVII e XVIII, iniciaram-se técnicas mais sofisticadas, como a eliminação das variáveis, tornando importante para a resolução de sistemas de equações lineares e não lineares. A partir destes avanços, marcaram um novo estágio da álgebra e do desenvolvimento matemático (Choi, 2013).

Ao longo dos séculos XVIII e XIX, destacaram-se nomes como Lagrange, Gauss, Riemann e Cantor que contribuíram para a formalização e rigor da Matemática moderna, desenvolvendo áreas como geometria diferencial, análise, teorias dos conjuntos e álgebra abstrata (Eves, 2011).

Antes de Descartes, o estudo da álgebra e da geometria eram tratadas como disciplinas individuais, mas após La Géométrie passou a introduzir no sistema de coordenadas a representação de curvas e figuras geométricas, expressas em equações algébricas, essa contextualização permitiu que os problemas geométricos fossem resolvidos com a utilização da técnica algébrica, e vice-versa. A partir disso, surgiram outras teorias, como os conceitos de álgebra booleana, álgebra matricial e teoria dos grupos, ampliando o alcance simbólico.

A equação quadrática envolve vários aspectos de habilidades nas técnicas que são utilizadas para a resolução de problemas, sendo notado em diversas dimensões, como a interpretação algébrica, a análise gráfica, a modelagem de situações reais e a escolha adequada do método de resolução. Além disso destaca a profundidade e adaptação do conceito algébrico que é sustentado (Boyer, 1996).

Nesse sentido, a história das equações se estende por vários milênios e abrange diferentes culturas e matemáticos, que pode ser percebido a partir da evolução do pensamento e das técnicas, desde os métodos antigos de resolução das equações lineares, até o desenvolvimento de equações diferenciais.

Pode-se enfatizar que as origens das equações lineares remontam a milhares de anos, por meio de métodos que foram evoluindo ao longo do tempo, podendo ser destacado desde as civilizações antigas, como a Mesopotâmia e o Egito, que por vez, já apresentavam estratégias para resolução de problemas que envolvia as incógnitas, mesmo que ainda eram expressas de forma retórica.

Desta forma, enfatiza-se que o estudo das equações diferenciais teve destaque a partir do trabalho de Isaac Newton, que utilizou métodos com maior realce para resolver equações de primeira ordem. Além disso, no século XIX, trouxe avanço expressivo, incluindo soluções em série e análise qualitativa, ampliando a aplicação dessas ferramentas para diferentes áreas da ciência.

1.2 EQUAÇÕES 3º E 4º GRAU

Com a notação moderna, é fácil perceber que a equação $(ax)^3 + (ax)^2 = b$ é o mesmo tipo de equação $y^3 + y^2 = b$. No entanto, reconhecer isso sem a notação moderna representa um grande marco para o desenvolvimento da Matemática, muito mais significativo do que o princípio posicional na aritmética, que também deve-se à civilização mesopotâmica (Boyer, 2019).

Pode-se enfatizar que a álgebra babilônica havia atingido um nível tão avançado de abstração que equações como $ax^4 + bx^2 = c$ e $ax^8 + bx^4 = c$ foram reconhecidas apenas como equações quadráticas disfarçadas, ou seja, quadráticas em x^2 e x^4 (Boyer, 2019).

De acordo Garbi (2009), aproximadamente em 1510, um docente de Matemática da Universidade de Bolonha, chamado Scipione del Ferro, descobriu a fórmula geral para solucionar as equações de forma $x^3 + px + q = 0$. O desafio consistia em resolver vários problemas que se apresenta a solução na forma de equações de 3º grau. Contudo é importante recordar que o que Tartaglia¹ (1500 -1557), conforme aponta Kickhöfe; Carvalho, (2021) o que ele resolveu foram as equações específicas $x^3 + pq + q = 0$ e $x^3 + px^2 + q = 0$ e não a equação geral $ax^3 + bx^2 + cx + d = 0$.

¹ Niccolò Fontana Tartaglia (1500-1557) **Matemático Italiano**. Disponível em: https://clubes.obmep.org.br/blog/b_niccolo-fontana-tartaglia. Acesso em: 20 nov. 2025.

Qualquer equação geral pode ser convertida com facilidade, por exemplo, $x^3+px+q=0$, ao definir $x=y+m$ e determinando m de maneira a eliminar o termo de 2º grau. No costume da época entre os matemáticos de desafiarem-se mutuamente por meio de problemas, um tal Zuanne de Tonini da Coi apresentou a Cardano uma questão relacionada à equação $x^4 + 6x^2 - 60x + 36 = 0$.

Após inúmeras tentativas sem êxito, Cardano passou a questão ao jovem Ferrari que, num lampejo de gênio, encontrou o método geral para a solução das equações do 4º grau. Tal método foi publicado também por Cardano na obra ARS MAGNA primeiro tratado sobre álgebra, em continuidade à solução dada por Tartaglia às equações do 3º grau. Neste contexto, antes de mostrar o raciocínio, segundo Ferrari, $ax^4+bx^3+cx^2+dx+e=0$ sempre pode transformar em outra do tipo $y^4+py^2+qy+r=0$, fazendo $x=y+m$ e calculando m de modo a anular o termo de 3º grau (Garbi, 2009).

A contribuição de Ferrari para a história é marcante, pela função que desempenhou no livro ARS MAGNA², de Cardano, e por ter alcançado o ápice da Matemática da época, ao deduzir a fórmula para resolver equações do 4º grau por radicais.

1.3 HISTÓRICO DA EQUAÇÃO DO 2º GRAU

O desenvolvimento deste conteúdo iniciou desde o Egito antigo, até atualidade, tendo a contribuição de diferentes estudiosos com destaque as evidências de Descartes na construção geométrica (Fragoso, 2000).

Neste contexto, é importante pontuar que a equação do 2º grau apresentada na forma $ax^2+bx+c=0$, em que as letras a , b e c , com $a \neq 0$, representando coeficientes numéricos e x , a variável, tem a fórmula de Bhaskara como uma das maneiras utilizadas para resolver esse tipo de equação. Essa fórmula, descrita como $x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$, que contém o termo $b^2 - 4ac$, conhecido como discriminante, sendo esse o determinante da natureza das raízes (Almeida, 2020).

Além dos cálculos das raízes, as equações do 2º grau também podem ser representadas geometricamente, sendo que a natureza das soluções deve ser analisada por meio dos valores

² **Ars Magna.** Disponível em:

<https://webpages.ciencias.ulisboa.pt/~ommartins/seminario/renascenca/arsmagna.htm>. Acesso em: 20 nov. 2025.

próprios da matriz associada, fornecendo informações sobre as propriedades da equação (Fragoso, 2000).

A forma complexa que determina a equação do 2º grau pode levar a desafios para encontrar os resultados, principalmente em dimensões mais altas ou em contextos não lineares. Para isso, a compreensão das equações algébricas e numéricas torna-se fundamental, com destaque das letras que normalmente é representada pelos coeficientes e variáveis, sendo o que define a estrutura das propriedades da equação.

Desta forma, mesmo que as letras nas equações do 2º grau tenham funções específicas na definição, a interpretação pode variar em diferentes campos, como em álgebra, teoria dos grafos e dos números. Essa diversidade é destacada pela versatilidade para a equação do 2º grau e na pesquisa em estudo da Matemática.

Mesmo que o propósito dos pensadores tenha sido o fortalecimento na resolução das equações, o reconhecimento da evolução deste pensamento algébrico não ocorreu de forma linear ou homogênea, pois pode perceber que a aceitação desses métodos algébricos foi modificada ao longo de culturas e épocas, uma vez que mostra a consolidação das técnicas atuais, mesmo enfrentando resistências conceituais e pedagógicas no decorrer do tempo.

Faz-se necessário a compreensão dos conceitos e das diferentes formas de aplicação, para o desenvolvimento deste conteúdo.

1.4 BABILÔNIOS: OS PRIMEIROS PROBLEMAS QUADRÁTICOS

Os babilônios foram os primeiros a descobrir que números positivos ou negativos elevados ao quadrado, resultam sempre em positivos. A ideia de reduzir o grau de uma equação para facilitar o encontro das raízes nem sempre pode ser aplicada, mas há casos que se demonstra muito útil. Desta forma, os babilônios foram os primeiros a descobrir esse fato, que mais tarde foi redescoberto pelos hindus. As equações do 2º grau é a chave para a solução de um problema clássico, como encontrar dois números, conhecendo-se a partir da soma s e produto p . (Garbi, 2009).

Os babilônios são reconhecidos como os primeiros a contribuir para a solução de problemas quadráticos, que surgiram das necessidades práticas em geometria e divisão de terras. Diante disso, os textos matemáticos destacam que as equações quadráticas não eram apenas construções teóricas, mas mostra também que eram aplicadas à realidade,

principalmente em divisões de propriedades e medições de campo. Assim, os estudos babilônicos contribuíram de forma fundamental para aprimoramentos posteriores.

As equações quadráticas eram proeminentes na Matemática babilônica já na segunda metade do terceiro milênio a.C., ligadas a problemas de divisão geométrica. Assim, a descoberta de textos cuneiformes, indica que as soluções para problemas quadráticos existiam ainda mais cedo, durante o período sumério de Ur III (Pinedo, 2022). Desse modo, esses registros demonstram a sofisticação do pensamento matemático antigo, como também a relevância prática dessas equações na organização da vida cotidiana.

Os matemáticos babilônicos empregavam técnicas como a regra do conjugado e a de completar quadrados para resolver equações quadráticas, muitas vezes visualizando esses problemas geometricamente (Oliveira, 2018). Além disso, o uso da notação sexagesimal (base 60) facilitava a realização cálculos complexos, permitindo a resolução eficiente de problemas (Pinedo, 2022).

Mesmo com os avanços alcançados pelos pensadores matemáticos da antiguidade, é necessário reconhecer que os métodos estavam profundamente estabelecidos em aplicações práticas, notado por meio da reflexão das combinações da matemática teórica e aplicada daquela época, e que posteriormente influenciou as gerações futuras. Nesse sentido, essa junção entre o raciocínio teórico e a necessidade concreta, evidencia a matemática funcional e contextualizada.

CAPÍTULO 2

Este capítulo mostra a equação do 2º grau, a partir das contribuições dos Al-khwarizmi para o ensino da Matemática, destacando a relevância no contexto educacional, o desenvolvimento do raciocínio lógico e da compreensão matemática dos estudantes.

2.1 A CONTRIBUIÇÃO DE AL-KHWARIZMI

A álgebra teve início na Idade Média, no contexto da Matemática Islâmica, com as contribuições relevantes do ilustre astrônomo de Bagdá Muhammad ibn Musa al-Khwarizmi.

Silva e Morey (2021) descrevem que Al-Khwarizmi influenciou a Aritmética e Álgebra, escrevendo a obra *Al-Kitab al-Mukhtasar fi Hisab al-Jabr wal-Muqabala* (Livro sobre o cálculo de álgebra), além de desenvolver soluções de equações lineares e quadráticas, de forma sistemática, uma vez que introduziu o termo álgebra, sendo uma palavra árabe derivada de al-jabr, que tem como significado de reunião de partes quebradas.

No tratado *Kitāb al-mukhtaṣar fī ḥisāb al-jabr wa'l-muqābala*, al-Khwarizmi explica que Al-jabr refere à operação de transpor para o outro lado de uma equação um termo subtraído, como por exemplo, transformar a equação $x - 3 = 6$ em $x = 9$, de modo a eliminar quantidades negativas e apresentar a incógnita de forma positiva. Dessa obra, surgiu a palavra Álgebra, encontrada em todas as línguas do mundo, amplamente utilizada na Matemática e que está evidentemente ligada às ideias básicas de Euclides (Garbi, 2009). Desse modo, evidencia uma continuidade entre o pensamento matemático grego e o islâmico, reafirmando o caráter cumulativo e intercultural do conhecimento científico.

A obra de Al-Khwarizmi é organizada de forma estruturada, o que reflete profundamente o pensamento da matemática, dividida em três partes, uma dedicada à resolução de equações algébricas, outra aos conceitos básicos da geometria elementar e uma terceira voltada a questões práticas, como testamentos, essa estrutura demonstra a tentativa de integrar teoria e aplicação. Por isso, o termo *jabr* possui significados simbólico relevante no contexto médico da época, referia-se ao ato de recolocar um membro deslocado em devido lugar (Silva et al, 2021). No âmbito das equações algébricas, esse conceito é aplicado à transposição de termos, ou seja, quando um elemento é removido de um lado da equação, deve ser restabelecido no outro lado para manter o equilíbrio. Assim, essa contextualização mostra a origem e a lógica por trás do pensamento algébrico que foi sistematizado.

Em continuidade ao pensamento algébrico, é necessário destacar que a arte da álgebra, incluindo a *al-muqabala*, é uma disciplina científica que trata do estudo de incógnitas, números desconhecidos ou variáveis, e as relações. Desse modo, as incógnitas são inicialmente desconhecidas, mas podem ser determinadas por meio de relações com elementos conhecidos. Por isso, a grandeza dessa arte está na compreensão dos métodos de análise que permitem identificar tais incógnitas, sejam de natureza numérica ou geométrica (Khayyam, 1953; Araújo, 2019). Além disso, a álgebra permite transformar o desconhecido em conhecido, sendo esse conceito central no desenvolvimento do raciocínio matemático.

Al-Khweizmi e Khayyan apresentaram similaridade no processo de resolução da equação Algébrico e Geométrico. Enquanto Al-Khwarizmi desenvolveu métodos e exemplos práticos, Khayyan apresentou de forma ampla para a resolução da Álgebra, principalmente na geometria, demonstrando a equação linear e quadrática., Al-Khwarizmi deixou descrito seis tipos de equações, sendo cada uma com método algébricos e geométricos para resolução ax^2+bx ; $ax^2=c$; $bx=c$; $ax^2+bx=c$; $ax^2+c=bx$; $bx+c=ax^2$ (Silva et al., 2021).

Diante disso, mesmo antes da simbologia algébrica moderna, já utilizava as fórmulas geométrica e algébrica, como foi proposto por estes estudiosos.

2.2 A FÓRMULA DE BHASKARA

A contribuição de Bhaskara (1114-1185) está diretamente associada à fórmula geral para resolver as equações do 2º grau, a fórmula representa uma técnica algébrica, consolidada em raciocínio que permite transformar uma equação quadrática em expressão de fácil resolução. Desse modo, fundamenta-se na ideia de reduzir o grau da equação por meio da extração de raízes quadradas, que foram estratégias utilizadas pelo engenhoso instrumento que os hindus criaram de modo satisfatório até chegar ao desenvolvimento da Fórmula de Bhaskara (Garbi, 2009). Assim, a contribuição desta fórmula reflete o avanço na formalização dos métodos algébricos.

Desta forma, as contribuições de Bhaskara representam um marco na história da matemática, pois promoveram maior sistematização do conhecimento, estabelecendo fundamentos que são utilizados na educação e na prática matemática contemporânea. Neste contexto, a difusão da fórmula atribuída a Bhaskara, contribuiu em especial no avanço das equações diofantinas e das aproximações numéricas, a partir dos pensadores daquele tempo, desde a Índia antiga, pois tinham influencia durante as resoluções com números nas operações

aritmética. As contribuições de Bhaskara, revelam uma compreensão profunda da estrutura algébrica, destacando-se, nesse sentido, método cakravāla, considerado uma técnica avançada para a resolução de equações quadráticas (Alves, 2019).

Bhaskara utilizou uma metodologia iterativa para resolver equações diofantinas, focando em formas quadráticas como $px^2+k=y^2$ (Luca, 2003; Patte, 2010; Alves, 2019). Essa técnica demonstra sua maneira sistemática e inteligente de lidar com problemas matemáticos complicados. Além disso, ele se sobressaiu na trigonometria, criando uma fórmula exata para calcular o seno. Essa fórmula, baseada em polinômios, tinha um erro máximo de 0,00165 entre 0° e 180° (Silva; Gomes; Morey, 2013; Stroethoff, 2014). O uso de simetria e interpolação nessa aproximação mostra sua capacidade de unir teoria e prática, antecipando métodos modernos de aproximação funcional.

O trabalho de Bhaskara exerceu influência significativa sobre gerações posteriores de estudiosos, como evidenciado no comentário de Kṛṣṇadaivajña, que aprofundaram e esclareceram os métodos (Patte, 2010). As técnicas desenvolvidas solucionaram problemas complexos na época, como também estabeleceram fundamentos para avanços posteriores na matemática, com ênfase na lógica, no uso de métodos alternativos de demonstração e na procura por precisão matemática. Embora os métodos de Bhaskara tenham sido inovadores, alguns estudiosos argumentam que a falta de documentação sistemática pode impedir uma compreensão completa das contribuições (Celestino; Pacheco, 2011). Ao contrário, as ideias continuam a reverberar no discurso matemático atual, evidenciando a atemporalidade e a profundidade do pensamento.

2.3 A IMPORTÂNCIA DA EQUAÇÃO DO 2º GRAU PARA A EDUCAÇÃO

Desde os princípios, os textos babilônicos revelam uma perspectiva pedagógica, evidenciada durante as orientações explícitas destinadas ao ensino da equação quadrática. Registros datados de aproximadamente 1600 a. C. mostram que os matemáticos babilônicos recorriam a métodos geométricos, que foram registrados em tábuas cuneiformes (Celestino; Pacheco, 2011; Pinedo, 2019). A partir do entendimento destes métodos em sala de aula, os educadores podem proporcionar aos estudantes compreensão de conceitos algébricos, com apreciação histórica do desenvolvimento de diferentes áreas da Matemática. Desta forma, quando adota-se uma prática que abrange o levantamento das contribuições históricas, tende a

ampliar o entendimento conceitual das equações quadráticas, promovendo a valorização da matemática como um saber construídos ao longo de séculos.

Essa dimensão pedagógica está diretamente ligada às aplicações práticas das equações quadráticas na sociedade mesopotâmica. Os problemas de divisão geométrica que exigiam a resolução desse tipo de equação, demonstram como a matemática era utilizada para resolver questões concretas, como o cálculo de áreas de terrenos (Roque; Pitombeira, 2012; Friberg, 2013). Tais situações demonstram que, já na Antiguidade, a Matemática era utilizada como uma ferramenta para resolver questões reais, conferindo às equações quadráticas uma importância indispensável nas práticas sociais e econômicas do período. Neste sentido, as estruturas educacionais modernas podem incorporar métodos babilônicos para ensinar equações quadráticas, vinculando interpretações geométricas a soluções algébricas.

Assim, estudos pontuam que os estudantes que envolvem com métodos históricos, como o desenvolvimento babilônico, tendem a descobrir a Matemática como uma disciplina mais significativa e motivadora, já que a conexão entre história, cultura e conhecimento matemático contribuem para a formação integral, pois rompe com o método apenas tradicional, abstrato e descontextualizado da disciplina (Oliveira et al., 2015). Ao evidenciar as raízes históricas e práticas da Matemática, esse ponto de vista revela a presença no cotidiano das civilizações e, por extensão, na vida dos próprios alunos. Além disso, promove o desenvolvimento crítico e a valorização do conhecimento como processo histórico e dinâmico.

Nota-se que, embora o método babilônico proporcione percepções valiosas para a evolução histórica de Matemática, na atualidade pode ser considerado limitado, pois exige avanços da didática contemporânea, para que priorizem resolução de problemas, pensamento e a aprendizagem crítica e ativa.

No contexto atual, requer um ensino voltado para práticas mais contextualizadas, que envolvam os estudantes de forma participativa e mesmo considerando os métodos históricos, é importante fazer relação com o avanço moderno, no sentido complementar a prática pedagógica.

CAPÍTULO 3

Esse capítulo apresenta a equação do 2º grau sendo aplicada em algumas áreas do conhecimento.

3.1 A EQUAÇÃO DO 2º GRAU NA PRÁTICA

A equação do 2º grau iniciou-se desde os primórdios, sendo uma prática milenar, que foi difundida em diferentes culturas ao longo da história, como as civilizações babilônicas, árabe, grega, hindu e islâmicas, desse modo, pode-se pontuar que cada uma dessas tradições contribuiu com desenvolvimento de métodos e resoluções próprios, mesmo antes do conhecimento das letras e fórmulas simbólicas. Apesar de naquela época ainda não terem um conhecimento tão amplo, pois a notação algébrica para representar variáveis e coeficientes ainda não existia, houve avanços importantes nesse campo.

Desta forma, no contexto atual, as equações do 2º grau são resolvidas por meio da fórmula já padronizada, podendo também utilizar outras formas de resolução, sendo as raízes os resultados encontrados por qualquer um dos métodos (Penha; Hartmann, 2022). Neste contexto, torna-se possível reconhecer que o conhecimento acumulado das diferentes culturas ao longo dos séculos, contribuíram para o desenvolvimento da álgebra e geometria, reforçando, assim, o valor histórico e pedagógico desse conteúdo no ensino atual.

No Brasil, teve início no século XIX por meio do ensino secundário, juntando a outras áreas que a abordava no currículo, como a Aritmética, Geometria e Trigonometria, denominando assim Matemática (Ferreira; Abreu, 2024).

3.2 ÁREAS QUE UTILIZA A EQUAÇÃO DO 2º BGRAU

A equação do 2º grau pode ser aplicada em várias áreas, como na física, engenharia, economia, entre outras. Na Física e na cinemática pode ser notada no movimento e da dinâmica, correlacionando com a lei de Newton, fazendo relação com a força, massa e aceleração, evidenciando a modelagem de sistemas mecânicos, análise de projetos e áreas que envolvem movimento e força. Como exemplo podemos citar o lançamento de uma bola verticalmente com uma velocidade de 20 m/s e para descobrirmos o tempo que se gasta para a bola voltar ao chão, usaremos a equação $h(t) = 20t - 5t^2$, em que $h(t)$ é a altura em função do tempo t .

Na bioquímica, as equações de 2º grau também são usadas para modelar a cinética enzimática. Um exemplo notável é sua aplicação na determinação do pKa de grupos enzimáticos ionizáveis, etapa que compreende a atividade catalítica das enzimas. Uma vez que envolve o ajuste de uma equação de 2º grau por meio de técnicas de regressão não linear, permitindo a análise e o efeito do pH sobre a atividade das enzimas. A partir disso, é possível obter informações relevantes sobre constantes de dissociação molecular e parâmetros de reação (O'Reilly; Riveros, 1993).

As equações do 2º grau podem também ser adotadas em áreas de tecnologias, ambientais e biológicas, como também em processamento de sinais, além disso, são utilizadas em técnicas de compreensão de dados, filtragem e reconhecimento de padrões, uma vez que utiliza - se estas transformações baseadas em funções quadráticas, pode permitir maior otimização e aproximação dos sinais estocásticos, aumentando o desempenho em tarefas como equalização de canal cego e seleção de características relevantes.

Já na agricultura, estudos como o de Mao et al. (2003) demonstram a utilidade dos polinômios de 2º grau na modelagem da produtividade de culturas sob diferentes regimes de irrigação. Em pesquisa realizada com pepinos cultivados em estufa na Planície do Norte da China (NCP), verificou-se que a relação entre o volume de água aplicado e a produção obtida foi descrita por funções quadráticas.

As equações quadráticas constituem ferramentas fundamentais na modelagem matemática, permitindo a simplificação de problemas complexos na ciência e na engenharia (Pinheiro, 2024; Annamalai, 2024). Além disso, elas desempenham funções relevantes no campo da teoria dos números, em especial no estudo das equações diofantinas de 2º grau. Nesse caso, tem como objetivo encontrar soluções inteiras, o que evidencia a complexidade e a profundidade das formas quadráticas, sendo que transformações algébricas podem converter essas equações em representações mais simples, facilitando a obtenção dessas soluções (Freitas, 2015; Thiruniraiselvi, 2024).

Assim, a equação geral do 2º grau é capaz de ser analisada sob diferentes perspectivas, oferecendo uma compreensão mais aprofundada sobre a natureza dos conjuntos de soluções e propriedades estruturais. Pode-se destacar que mesmo as equações quadráticas sendo vistas como construções matemáticas simples, as aplicações abrangem em diversos campos, revelam sua complexidade e interconexões mais avançadas.

CAPÍTULO 4

Este capítulo apresenta uma sequência didática que integra teoria, prática e recursos digitais para promover ensino aprendizagem da equação do 2º grau de forma significativa.

4.1 FERRAMENTAS TECNOLÓGICAS

Com o avanço tecnológico, diversas ferramentas passaram a auxiliar no ensino da equação do 2º grau, facilitando para que o professor atue como mediador do conhecimento.

Neste sentido, o apoio das ferramentas interativas, no currículo escolar no ensino do Fundamental e Médio, favorece a compreensão de conceitos matemáticos, uma vez que articula teoria e prática tornando o processo de aprendizagem mais dinâmico e envolvente. Quando utilizadas de forma planejada essas tecnologias despertam a curiosidade dos estudantes, incentivam a investigação e provêm a construção ativa de novos conhecimentos.

Estudos pontuam que a calculadora gráfica Desmos é uma ferramenta tecnológica que pode ser utilizada para o auxílio no ensino da equação do 2º grau, facilitando a visualização de expressões algébricas e proporcionando o entendimento de polinômios e equações. Nesse contexto, a adoção de recursos, como planilhas eletrônicas e matrizes, possibilita aos alunos explorar a modelagem matemática, permitindo prever comportamentos e análise das variações em condições iniciais, sendo fundamental para desenvolver situações do cotidiano.

Outro software ideal para ser utilizado durante as aulas é o Geogebra. Essa é uma plataforma dinâmica que integra geometria, álgebra e cálculo, sendo concebida para fins pedagógicos do ensino e aprendizagem de Matemática por Markus Hohenwarter na Flórida Atlantic University, como destacado por Freitas et al. (2015). Assim, a utilização do software Geogebra no ensino da equação quadrática contribui para a motivação dos alunos, estimulando a construção de conceito por meio de desafios e descobertas (De Paula et al., 2011). Estudos indicam que a utilização do GeoGebra para a demonstração de gráficos contribui para uma melhor visualização, interpretação e experimentação de gráficos e elementos.

Neste sentido, o estudo de Santos (2024) destaca que ao comparar os diferentes tipos tecnológicos o Desmos possui interface e fácil acesso online, enquanto o GeoGebra dispõe de diferentes funções.

Evidencia-se que a representação gráfica é uma oportunidade de exploração das propriedades Matemáticas, pois demonstra as equações de forma intuitiva e interativa,

tornando-se possibilidade de melhoria no desempenho e interesse para conteúdo como, por exemplo, a álgebra (Cannings, 1995).

A integração bem-sucedida desses recursos exige planejamento adequado, acesso às tecnologias e investimento em formação continuada para os professores, garantindo que estejam preparados para utilizá-los de maneira pedagógica. Nesse contexto, a incorporação das tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDICs), alinhada a métodos tradicionais, pode promover uma aprendizagem ativa e a interação dialógica entre os alunos. Quando articuladas a uma sequência didática sistematizada, essas ferramentas podem potencializar uma aprendizagem mais ativa e significativa.

4.2 SEQUÊNCIA DIDÁTICA COM A EQUAÇÃO DO 2º GRAU

Estudos enfatizam que as letras na equação do 2º grau representam as variáveis ou incógnitas, elementos fundamentais na álgebra, pois as letras são utilizadas para simbolizar números que podem variar, que não são conhecidos, assim permite que o aluno resolva problemas encontrando o valor dessas variáveis. Desse modo, a função das letras nas equações é fundamental para o desenvolvimento do pensamento algébrico, uma vez que é a base para estudos matemáticos mais avançados, além de englobar diferentes áreas do conhecimento. Logo, o uso de letras em equações facilita a transição da aritmética para a álgebra, introduzindo os conceitos de variáveis e as relações entre quantidades (O'Regan, 2023).

A utilização de letras como variáveis possibilita a formulação e a resolução de equações aplicáveis a diferentes situações. Desse modo, a introdução das equações em situações problemas pode contribuir para a utilidade prática das variáveis. No entanto, em algumas situações é comum o aluno encontrar dificuldades quando introduzir o enunciado verbal em expressões algébricas.

Muitos alunos consideram o conceito de letras como variáveis desafiadoras, pois exige uma mudança de números concretos para símbolos abstratos. Uma vez que a utilização de métodos de ensino de forma adequada, até mesmo para os alunos mais jovens, pode desenvolver um entendimento processual e estrutural das expressões literais (Zeljic, 2015). Entretanto, a utilização de letras em equações é uma ferramenta poderosa para expressar ideias matemáticas, além disso, pode ser fonte de confusão para alunos iniciantes em álgebra. É crucial que os educadores introduzam de forma cuidadosa esses conceitos para, assim, garantir que os alunos

construam um entendimento sólido, a fim de que compreendam variáveis e função das equações.

Nesse contexto, desenvolver as conexões e a inter-relação entre as diferentes áreas da matemática nos educandos contribui para a eliminação de excessos e redundâncias, promovendo um aprendizado mais fluido e acessível. Assim, o ensino intradisciplinar é pautado na integração aritmética, geometria e álgebra, já que quando os alunos aprendem a enxergar a matemática como um todo, em vez de conjuntos com tópicos isolados, passam a ter mais oportunidades de entendimento e aplicação dos conceitos de maneira mais significativa, tornando-se assim, autônomos na resolução de problemas e na construção de conexões entre diferentes contextos (Lorenzato, 2008).

Desse modo, a sequência didática (SD) é um conjunto de atividades escolares organizadas de maneira sistemática em torno de um gênero textual oral ou escrito (Araújo, 2013). Uma vez que mesmo o ensino de cálculos em muitas escolas ainda não esteja totalmente conectado à realidade dos estudantes, o estudo sobre sequência didática tem mostrado resultados positivos, pois transforma em aulas mais dinâmicas, significativas e envolventes, resultando em maior compreensão do tema (Oliveira; Lavor, 2022).

Os Parâmetros Curriculares Nacionais de Matemática indicam que as exigências da vida diária determinam os alunos a cultivar uma forma prática de inteligência, como identificar problemas, e avaliar informações, tomar decisões informadas e envolver em tarefas matemáticas (Brasil, 1997). Desta forma, quando o ensino é aprimorado no contexto das instituições educacionais, os resultados da aprendizagem podem desencadear em resultados melhores.

Diante do apresentado, as sequências didáticas demonstram uma organização que pode integrar diferentes tipos de atividades dentro de uma proposta pedagógica realizada durante o processo de ensino, de maneira unificada, com isso permite verificar qual das intervenções, ações e propósito assume os objetivos educacionais específicos (Zabala, 1998). Além disso, as sequências didáticas contribuem para evidenciar a função de cada atividade na construção do conhecimento e na aprendizagem de distinto conteúdo. Logo, a sequência didática tem a função de proporcionar aos alunos o acesso a novas práticas de linguagem.

A sequência didática adotada segue etapas nas quais são apresentadas as atividades, os objetivos e os conteúdos a serem desenvolvidos, permitindo que os alunos entendam o propósito. Depois que os alunos se familiarizam com o tema proposto e resolvem os cálculos, têm a oportunidade de revisar e reescrever. Por fim, aplicam os conhecimentos adquiridos para

melhorar a prática (Dolz et al., 2004). Dessa forma, a sequência didática abrange uma variedade de atividades que precisam ser selecionadas, adaptadas e alteradas conforme as demandas dos estudantes, os momentos apropriados para o ensino, o percurso educacional e a integração das práticas de aprendizagem. Nesse contexto, é fundamental implementar as práticas em sala de aula e que o docente avalie os avanços obtidos.

Durante a primeira etapa da aplicação da sequência didática é importante destacar a contextualização do conteúdo, pontuando a equação do 2º grau, dando ênfase aos aspectos históricos e aos métodos utilizados para a resolução de problemas. Salienta-se que esta sequência didática surge por perceber a necessidade que os alunos enfrentam para a compressão de tais assuntos e sua aplicabilidade. Desse modo, considera-se uma temática que precisa ser expandida, com a apresentação das diferentes áreas do conhecimento que pode ser utilizada para a solução de problemas da forma eficiente e precisa, deixando em aberto para as adaptações durante a vida diária, de acordo a necessidade de cada um.

Assim, a equação do 2º grau é aplicada em várias áreas do saber, contudo, neste estudo, é aplicada de acordo com o dia a dia dos alunos. Neste sentido, conforme destacado por Ausubel (2012), a aprendizagem significativa se concentra principalmente na obtenção de novos significados do material didático apresentado. A interação entre possíveis novos significados e as ideias pertinentes na estrutura cognitiva do aprendiz resulta em significados concretos. Como cada estrutura cognitiva é única, todos os novos significados obtidos são necessariamente únicos. Assim, para que ocorra a aprendizagem significativa, os alunos devem estar predispostos a aprender e o material didático deve ser potencialmente significativo (Silva, 2020).

Neste sentido a sequência didática pode desencadear a compreensão e o envolvimento dos alunos, ao integrar diferentes métodos, os educadores podem criar um desenvolvimento que estimule as habilidades de resolução de problemas e a compreensão do conceito (Oliveira; Romão, 2018).

A sequência didática terá início com a apresentação da Equação do 2º grau dentro de um contexto, mostrando situações do dia a dia que possibilitam aos estudantes entenderem como é usada em problemas do cotidiano.

Depois, será realizada explanação de forma contextualizada sobre como a equação do 2º grau surgiu, mencionando as contribuições dos babilônios, árabes e a sua relevância ao longo da história. Na sequência, os alunos terão que identificar os coeficientes (a , b e c), seguindo pelos métodos de resolução, decomposição em fatores, fórmula de Bhaskara, e gráfico, podendo

ser utilizado o software Geogebra. Em seguida, serão apresentados problemas do contexto, nos quais poderá utilizar os métodos aprendidos, incentivando o pensamento lógico e a colaboração, encontra-se descrito no (Apêndice).

CAPÍTULO 5

Neste capítulo, apresenta-se a metodologia e os instrumentos de campo da pesquisa para a obtenção dos dados. Foi organizado com propósito de expor e interpretar os resultados obtidos. Descrevendo de forma detalhada os procedimentos metodológicos adotados na pesquisa, como os instrumentos utilizados para a coleta e análise dos dados.

5.1 METODOLOGIA

Este estudo foi desenvolvido a partir de uma abordagem quantitativa, de natureza básica e bibliográfica, desenvolvida com base em outros estudos, assim como se propõe Gil, (2002).

Lakatos e Marconi (2017) pontuam que a abordagem quantitativa é evidenciada pela utilização de procedimentos estatísticos e métodos padronizados durante a coleta e na interpretação dos dados. Neste caso, tem como propósito quantificar informações e identificar relações entre variáveis, com a utilização de dados numéricos.

É necessário destacar que a pesquisa básica ou fundamental estimula a possibilidade de ampliar o conhecimento teórico de forma em aplicar tais métodos, no sentido de padronizar a coleta e interpretação dos dados, neste sentido, é a procura de progresso científico, como destacado por Lakatos e Marconi (2003).

Para a coleta dos dados, foram utilizados dois questionários online, contendo 13 questões cada, aplicados por meio da plataforma *Google Forms*. Os instrumentos foram direcionados a 53 alunos de uma escola estadual de Tanque-Novo – Bahia, em turmas que já tiveram contato com a equação do 2º grau, e a 42 professores de Matemática de escolas públicas, na região Sudoeste da Bahia, que lecionam ou já lecionaram o conteúdo de equações do 2º grau, no período de janeiro a maio de 2025.

Por fim, os dados obtidos foram organizados e analisados com o auxílio do software Microsoft Excel, no qual também foram gerados os gráficos representativos dos resultados.

5.2 RESULTADOS

5.2.1 Instrumento Aplicado aos Docentes

As perguntas foram elaboradas para avaliar a compreensão da equação do 2º grau no contexto do ensino atual. As questões³ de 1 a 10 tiveram como proposta analisar o desenvolvimento das práticas pedagógicas, por meio das concepções dos docentes e dos métodos utilizados durante o ensino, no sentido de compreender como esse conteúdo é desenvolvido, contextualizado e avaliado, além de averiguar as dificuldades enfrentadas nesse processo de ensino aprendizagem.

QUESTÃO 1. Qual dos conceitos ou situação-problema que mais frequentemente utiliza para introduzir o tema da equação do 2º grau?

- ☐ () A fórmula de Bhaskara aplicada diretamente a um exemplo.
- ☐ () Um problema geométrico envolvendo áreas ou dimensões que leva a uma equação do 2º grau.
- ☐ () A representação gráfica da função quadrática e a busca por suas raízes.

QUESTÃO 2. Qual dos seguintes erros é o mais comum que você observa nos alunos ao resolverem equações do 2º grau?

- ☐ () dificuldades em identificar corretamente os coeficientes a, b e c.
- ☐ () Erros na aplicação da fórmula de Bhaskara, especialmente com os sinais.
- ☐ () Esquecimento de uma das raízes (geralmente a negativa ou a nula).
- ☐ () Confusão entre os métodos de resolução de equações do 1º e 2º graus.

QUESTÃO 3. Qual das seguintes atividades considera mais eficaz para promover a compreensão do significado do discriminante ($\Delta = b^2 - 4ac$)?

- ☐ () Resolver diversas equações e classificar o número de raízes com base no valor de Δ .
- ☐ () Relacionar o sinal de Δ com o número de interseções do gráfico da função quadrática com o eixo x.
- ☐ () Discutir como o valor de Δ influencia a natureza das raízes (reais e distintas, reais e iguais, não reais).
- ☐ () Todas as alternativas anteriores contribuem igualmente.

QUESTÃO 4. De que forma busca conectar o estudo da equação do 2º grau com situações do cotidiano?

- ☐ () Raramente, pois o foco principal é a manipulação algébrica.
- ☐ () Ocasionalmente, quando surgem exemplos que se encaixam naturalmente.
- ☐ () De forma sistemática, buscando aplicações em física, geometria, finanças, etc.
- ☐ () Através de projetos interdisciplinares que envolvem a modelagem de problemas reais.

QUESTÃO 5. Utiliza recursos tecnológicos no ensino da equação do 2º grau?

- ☐ () Não utilizo, prefiro os métodos tradicionais.
- ☐ () Sim, principalmente para visualização gráfica das funções quadráticas e suas raízes.
- ☐ () Sim, para a resolução automática de equações e verificação de resultados.
- ☐ () Sim, através de plataformas online que oferecem exercícios interativos e

³ As questões a seguir fazem parte dos dados da presente pesquisa. O autor (2025).

simulações.

QUESTÃO 6. Qual das seguintes formas de avaliação considera mais eficaz para verificar a compreensão conceitual da equação do 2º grau?

- ☐ Listas de exercícios com foco na aplicação da fórmula de Bhaskara.
- ☐ Sequência didática como questões do 2º grau.
- ☐ Provas com questões que exigem a resolução de diferentes tipos de equações.
- ☐ Atividades que envolvem a interpretação do discriminante e a natureza das raízes sem necessariamente resolvê-las.
- ☐ Problemas abertos ou projetos que exigem a modelagem de situações reais utilizando equações do 2º grau.

QUESTÃO 7. Qual estratégia considera mais eficiente para lidar com alunos que apresentam dificuldades na aprendizagem da equação do 2º grau?

- ☐ Oferecer aulas de reforço com foco na repetição dos conceitos básicos.
- ☐ Propor atividades extras com um nível de complexidade menor.
- ☐ Utilizar diferentes abordagens pedagógicas e recursos visuais para apresentar o conteúdo.
- ☐ Incentivar a tutoria entre os próprios alunos.

QUESTÃO 8. Qual aspecto da equação do 2º grau considera mais importante transmitir aos seus alunos?

- ☐ A capacidade de resolver problemas complexos de forma sistemática.
- ☐ A conexão com a representação gráfica das funções quadráticas.
- ☐ A presença em diversas áreas da matemática e de outras ciências.
- ☐ A elegância e a lógica da dedução da fórmula de Bhaskara.

QUESTÃO 9. Se pudesse modificar um aspecto tradicional do ensino da equação do 2º grau, qual seria?

- ☐ A ênfase excessiva na memorização da fórmula de Bhaskara.
- ☐ A falta de contextualização com aplicações práticas e interessantes.
- ☐ A abordagem isolada do tema, sem conexões com outros conceitos matemáticos.
- ☐ A ausência de exploração de métodos alternativos de resolução.

QUESTÃO 10. Como em geral introduz a fórmula de Bhaskara?

- ☐ Apresentando-a diretamente como uma ferramenta pronta para resolver qualquer equação.
- ☐ Deduzindo-a a partir da completção de quadrados, para mostrar sua origem e lógica.
- ☐ Após explorar métodos de resolução de casos particulares, conduzindo os alunos à necessidade da fórmula.
- ☐ Gradualmente, à medida que equações mais complexas surgem naturalmente.

A pergunta a seguir teve como objetivo analisar os métodos de avaliação mais utilizados para verificar a aprendizagem dos alunos desse conteúdo.

QUESTÃO 11. Para verificar a aprendizagem, qual das formas de avaliação mais utilizada?

- ☐ Listas extensas de exercícios repetitivos com aplicação direta da fórmula.
- ☐ Provas que priorizam a agilidade no cálculo, não a compreensão.
- ☐ Atividades que pedem interpretação do discriminante e natureza das raízes, mesmo sem resolver.
- ☐ Problemas abertos e situações reais modeladas com equações do 2º grau.

Neste contexto, a pergunta a seguir procurou investigar a percepção do docente sobre qual abordagem pedagógica mais contribui para tornar o ensino da equação do 2º grau significativo, compreensível e relevante para os alunos.

QUESTÃO 12. Para torna-se a equação do 2º grau mais significativo para o aluno, qual abordagem considera mais importante?

- ☐ Relacionar com situações do cotidiano e problemas reais.
- ☐ Explorar visualmente a função quadrática e suas raízes no gráfico.
- ☐ Destacar a lógica e beleza da dedução da fórmula de Bhaskara.
- ☐ Mostrar as aplicações em outras áreas da ciência e tecnologia.

A próxima pergunta teve como objetivo identificar os métodos didáticos utilizados pelos docentes no ensino da equação do 2º grau, especialmente em relação ao estilo de abordagem em sala de aula.

QUESTÃO 13. Qual dessas práticas adota com mais frequência em sala de aula?

- ☐ Resolvo listas de exercícios com foco na aplicação mecânica da fórmula.
- ☐ Passo exercícios descontextualizados que priorizam rapidez e acerto.
- ☐ Ensino a fórmula de Bhaskara como um "passo-a-passo" a ser decorado.
- ☐ Corrijo provas onde o aluno é avaliado apenas pela resposta final, sem justificar o raciocínio.
- ☐ Outras.

5.2.3 Instrumento Aplicado aos discentes

As próximas questões tiveram como objetivo analisar a percepção dos alunos sobre o ensino da equação do 2º grau, identificando experiências, dificuldades, formas de aprendizagem, uso de tecnologias, compreensão conceitual e sugestões de melhoria do processo pedagógico.

A pergunta a seguir buscou compreender como os alunos foram introduzidos ao conteúdo e de que forma o professor abordou a fórmula de Bhaskara, avaliando se a metodologia foi mecânica, visual, dedutiva ou contextualizada.

QUESTÃO 14. Quando você começou a estudar a equação do 2º grau, qual dessa situação apareceu primeiro?

- ☐ Um exemplo com a fórmula de Bhaskara já pronta.
- ☐ Um problema com área ou medida que levou a uma equação.
- ☐ Um gráfico que mostrava a curva de uma função quadrática.

Já as perguntas 15 e 16, a seguir, procuraram identificar os principais obstáculos encontrados pelos alunos na aprendizagem da equação do 2º grau e quais estratégias consideram mais úteis para superar as dificuldades.

QUESTÃO 15. Qual dessas dificuldades você já teve (ou ainda tem) ao resolver uma equação do 2º grau?

- ☐ Não saber qual número é o “a”, “b” ou “c” na equação.
- ☐ Errar os sinais (+ e –) na fórmula de Bhaskara.
- ☐ Esquecer de encontrar as duas raízes.
- ☐ Confundir com equações do 1º grau.

QUESTÃO 16. Como a fórmula de Bhaskara foi ensinada?

- ☐ O professor passou direto a fórmula como ferramenta.
- ☐ O professor mostrou de onde ela veio, com um passo a passo lógico.
- ☐ Foi ensinada depois de resolver outros tipos de equações mais simples.
- ☐ Foi surgindo aos poucos, conforme os exercícios ficaram mais difíceis.

A pergunta abaixo avalia o nível de compreensão dos alunos sobre conceitos importantes como o discriminante Δ , as raízes da equação e a função quadrática, além de identificar o tipo de atividade que mais favorece essa compreensão.

QUESTÃO 17. Você entende para que serve $\Delta = b^2 - 4ac$?

- ☐ Sim, sei usar para ver quantas soluções a equação tem.
- ☐ Sim, sei que ele tem a ver com os pontos onde o gráfico toca o eixo x.
- ☐ Sim, sei que mostra o tipo das raízes (reais, iguais ou não).
- ☐ Entendo um pouco de tudo isso.

A seguir verificou-se se os alunos percebem a equação do 2º grau como conectada com a realidade.

QUESTÃO 18. O estudo da equação do 2º grau já foi direcionado a algo do cotidiano?

- ☐ () Nunca, só fazemos contas.
- ☐ () Raramente, só em alguns exemplos.
- ☐ () Sim, às vezes usamos em situações reais.
- ☐ () Sim, já fizemos projetos ou problemas da vida real.

Na sequência, a pergunta abaixo investigou o uso de tecnologias digitais no ensino da equação do 2º grau.

QUESTÃO 19. O professor já usou alguma dessas tecnologias ao ensinar esse assunto?

- ☐ () Não, foi tudo com lousa, livro e caderno.
- ☐ () Sim, mostrou o gráfico da função em computador ou app.
- ☐ () Sim, usamos aplicativos que resolvem equações.
- ☐ () Sim, fizemos exercícios ou simulações em sites educativos.

As perguntas a seguir tiveram como propósito identificar os tipos de atividades que demonstram maior compreensão do assunto proposto.

QUESTÃO 20. Qual destas atividades contribui para o entendimento desse conteúdo?

- ☐ () Fazer muitos exercícios usando a fórmula de Bhaskara.
- ☐ () Resolver problemas com perguntas diferentes, como de concursos.
- ☐ () Entender o significado de delta e o que ele diz sobre as raízes.
- ☐ () Fazer projetos ou resolver problemas com situações da vida real.

Assim na questão a seguir, investiga as estratégias de apoio que consideram mais eficazes para superar as dificuldades com o conteúdo.

QUESTÃO 21. Se você tem dificuldade com equação do 2º grau, o que mais contribui para melhorar o entendimento?

- ☐ () Rever os conceitos básicos várias vezes
- ☐ () Fazer exercícios mais fáceis no começo.
- ☐ () Ver o conteúdo de jeitos diferentes (vídeos, desenhos, jogos).
- ☐ () Ter ajuda de colegas em duplas ou grupos.

A pergunta a seguir teve com objetivo entender os aspectos do conteúdo que consideram mais relevantes no processo de aprendizagem.

QUESTÃO 22. O que você considera mais importante para aprender sobre a equação do 2º grau?

- ☐ () Resolver qualquer tipo de problema de forma organizada.
- ☐ () Entender o que o gráfico da função mostra.
- ☐ () Saber que aparece em várias partes da matemática e ciência.

- ☐ Compreender como a fórmula de Bhaskara foi criada.

Na questão a seguir, o objetivo era identificar um método de ensino que melhora o desempenho da aprendizagem do aluno.

QUESTÃO 23. O que acha melhor mudar na forma tradicional de ensinar este conteúdo?

- ☐ Menos foco em decorar a fórmula.
☐ Mais exemplos ligados à vida real.
☐ Conectar com outros assuntos que já aprendi.
☐ Mostrar outros jeitos de resolver além da fórmula.

Na questão a seguir levantou-se o tipo de avaliação mais utilizado nas aulas de equação do 2º grau.

QUESTÃO 24. Como normalmente são elaboradas as provas ou exercícios sobre esse conteúdo?

- ☐ São listas grandes, com várias contas.
☐ As questões cobram rapidez, sem explicar o raciocínio.
☐ Tenho que entender o delta e falar sobre as raízes.
☐ Preciso resolver situações reais com equações.

A pergunta a seguir caracteriza-se a prática pedagógica predominante nas aulas de equação do 2º grau.

QUESTÃO 25. Qual dessas frases parece com o proposto durante as aulas?

- ☐ Só fazemos contas com a fórmula de Bhaskara.
☐ Os exercícios são todos iguais e sem contexto.
☐ A fórmula é ensinada como uma receita a decorar.
☐ A nota depende só da resposta, não do meu raciocínio.
☐ outras.

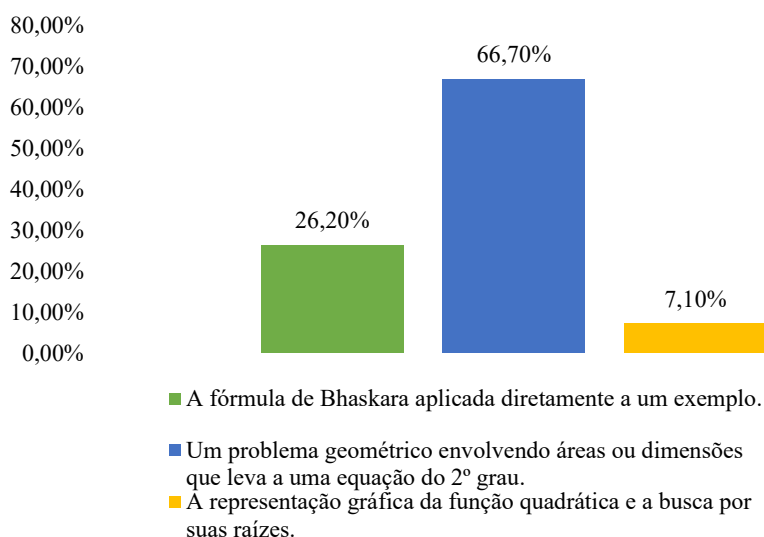
A ultima questão verificou o grau de alinhamento entre as práticas de ensino adotadas pelo professor e as expectativas dos alunos quanto ao processo de aprendizagem.

QUESTÃO 26. A forma como você aprende (nas aulas) combina com o que você acha que seria melhor aprender?

- ☐ Sim, está tudo coerente.
☐ Mais ou menos, às vezes sim, às vezes não.
☐ Não muito, o que eu acho importante não é o que mais aparece.
☐ Eu gostaria que a forma de ensinar fosse mais interessante e conectado com a realidade.
☐ outras.

5.2.4 Análise do questionário aplicado pelos docentes

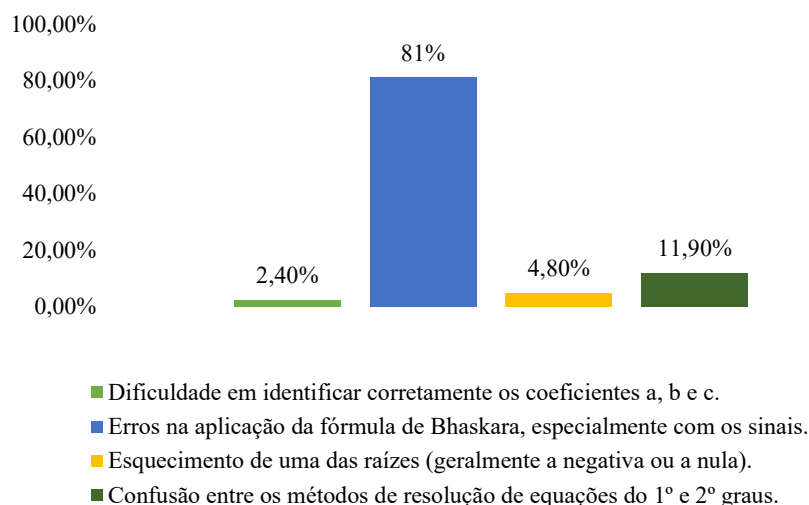
Gráfico 1- Conceito ou situação-problema utilizado frequentemente para introduzir a equação do 2º grau



Fonte: Autor (2025).

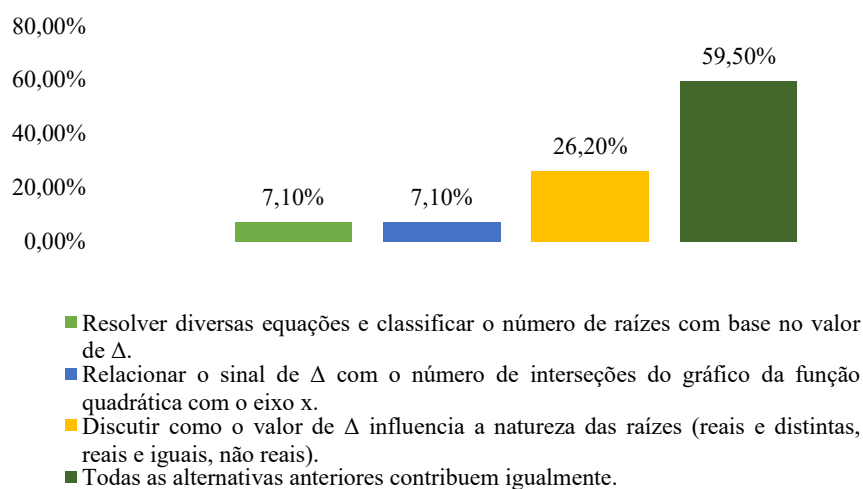
O Gráfico 1 revela que a maioria dos professores apresenta a equação do 2º grau por meio de problemas geométricos, evidenciando uma preferência por estratégias contextualizadas que facilitam a compreensão do conceito. Uma parte dos docentes ainda utiliza a fórmula de Bhaskara de forma direta, refletindo uma prática tradicional menos conectada com o cotidiano dos alunos. Poucos iniciam o tema com a representação gráfica, apesar do potencial para integrar álgebra e geometria. Os dados apontam para a valorização de situações concretas, como também indicam a necessidade de ampliar o uso de diferentes representações para promover uma aprendizagem mais significativa.

Gráfico 2 - Erros comuns observados nos alunos ao resolverem equações do 2º grau



Fonte: Autor (2025).

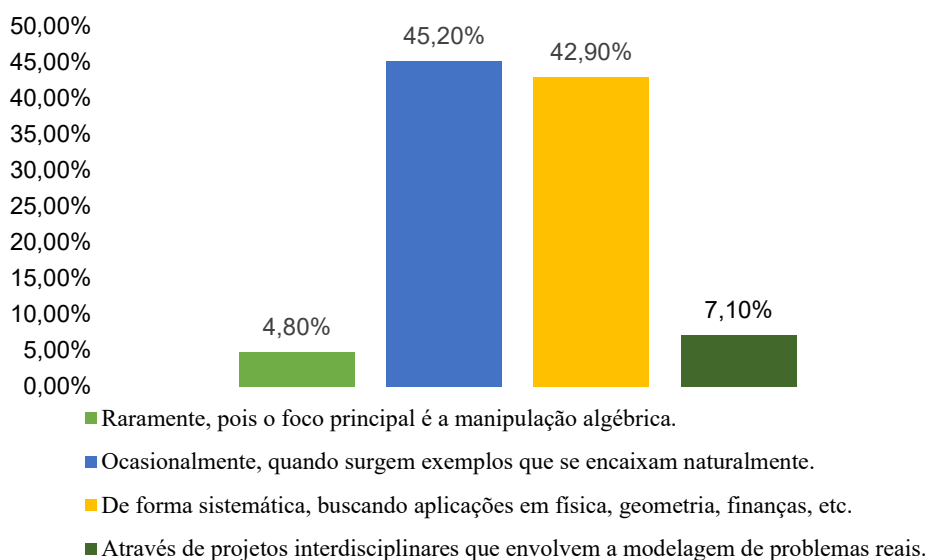
O Gráfico 2 mostra que o erro mais comum dos alunos ao resolver equações do 2º grau, segundo os professores, está no uso incorreto dos sinais na fórmula de Bhaskara, o que evidencia fragilidades nos procedimentos algébricos. Também são frequentes a confusão entre equações do 1º e 2º grau, o esquecimento de uma das raízes e a dificuldade em identificar os coeficientes a, b e c. Desse modo, os dados indicam a necessidade de um ensino que vá além da memorização, priorizando interpretação, verificação e raciocínio, com apoio de estratégias como representações visuais e resoluções comentadas.

Gráfico 3 - Atividades consideradas eficazes para promover a compreensão do significado do discriminante ($\Delta = b^2 - 4ac$)

Fonte: Autor (2025).

Diante dos resultados do gráfico 3, os docentes consideram que as diferentes atividades algébricas contribuem para o entendimento do discriminante $\Delta = b^2 - 4ac$, além de destacar a necessidade de desenvolvimento deste método para o ensino. Uma vez que muitos docentes valorizam a discussão do valor de Δ , mesmo que menos citadas atividades como a resolução de equações e a análise gráfica, porém mostrou também relevantes. Contudo, os dados indicam que todas as alternativas propostas contribuem de forma igual para o ensino atual deste discriminante.

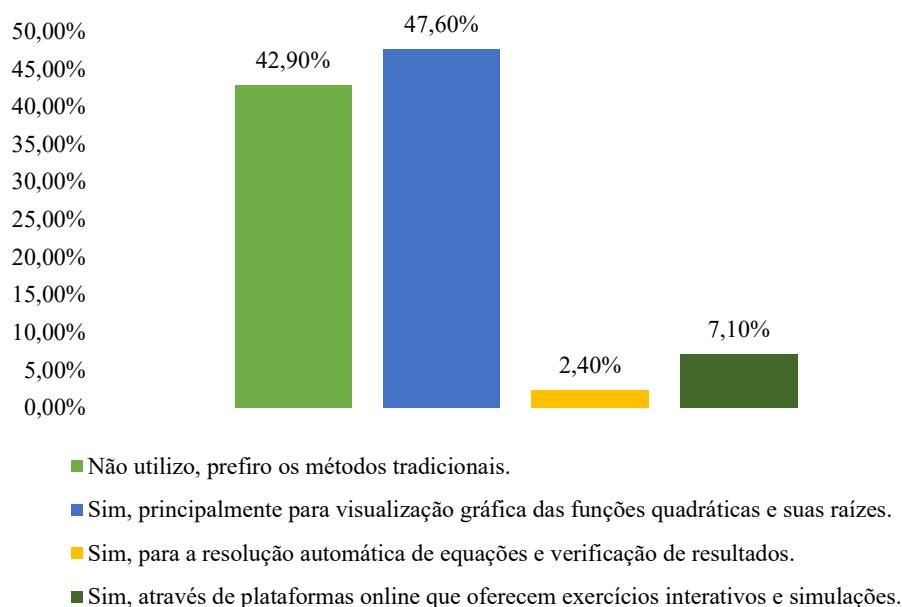
Gráfico 4 - Forma que procura conectar a equação do 2º grau com situações do cotidiano



Fonte: Autor (2025).

Os resultados do gráfico 4 indicam que os docentes procuram associar a equação do 2º grau ao cotidiano do aluno, embora ainda com uma limitação, nota-se que uma parcela faz isso de forma sistemática, integrando-a com outras áreas como: Física, Geometria e Finanças. Porém apenas uma minoria desenvolve projetos interdisciplinares, apesar do alto valor pedagógico, ainda enfrentando limitações nas estruturas práticas. Desse modo, uma pequena parte dos docentes ainda adota práticas tradicionais, apenas com manipulação algébrica. Assim, percebe-se evolução na utilização do contexto de práticas no ensino, evidenciando a necessidade de formação contínua e apoio pedagógico para ampliar os métodos que contribuem para a interdisciplinaridade.

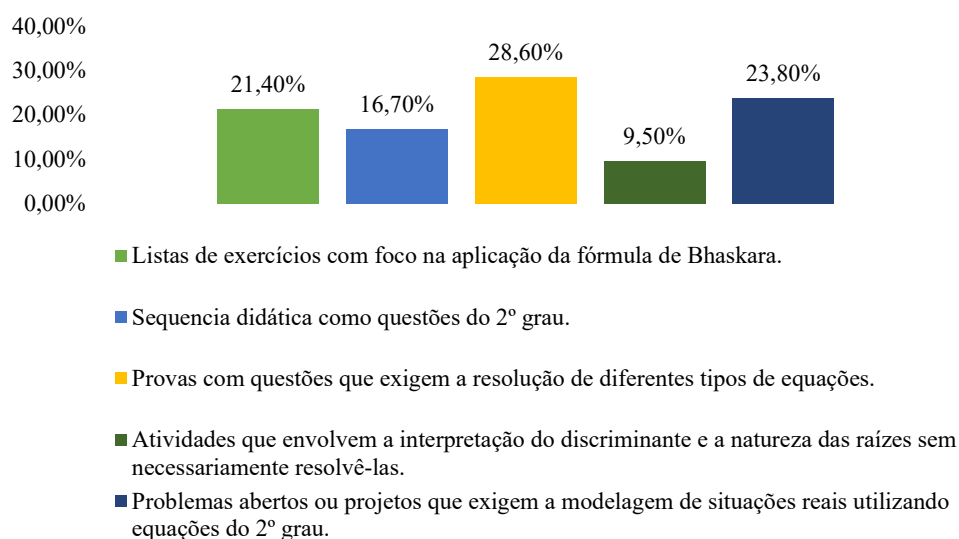
Gráfico 5 - Utilização de recursos tecnológicos no ensino da equação do 2º grau



Fonte: Autor (2025).

O gráfico 5 demonstra que os docentes utilizam recursos tecnológicos para o ensino das funções quadráticas, porém destaca um ensino com abordagem de métodos tradicionais, indicando assim resistência, falta de formação ou carência de material. Apenas uma minoria utiliza plataformas interativas ou ferramentas de resolução automática. Desta forma, os dados indicam que mesmo com tendência positiva na adoção de tecnologias, o uso ainda é limitado. Nesse sentido, reforça-se a necessidade de maior investimento em formação e infraestrutura tecnológica.

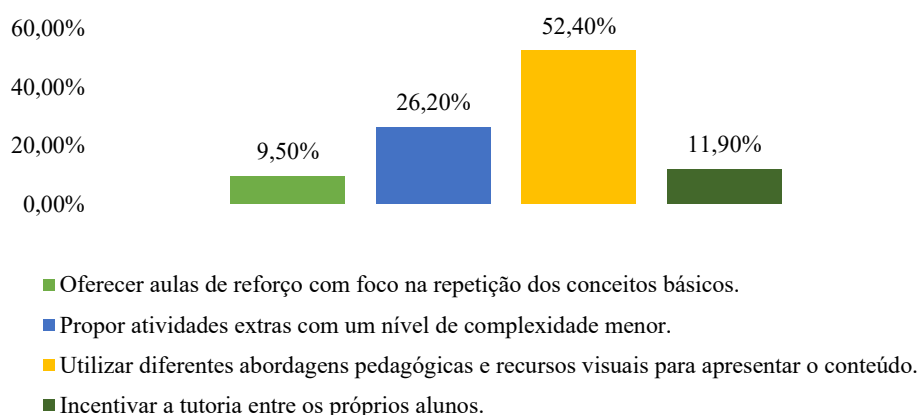
Gráfico 6 - Formas de avaliação consideradas eficazes para verificar a compreensão conceitual da equação do 2º grau



Fonte: Autor (2025).

O Gráfico 6 revela que a maioria dos professores ainda prefere formas tradicionais de avaliação, como provas com diferentes tipos de equações e listas direcionada à aplicação da fórmula de Bhaskara. No entanto, também adota avaliações mais contextualizadas, como projetos e problemas abertos que envolvem situações reais. Embora abordagens mais conceituais, como a interpretação do discriminante sem cálculo, tenham menor adesão, os dados indicam uma tendência crescente em direção a práticas avaliativas mais formativas e significativas, alinhadas ao desenvolvimento de competências e à compreensão ampla do conteúdo.

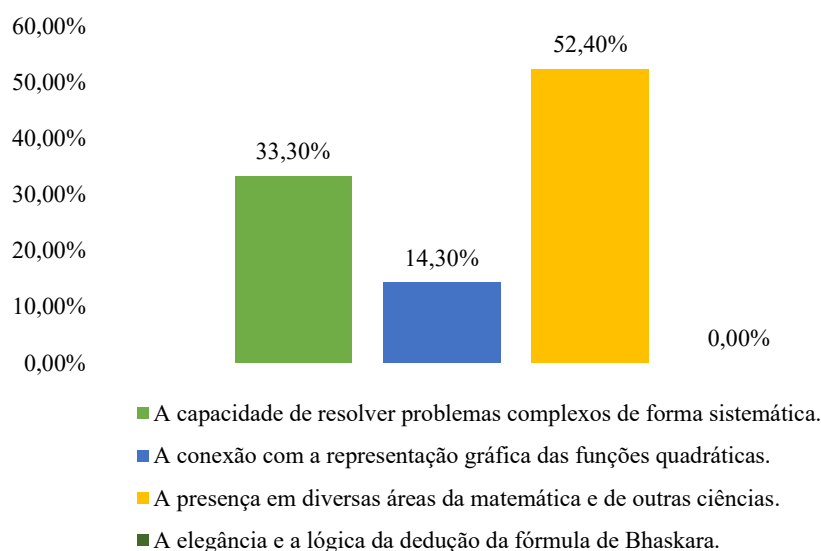
Gráfico 7 - Estratégia considerada eficiente para lidar com alunos que apresentam dificuldades na aprendizagem da equação do 2º grau



Fonte: Autor (2025).

O Gráfico 7 demonstra que a principal estratégia adotada pelos professores para lidar com as dificuldades dos estudantes na equação do 2º grau é o uso de diferentes abordagens pedagógicas e recursos visuais, destacando a valorização da diversidade metodológica. Em seguida, aparece a utilização de atividades mais simples, voltadas à consolidação progressiva dos conhecimentos. Estratégias como a tutoria entre alunos e as aulas de reforço com o propósito de repetição de conceitos básicos foram menos citadas. Os dados indicam uma tendência positiva entre os docentes em procurar práticas mais significativas e adaptadas às diferentes formas de aprendizagem, alinhadas à Educação Matemática contemporânea.

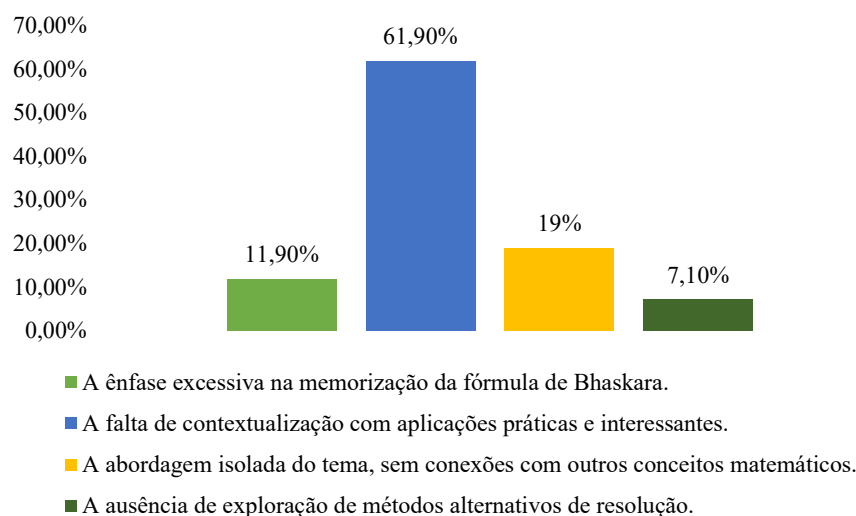
Gráfico 8 - Aspecto da equação do 2º grau considerada importante para transmitir aos alunos



Fonte: Autor (2025).

A partir dos resultados do gráfico 8 pontua-se a necessidade de um ensino da equação do 2º grau relacionado com outras áreas da ciência. Nesse sentido, os dados comprovam a valorização da interconexão ou integração com o uso prático do assunto. Ressalta-se também a capacidade de resolver problemas complexos de forma sistemática, embora a representação gráfica seja menos mencionada, seu valor pedagógico foi reconhecido. Desta forma, nenhum docente priorizou a dedução da fórmula de Bhaskara, indicando concentrada a aplicação e compreensão prática. Tais perspectivas visam desenvolver um ensino com competências conectadas à realidade do aluno.

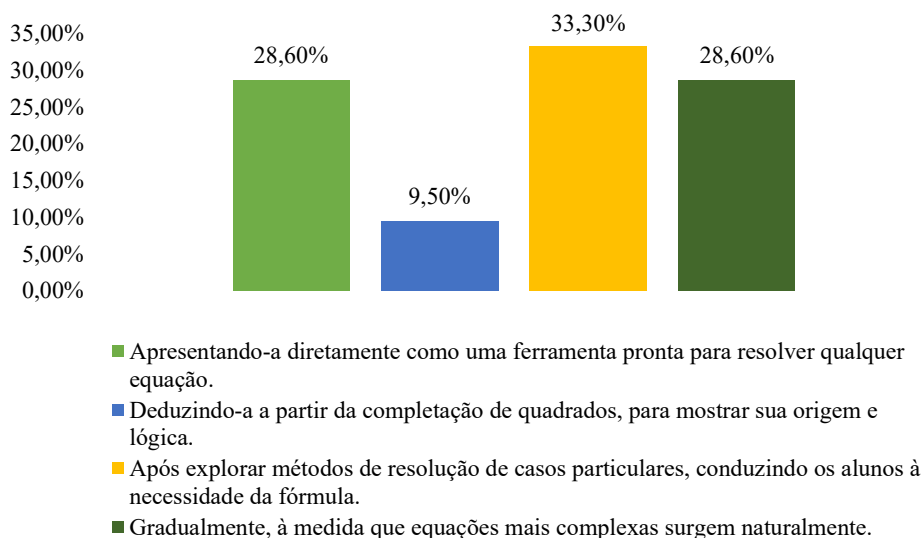
Gráfico 9 - Aspecto tradicional que ensina a equação do 2º grau



Fonte: Autor (2025).

Segundo os dados do gráfico 9, a descontextualização no ensino da equação do 2º grau pode acabar ocasionando a desmotivação e falta de compreensão do conteúdo, uma vez que foram apontadas abordagens de forma isolada, com ênfase na memorização da fórmula de Bhaskara e pouca exploração de métodos alternativos. Assim, os resultados indicam uma percepção crítica em relação ao ensino, pois há uma limitação no avanço de metodologias inovadoras. Com esses resultados surge a necessidade de ampliar este tema, promovendo a integração entre os conteúdos e aproximando-o da realidade do aluno.

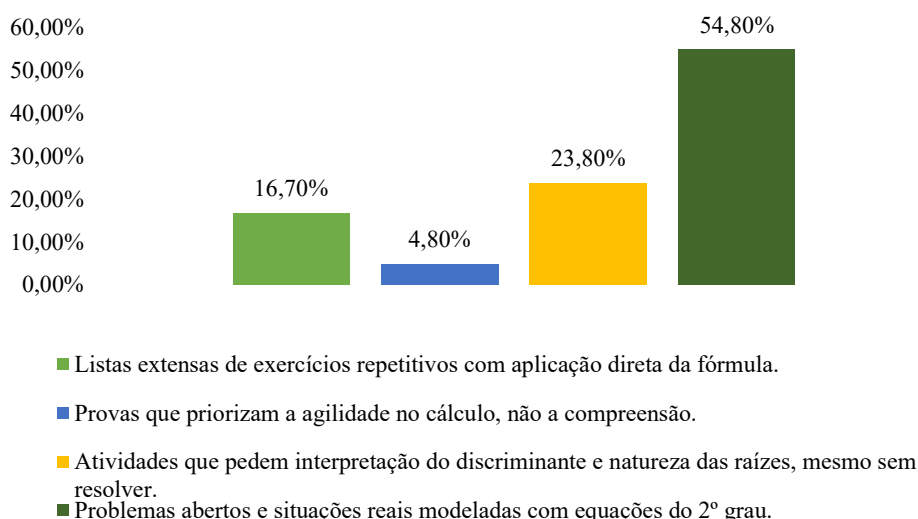
Gráfico 10 - Introdução a fórmula de Bhaskara



Fonte: Autor (2025).

Os resultados do gráfico 10 demonstram que, ao introduzir a fórmula de Bhaskara, os docentes preferem desenvolver os métodos de resolução de casos particulares, desse modo permitem que os alunos compreendam a utilidade de forma difundida. Além disso, outros docentes desenvolvem estratégias com apresentação gradual da fórmula conforme surgem equações mais complexas, apresentando-a como ferramenta já pronta para resolução, ou seja, priorizando métodos tradicionais. Contudo, uma minoria utiliza a dedução da fórmula, valorizando o raciocínio lógico e a estrutura algébrica. Portanto, os dados indicam uma diversidade de práticas, demonstrando evolução na construção deste conhecimento, a partir da compreensão de conceitos e impedindo um ensino mecânico da fórmula.

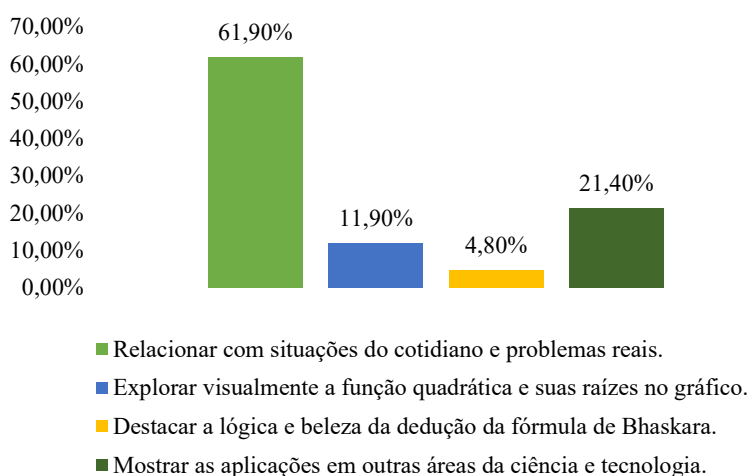
Gráfico 11 - Formas de avaliações utilizadas para verificar a aprendizagem



Fonte: Autor (2025).

O Gráfico 11 ressalta que a maioria dos professores enfatiza que a avaliação da aprendizagem da equação do 2º grau ocorre por meio de problemas abertos e situações contextualizadas. Isso valoriza a interpretação, a modelagem e a resolução de problemas reais. Assim, há destaque para atividades direcionada à análise do discriminante e das raízes, que estimulam o raciocínio conceitual. A utilização de listas repetitivas com aplicação da fórmula de Bhaskara e provas que priorizam rapidez no cálculo aparecem com menor frequência. Os dados indicam uma tendência positiva de mudança nas práticas avaliativas, com foco na compreensão significativa e no desenvolvimento de competências que vão além da execução mecânica de algoritmos.

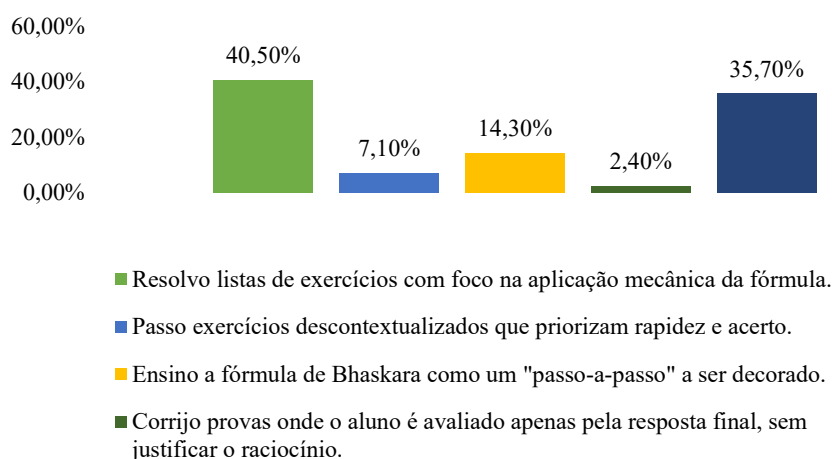
Gráfico 12 - Abordagem considerada importante para tornar a equação do 2º grau significativa para os alunos



Fonte: Autor (2025).

O Gráfico 12 aponta que a maioria dos professores destaca que relacionar a equação do 2º grau com situações do cotidiano e problemas vivenciados é a melhor forma de tornar o conteúdo mais significativo, destacando a necessidade da contextualização no ensino. Desta forma, foram valorizadas abordagens interdisciplinares que mostram aplicações em outras áreas da ciência e tecnologia. Apesar de menos citadas, estratégias como a exploração visual da função quadrática e a dedução lógica da fórmula de Bhaskara também foram mencionadas, reconhecendo-se o valor didático. Os dados reforçam a preferência dos docentes por metodologias que aproximem a Matemática da realidade dos alunos, em consonância com propostas contemporâneas de ensino.

Gráfico 13 - Práticas adotadas com frequência em sala de aula

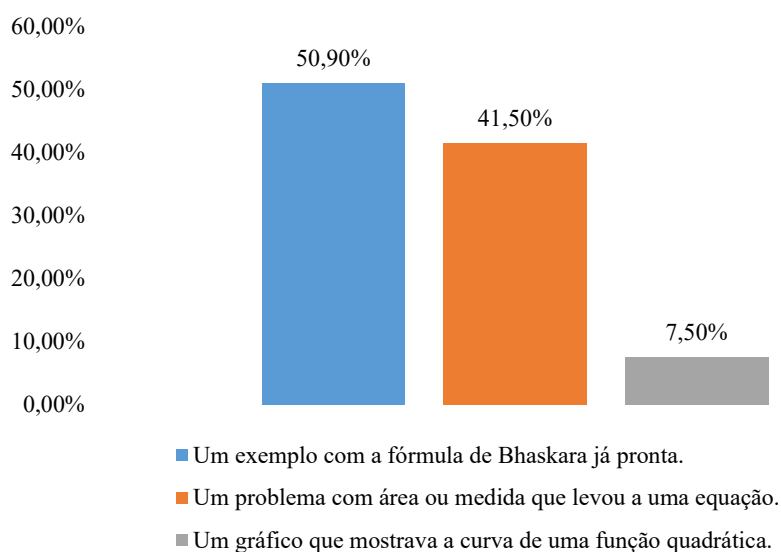


Fonte: Autor (2025).

O Gráfico 13 constata que a prática mais comum entre os docentes ainda é a resolução de listas de exercícios, direcionada na aplicação mecânica da fórmula de Bhaskara, evidenciando a predominância de métodos tradicionais. No entanto, uma parcela significativa dos professores indicou utilizar outras estratégias. Práticas como ensinar a fórmula como um passo a passo decorado ou priorizar a rapidez nas respostas foram menos citadas. Os dados indicam uma abertura gradual a métodos mais significativos e centrados na aprendizagem, destacando a necessidade de apoio à formação continuada para fortalecer essa transição.

5.2.5 Análise do questionário interpretado pelos discentes

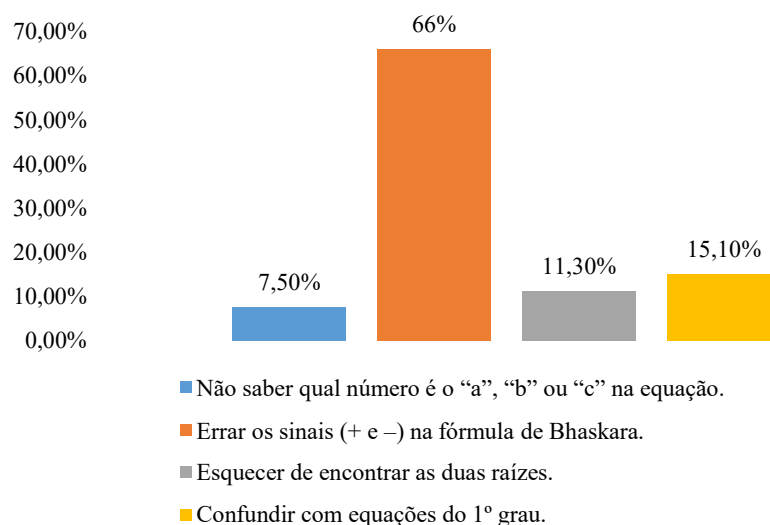
Gráfico 14. No que se refere, quando começou a estudar a equação do 2º grau, qual dessas situações apareceu primeiro



Fonte: Autor (2025).

Segundo os resultados do gráfico 14, conclui-se que a grande maioria dos alunos teve o primeiro contato com a equação do 2º grau por meio da aplicação direta da fórmula de Bhaskara, comprovando um ensino mais tradicional e mecânico, focado na memorização de fórmulas. Uma parcela menor dos entrevistados indicou que teve início com problemas que envolviam áreas ou medidas. Desse modo, percebe-se uma proposta mais contextualizada, porém a representação gráfica tenha sido pouco explorada nesse início. Assim, esses dados indicam a necessidade de diversificar as práticas pedagógicas, pois mesmo priorizando as técnicas algébricas, também é necessário dar ênfase à visualização e ao desenvolvimento conceitual.

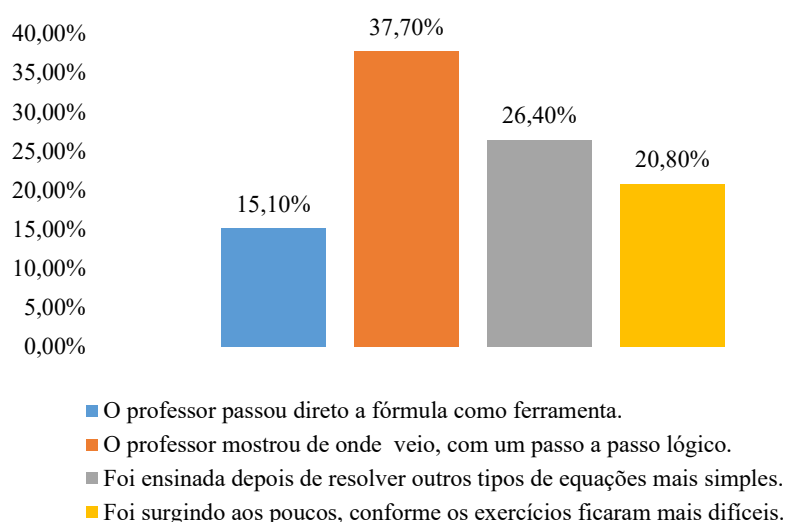
Gráfico 15. Dificuldades enfrentadas pelos estudantes na resolução de equações do 2º grau



Fonte: Autor (2025).

No gráfico 15 expressam-se os resultados das maiores dificuldades enfrentadas pelos alunos com equações de 2º grau. Os dados indicam que a principal dificuldade reside na aplicação correta da fórmula de Bhaskara, em especial na utilização dos sinais. Muitos alunos também confundem com equações do 1º e 2º graus, levando alguns a esquecer de encontrar as duas raízes da equação, enquanto outros têm dificuldades em identificar os coeficientes a , b e c . Diante desses resultados é necessário reforçar os fundamentos algébricos, o significado da distinção entre os tipos de equações e a utilização de diferentes formas de representação para melhorar o aprendizado.

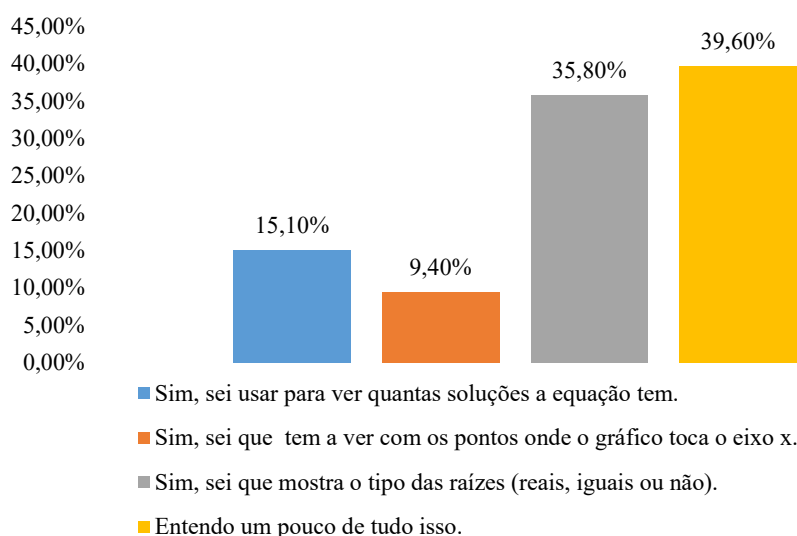
Gráfico 16. Método utilizado com a fórmula de Bhaskara



Fonte: Autor (2025).

O gráfico 16 demonstra como a fórmula de Bhaskara é desenvolvida durante as aulas, revelou uma perspectiva conceitual para a compreensão. A maioria dos participantes afirmou que o ensino envolveu um passo a passo lógico, enquanto outros disseram que a fórmula foi introduzida após a resolução de equações mais simples ou surgiu conforme os exercícios se tornaram mais complexos. Desse modo, os dados indicam melhor desenvolvimento da prática pedagógica, pois promoveram um ensino progressivo da fórmula.

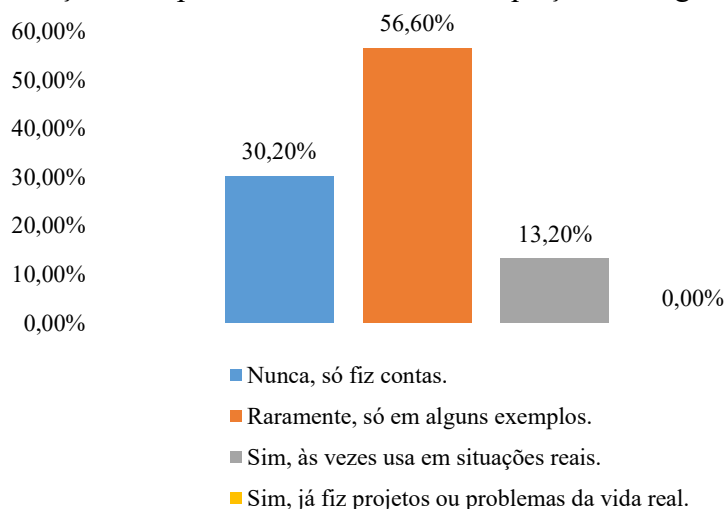
Gráfico 17. Compreensão dos estudantes sobre a finalidade do discriminante ($\Delta = b^2 - 4ac$)



Fonte: Autor (2025).

O Gráfico 17 analisa o entendimento dos estudantes sobre o discriminante $\Delta = b^2 - 4ac$ na equação do 2º grau. Parte dos alunos compreende que o Δ indica o tipo de raízes da equação, revelando bom domínio conceitual. Muitos demonstram um conhecimento parcial, mas integrado, relacionando o discriminante à quantidade de soluções, ao gráfico e à natureza das raízes. Alguns conseguem usá-lo para identificar o número de soluções, enquanto outros o associam à posição da parábola em relação ao eixo x, indicando uma visão mais visual. Os dados sugerem que, embora exista compreensão geral, a abordagem gráfica do discriminante precisa ser mais explorada para fortalecer o entendimento completo da função quadrática.

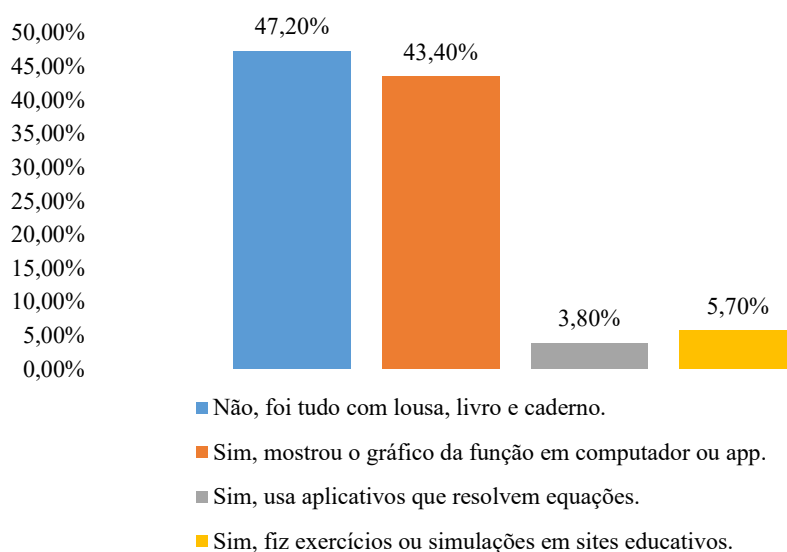
Gráfico 18. Relação feita pelos estudantes entre a equação do 2º grau e situações do cotidiano



Fonte: Autor (2025).

De acordo com o gráfico 18, há um certo descompasso entre o ensino da equação do 2º grau e a realidade do aluno, estabelecendo pouca ou nenhuma relação. Desse modo, isso acaba limitando a contextualização do ensino, voltado apenas para problemas mais algébricos. Nesse sentido, aponta para priorizar o contexto específico, com a utilização de situações que envolvam as práticas cotidianas, de forma que a Matemática aproxime-se com a realidade do aluno.

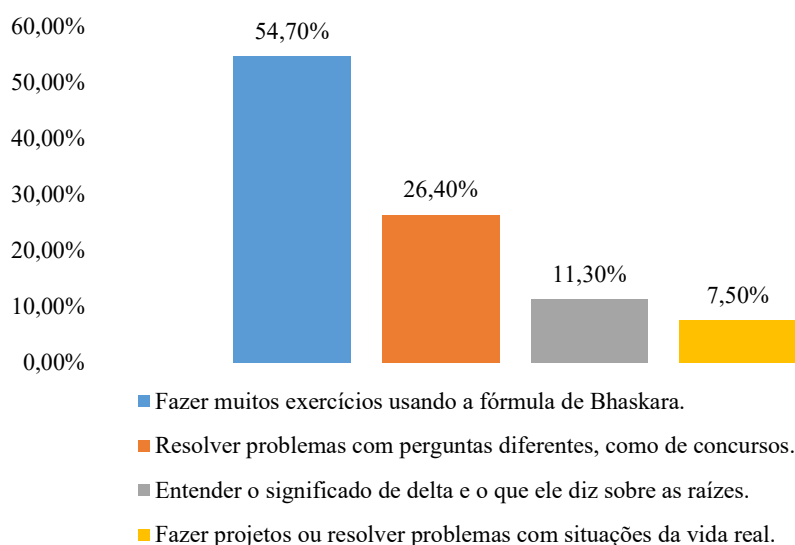
Gráfico 19. Tecnologias utilizadas pelos professores no ensino da equação do 2º grau



Fonte: Autor (2025).

Os resultados do gráfico 19 destacam que a maior parte dos alunos não teve acesso a um ensino com a utilização de recursos tecnológicos, ou seja, apenas com lousa, livro e caderno, assim demonstra que o conteúdo é transmitido ainda prevalecendo ao método tradicional. Mesmo que uma outra parte relate ter obtido acesso a recursos digitais, é necessário ampliar a implementação dessas ferramentas para tornar a aprendizagem mais visual e dinâmica.

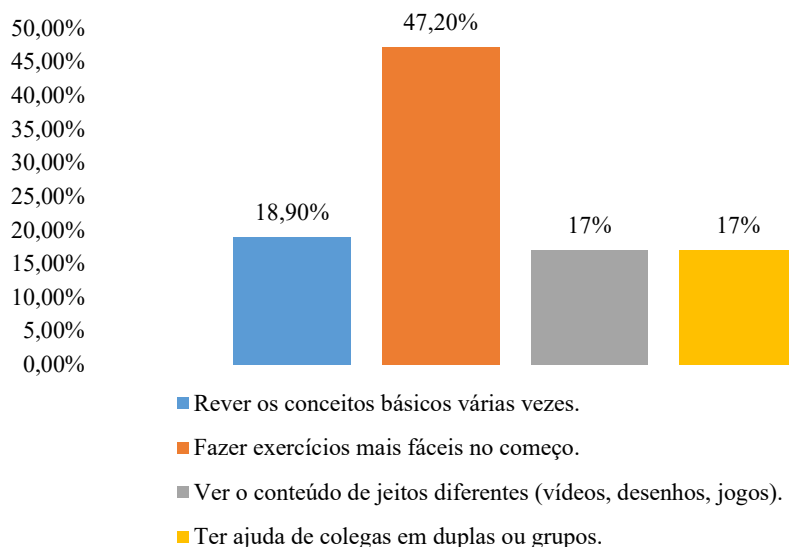
Gráfico 20. Atividades que mais auxiliam na compreensão da equação do 2º grau



Fonte: Autor (2025).

O Gráfico 20 enfatiza que a maioria dos estudantes considera a prática com muitos exercícios usando a fórmula de Bhaskara como a forma mais útil para compreender equações do 2º grau, evidenciando preferência por métodos tradicionais. Outros destacam a resolução de problemas variados como forma de desenvolver o raciocínio matemático. Poucos valorizam o entendimento conceitual do discriminante e a sua relação com as raízes, e menos ainda consideram relevantes atividades ligadas a situações reais. Nesse sentido, os dados mostram que, embora haja espaço para abordagens mais significativas e contextualizadas, os alunos ainda tendem a valorizar práticas repetitivas e formais, indicando a necessidade de integrar mais sentido e aplicação ao ensino da Matemática.

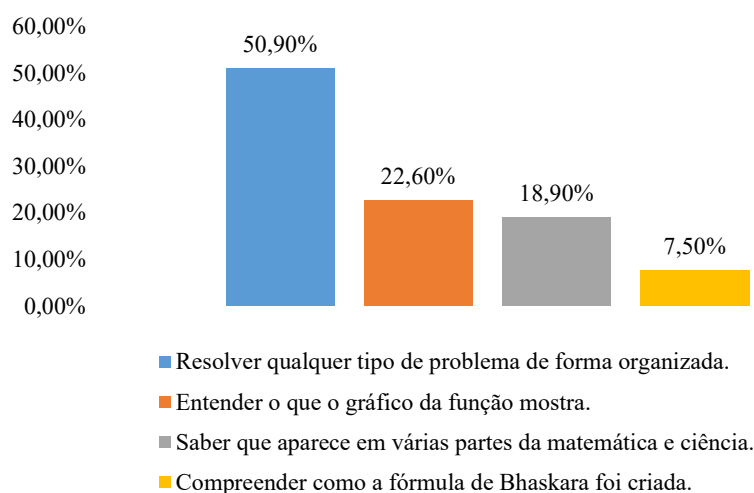
Gráfico 21. Estratégias que auxiliam estudantes com dificuldades na equação do 2º grau



Fonte: Autor (2025).

Os dados do gráfico 21 pontuam as estratégias que contribuem para alunos que tenham dificuldade com a equação do 2º grau, os resultados indicam que a maior parte dos alunos consideram mais útil iniciar pelos problemas mais fáceis no começo, outros preferem rever os conceitos básicos, enquanto outros optam para ver o conteúdo de formas diferentes como: vídeo, desenhos e jogos. Além, de destacar também a escolha da contribuição de colegas. Os dados sugerem que as diferentes combinações de práticas podem facilitar melhor entendimento para a aprendizagem deste conteúdo.

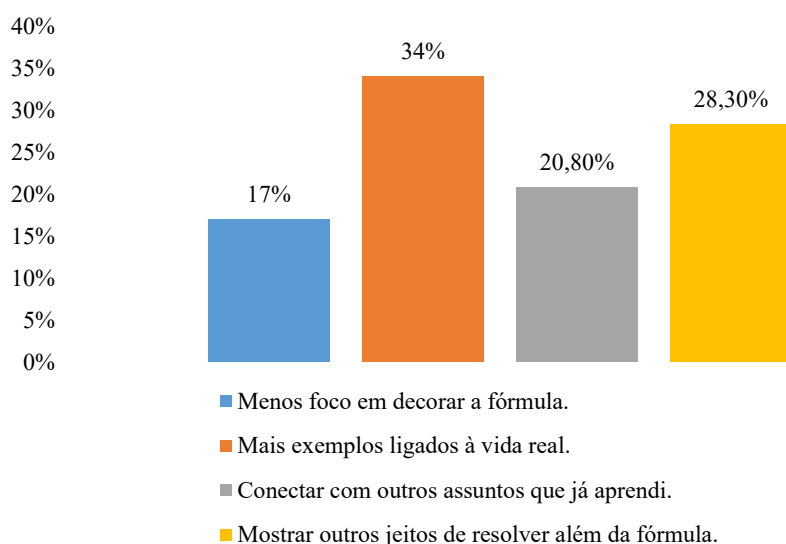
Gráfico 22. Aspectos considerados mais necessário pelos estudantes no aprendizado da equação do 2º grau



Fonte: Autor (2025).

A análise dos dados apresentados no Gráfico 22 evidencia que os estudantes atribuem maior necessidade à aprendizagem da resolução organizada da equação do 2º grau, o que revela a valorização de habilidades operacionais e da aplicação prática dos procedimentos matemáticos. Em segundo plano, observa-se a relevância dada à compreensão do gráfico da função, apontando para o reconhecimento da visualização como ferramenta útil para a interpretação do comportamento da função quadrática. Ainda que com menor ênfase, também é possível identificar um interesse pelos vínculos da equação com outras áreas da Matemática e das ciências, sugerindo uma percepção, ainda que incipiente, da interdisciplinaridade.

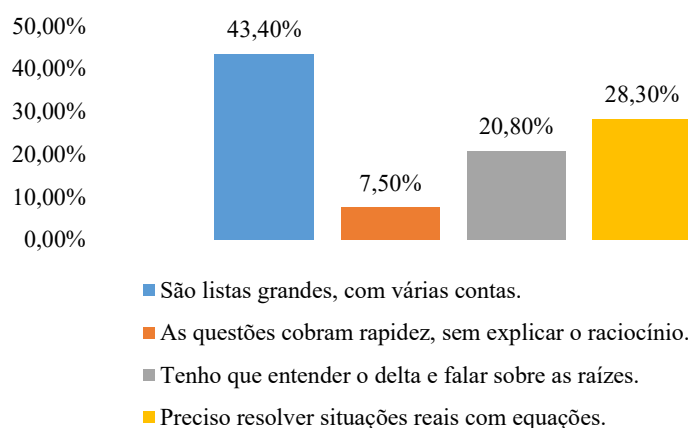
Gráfico 23. Aspectos do método tradicional que prefere mudança no ensino da equação do 2º grau



Fonte: Autor (2025).

Os resultados do gráfico 23 revelam a necessidade da equação do 2º grau ser pautada em problemas ligados à realidade, ou seja, fazendo relação com a vida diária. Outros indicam formas diferentes de resolução, fazendo conexão com outros assuntos que já foram aprendidos, além de destacar menos foco em decorar a fórmula. Nesse sentido, sugerem como principal demanda por um ensino mais contextualizado e com maior significado, reforçando uma visão integrada, e priorizando os conceitos.

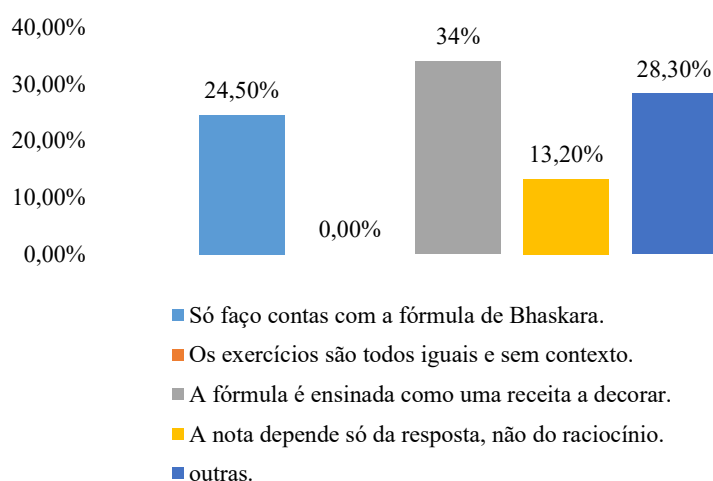
Gráfico 24. Características das provas e exercícios sobre equação do 2º grau, segundo os estudantes



Fonte: Autor (2025).

O Gráfico 24 examina as formas mais comuns de apresentação de provas e exercícios relacionados à equação do 2º grau. A análise revela que a maioria dos estudantes recebe listas extensas com grande quantidade de cálculos, evidenciando uma ênfase no treino mecânico e repetitivo, com pouca diversidade metodológica. Mesmo com relatos de propostas que envolvem a resolução de situações reais, sugerindo tentativas de contextualização, essas práticas ainda não são as predominantes. Observa-se também a presença de questões conceituais, nas quais os alunos são convidados a interpretar o valor do discriminante Δ e refletir sobre as raízes da equação, promovendo uma compreensão do comportamento da função quadrática. No entanto, um número reduzido de estudantes indica que as questões exigem rapidez em detrimento do raciocínio, o que, embora não seja recorrente, aponta para preocupações com modelos avaliativos que desconsideram o processo.

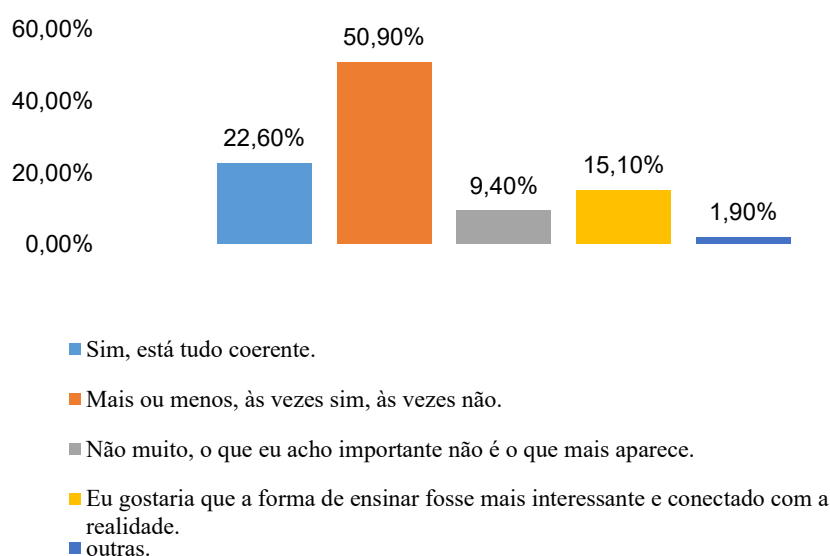
Gráfico 25. Percepções dos estudantes sobre a abordagem adotada nas aulas de equação do 2º grau



Fonte: Autor (2025).

Diante dos dados obtidos no Gráfico 25, destaca-se a percepção dos alunos sobre como a equação do 2º grau é ensinada, assim, revela-se que a fórmula de Bhaskara é apresentada como uma receita a ser decorada, evidenciando a predominância de um ensino baseado na memorização, com pouco espaço para a compreensão conceitual. Enfatiza-se também que um número significativo de alunos escolheu a opção outras, refletindo vivências pedagógicas mais diversificadas de enquadrar nas alternativas fornecidas, sugerindo a presença de desenvolvimento distinto em algumas turmas, apontando para a necessidade de práticas que valorizem um processo de aprendizagem mais reflexivo e significativo.

Gráfico 26. A metodologia das aulas e as preferências de aprendizagem



Fonte: Autor (2025).

Os resultados do gráfico 26 representam a metodologia adotada pelo professor para o ensino da equação do 2º grau, indicando, em maior percentual, que há uma certa consonância entre a expectativa e a prática, porém não de forma contínua. Assim, mesmo que as aulas, em algum momento, mostrem-se alinhadas com expectativas do aluno, ainda existem lacunas que comprometem a aprendizagem plena.

Apenas uma parcela menor dos alunos considera que há total correspondência entre o que esperam e o que vivenciam nas aulas, sugerindo que poucos se sentem plenamente satisfeitos com a metodologia adotada. Neste contexto, parte dos estudantes esperam por um

ensino mais conectado à realidade, reforçando a demanda por práticas pedagógicas envolventes, contextualizadas e aplicadas ao cotidiano.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se que os dados indicam um cenário pedagógico no qual há um esforço crescente dos professores para contextualizar a equação do 2º grau, no sentido de tornar as aulas mais significativas, ao mesmo tempo em que observa-se um movimento de superação de práticas avaliativas exclusivamente mecânicas. Assim, práticas reflexivas que consideram a construção do conhecimento de forma gradual e lógica, começam a ganhar espaço nas salas de aula, embora coexistam com estratégias tradicionais.

Evidencia-se um certo descompasso entre a prática docente e o entendimento do aluno, pois ainda precisa melhorar a forma como o conteúdo é desenvolvido. O ensino ainda se baseia em métodos tradicionais (mecânicos e memorização de fórmulas). Desta forma, ainda carece de avanços significativos, como a resolução de problemas que enfatiza a realidade do aluno, com mais contextualização e utilização das ferramentas tecnológicas. Pois se as outras áreas têm avanço a educação não pode parar.

Mesmo que a maioria dos professores demonstre preocupação com a compreensão conceitual dos alunos, destacando estratégias eficazes que conectam o discriminante ao gráfico da função quadrática ao número de raízes e à natureza dessas soluções, evidencia-se a tentativa de relacionar o conteúdo à vida cotidiana, ainda que de forma ocasional ou por meio de projetos interdisciplinares.

Na avaliação é necessário sempre refletir antes de aplicá-las, para evitar um ensino mecânico, mas sim pautado em métodos reflexivos, incluindo avaliações que envolvam interpretação, modelagem e compreensão, como reflexo de um ensino-aprendizagem significativo.

Outro aspecto relevante identificado é a necessidade atribuída pelos docentes à formação de significado no ensino da equação do 2º grau. Os professores reconhecem a presença desse conteúdo em diversas áreas da Matemática e das ciências, além do potencial para desenvolver o pensamento lógico, a capacidade de generalização e a resolução de problemas complexos.

Diante do exposto, nota-se que a pesquisa revelou limitações didáticas no uso da fórmula de Bhaskara e na superação de práticas, que priorizam a memorização em detrimento da compreensão conceitual. Embora muitos docentes adotem estratégias diversificadas e até mesmo contextualizada, como o uso de gráficos, a resolução de problemas e introdução da

fórmula de Bhaskara, a aprendizagem dos alunos ainda é centrada na aplicação mecânica da fórmula e na resolução de exercícios repetitivos.

Assim, indica que, apesar das intenções pedagógicas de promover a compreensão conceitual e o significado, o entendimento do conteúdo por parte dos estudantes ainda ocorre de forma parcial e, muitas vezes, desconectada do contexto. Com isso, é importante dar maior ênfase à relação entre a equação, as fórmulas e o gráfico da função quadrática, além de levar em consideração a interpretação de Δ e a identificação dos coeficientes e seus significados, tornando o ensino mais efetivo, gradual e centrado na construção de sentidos.

Constatou-se que a equação do 2º grau teve contribuições de renomados estudiosos desde os babilônios, a Al-Khwarizmi e seus diferentes métodos, até chegar às fórmulas avançadas utilizadas na atualidade.

Nesse sentido, este estudo propõe a elaboração de uma sequência didática que privilegie o raciocínio lógico e a construção contextual dos conceitos. Diante disso, esta proposta contribui para a compreensão da equação do 2º grau de forma mais ativa, aproximando os alunos dos significados matemáticos conectados a sua realidade.

Vale ressaltar que a contextualização da equação do 2º grau na educação básica contribui significativamente para a aprendizagem, tornando o ensino de Matemática mais interessante e dinâmico. Uma vez que, desenvolvendo métodos relacionados ao cotidiano, como é defendido por D'Ambrosio (2002) na etnomatemática, percebe-se que desde o início da Matemática os estudiosos partiam de premissas da atualidade.

Logo, a sequência didática (SD) mostra-se um método eficaz para desenvolver um determinado conteúdo, tal como a equação do 2º grau, no sentido de tornar as aulas mais envolventes, promovendo um melhor desempenho na compreensão dos conceitos. Contudo, o que adota didáticas inovadoras estimula o pensamento crítico, fazendo com que reflita a aprendizagem de um determinado assunto. A partir desta introdução, no contexto escolar é possível fortalecer o aprendizado e desenvolver a Matemática mais acessível e atrativa.

Nota-se a importância de repensar o currículo, o planejamento das aulas e a formação docente, no sentido de promover maior alinhamento entre os métodos de ensino adotados, fazendo relação com os interesses e estilos de aprendizagem dos estudantes, além de ser repensado também na forma de avaliação do conteúdo. Precisa-se de um ensino pautado em contextualização com uso de ferramentas tecnológicas, participativo, flexível e reflexivo facilitando a construção de saberes, principalmente em conteúdo que exigem técnica, e compreensão conceitual, como é o caso da equação do 2º grau.

Nesse contexto, a implementação de sequências didáticas bem estruturadas apresenta-se como uma alternativa viável para aprimorar o ensino desse conteúdo.

CAPÍTULO 6

O presente capítulo tem com finalidade indicar possíveis direções para pesquisas futuras e práticas educativas.

6.1 PERSPECTIVAS PARA PESQUISAS FUTURAS

Diante do que foi estudado e apresentado nessa dissertação, surge como proposta para trabalhos futuros a possibilidade de ampliação da pesquisa empírica com aplicações práticas da sequência didática em diferentes contextos escolares, avaliando as metodologias diversificadas na aprendizagem dos estudantes. Como também a realização de estudos comparativos entre escolas públicas e privadas, em diferentes níveis de ensino, a fim de verificar como os fatores estruturais e pedagógicos influenciam no desempenho dos alunos na resolução da equação do 2º grau.

Outra possibilidade é o aprofundamento das investigações sobre o uso das tecnologias digitais como Geogebra, Desmos e outras plataformas interativas. Além disso, destaca-se a necessidade de estudos voltados à formação docente, analisando a percepção dos professores sobre o ensino da álgebra, aritmética e as dificuldades aplicadas de metodologias ativas.

Tais pesquisas podem fornecer subsídios para a criação de programas de formação continuada. Por fim, sugere-se a integração do conteúdo da equação do 2º grau com outras áreas de conhecimento, alinhando com a realidade do cotidiano do aluno, assim, com estas perspectivas podem contribuir para um ensino de Matemática mais reflexivo, crítico e voltado à construção do conhecimento.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, Erik Danilo Costa. História e aplicações da fórmula de Báskara. **Caderno de Graduação-Ciências Exatas e Tecnológicas-UNIT-SERGIPE**, v. 6, n. 1, p. 163-163, 2020. Disponível em: <https://periodicos.grupotiradentes.com/cadernoexatas/article/view/8424>. Acesso em: 13 jul. 2025.
- ALVES, Francisco Regis Vieira. Brahmagupta e alguns elementos históricos da matemática hindu. **Revista Thema**, v. 16, n. 4, p. 755-773, 2019. Disponível em: <https://periodicos.ifsul.edu.br/index.php/thema/article/view/1564> Acesso em: 14 jan. 2025.
- ARAÚJO, Marlene Gorete de. **Abu ja'far muhammad ibn musa al-khwarizmi: contribuições da álgebra para o ensino**. Dissertação (Mestrado Ensino de Ciências Naturais e Matemática). Universidade Federal do Rio Grande do Norte 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/server/api/core/bitstreams/b4605688-f1af-4a04-b498-d08da6cb5d9f/content>. Acesso em: 15 fev. 2025.
- ARAÚJO, Denise Lino. O que é (e como faz) sequência didática? **Entrepalavras**, v. 3, n. 1, p. 322-334, 2013. Disponível em: https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/23796/1/2013_art_dlaraujo.pdf Acesso em: 16 jan. 2025.
- ANNAMALAI, Chinnaraji. New Mathematical Model for Quadratics. 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.33774/coe2024-h5zfr>. Acesso em: 12 mar. 2025
- AUSUBEL, David Paul. The acquisition and retention of knowledge: A cognitive view. **Springer Science & Business Media**, 2012. p.234.
- BARLUND, I. H. **Algebra** (pp. 85–107). 2023. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-3-031-26212-8_5
- BOYER, Carl B.; MERZBACH, Uta C. **História da matemática**. Editora Blucher, 2019.p.512.
- BOYER, Carl B. **História da Matemática**. 3. ed. São Paulo: Blucher, 2010. 32p.
- BOYER, Carl B. **História da Matemática**. São Paulo: Edgard Bencer Ltda, 2003.
- BOYER, Carl B. **História da Matemática**. 2ª Ed. São Paulo: Ed. Edgard Blücher Ltda, 1999. p.496.
- BOYER, Carl B. **História da Matemática**. 2. ed. São Paulo: Edgart Blücher, 1996. p.496.
- BOYER, Carl B. **História da Matemática**/ trad. Elza F. Gomide, 1974. p.488.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC)**. 2018. p. 600. Disponível em: https://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf. Acesso em: 05 mar. 2025.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Fundamental - Matemática**. Brasília: MEC, 1997.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares nacionais: Matemática**. Brasília: MEC/SEF, 1997.

CANNINGS, Terence R. **Can you balance the equation: effective implementation + school change = integrated technology tools?** (pp. 655–665). Springer US. 1995. https://doi.org/10.1007/9780-387-34844-5_62. Acesso em: 03 mar. 2025.

CELESTINO, Kamila Gonçalves; PACHECO, Edilson Roberto. Bhaskara: algumas evidências. XVII Encontro Regional de Estudantes de Matemática do Sul, v. 16, 2011. **Anais [...]**. Disponível em: <https://ebooks.pucrs.br/edipucrs/acessolivre/anais/erematsul/comunicacoes/26KAMILACELESTINO.pdf>. Acesso em: 05 mar. 2025.

CHOI, Eun Mi. **Historical analysis of System of Equations-Focused on Resultant**. 26(2), 149– 161. 2013. Disponível em: DOI: 10.14477/JHM.2013.26.2_3.149.. Acesso em: 09 mar. 2025.

D'AMBROSIO, Ubiratan; D'AMORE, Bruno. **Etnomatemática [em linha]**. 2002.

DESMOS. **Desmos Graphing Calculator**. Disponível em: <https://www.desmos.com/calculator>. Acesso em: 19 jan. 2025.

DE PAULA, Caio César Pereira; LOPES, Juracélio Ferreira; OLIVEIRA, Dividson Paulo Azevedo. Resoluções de equação do 2º grau: método do passado com tecnologia do presente. **Revista da Educação Matemática**, v. 1, 2011. Disponível em: <https://periodicos.ufop.br/redumat/article/view/2015>. Acesso em: 19 jan. 2025.

DOLZ, J. et al. Sequências didáticas para o oral e a escrita: apresentação de um procedimento. **Gêneros orais e escritos na escola**. Campinas: Mercado de Letras, 2004. p. 95-128.

EVES, Howard. **Introdução à história da matemática**. 5. ed. Campinas: Editora da Unicamp, 2011. 95p, 115p.

EVES, Howard. **Introdução à história da matemática**. 2º ed. UNICAMP, 2002. p.243

EVES, Howard. **Introdução à História da Matemática**. 2. ed. São Paulo: Unicamp, 1997. p.843.

EVES, Howard. **Geometria: tópicos de história da matemática para uso em sala de aula**. Tradução de Hygino H. Domingues. São Paulo: Atual, 1995. p.78.

FERREIRA, Mayza Cavalcante; ABREU, Jair Dias de. Algeplan como recurso didático no estudo de equações do 2º grau: um olhar para o ensino de Álgebra. **Revista Cearense de**

Educação Matemática, v. 3, n. 7, p. 1-20, 2024. Disponível em:
<https://doi.org/10.56938/rceem.v3i8.4075>. Acesso em: 20 fev. 2025.

FREITAS, Rony CO et al. A contribuição da Geometria Dinâmica na Resolução Geométrica de Equações do Segundo Grau como proposto por Descartes. **Revista história da matemática para professores**, v. 2, n. 1, p. 33-41, 2015. Disponível em:
<https://rhmp.com.br/index.php/RHMP/article/view/16>. Acesso em: 8 abr. 2025.

FRIBERG, J. A Geometric Algorithm with Solutions to Quadratic Equations in a Sumerian Juridical Document from Ur III Umma. 2009. Disponível em:
<https://cdli.earth/articles/cdlj/2009-3> Acesso em: 08 abr. 2025.

FRIBERG, Jöran. Geometric division problems, quadratic equations, and recursive geometric algorithms in Mesopotamian mathematics. **Archive for History of Exact Sciences**, 68(1), 1–34. 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/S00407-013-0122-4>. Acesso em: 08 abr. 2025.

FRAGOSO, Wagner da Cunha. Equação do 2º grau—uma abordagem histórica. **Educação Matemática em Revista**, v. 7, n. 8, p. 57-61, 2000. Disponível em:
<https://www.sbemrasil.org.br/periodicos/index.php/emr/article/view/1282>. Acesso em: 09 abr. 2025.

GARBI Gilberto Geraldo. **O romance das equações algébricas**. Editora Livraria da Física; 2009. p.258.

GEOGEBRA. **GeoGebra**: Interactive Mathematics Software. Disponível em:
<https://www.geogebra.org>. Acesso em: 19 jan. 2025.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. - São Paulo: Atlas, 2002.

KAHN, Charles H. **Pitágoras e os pitagóricos-Uma breve história**. Edicoes Loyola, 2007. p. 240.

KHAYYAM, O. **Математические Трактаты Омара Хайяма**. Tradução de Boris Abramovitch Rosenfeld. Moscou, p. 11-66. 1953.

LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de metodologia científica**. São Paulo: Atlas, 2017.

LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de metodologia científica**. 5º. ed. - São Paulo: Atlas 2003.

LIMA, Elon Lages. A equação do terceiro grau. **Matemática Universitária**, v. 5, p. 10-23, 1987.

LORENZATO, S. **Para aprender matemática**. Campinas: Autores Associados, 2008. p.144.

LUCA, Florian. On the diophantine equation $px^1 - px^2 = qy^1 - qy^2$. **Indagationes Mathematicae**, v. 14, n. 2, p. 207-222, 2003.

MAO, Xuesen et al. Effects of deficit irrigation on yield and water use of greenhouse grown cucumber in the North China Plain. **Agricultural water management**, v. 61, n. 3, p. 219-228, 2003.

OLIVEIRA, Sebastião Luís; ROMÃO, Estaner Claro. Sequência didática para o ensino de função afim utilizando aprendizagem baseada em projetos. **ACTIO: Docência em Ciências**, v. 3, n. 3, p. 148-172, 2018. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.3895/actio.v3n3.7485>. Acesso em: 15 mar. 2025.

OLIVEIRA, C. L. P. DE, BOAVENTURA, E. DE O., SILVA, R. M. DE S., SILVA, A. DE S. A., CONCEIÇÃO, C. D. DA S., MEDEIROS, N. S., & URIBE, E. B. O. **Equações quadráticas: uma abordagem histórica através de resoluções geométricas**. 7(4), 11–19. 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.5747/CE.2015.V07.N4.E134>. Acesso em: 15 mar. 2025.

OLIVEIRA, Rubens Alves de. **Equações do segundo grau: resgate histórico dos seus métodos de resolução**. 2018. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11612/1069>. Acesso em: 15 mar. 2025.

OLIVEIRA, Cícera Janete Alves; LAVOR, Otávio Paulino. Sequência didática para o ensino e aprendizagem de juros compostos com o software Geogebra. **Boletim Cearense de Educação e História da Matemática**, v. 9, n. 25, p. 96-110, 2022. DOI: 10.30938/bocehm.v9i25.7400. Disponível em: <https://revistas.uece.br/index.php/BOCEHM/article/view/7400>.

O'REILLY, S., & Riveros, M. C. Determination of the pKa of ionizable enzyme groups by nonlinear regression using a second degree equation. **Biological Research**, 27, 171–176.1993. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8728828/>. Acesso em: 08 abr. 2025.

O'Regan, G. Algebra. In: Mathematical Foundations of Software Engineering. 2023. Texts in Computer Science. **Springer**, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-26212-8_5

PATTE, François. **The resolution of Diophantine equations according to Bhāskara and a justification of the cakravāla by Kṛṣṇadaivajña**. 32, 73–105. 2010 Disponível em: <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal00584820>. Acesso em: 27 jan. 2025.

PEDROSO, Hermes Antônio. Uma breve história da equação do 2º grau. **Revista Eletrônica de matemática**, p. 1-13, 2010.

PENHA, J. T.; HARTMANN, Â. M. História das equações de 2º grau e das funções quadráticas: uma experiência de ensino remoto na educação básica. **Anais CIET: Horizonte**, 2022.

PINEDO, Christian Q. **Lição 09 História da Matemática**. 2022.p.286.

PINEDO, C Q. **História da Matemática** / Christian José Quintana Pinedo: Universidade Federal do Tocantins. Campus de Palmas, Curso de Engenharia Civil, 2019. 280 p.

PINHEIRO, João Batista Santana. **Métodos de resolução para as equações quadráticas**. 2024. Disponível em: <https://tedebc.ufma.br/jspui/handle/tede/5662>. Acesso em: 22 jan. 2025.

ROQUE, T. **História da matemática**. Editora Schwarcz-Companhia das Letras, 2012.

ROQUE, T.; DE CARVALHO, J. B. **Pitombeira**. Tópicos de história da matemática [em linha]. 2012 p. 301. Disponível em: https://www.professoresdematematica.com.br/wa_files/Topicos_20de_20Historia_20da_20Matematica_28PROFMAT_29_TatianaRoque_Pitombeira.pdf. Acesso em: 10 fev. 2025.

SAITO, Fumikazu. História da Matemática: uma visão crítica, desfazendo mitos e lendas (resenha crítica). **Revista brasileira de história da matemática**, v. 13, n. 26, p. 85-94, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.47976/RBHM2013v13n2685-94>. Acesso em: 10 fev. 2025.

SANTOS, Jorge Luiz Gomes dos. **Desmos, Geogebra e GXWeb: uma comparação entre três sistemas de geometria dinâmica**. 2024. Dissertação de Mestrado. Disponível em: <http://www.repositorio-bc.unirio.br:8080/xmlui/bitstream/handle/unirio/14616/Jorge%20Luiz%20Santos.pdf?sequence=1>. Acesso em: 25 fev. 2025.

SILVA, J. B. David Ausubel's Theory of Meaningful Learning: an analysis of the necessary conditions. **Research, Society and Development**, 9(4), 09932803. 2020 Disponível em: <https://doi.org/10.33448/RSD-V9I4.2803>. Acesso em: 25 fev. 2025.

SILVA, R. A. da; MOREY, B. B. Álgebra islâmica de al-Khwarizmi a Omar Khayyam. **Boletim Cearense de Educação e História da Matemática**, [S. l.], v. 8, n. 23, p. 654–664, 2021. DOI: 10.30938/bocehm.v8i23.4966. Disponível em: <https://revistas.uece.br/index.php/BOCEHM/article/view/4966>. Acesso em: 25 fev. 2025.

SILVA, Rosângela Araújo; GOMES, Severino Carlos; MOREY, Bernadete Barbosa. Al-Khwarizmi e Omar Khayyam: similaridades e diferenças entre álgebra e geometria. **Revista Brasileira de História, Educação e Matemática (HIPÁTIA)**, v. 6, n. 2, p. 211-220, 2021.. Disponível em: <https://ojs.ifsp.edu.br/hipatia/article/view/1804/1219>. Acesso em: 04 mar. 2025.

SILVA, Rosângela Araújo; GOMES, Severino Carlos; MOREY, Bernadete Barbosa. Al-Khwarizmi e Omar Khayyam: similaridades e diferenças entre álgebra e geometria. **Revista Brasileira de História, Educação e Matemática (HIPÁTIA)**, v. 6, n. 2, p. 211-220, 2021. Disponível em: <https://ojs.ifsp.edu.br/hipatia/article/view/1804/1219>. Acesso em: 22 abr. 2025.

STROETHOFF, Karel. Bhaskara's approximation for the sine. **The Mathematics Enthusiast**, v. 11, n. 3, p. 485-492, 2014.p. 485.

THIRUNIRAISELVI, N. Second degree quinary equation $xy + XY = (k^2 + 2k + 1)w^2$. **Advances in Nonlinear Variational Inequalities**, [S. l.], v. 27, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.52783/anvi.v27.505>. Acesso em: 7 abr. 2025.

ZABALA, A. **A prática educativa: como ensinar**. Trad. Ernani F. da Rosa –Porto Alegre: ArtMed, 1998. p.224.

ZELJIC, M. **Modelling the Relationships between Quantities: Meaning in Literal Expressions**. Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education, 11(2),

431–442. 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.12973/EURASIA.2015.1362A>. Acesso em: 17 fev. 2025.

APÊNDICE - SEQUÊNCIA DIDÁTICA



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA - UESB MESTRADO
PROFISSIONAL EM MATEMÁTICA EM REDE NACIONAL – PROFMAT**

SEQUÊNCIA DIDÁTICA

VANDERLEY SILVA SOUZA

A EQUAÇÃO DO SEGUNDO GRAU NA EDUCAÇÃO BÁSICA

VITÓRIA DA CONQUISTA – BAHIA

2025

SUMÁRIO

SEQUÊNCIA DIDÁTICA	2
1 INTRODUÇÃO	2
1.1 APLICABILIDADE	3
1.2 AGRICULTURA	3
1.3 PECUÁRIA	3
1.4 CONSTRUÇÕES	3
2 ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS	4
2.1 INTRODUÇÃO	6
2.1.1 AULA 1	6
2.1.2 AULA 2 E 3	6
2.1.3 AULA 3 E 4	7
2.1.4 AULA 5	8
2.1.5 AULA 6	9
ANEXOS	10

SEQUÊNCIA DIDÁTICA

A proposta da sequência didática para este estudo adota a equação do 2º grau para o ensino, além de trazer a contextualização sendo elemento central, no sentido que alunos compreendam os significados do conteúdo para a vida.

Desse modo, o principal objetivo é contribuir para o docente de Matemática da Educação básica com uma forma de ensinar o referido conteúdo, indo além da simples memorização de fórmulas, como procurar desenvolver a capacidade de interpretar, resolver e aplicar esse conteúdo, em situação problema do cotidiano, com propósito da aprendizagem ativa e o raciocínio lógico.

A sequência didática é estruturada a partir de etapas, que inicia por meio da identificação de conhecimentos prévios, passando pela exploração conceitual e prática das equações, até chegar à resolução de situações contextualizadas.

Além disso, é necessário a valorização do trabalho colaborativo, e o uso de recursos didáticos e aplicação de metodologias ativas, que torna-se a aprendizagem mais dinâmicas e significativas.

Logo, no final da sequência, espera-se que os alunos sejam capazes de reconhecer a estrutura da equação do 2º grau, compreenda a função dos coeficientes, aplique métodos de resolução como fatoração e fórmula de Bhaskara, interpretando os resultados e refletindo sobre a aplicação em diferentes contextos.

1 INTRODUÇÃO

Equação de 2º grau

O objetivo da sequência didática é oferecer aos alunos um método alternativo para solucionar equações do segundo grau, que pode levar à criação de uma nova fórmula.

A equação do 2º grau é um conteúdo que pode ser utilizado para solucionar questões ligadas à agricultura, pecuária e construção. Tal premissa, existente desde os povos antigos, apoia a noção de que técnicas algébricas emergiram da precisão de responder a questões do dia a dia, e continua sendo um alicerce vital para o ensino relevante.

A forma geral de uma equação do 2º grau é:

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

Sendo que as letras a , b e c são os coeficientes reais com $a \neq 0$ e x a variável.

A fórmula de Bhaskara é usada para solucionar tais equações:

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

1.1 APLICABILIDADE

Nota-se que a equação do 2º grau pode ser adotada em diferentes áreas de conhecimento, neste contexto, o desenvolvimento deste conteúdo é enfatizado em áreas de terrenos, a otimização de espaços para animais e plantações, além de projeções de edificações.

1.2 AGRICULTURA

Na agricultura pode ser utilizada para otimizar desde os terrenos, a construções de obras, melhoria na produção de alimentos.

1.3 PECUÁRIA

A aplicação da equação de 2º grau, na pecuária, possibilita determinar a dimensão ideal para currais e áreas de confinamento de gado, aprimorando a disposição de cercas e pastos.

1.4 CONSTRUÇÕES

Em obras, pode ser utilizada a equação do 2º grau para determinar as dimensões de áreas quadradas e retangulares, facilitando um planejamento.

2 ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Tema	Equação do 2º grau
Série	Alunos do 9º ano, do Ensino Fundamental – Anos Finais
Duração	6 aulas
Objetivos	• Analisar a contribuição histórica deste conteúdo; • Compreender a estrutura e as propriedades da equação do 2º grau, com o coeficiente; • Introduzir a forma geral da equação do 2º grau e explorar métodos de resolução; • Explorar métodos de resolução (fatoração, fórmula de Bhaskara e soma e produto); • Procurar desenvolver outras formas de resolução; • Aplicar a equação do 2º grau em problemas do cotidiano; • Relacionar a equação do 2º grau com outras áreas do conhecimento; • Utilizar ferramentas tecnológicas para o ensino deste assunto. • Desenvolver estudos científicos, por meio do que foi desenvolvido em sala de aula, com os resultados obtidos das resoluções dos alunos.
Recursos Necessários	Quadro Pincel Caderno Caneta Lápis Folha A4 Material didático (livro, slides, atividades), impressora. Notebook, software Geogebra, celular, internet, projetor.

Introdução	Primeiramente será explicado sobre a equação do 2º grau, destacando as fontes históricas e os principais contribuintes desta função: expressa na forma $ax^2 + bx + c = 0$, a importância, e as principais áreas que utiliza. Destacando a fórmula de Bhaskara: $x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$ para a resolução de problemas, por meio da contextualização de forma prática, explicando cada coeficiente e para que serve.
Conceitos	Contextualizar a equação do 2º grau, os coeficientes, álgebra e os primeiros problemas envolvendo a equação quadrática, Bhaskara, parábola e o significado. Fazendo relação com as diferentes áreas que utilizam.
Metodologia	Atividade Inicial: A partir do levantamento prévio do conhecimento do aluno, por meio da pergunta norteadora: Onde encontrar a equação do 2º grau na ciência e no cotidiano? Discussão em grupo: Os alunos devem levantar hipóteses sobre a importância da equação do 2º grau. Contextualização dos conceitos que envolvem as equações do 2º grau e sua importância. Resolução de problemas utilizando cada método. Utilização de software gráfico Geogebra para visualizar as parábolas.
Avaliação	Avaliação será por meio de uma solução problema do cotidiano em que a equação do 2º grau deve ser aplicada.
	Após discussão em grupo sobre as dificuldades encontradas e as descobertas. Fazendo autoavaliação, o que aprenderam? Como podem ser aplicados esse conhecimento em outras disciplinas. Além, de análise das dificuldades enfrentadas, e a contribuição do conteúdo para o conhecimento deles. Com os dados e as considerações coletadas, será elaborada artigo científico, com as conclusões alcançadas.

De acordo com o exposto, as próximas etapas mostram as abordagens de cada etapa, recursos e metodologias adotadas.

2.1 INTRODUÇÃO

2.1.1 AULA 1

A primeira aula será contextualizada de forma dinâmica e atrativa por meio de slides (anexo A). É importante, neste contexto, o levantamento do conhecimento do aluno. Para isso, utilizar-se-á as perguntas norteadoras com os alunos sobre a Equação do 2º grau: *Já ouviram falar? Sabe para que serve na ciência e no cotidiano?* Além disso, questionamento, quem é Bhaskara e se já ouviram informações sobre o histórico da equação do 2º grau. Partindo desta premissa, leva-se em consideração as respostas dadas pelos alunos, que podem ser anotadas no quadro. Após isso, apresentar a fórmula da Equação $ax^2 + bx + c = 0$, contextualizando os coeficientes, para que serve, além de enfatizar os números. Em seguida, apresenta a fórmula de Bhaskara e a parábola, destacando os conceitos de cada uma $x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$

Logo após a introdução, destacar a importância da equação de 2º grau para as diferentes áreas de conhecimento, como engenharias, economia, física, geometria, pautando na aplicabilidade em situações concretas e na resolução de problemas práticos da realidade do aluno.

Em seguida, é interessante realizar a leitura de um breve texto histórico sobre a Bhaskara e a origem da fórmula quadrática, contextualizando o surgimento desse importante método de resolução e promovendo a valorização do conhecimento ao longo do tempo. Levando em consideração o porquê de estudar a equação do 2º grau.

2.1.2 AULA 2 e 3

No primeiro momento o professor pode apresentar um problema do cotidiano para despertar o interesse dos alunos: Um jardineiro deseja construir um canteiro retangular para plantar flores, de modo que a área seja 45 m^2 e o comprimento tenha 4 m a mais que a largura. Qual deve ser a medida da largura?

$$x^2 + 4x = 45$$

$$x^2+4x-45=0$$

Depois, apresenta a fórmula Bhaskara geral de resolução:

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

Em seguida explica para os alunos os significados dos coeficientes a , b , c e destaque a função do discriminante $\Delta = b^2 - 4ac$.

O docente dividirá os alunos em pequenos grupos e entregará uma lista com duas equações completas da equação 2º grau (Anexo B). Cada grupo terá a responsabilidade da identificação dos coeficientes a , b , e c de cada equação, após calcular o discriminante Δ , resolver as equações utilizando a fórmula de Bhaskara e interpretar os resultados, verificando a raiz de cada caso.

Em seguida, o professor explicará como utilizar o software Geogebra e orientará os alunos para que façam o download da ferramenta no dispositivo. Com base em valores das equações resolvidas, cada grupo deverá construir o esboço da parábola correspondente no Geogebra, observando o comportamento do gráfico de acordo com o valor do discriminante.

2.1.3 AULA 3 e 4

Nesta aula o professor contextualiza, por meio de explicação utilizando slides (Anexo C), sobre a relação entre os coeficientes e as raízes da equação do 2º grau, representada pelas fórmulas da soma e do produto das raízes. Dada uma equação $ax^2+bx+c=0$, é possível determinar a soma das raízes por meio da expressão $x_1 + x_2 = \frac{-b}{a}$, e o produto das raízes utilizando a fórmula $x_1 * x_2 = \frac{c}{a}$. Assim, permite aos alunos a resolução dos problemas de maneira mais estratégicas, além disso, a interpretação dos resultados fornece informações sobre o comportamento da função quadrática. Uma soma de raízes igual a zero, significa que são simétricas em relação aos eixos verticais da parábola, já um produto negativo indica que as raízes possuem sinais opostos.

Desta forma, o professor pode propor a localização dos resultados, desenvolvendo a parábola, localizando os eixos de cada produto. Assim, esses conceitos além de fortalecer a compreensão algébrica, também ampliam a capacidade de análise gráfica e aplicação em contextos reais, como na física (trajetórias), na economia (lucros e prejuízos), e na geometria (áreas e simetrias), contribuindo para o desenvolvimento lógico e da interpretação matemática.

Neste contexto, esse conceito pode ser desenvolvido em diferentes áreas, inclusive na agricultura, em que a Matemática é necessária para o planejamento do uso da terra. Como: o cálculo da área de um canteiro, em que o agricultor deseja manter uma determinada proporção entre comprimento e largura, também pode utilizar para otimizar da irrigação ou uso de sementes. Com base nessa condição, é possível resolver por meio da equação do 2º grau e usar a soma e produto das raízes para prever medidas que maximizem a produção, minimizem custos ou equilibrem recursos naturais.

Desta forma, as fórmulas de soma e produto das raízes reforçam a compreensão estrutural da equação quadrática, além de mostrar aos alunos como a matemática pode ser usada para resolver problemas relevantes do cotidiano.

Em seguida será aplicado exercícios em dupla com propósito em deduzir as raízes (Anexo D) e após discussão coletiva sobre quando usar soma e produto.

2.1.4 AULA 5

Nesta aula, será explicado de forma prática, por meio de debate e resolução de exercícios: primeiramente propõe uma pergunta norteadora, como: Já percebeu que o gráfico de um foguete subindo e descendo ou de um lucro aumentando e depois caindo, tem forma de parábola?

Apresente brevemente a função quadrática na forma $f(x)=ax^2+bx+c$ explicando: a concavidade, o vértice (ponta máximo ou mínimo da parábola). Após divida em duplas e entregue dois problemas para resolver (Anexo E). Identificando os coeficientes, calculando vértice, interpretando o gráfico com base nos valores. Para isso, pode ser utilizado Geogebra, para identificar onde o gráfico cruza o eixo x (raízes) a posição do vértice (ponto máximo ou mínimo), a abertura da parábola (para cima ou para baixo).

Depois pode sugerir que cada dupla faça perguntas, como: o que cada parte do gráfico representa na situação do problema? Peça para compartilharem as análises. Destaque como a Matemática representa nas situações práticas, reforçando a utilização do gráfico como ferramenta de interpretação e tomada de decisão em diferentes contextos.

2.1.5 AULA 6

Na etapa de consolidação dos conhecimentos, os alunos serão desafiados à resolução de quatro questões envolvendo equação do 2º grau. Logo, essas questões terão como propósito a aplicação dos métodos estudados (fatoração, Bhaskara, soma e produto), além de desenvolver contextos variados para estimular o raciocínio lógico.

Como atividade avaliativa, os estudantes deverão resolver um problema do cotidiano, utilizando a equação do 2º grau. A proposta é que identifiquem uma situação da realidade do aluno (por exemplo, cálculo de lucro, entre outros). Após a resolução das atividades, será promovido um debate coletivo com a pergunta norteadora. Em que mais pode-se aplicar esse conhecimento? Tem como objetivo estimular a reflexão e a construção de sentido, reconhecendo a Matemática como ferramenta em diversas áreas de conhecimento e do cotidiano.

A seguir, cada aluno realizará uma autoavaliação escrita: o que aprendi? Onde posso aplicar? Assim, visa desenvolver a metacognição, ou seja, a consciência sobre o próprio processo de aprendizagem, além de permitir ao professor identificar como os alunos estão assimilando os conteúdos trabalhados.

Encerrando a aula, será realizada a dinâmica final. Cada aluno compartilhará oralmente com a turma um aprendizado que considera importante. Essa prática fortalece o vínculo entre os alunos, valoriza o protagonismo estudantil e reforça os conceitos trabalhados ao longo desta sequência.

Destaca-se que a avaliação será desenvolvida por meio de três avaliações individuais: a resolução das questões e do problema contextualizado; a autoavaliação, a partir da reflexão escrita dos alunos; e a participação nas atividades coletivas, em especial no debate e dinâmica final. Desse modo, procura-se promover uma avaliação mais completa, que considere tanto o desempenho acadêmico quanto o envolvimento e a evolução pessoal dos alunos.

Nota-se que esta sequência didática pode ser adaptada de acordo com o contexto, a realidade de cada região, em que se insere a escola. Fica a critério de cada docente.

Esta sequência didática manifesta-se para o educador de Matemática, que pretende incorporar as atividades delineadas nesta investigação, defende modificações e adaptadas ao contexto específico das experiências cotidianas de cada educador.

ANEXOS

ANEXO A

Os principais estudiosos

- Babilônios;
- Egípcios;
- Euclides;
- Diofanto;
- Al-Khwarizmi;
- Tartaglia;
- Viète e Descartes;
- Bhaskara.

Equação do 2º grau

Já tiveram contato com a equação do 2º grau?

Se tiveram, quais dificuldades enfrentaram nas resoluções?

Sabe quais áreas que é utilizadas?



Importância....

Equação do 2º grau

→ Engenharias...

→ Economia...

→ Física...

É utilizada em diferentes áreas....

Para modelar e resolver problemas...

- **Histórico sobre a Bhaskara;**
- **Origem da fórmula quadrática;**

Ideia de cada pensador matemático?

É o resultado de processo evolutivo, que foram desenvolvendo, por meio de diversas civilizações e matemáticos.

Como surgiu a fórmula?

A fórmula é descrita como: $ax^2 + bx + c = 0$

a, b, e c são os coeficientes e x é a incógnita.

A fórmula de Bhaskara

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

ANEXO B

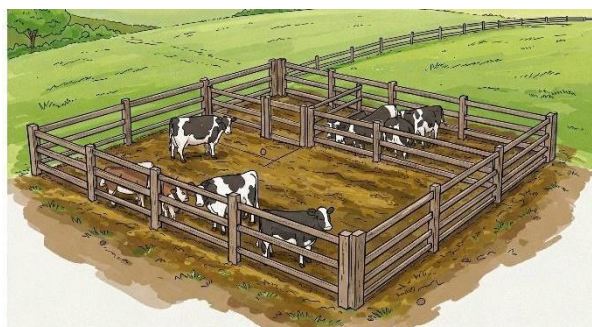
Escola:			
Nome:		nº	
Série:	Turma:	Turmo:	Data:
Professor(a):			

AVALIAÇÃO EQUAÇÃO 2º GRAU

Problemas

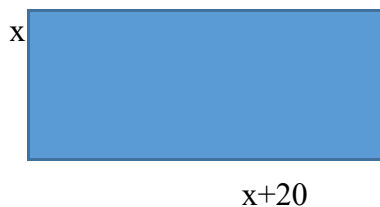
Objetivo: Desenvolver resolução de problemas de acordo o cotidiano do aluno, utilizando-se equações quadráticas.

1) O Sr. João, um fazendeiro, precisa construir um curral retangular para abrigar o gado. Na sua fazenda possui 150 m² de área disponível para a construção. Neste sentido, para garantir o bem-estar dos animais e facilitar o manejo, o Sr. João deseja que a largura do curral seja 5 metros menor que o comprimento.



- Modele essa situação como uma equação quadrática, representando o comprimento e a largura do curral por variáveis.
- Resolva a equação quadrática para determinar as dimensões do curral (comprimento e largura) que atendam às necessidades do Sr. João.
- Interprete os resultados no contexto do problema, explicando se ambas as soluções da equação quadrática são válidas e por quê.

2) O Sr. José, um agricultor, possui um terreno retangular em que deseja plantar milho. Sabe que a área total do terreno é de 1500 m^2 . Neste sentido, precisa otimizar o plantio e garantir uma boa colheita, o Sr. José precisa que o comprimento do terreno seja 20 metros maior que a largura.



- Modele essa situação como uma equação quadrática, representando a largura e o comprimento do terreno por variáveis.
- Resolva a equação quadrática para determinar as dimensões do terreno (largura e comprimento) que o Sr. José precisa para plantar seu milho.
- Interprete os resultados no contexto do problema, explicando se ambas as soluções da equação quadrática são válidas e por quê.

Solução questão 1:

- a) Seja x o comprimento do curral e $x - 5$ a largura, se a área do curral é de 150 m^2 , então temos que:

$$x \cdot (x - 5) = 150$$

$$x^2 - 5x = 150$$

$$x^2 - 5x - 150 = 0$$

- b) Para resolver a equação do 2º grau $x^2 - 5x - 150 = 0$, pode se utilizar a fórmula de Bhaskara:

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{\Delta}}{2 \cdot a}$$

$$\Delta = b^2 - 4 \cdot a \cdot c$$

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4 \cdot a \cdot c}}{2 \cdot a}$$

Identificando os coeficientes:

$$a = 1$$

$$b = -5$$

$$c = -150$$

$$x = \frac{-(-5) \pm \sqrt{(-5)^2 - 4 \cdot 1 \cdot (-150)}}{2 \cdot 1}$$

$$x = \frac{5 \pm \sqrt{25 + 600}}{2}$$

$$x = \frac{5 \pm \sqrt{625}}{2}$$

$$x = \frac{5 \pm 25}{2}$$

$$x_1 = \frac{5 + 25}{2}$$

$$x_1 = 15 \text{ m}$$

$$x_2 = \frac{5 - 25}{2}$$

$$x_2 = -10$$

- c) A equação apresenta duas soluções distintas, no entanto, por se tratar da medida de um curral, vamos descartar a resposta negativa. Dessa forma temos que o curral do senhor João mede 15 metros de comprimento por 10 de largura.

Cálculos questão 2:

- a) Seja x a largura do terreno e $x + 20$ o comprimento, se a área total é de $1500 m^2$, então temos que:

$$x \cdot (x + 20) = 1500$$

$$x^2 + 20x = 1500$$

$$x^2 + 20x - 1500 = 0$$

- b) Identificando os coeficientes:

$$a = 1$$

$$b = 20$$

$$c = -1500$$

$$x = \frac{-20 \pm \sqrt{20^2 - 4 \cdot 1 \cdot (-1500)}}{2 \cdot 1}$$

$$x = \frac{-20 \pm \sqrt{400 + 6000}}{2}$$

$$x = \frac{-20 \pm \sqrt{6400}}{2}$$

$$x = \frac{-20 \pm 80}{2}$$

$$x_1 = \frac{-20 + 80}{2}$$

$$x_1 = 30 m$$

$$x_2 = \frac{-20 - 80}{2}$$

$$x_2 = -50$$

- c) A equação apresenta duas soluções distintas, no entanto, por se tratar da medida de um terreno, vamos descartar a resposta negativa. Dessa forma temos que o terreno do senhor José mede 50 metros de comprimento por 30 de largura.

ANEXO C

Problema do cotidiano que pode ser utilizado a equação do 2º grau?

Exemplo:

Um jardineiro deseja construir um canteiro retangular para plantar flores, de modo que a área seja 45 m² e o comprimento tenha 4 m a mais que a largura.

Qual deve ser a medida da largura?

$$x^2+4x-45=0$$

A função do discriminante $\Delta=b^2-4ac$

O software GeoGebra e a equação do 2º grau

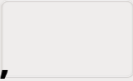
- **álgebra**

**Introdução;
Como utilizar;
Resolução.**

Dada uma equação $ax^2+bx+c=0$, é possível determinar a soma das raízes por meio da expressão, e o produto das raízes utilizando a fórmula.

Compreensão algébrica;

Significados da Parábola;

- Física (trajetórias), 
- Economia (lucros e prejuízos),
- Geometria (áreas e simetrias)...

Na agricultura, pode ser utilizada no planejamento do uso da terra. Como: o cálculo da área de um canteiro, em que o agricultor deseja manter uma determinada proporção entre comprimento e largura, também pode utilizar para otimizar da irrigação ou uso de sementes.

Já percebeu que o gráfico de um foguete subindo e descendo, ou de um lucro aumentando e depois caindo, tem forma de parábola?

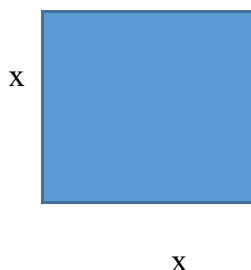
ANEXO D

Escola:			
Nome:		nº	
Série:	Turma:	Turmo:	Data:
Professor(a):			

3) O Sr. Antônio, proprietário de um terreno, planeja construir um galpão quadrado para armazenar os equipamentos agrícolas. Assim, precisa que o galpão tenha uma área de 1600 metros quadrados para comportar todos os seus maquinários.

- Aplica essa situação como uma equação, representando o lado do galpão por uma variável.
- Resolva a equação para determinar a medida do lado do galpão que o Sr. Antônio precisa construir.
- Interprete o resultado no contexto do problema, explicando o que a solução da equação representa.

Cálculos:



a) $x \cdot x = 1600$

$$x^2 = 1600$$

$$x^2 - 1600 =$$

$$0$$

- b) Para resolver a equação do 2º grau $x^2 - 1600 = 0$, pode se utilizar a fórmula de Bhaskara:

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4 \cdot a \cdot c}}{2 \cdot a}$$

Identificando os coeficientes:

$$a = 1$$

$$b = 0$$

$$c = -1600$$

$$x = \frac{0 \pm \sqrt{0^2 - 4 \cdot 1 \cdot (-1600)}}{2 \cdot 1}$$

$$x = \frac{0 \pm \sqrt{6400}}{2}$$

$$x = \frac{0 \pm 80}{2}$$

$$x_1 = \frac{0 + 80}{2}$$

$$x_1 = 40 \text{ m}$$

$$x_2 = \frac{0 - 80}{2}$$

$$x_2 = -40$$

- c) Por se tratar da medida do comprimento de um galpão, a solução da equação considerada deve ser $x = 40$, descartando a solução negativa.

4) Um produtor rural deseja cercar uma área retangular de 1.200 m^2 para o cultivo de hortaliças.

Ele decidiu que o comprimento do terreno deve ser 10 metros maior do que a largura.

Sabendo disso, determine as dimensões desse terreno resolvendo a equação correspondente.

Dica:

1. Seja x a largura do terreno (em metros).
2. O comprimento será $x + 10$ metros.
3. A área do terreno é dada pela multiplicação do comprimento pela largura.

ALTERNATIVAS

A) $20\text{m} \times 60\text{m}$

B) $30\text{m} \times 40\text{m}$

C) $25\text{m} \times 50\text{m}$

D) $35\text{m} \times 45\text{m}$

Resolva utilizando a equação do segundo grau e marque a alternativa correta.

x  $x+10$

$$(x + 10).x = 1200$$

$$x^2 + 10x = 1200$$

$$x^2 + 10x - 1200 = 0$$

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{\Delta}}{2.a}$$

$$\Delta = b^2 - 4.a.c$$

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4.a.c}}{2.a}$$

Identificando os coeficientes:

$$a = 1$$

$$b = 10$$

$$c = -1200$$

$$x = \frac{-10 \pm \sqrt{(10)^2 - 4.1.(-1200)}}{2.1}$$

$$x = \frac{-10 \pm \sqrt{100 - 4.1.(-1200)}}{2.1}$$

$$x = \frac{-10 \pm \sqrt{4900}}{2.1}$$

$$x = \frac{-10 \pm 70}{2.1}$$

$$x_1 = \frac{-10 + 70}{2}$$

$$x_1 = 30 \text{ m}$$

$$x_2 = \frac{-10 - 70}{2}$$

$x_2 = -40$ nesse contexto, não convém a solução negativa

ANEXO E

Escola: _____.			
Nome: _____			n° _____.
Série: _____	Turma: _____	Turmo: _____	Data: _____.
Professor(a): _____.			

5) Um fazendeiro, necessita construir um cercado retangular para o gado. Já que possui 200 metros de cerca disponível e deseja que a área do cercado seja de 2400 metros quadrados. O fazendeiro precisa determinar as dimensões do cercado (comprimento e largura) para melhorar o espaço e garantir o bem-estar dos animais.

Desafio:

- Resolva essa situação como uma equação do segundo grau, representando o comprimento e a largura do cercado por variáveis.
- Resolva a equação do segundo grau para determinar as dimensões do cercado que atendam às necessidades do fazendeiro.
- Interprete os resultados no contexto do problema, explicando se ambas as soluções da equação do segundo grau são válidas e por quê.
- O fazendeiro também precisa saber qual é o perímetro do cercado para garantir que a cerca seja suficiente. O perímetro calculado coincide com os 200 metros de cerca disponíveis?

Solução:

- Como o fazendeiro só tem 200 metros de cerca, o perímetro do cercado deve ser: $2x + 2y = 200$ e a área $x \cdot y = 2400$, resolvendo o sistema de equações temos:

$$x + y = 100$$

$$y = 100 - x$$

Substituindo na equação $x \cdot y = 2400$, obtemos a equação do 2º grau

$$x \cdot (100 - x) = 2400$$

$$-x^2 + 100x - 2400 = 0$$

$$b) \quad x = \frac{-b \pm \sqrt{\Delta}}{2.a}$$

$$\Delta = b^2 - 4.a.c$$

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4 \cdot a \cdot c}}{2 \cdot a}$$

Identificando os coeficientes:

$$a = -1$$

$$b = 100$$

$$c = -2400$$

$$x = \frac{-100 \pm \sqrt{(-100)^2 - 4 \cdot (-1) \cdot (-2400)}}{2 \cdot (-1)}$$

$$x = \frac{-100 \pm \sqrt{10000 - 9600}}{-2}$$

$$x = \frac{-100 \pm \sqrt{400}}{-2}$$

$$x = \frac{-100 \pm 20}{-2}$$

$$x_1 = \frac{-100 + 20}{-2}$$

$$x_1 = 40 \text{ m}$$

$$x_2 = \frac{-100 - 20}{-2}$$

$$x_2 = 60 \text{ m}$$

- c) A equação possui duas soluções positivas e ambas podem ser a resposta para o problema proposto.
- d) O perímetro do terreno mede 200 metros e as dimensões 60 x 40 ou 40 x 60 dá uma área de 2400 m², conforme o enunciado da questão

ANEXO F

Escola:			
Nome:		n°	
Série:	Turma:	Turmo:	Data:
Professor(a):			

ATIVIDADE FINAL

7) O Sr. José, um fazendeiro, decidiu construir um galinheiro retangular para as galinhas poedeiras. Uma vez que possui 46 metros de cerca disponível para cercar o galinheiro e deseja que a área total seja de 120 metros quadrados. Neste contexto, para garantir o conforto e a segurança das galinhas, o Sr. José precisa determinar as dimensões ideais do galinheiro (comprimento e largura).

- Desenvolva essa situação como uma equação do segundo grau, representando a largura e o comprimento do galinheiro por variáveis.
- Resolva a equação do segundo grau para determinar as dimensões do galinheiro que atendam às necessidades do Sr. José.
- Interprete os resultados no contexto do problema, explicando se ambas as soluções da equação do segundo grau são válidas e por quê.
- O Sr. José também precisa saber qual é o perímetro do galinheiro para garantir que a cerca seja suficiente. O perímetro calculado coincide com os 46 metros de cerca disponíveis?
- Se o Sr. José decidir dividir o galinheiro em duas seções retangulares iguais com uma cerca adicional no meio, quantos metros de cerca ele precisará comprar no total?

8. Sabendo que o curral abaixo tem o formato quadrado e que cada lado mede 12 metros, qual é a medida da área desse curral?

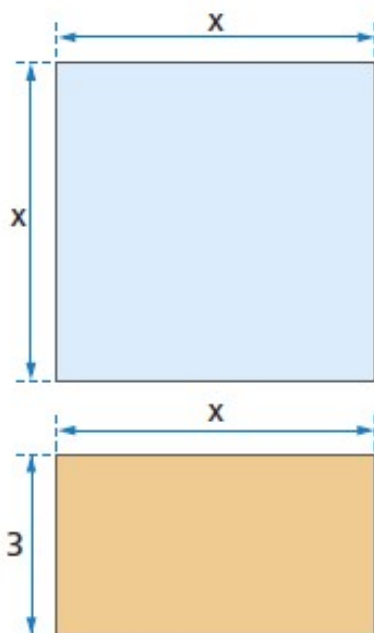


9. O outro curral abaixo é retangular e seu comprimento é de 12 metros enquanto que a largura mede 10 metros. Qual é a área desse curral?



10. Qual é a diferença da área do primeiro curral para o segundo?

Agora considere os currais abaixo:



1. Qual é a expressão que representa a área do curral azul?
2. Qual é a expressão que representa a área do curral laranja?
3. Qual é a expressão que representa a área do curral azul menos a área do curral laranja?

4. Se a diferença entre a área do curral azul e a área do curral laranja é 40 m^2 , quanto deve medir o lado do curral azul?
5. Descreva como você fez para encontrar a solução.