

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA FLUMINENSE
***CAMPUS* CAMPOS CENTRO**
COORDENAÇÃO DO CURSO DE LICENCIATURA EM MATEMÁTICA

LEONARDO RIBEIRO DE SOUZA JUNIOR
MARIA CLARA CAMPOS VAZ

PHOTOMATH NA EDUCAÇÃO: POTENCIALIDADES DE UMA
FERRAMENTA COM ABORDAGEM ORIENTADA

Campos dos Goytacazes/ RJ

Abril – 2026

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA FLUMINENSE
***CAMPUS* CAMPOS CENTRO**
COORDENAÇÃO DO CURSO DE LICENCIATURA EM MATEMÁTICA

LEONARDO RIBEIRO DE SOUZA JUNIOR
MARIA CLARA CAMPOS VAZ

**PHOTOMATH NA EDUCAÇÃO: POTENCIALIDADES DE UMA
FERRAMENTA COM ABORDAGEM ORIENTADA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação do Curso de Licenciatura em
Matemática do Instituto Federal de Educação,
Ciência e Tecnologia Fluminense *Campus* Campos
Centro, como requisito parcial para conclusão do
Curso de Licenciatura em Matemática.

Orientadora: Prof^ª. Me. Paula Eveline da Silva dos
Santos Miranda
Coorientadora: Prof^ª. Me. Silvana Leal da Silva

Campos dos Goytacazes/RJ

Abril – 2026

Biblioteca Anton Dakitsch
CIP - Catalogação na Publicação

S729p

Souza Junior, Leonardo Ribeiro de
Photomath na Educação: potencialidades de uma ferramenta com
abordagem orientada
/ Leonardo Ribeiro de Souza Junior, Maria Clara Campos Vaz - 2026.
116 f.: il. color.

Orientadora: Paula Eveline da Silva dos Santos Miranda
Coorientadora: Silvana Leal da Silva

Trabalho de conclusão de curso (graduação) -- Instituto Federal de
Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense, Campus Campos Centro,
Curso de Licenciatura em Matemática, Campos dos Goytacazes, RJ, 2026.
Referências: f. 80 a 82.

1. Photomath. 2. Tecnologias Digitais. 3. Equação do 2º. grau. I. Vaz,
Maria Clara Campos. II. Miranda, Paula Eveline da Silva dos Santos,
orient. III. Título.III. Silva, Silvana Leal da, coorient. IV. Título.

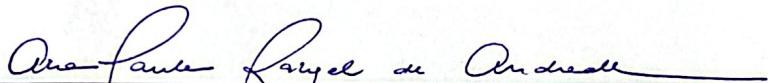
LEONARDO RIBEIRO DE SOUZA JUNIOR
MARIA CLARA CAMPOS VAZ

PHOTOMATH NA EDUCAÇÃO: POTENCIALIDADES DE UMA
FERRAMENTA COM ABORDAGEM ORIENTADA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação do Curso de Licenciatura em
Matemática do Instituto Federal de Educação,
Ciência e Tecnologia Fluminense *Campus* Campos
Centro, como requisito parcial para conclusão do
Curso de Licenciatura em Matemática.

Aprovada em 06 de abril de 2026.

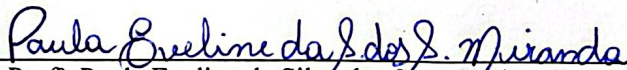
Banca Examinadora:



Prof^a. Ana Paula Rangel de Andrade (Examinadora)
Doutora em Planejamento Regional e Gestão de Cidade - UCAM
IFFluminense *Campus* Campos Centro



Prof^a. Livia Azelman de Faria Abreu (Examinadora)
Doutora em Ensino e História da Matemática e da Física - UFRJ
IFFluminense *Campus* Campos Centro



Prof^a. Paula Eveline da Silva dos Santos Miranda (Orientadora)
Mestre em Matemática (PROFMAT) - UENF - RJ
IFFluminense *Campus* Campos Centro



Prof^a. Silvana Leal da Silva (Coorientadora)
Mestre em Matemática (PROFMAT) - UENF - RJ
IFFluminense *Campus* Campos Centro

Dedicamos este TCC a todos que nos apoiaram, em especial ao Lionel e ao Buddy, por nos fazerem companhia durante as longas horas de escrita.

AGRADECIMENTOS

Às nossas famílias, que foram o alicerce de toda essa jornada. Expressamos nossa profunda gratidão pelo apoio incondicional, pela paciência nos momentos de ausência e por acreditarem em nossos sonhos com uma dedicação que sempre nos impulsionou a seguir adiante. Esta conquista é, acima de tudo, o reflexo do amor e do incentivo que recebemos em casa.

Aos nossos amigos, companheiros de trajetória que tornaram o caminho mais leve. Obrigado pelos momentos de descontração, pelos churrascos que renovaram nossas energias e pelas risadas compartilhadas na sala de aula. Vocês transformaram os desafios da graduação em memórias que guardaremos com muito carinho.

À nossa orientadora, Paula, manifestamos nosso sincero agradecimento pela condução deste trabalho. Sua experiência, o olhar atento e a disponibilidade em nos guiar foram fundamentais para o nosso amadurecimento acadêmico e para a viabilização desta pesquisa.

À nossa coorientadora, Silvana, agradecemos por todo o suporte técnico e humano. Suas contribuições foram fundamentais para o refinamento desta pesquisa, e sua disponibilidade em nos guiar nos momentos de dúvida fez toda a diferença em nosso percurso.

Aos membros da banca examinadora, Ana Paula e Lívia, agradecemos imensamente por aceitarem o convite para avaliar este trabalho. É uma honra contar com o olhar e as contribuições de profissionais que tanto admiramos para o encerramento deste ciclo.

Por fim, agradecemos a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para que chegássemos até aqui. Esta conquista é, também, de cada um de vocês.

“E o que fazer quando você consegue realizar o seu maior sonho?

Bom, essa é a melhor parte, você tem que encontrar um novo.”

(Enrolados, 2010)

RESUMO

O sistema educacional contemporâneo enfrenta o desafio de se adaptar aos "Nativos Digitais", estudantes que processam informações de forma dinâmica devido ao intenso contato com a tecnologia. Alinhado à Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que incentiva o uso de tecnologias digitais para a resolução de problemas, este trabalho busca ressignificar o uso do aplicativo *Photomath* no ambiente escolar. O diferencial da pesquisa é propor uma "abordagem orientada", instruindo o estudante a utilizar a ferramenta não apenas para obter respostas rápidas, mas como um recurso pedagógico autônomo para verificação de resultados, compreensão do passo a passo e correção de falhas. Deste modo, tem-se como objetivo geral investigar as potencialidades do uso do aplicativo *Photomath* para o estudo de diferentes maneiras de resolução de equação do 2º. grau. Para alcançar esse propósito, a pesquisa adota uma abordagem qualitativa do tipo intervenção pedagógica, com coleta de dados por meio de questionários e observação direta. A intervenção ocorreu por meio de um minicurso direcionado a alunos do 9º. ano do Ensino Fundamental que estudavam equações do 2º. grau, no qual resolveram problemas em duplas de forma manual e, em seguida, utilizaram *tablets* institucionais restritos ao uso do aplicativo para conferir respostas, comparar métodos e diagnosticar os próprios erros. O material e as etapas foram validados previamente em um teste exploratório com graduandos do Curso de Licenciatura em Matemática. Na implementação com a turma, os dados coletados revelaram que, inicialmente, a maioria dos participantes desconhecia o potencial educacional do *Photomath*. Durante a atividade, no entanto, demonstraram grande facilidade no manuseio e comprovaram a eficiência do aplicativo como ferramenta de diagnóstico e autocorreção, identificando sozinhos as origens de "erros bobos", como trocas de sinal. Por fim, a partir desses resultados, abrem-se proposições para futuros trabalhos, como a expansão dessa abordagem orientada para outros tópicos matemáticos e o desenvolvimento de propostas de capacitação docente para integrar eticamente essa ferramenta aos planos de aula.

Palavras-chave: *Photomath*. Tecnologias Digitais. Equação do 2º. grau.

ABSTRACT

The contemporary educational system faces the challenge of adapting to "Digital Natives," students who process information dynamically due to their intense contact with technology. Aligned with the National Common Curricular Base (BNCC), which encourages the use of digital technologies for problem-solving, this study seeks to reframe the use of the Photomath application in the school environment. The distinguishing feature of this research is proposing a "guided approach," instructing students to use the tool not merely to obtain quick answers, but as an autonomous pedagogical resource for verifying results, understanding step-by-step procedures, and correcting mistakes. Thus, the general objective is to investigate the potential of using the Photomath application to study different ways of solving quadratic equations. To achieve this purpose, the research adopts a qualitative approach of the pedagogical intervention type, with data collected through questionnaires and direct observation. The intervention occurred through a short course directed at 9th-grade students studying quadratic equations, in which they solved problems manually in pairs and then used institutional tablets restricted to the app to check answers, compare methods, and diagnose their own errors. The materials and stages were previously validated in an exploratory test with undergraduate students from a Mathematics Teacher Education program. During the implementation with the class, the collected data revealed that, initially, most participants were unaware of Photomath's educational potential. During the activity, however, they demonstrated great ease of use and proved the app's efficiency as a diagnostic and self-correction tool, independently identifying the origins of "silly mistakes," such as sign errors. Finally, based on these results, propositions for future work emerge, such as expanding this guided approach to other mathematical topics and developing teacher training proposals to ethically integrate this tool into lesson plans.

Keywords: *Photomath*. Digital Technologies. Quadratic Equation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Perguntas do Bloco I.....	24
Figura 2 - Perguntas do Bloco II.....	24
Figura 3 - Pergunta inicial Photomath.....	25
Figura 4 - Perguntas do Bloco III.....	26
Figura 5 - Perguntas do Bloco IV.....	27
Figura 6 - Dados coletados do Bloco I.....	29
Figura 7 - Dados coletados do Bloco II.....	30
Figura 8 - Dados coletados do Bloco III.....	31
Figura 9 - Dados coletados do Bloco IV dos que já ouviram falar.....	31
Figura 10 - Dados coletados do Bloco IV dos que nunca ouviram falar.....	32
Figura 11 - Tablets e projetor cedidos pela Instituição.....	33
Figura 12 - Apresentação do Photomath.....	34
Figura 13 - Instalação e utilização do Photomath.....	35
Figura 14 - Equação do 2º. Grau.....	36
Figura 15 - Photomath em uma questão de equação do 2º. Grau.....	36
Figura 16 - Questão 1 da Atividade.....	37
Figura 17 - Questão 2 da Atividade.....	37
Figura 18 - Questão 3 da Atividade.....	38
Figura 19 - Questão 4 da Atividade.....	39
Figura 20 - Recorte da Apostila.....	39
Figura 21 - Quando usar e não usar o Photomath.....	40
Figura 22 - Parecer sobre diferentes maneiras de resolução.....	41
Figura 23 - Parecer do auxílio do Photomath na correção de questões.....	42
Figura 24 - Aprendizagem com o Photomath e destaque do minicurso.....	42
Figura 25 - Pretensões de utilização do Photomath.....	43
Figura 26 - Conclusão sobre o Photomath.....	43
Figura 27 - Folha de sugestões.....	44
Figura 28 - Apresentação dos slides no teste exploratório.....	46
Figura 29 - Resolução das questões propostas.....	47
Figura 30 - Sugestões dos participantes.....	48
Figura 31 - Alterações nos slides.....	49
Figura 32 - Alterações na questão 1.....	50
Figura 33 - Exclusão da questão 2.....	50
Figura 34 - Alterações na questão 3.....	51
Figura 35 - Divisão e alterações na questão 4.....	52
Figura 36 - Exemplificação das modificações na Apostila.....	52
Figura 37- União das letras “a” e “b”.....	53
Figura 38 - Separação da letra “c”.....	53
Figura 39 - Apresentação do trabalho.....	54

Figura 40 - Explicação do que é Photomath.....	55
Figura 41 - Utilizando o Photomath.....	56
Figura 42 - Revisão de equação do 2º. grau.....	56
Figura 43 - Realização da questão 1.....	57
Figura 44 - Registro das equações no Photomath.....	58
Figura 45 - Realização da questão 2.....	60
Figura 46 - Realização da questão 4 por um aluno.....	61
Figura 47 - Alunos respondendo o Questionário Final.....	62
Figura 48 - Resoluções da questão 1.....	63
Figura 49 - Resoluções da questão 2.....	64
Figura 50 - Primeira parte das resoluções de um aluno.....	65
Figura 51 - Segunda parte das resoluções de um aluno.....	66
Figura 52 - Resoluções da questão 3.....	66
Figura 53 - Resoluções da questão 4.....	67
Figura 54 - Dados coletados da letra “a” da pergunta 1.....	68
Figura 55 - Dados coletados da letra “b” da pergunta 1.....	69
Figura 56 - Dados coletados da letra “c” da pergunta 1.....	70
Figura 57 - Dados coletados da letra “a” da pergunta 2.....	71
Figura 58 - Dados coletados da letra “b” da pergunta 2.....	72
Figura 59 - Dados coletados da pergunta 4.....	73
Figura 60 - Dado coletado da pergunta 5.....	74
Figura 61 - Dados coletados da pergunta 6.....	75
Figura 62 - Dados coletados da pergunta 7.....	76

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	12
2 REVISÃO DA LITERATURA.....	16
2.1 Tecnologias Digitais na Educação.....	16
2.2 Photomath.....	18
2.3 Estudo de equação do 2º. grau.....	20
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	22
3.1 Caracterização da pesquisa.....	22
3.2 Detalhamento da intervenção pedagógica.....	23
3.2.1 Etapas do Planejamento.....	23
3.2.1.1 Elaboração do Questionário Diagnóstico.....	23
3.2.1.2 Aplicação do Questionário Diagnóstico.....	27
3.2.1.3 Elaboração do minicurso.....	32
3.2.1.4 Elaboração do Questionário Final.....	41
3.2.1.5 Teste exploratório.....	44
3.2.2 Implementação.....	45
3.2.3 Avaliação.....	45
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	46
4.1 Análise do Teste exploratório.....	46
4.2 Análise do minicurso.....	54
4.3 Análise do Questionário Final.....	67
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	77
REFERÊNCIAS.....	79
APÊNDICES.....	82
APÊNDICE A Questionário Diagnóstico.....	83
APÊNDICE B - Folha de sugestões.....	87
APÊNDICE C - Slides.....	90
APÊNDICE D - Atividade.....	101
APÊNDICE E - Questionário Final.....	105
APÊNDICE F - Apostila.....	109

1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, uma das dificuldades enfrentadas pela educação é em relação ao seu declínio, na qual Prensky (2001) defende que a raiz deste problema se dá ao fato de que os alunos de hoje não são os mesmos para quem o sistema educacional foi projetado originalmente. Um dos pontos defendidos pelo autor diz respeito à introdução da tecnologia digital, a qual gerou uma divisão simbólica: os Imigrantes Digitais, aqueles que se adaptaram à nova realidade, diferem-se dos Nativos Digitais, que já nasceram imersos no novo ambiente. Por já nascerem nesse novo cenário, fazem uso mais intenso e de maneira mais precoce das tecnologias digitais, o que altera significativamente o processamento de informações e a construção de conhecimento, sendo essencial adaptar a educação às demandas da nova realidade (Prensky, 2001).

As competências gerais para a Educação Básica que constam na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (Brasil, 2018) afirmam sobre a importância do uso das tecnologias digitais no âmbito escolar:

Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva (Brasil, 2018, p. 9).

A BNCC (Brasil, 2018, p. 267) reafirma a importância das tecnologias ao descrever as competências específicas de Matemática para o Ensino Fundamental: “Utilizar processos e ferramentas matemáticas, inclusive tecnologias digitais disponíveis, para modelar e resolver problemas cotidianos, sociais e de outras áreas de conhecimento, validando estratégias e resultados”.

O uso da tecnologia na educação tem como objetivo estimular o aprendizado do aluno e promover mudanças que transformem sua relação com a escola (Klein *et al.*, 2020). Esse estímulo, segundo os autores, ocorre, sobretudo, pela introdução de novos conteúdos educacionais, atribuindo ao professor um papel que vai além de transmitir conhecimento, mas também de adquiri-lo por meio de novas metodologias. A integração de ferramentas tecnológicas no ensino permite uma nova visão do aprendizado, ao mesmo tempo em que incentiva a criatividade dos alunos e possibilita a formação de novos conceitos (Klein *et al.*, 2020). Dessa forma, tarefas antes consideradas desafiadoras se tornam processos mais dinâmicos e facilitados.

Segundo Trindade (2021), entre as tecnologias aplicáveis ao ensino da Matemática, destacam-se os computadores, as calculadoras, os *softwares* e, de forma crescente, os *smartphones*. A utilização desses recursos, notadamente por intermédio de aplicativos e programas digitais, configura-se como um elemento facilitador para a compreensão de diversas áreas do conhecimento, englobando a própria disciplina de Matemática.

Prensky (2001) define que os imigrantes digitais têm de se adaptar aos nativos e conseqüentemente, mudar as discussões de cunhos educacionais perante a nova realidade. Sendo assim:

Em matemática, por exemplo, o debate não deve ser mais sobre usar calculadoras e computadores, – eles são parte do mundo dos Nativos Digitais – mas como usá-los para selecionar as coisas que são úteis para serem internalizadas, de habilidades chaves e conceitos a tabuadas de multiplicação. Nós deveríamos focalizar na “matemática futura” – aproximação, estatísticas, raciocínio binário (Prensky, 2001, p. 6).

Nesse contexto, a escolha do tema foi motivada pela afinidade dos autores com tecnologias e pelos mesmos considerarem relevante o estudo da Inteligência Artificial (IA). Com base nessa percepção, os autores decidiram explorar uma nova abordagem para a utilização do aplicativo Photomath, que usa IA, buscando orientar os alunos a utilizarem essa ferramenta como recurso eficaz para apoiar seus estudos e atividades realizadas em casa.

Durante a disciplina de Educação Matemática e Tecnologias II do curso de Licenciatura em Matemática, ficou evidente a importância dessas ferramentas no contexto escolar atual e como elas podem potencializar a aprendizagem dos alunos. Com base nessa percepção, os autores decidiram explorar uma nova abordagem para a utilização da calculadora inteligente *Photomath*, buscando orientar os alunos a utilizarem essa ferramenta como recurso eficaz para apoiar seus estudos e atividades realizadas em casa.

O *Photomath* é um aplicativo desenvolvido pela empresa Microblink, com sede em Zagreb, Croácia, e uma filial em Londres, Reino Unido. Especializada em *software* de reconhecimento de texto, a Microblink lançou o aplicativo em 2014, que rapidamente se destacou como um dos aplicativos de ensino e aprendizagem mais populares na App Store e na Google Play Store (Trindade, 2021).

A proposta do *Photomath* é simples e eficiente: basta apontar a câmera do *smartphone* para uma equação matemática, e o aplicativo resolve a expressão instantaneamente. Além disso, ele também possui a funcionalidade de gerar gráficos de funções (Trindade, 2021).

Ainda de acordo com Trindade (2021), por sua inovação e impacto no campo da educação, o *Photomath* recebeu importantes premiações. Em 2018, foi vencedor do concurso 4YFN, realizado em Barcelona, o maior evento de *startups* focado em tecnologias móveis e modelos de negócios. Anteriormente, em 2015, foi reconhecido com o Prêmio do Fórum NetExplo pela sua contribuição à tecnologia educacional.

O conteúdo escolhido para trabalhar com os alunos foi equação do 2º. grau, que para Lopes (2023) é um dos conteúdos que gera dificuldade tanto para alunos quanto para professores. Segundo o autor, esse é um conteúdo trabalhado no Ensino Fundamental, e que retorna no Ensino Médio no estudo de função quadrática.

Observando os benefícios de utilizar ferramentas matemáticas, formulou-se a seguinte questão para este trabalho: Quais as possibilidades e contribuições do aplicativo *Photomath* no estudo de diferentes maneiras de resolução de equação do 2º. grau?

Deste modo, tem-se como objetivo geral investigar as potencialidades do uso do aplicativo *Photomath* para o estudo de diferentes maneiras de resolução de equação do 2º. grau.

Para atingir o objetivo geral foram traçados os seguintes objetivos específicos:

- Orientar os alunos na utilização das ferramentas do Photomath
- Identificar e comparar as diferentes estratégias de resolução de equações do 2º. grau apresentadas pelo aplicativo
- Avaliar as percepções dos alunos quanto à contribuição do aplicativo para a autonomia no estudo de equações do 2º. grau.
- Refletir sobre os limites e potencialidades do uso do Photomath como ferramenta de apoio pedagógico.

Para melhor estruturar este trabalho, o texto foi dividido em cinco capítulos: Introdução, Revisão da Literatura, Procedimentos Metodológicos, Resultados e Discussões e, por fim, Considerações Finais.

O primeiro compreende a Introdução, destacando a relevância da temática e o objetivo do estudo. O segundo capítulo, dedicado à Revisão da Literatura, divide-se em três subtópicos: “Tecnologias Digitais na Educação”, que discute a importância do uso adequado da tecnologia dentro e fora da sala de aula e a necessidade de adaptação do ensino; “*Photomath*”, que descreve o funcionamento do aplicativo e seu potencial como ferramenta de auxílio; e, por fim, o Estudo das equações do 2º. grau fazendo uma reflexão sobre as dificuldades enfrentadas pelos alunos e a importância de metodologias diversificadas. O terceiro capítulo aborda a Caracterização da pesquisa, o Detalhamento da intervenção

pedagógica, as Etapas do Planejamento, a Implementação e a Avaliação. O quarto capítulo apresenta as Análises do Teste Exploratório, no Minicurso e do Questionário Final. Por último, o quinto capítulo traz as Considerações Finais.

2 REVISÃO DA LITERATURA

A revisão de literatura está organizada em três tópicos: o primeiro aborda o impacto das tecnologias digitais na educação e a necessidade de adaptação do ensino; o segundo trata do uso do aplicativo *Photomath* como ferramenta auxiliar na aprendizagem matemática; e o terceiro discute as dificuldades dos alunos com equações do 2º. grau, destacando a importância de estratégias pedagógicas diversificadas e do uso de tecnologias.

2.1 Tecnologias Digitais na Educação

Ao afirmar que “Nossos alunos mudaram radicalmente. Os alunos de hoje não são os mesmos para os quais o nosso sistema educacional foi criado”, Prensky (2001, p. 1) apresenta um dos problemas existentes perante ao declínio da educação. A introdução da tecnologia digital gerou uma simbólica divisão entre as pessoas em dois grupos: os nativos digitais, que nasceram no ambiente com as tecnologias introduzidas, e os imigrantes digitais, que se adaptaram a esse novo ambiente (Prensky, 2001). O autor ainda destaca que o contato precoce e contínuo com as tecnologias digitais modificam a maneira como os nativos assimilam o conhecimento, exigindo adaptações das instituições de ensino por se tornarem obsoletas.

Para Martins (2016), a relação entre tecnologia e educação é um tema amplamente debatido há décadas, desde que os computadores foram introduzidos nas escolas no final do último século. A autora destaca que a implementação de ferramentas digitais no processo de ensino-aprendizagem é vista como um desafio contínuo para instituições e professores, gerando discussões recorrentes e inúmeros estudos que buscam analisar as melhores estratégias e suas consequências.

Assim, com os estudos realizados, pode-se definir tecnologias digitais como “[...] um conjunto de tecnologias que permitem a aquisição, produção e transmissão de informações que podem ser conduzidas por meio de vídeos, áudios, textos ou imagens, entre outros” (Cunha, 2018, p. 34).

Nóvoa e Alvim (2021) argumentam que uma educação puramente digital é inviável e indesejável, pois a relação humana é um componente insubstituível do processo educativo. Para os autores, embora os meios digitais sejam essenciais, eles não conseguem abranger a totalidade das experiências, da cultura e da criatividade que constituem um patrimônio humano impossível de ser digitalizado. Sem esse elemento, a educação se transformaria em uma versão incompleta e caricata de si mesma (Nóvoa; Alvim, 2021).

Carvalho (2007) explica que, com a popularização das Tecnologias da Comunicação e Informação (TCI) nas escolas, os professores ganharam novas e vastas oportunidades de acesso à informação e de ensino. Isso permitiu que se afastassem de tarefas repetitivas para focar em aspectos mais relevantes da aprendizagem. No entanto, o autor ressalta que, para aproveitar esse potencial, é crucial que o docente desenvolva novas competências para analisar e escolher as ferramentas tecnológicas de maneira crítica, indo além do senso comum.

Prensky (2001) corrobora com essas mudanças e aptidões dos professores ao definir que os Imigrantes têm de se adaptar aos Nativos, uma vez que o ensino da Matemática deve superar o debate sobre permitir ou não o uso de calculadoras e computadores por exemplo. O autor alega que as tecnologias já fazem parte da vida dos Nativos e defende que o foco pedagógico deve se voltar na seleção e utilização dessas tecnologias.

Diante deste cenário a BNCC (Brasil, 2018), estabelece através das competências gerais, que o ambiente escolar deve promover além do uso, a compreensão e criação de tecnologias digitais. Segundo o documento, a apropriação tecnológica deve ocorrer de forma ética, crítica e reflexiva, a fim de capacitar os alunos para resolução de problemas, produção de conhecimento e exercício de seu protagonismo tanto de maneira pessoal como coletiva.

No entanto, Duda e Silva (2015) alertam que o uso da tecnologia digital não traz apenas benefícios para as relações humanas. Os autores expressam a preocupação de que seu uso possa, na verdade, impactar negativamente a interação e o engajamento efetivo dos alunos com as atividades em sala de aula. Além disso, discorrem que “A preocupação sobre o tema é tão relevante que existem ações governamentais para regulamentação do uso de tais tecnologias em sala de aula” (Duda; Silva, 2015, p. 311).

Levando em consideração os potenciais impactos negativos gerados pelas tecnologias digitais, foi sancionada a lei nº 15.100, de 13 de janeiro de 2025 (Brasil, 2025) a qual “Dispõe sobre a utilização, por estudantes, de aparelhos eletrônicos portáteis pessoais, inclusive telefones celulares, nos estabelecimentos públicos e privados de ensino da educação básica” (Brasil, 2025, p. 3). Essa lei estabelece que “Fica proibido o uso, por estudantes, de aparelhos eletrônicos portáteis pessoais durante a aula, o recreio ou intervalos entre as aulas, para todas as etapas da educação básica” (Brasil, 2025, p. 3) com a ressalva de permissão para fins pedagógicos, de acessibilidade, inclusão e questões de saúde.

Embora possa ser um obstáculo que seja preocupante para os professores, Duda e Silva (2015) defendem que a tecnologia possa ser usada como aliada do professor no processo de ensino-aprendizagem e alegam que se bem exploradas, as tecnologias representam uma excelente oportunidade, que estimula no aluno a criatividade, o raciocínio e a autonomia.

Tendo em vista essas análises, Klein *et al.* (2020, p. 282) concluem que “[...] o uso da tecnologia na educação visa estimular o aluno a aprender e proporcionar mudanças, as quais transformam a relação entre o aluno e a escola” e complementam alegando que:

A utilização dessas ferramentas educacionais tecnológicas possibilita uma nova concepção de conhecimento, além de instigar a capacidade criativa do aluno e formar novos conceitos de maneira distinta, os quais transformam tarefas difíceis em processos dinâmicos e mais facilitados (Klein *et al.*, 2020, p. 282).

Para Mendonça (2013), os recursos tecnológicos utilizados na Educação devem potencializar o processo de ensino e aprendizagem e enfatiza a facilidade de acesso que os alunos têm com os diversos aparelhos tecnológicos.

Deste cenário tecnológico, Trindade (2021) reforça que os estudantes detêm acesso e facilidade aos *smartphones* acrescidos dos mais variados aplicativos. O autor complementa que “O uso de tais aplicativos é uma realidade que vem conseguindo destaque ao facilitar a compreensão das mais variadas disciplinas, dentre elas a matemática” (Trindade, 2021, p. 18).

2.2 Photomath

Visando atender ao objetivo do trabalho, foi selecionado o aplicativo *Photomath*, criado pela MicroBlink. O aplicativo é capaz de solucionar problemas que envolvem aritmética básica, frações, números decimais, equações lineares, logaritmos, potenciação, entre outros. Para isso, basta somente apontar a câmera do celular para o problema matemático que o mesmo resolve instantaneamente (Conceição *et al.*, 2015).

Torres Neto e Costa (2023) acrescentam que além da captura de uma imagem para resolução do problema matemático, o usuário pode inseri-lo manualmente, digitando-o através do *layout* do aplicativo.

Além disso, pode ser apresentado um gráfico dependendo do problema. Assim o aluno pode confirmar sua resposta somente olhando o gráfico, como afirmam Ventura e Gomez (2021):

O Photomath é um *software* que reconhece e resolve uma equação escrita à mão. O usuário utiliza a câmera do celular para reconhecer equações matemáticas e exibir o seu resultado. Além de exibir o resultado de uma equação o usuário pode acompanhar o passo a passo da solução. O software, ainda, apresenta as respostas em formato de gráficos (Ventura; Gomez, 2021, p. 857).

Como o *Photomath* é presente e utilizado em aparelhos móveis, Torres Neto e Costa (2023) avaliam que ele pode contribuir bastante para o ensino e aprendizagem da matemática, já que o aplicativo atrai os alunos de maneira positiva. Os autores acrescentam que, o fato dessa ferramenta estar presente em tecnologias móveis, que são muito utilizadas pelos jovens, reforça o amparo que o *Photomath* tem como benefício.

Trindade (2021) corrobora com os autores quando diz que, devido aos 150 milhões de *downloads*, é natural que os alunos já conheçam o aplicativo. Por isso o professor deve entender melhor as funções para que possa instruí-los a fazer um bom uso no processo de aprendizagem.

O *Photomath* quando implementado pelo docente como recurso assistivo, pode auxiliar na aprendizagem dos alunos, tendo benefícios tanto em aula quanto fora dela. De acordo com Torres Neto e Costa (2023), o passo a passo deixado pelo aplicativo pode ser utilizado para revisar conteúdos, pois com ele, o aluno pode conseguir compreender o conteúdo, constatar erros ou aprender diferentes maneiras de resolver problemas matemáticos.

Para os autores, o *Photomath* pode ser utilizado como uma ferramenta de verificação de respostas. Torres Neto e Costa afirmam que:

O Photomath ainda pode ser usado como uma ferramenta de verificação das respostas, pois, às vezes, os alunos fazem os cálculos sem ter convicção da resposta, ou podem estimá-la, mas não sabem como desenvolvê-la, e com o auxílio do aplicativo conseguem fazer essa constatação da resposta correta (Torres Neto; Costa, 2023, p. 351).

Por fim, é concluído pelos autores que “O uso orientado do *Photomath* pode potencializar os conhecimentos dos alunos em matemática” (Torres Neto; Costa, 2023, p. 352) e que se “[...] for bem orientada, vai desenvolver no estudante uma autonomia nos estudos, tornando-o protagonista da sua aprendizagem” (Torres Neto; Costa, 2023, p. 352).

Os autores desta pesquisa ressaltam que expressões utilizadas pelo aplicativo, como “passar para o outro lado” ou “mudar o sinal” carecem de rigor matemático por omitirem a aplicação formal das propriedades de equivalência. Embora sejam atalhos comuns no cotidiano escolar, sua presença evidencia a necessidade da mediação crítica do professor para garantir a compreensão conceitual.

2.3 Estudo de equação do 2º. grau

Para o ensino da equação do 2º. grau, a BNCC (Brasil, 2018) norteia para que algumas habilidades sejam alcançadas, entre elas “(EF09MA09) Compreender os processos de fatoração de expressões algébricas, com base em suas relações com os produtos notáveis, para resolver e elaborar problemas que possam ser representados por equações polinomiais do 2º. grau” (Brasil, 2018, p. 317) e “(EF08MA09) Resolver e elaborar, com e sem uso de tecnologias, problemas que possam ser representados por equações polinomiais do 2º. grau do tipo $ax^2 = b$ ” (Brasil, 2018, p. 313).

Apesar das habilidades a serem alcançadas pela BNCC, trabalhos como o de Gonçalves e Proença (2020) alertam, após realizarem uma pesquisa qualitativa, que a maioria dos alunos participantes não apresentou o desenvolvimento adequado dos conhecimentos e dos procedimentos sobre equação do 2º. grau. Os autores observaram que os estudantes demonstraram dificuldades em identificar os coeficientes quando a equação não está na forma reduzida, além de cometerem um alto índice de erros ao utilizar a fórmula resolutive, chamada pelos autores de fórmula de Bháskara.

Brito, Branco e Brito (2019) também apontam essas dificuldades dos alunos, principalmente por não saberem resolver problemas algébricos, sobretudo, os modelados por $ax^2 + bx + c = 0$. Os autores através de uma pesquisa quantitativa, obtiveram como principais erros cometidos pelos alunos a adição, subtração, potenciação, na qual evidencia que os alunos não conseguem resolver problemas algébricos a partir das dificuldades com a aritmética.

Tendo em vista as dificuldades apresentadas pelos alunos em relação à função quadrática, Brito, Branco e Brito (2019) sugerem que “[...] os professores de matemática devem diversificar a escolha das estratégias de ensino para equação quadrática na educação básica” (Brito; Branco; Brito, 2019, p. 6).

Andrade (2023) valida esse pensamento ao expressar que os alunos demonstram dificuldades com as regras de função quadrática e deixa evidente como é necessário a identificação de ações para intervenção pedagógica, a fim de desenvolver os alunos, além da utilização de ferramentas tecnológicas, acompanhado da situação atual da civilização:

Os alunos de hoje vivem em um mundo de avanços tecnológicos, o que torna necessário que o professor acompanhe as inovações para superação das dificuldades e obstáculos de aprendizagem dos temas abordados na escola. Pelos alunos e até mesmo professores, é necessário a utilização desses

recursos para desenvolver a motivação em estudar, ao contrário disso, acontece o desinteresse pelo estudo dos temas da disciplina. Isso, muitas vezes se traduz em evasão escolar e em fuga das carreiras que exigem a aplicação dos conhecimentos matemáticos adquiridos na Educação Básica (Andrade, 2023, p. 10).

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Neste capítulo, delineiam-se os procedimentos metodológicos adotados para a condução da presente pesquisa. Com o intuito de situar o percurso investigativo e as escolhas operacionais, reitera-se o objetivo geral do trabalho: investigar as potencialidades do uso do aplicativo *Photomath* para o estudo de diferentes métodos de resolução de equações do 2º grau.

O texto encontra-se estruturado em duas seções principais: i) Caracterização da pesquisa, na qual se fundamenta a opção pela abordagem qualitativa do tipo intervenção pedagógica, definindo-se o público-alvo e justificando o uso de questionários e da observação direta como instrumentos de coleta de dados; e ii) Detalhamento da intervenção, seção que descreve minuciosamente as etapas de planejamento (elaboração dos instrumentos e do minicurso "Desvendando o *Photomath* e suas funcionalidades"), a implementação da proposta no ambiente escolar e, por fim, a avaliação dos resultados.

3.1 Caracterização da pesquisa

Com o intuito de atingir os objetivos deste trabalho, optou-se por planejar um minicurso tendo como público-alvo alunos que estejam estudando ou já tenham estudado equação do 2º. grau, ou seja, uma turma de 9º. ano do Ensino Fundamental. Desse modo, pretende-se realizar uma intervenção pedagógica, visto que, intervenções pedagógicas “[...] são investigações que envolvem o planejamento e a implementação de interferências (mudanças, inovações) – destinadas a produzir avanços, melhorias, nos processos de aprendizagem dos sujeitos que delas participam – e a posterior avaliação dos efeitos dessas interferências” (Damiani *et al.*, 2013, p. 58).

Para a realização deste trabalho, definiu-se uma pesquisa com abordagem qualitativa, visando uma análise aprofundada e interpretativa dos dados coletados. Dessa forma, busca-se compreender, por meio da investigação, os motivos e fatores que influenciam determinados aspectos da realidade a ser analisada, visto que “[...] a pesquisa qualitativa visa a entender os fatos e fenômenos pelas suas dinâmicas e os trata de forma intelectual para poder descobrir suas origens, desenvolvimento, funcionamento, preocupando-se em descrevê-los e explicá-los” (Proetti, 2017, p. 22).

Para a coleta de dados desta pesquisa qualitativa, foi aplicado um questionário, por virtude da sua eficiência e alcance, uma vez que:

[...] o questionário é um dos procedimentos mais utilizados para obter informações. É uma técnica de custo razoável, apresenta as mesmas questões para todas as pessoas, garante o anonimato e pode conter questões para atender a finalidades específicas de uma pesquisa. Aplicada criteriosamente, esta técnica apresenta elevada confiabilidade. Podem ser desenvolvidos para medir atitudes, opiniões, comportamento, circunstâncias da vida do cidadão, e outras questões. Quanto à aplicação, os questionários fazem uso de materiais simples como lápis, papel, formulários, etc (Barbosa, 1998, p. 1).

A verificação dos dados coletados será assegurada pela articulação entre os questionários e a observação direta, uma vez que, segundo Barbosa (1998), esse procedimento permite ao pesquisador contornar possíveis dificuldades dos participantes em responder às questões. Dessa forma, resultados concordantes entre questionário e observação se validam mutuamente, enquanto os discordantes se complementam.

3.2 Detalhamento da intervenção pedagógica

Esta seção está estruturada em oito subseções, que contemplam desde as etapas do planejamento até a avaliação da proposta. Inicialmente, abordam-se a elaboração e a aplicação do Questionário Diagnóstico, seguidas pela elaboração do minicurso e do Questionário Final. Por fim, descrevem-se o teste exploratório, a implementação e a respectiva avaliação.

3.2.1 Etapas do Planejamento

A presente seção tem por objetivo descrever o processo de construção dos instrumentos de coleta de dados e da intervenção pedagógica. Serão detalhados, sequencialmente: a elaboração do Questionário Diagnóstico, a aplicação do Questionário Diagnóstico, o planejamento do minicurso, a formulação do Questionário Final e uma breve síntese sobre o teste exploratório.

3.2.1.1 Elaboração do Questionário Diagnóstico

O objetivo do Questionário Diagnóstico (Apêndice A) foi de investigar e identificar o conhecimento dos estudantes sobre os aplicativos e ferramentas digitais que auxiliam na resolução de problemas matemáticos. Além disso, foram feitas perguntas sobre o *Photomath* visando mapear o conhecimento do grupo para planejar as etapas seguintes da pesquisa.

O Questionário Diagnóstico foi elaborado e estruturado em quatro blocos. A organização está projetada para atender ao objetivo do instrumento, sendo composto pelas seguintes partes: Bloco I, composto por duas perguntas; Bloco II, composto por duas perguntas; Bloco III, composto por sete perguntas e Bloco IV, composto por quatro perguntas.

Com isso, no Bloco I (Figura 1), a primeira e a segunda perguntas do questionário tinham como foco saber a familiaridade do aluno com a Matemática, assim como, os métodos de aprendizagem utilizados por eles.

Figura 1 - Perguntas do Bloco I

Relação com a Matemática

Para começar, conte um pouco sobre sua relação com a Matemática.

1. O que você mais gosta na matemática? E o que acha mais desafiador?

2. Como você costuma estudar matemática ou fazer suas tarefas de casa? Que recursos ou estratégias você utiliza quando tem alguma dúvida?

Fonte: Elaboração própria.

No Bloco II (Figura 2), a terceira e a quarta perguntas buscam saber sobre o conhecimento do aluno a respeito das ferramentas digitais que auxiliam no estudo de Matemática, assim elucidando o quão conectados eles estão com essas ferramentas.

Figura 2 - Perguntas do Bloco II

3. Você já ouviu falar em aplicativos ou ferramentas online que ajudam a resolver problemas de Matemática?

☐ Sim

☐ Não

4. Se sim, quais você conhece ou já ouviu falar?

Fonte: Elaboração própria.

Finalizados os dois blocos iniciais, a aplicação do Bloco III ou do Bloco IV é condicionada à resposta dada a uma pergunta inicial (Figura 3), que diz respeito a saber se o aluno conhece e já usou o aplicativo *Photomath*. Destaca-se que tal questionamento visa identificar se o aluno possui conhecimento e experiência de uso prévio com o referido aplicativo.

Figura 3 - Pergunta inicial *Photomath*



Fonte: Elaboração própria.

Para os alunos que indicarem que conhecem e já usaram o aplicativo, foram elaboradas as perguntas do Bloco III (Figura 4). Tais perguntas têm a finalidade de investigar as circunstâncias de utilização da ferramenta, bem como a percepção dos estudantes sobre suas funcionalidades.

Figura 4 - Perguntas do Bloco III

Se a resposta for SIM:	
5. Como você conheceu o <i>Photomath</i> ? (Ex: amigos, internet, professores, etc.)	
6. Com qual propósito você costuma usar o <i>Photomath</i> ? (Ex: para verificar respostas, para entender os passos de resolução, quando está "travado" em um problema, para aprender um conteúdo novo, etc.)	
7. Com que frequência você diria que usa o <i>Photomath</i> ?	
8. Na sua opinião, quais são as coisas mais legais ou úteis do <i>Photomath</i> ?	
9. Existe algo que você não gosta no <i>Photomath</i> ou acha que poderia ser melhor?	
10. Em que tipos de problemas de matemática você acha que o <i>Photomath</i> é mais útil? E quando ele não ajuda tanto?	
11. Você acha que o <i>Photomath</i> te ajuda a aprender matemática? De que forma (ou por que não)?	

Fonte: Elaboração própria.

Por outro lado, para os alunos que responderam não conhecer o aplicativo ou não ter usado, foram elaboradas as perguntas do Bloco IV (Figura 5), cada uma destinada a um cenário específico. A pergunta 12 foi direcionada aos que nunca utilizaram o *Photomath*, mas já ouviram falar dele. A pergunta 13 foi desenvolvida para os que nunca tinham ouvido falar do *Photomath*, e, neste caso, a pergunta foi precedida por um breve resumo sobre o mesmo para viabilizar a resposta.

Figura 5 - Perguntas do Bloco IV

Se a resposta for NÃO:	
Já ouviu falar	12. O que você já ouviu falar sobre o <i>Photomath</i>? Com base no que você ouviu, você acha que seria um aplicativo útil para você? Por quê?
Nunca ouviu falar	13. Sabendo que o <i>Photomath</i> é um aplicativo para celular que usa a câmera para 'ler' um problema de matemática e mostra a solução, geralmente com os passos para chegar nela, você acha que esse aplicativo seria útil para seus estudos? Por quê?

Fonte: Elaboração própria.

3.2.1.2 Aplicação do Questionário Diagnóstico

A definição da turma para a aplicação do minicurso ocorreu em virtude da participação dos pesquisadores no Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência¹ (PIBID) em uma escola da rede estadual de ensino de Campos dos Goytacazes. Essa inserção prévia no ambiente escolar atuou como um alicerce fundamental, unindo a necessidade da pesquisa à oportunidade prática. A turma de 9º. ano do Ensino Fundamental acompanhada pelos pesquisadores revelou-se a candidata ideal e viável, pois já atendia aos critérios operacionais pré-estabelecidos para garantir a execução da intervenção, a saber:

- Autorização para a aplicação: o vínculo prévio facilitou a anuência da professora regente para a realização da pesquisa em sua turma;
- Disponibilidade de tempo: a parceria estabelecida permitiu que o docente cedesse seus horários de aula, tanto para os questionários quanto para o minicurso;
- Alinhamento ao cronograma: a atuação contínua no programa garantiu o acesso ao plano de ensino do professor, permitindo que a intervenção ocorresse de forma sincronizada com o momento em que os alunos estudavam as equações do 2º. grau.

¹ O Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID) é uma iniciativa que integra a Política Nacional de Formação de Professores do Ministério da Educação e tem por finalidade fomentar a iniciação à docência, contribuindo para o aperfeiçoamento da formação de docentes em nível superior e para a melhoria de qualidade da educação básica pública brasileira (Brasil, [s.d.]).

A aplicação do Questionário Diagnóstico ocorreu no dia 04 de julho de 2025, após o término da aula de Matemática da professora regente. Na ocasião, os estudantes foram devidamente orientados sobre a natureza da atividade: tratava-se de uma pesquisa para a elaboração de um Trabalho de Conclusão de Curso, sendo, portanto, desprovida de finalidade avaliativa. Foi ressaltado também, que o desconhecimento sobre o *Photomath* não iria atrapalhar as respostas.

Inicialmente, observou-se uma postura retraída por parte dos alunos, que se mostraram mais participativos e à vontade após serem lembrados sobre o anonimato do processo e a confidencialidade das respostas. O preenchimento do Questionário Diagnóstico transcorreu sem que fossem levantadas dúvidas interpretativas.

O Questionário Diagnóstico foi respondido por 15 alunos, no qual foi possível, a partir das respostas deles, obter percepções interessantes, que esclarecem o direcionamento a ser seguido pelo trabalho, e quais tópicos precisam e devem ser mais aprofundados.

Nos dados coletados com o Bloco I (Figura 6), foi possível observar uma diversidade da relação dos alunos com a Matemática. Enquanto 10 alunos gostam da Matemática, 5 apresentam aversão a ela, seja por um desinteresse genuíno ou por possuir dificuldades de aprendizagem com a mesma. De modo geral, os alunos consideraram como mais desafiador a realização de cálculos, sendo isso o principal motivo para apontarem determinados conteúdos também como desafiadores.

Figura 6 - Dados coletados do Bloco I

1. O que você mais gosta na matemática? E o que acha mais desafiador? <u>eu gosto das satisfações em concluir uma conta, acho desafiador entender o material, mas quando não entendo é fácil fazer</u> 2. Como você costuma estudar matemática ou fazer suas tarefas de casa? Que recursos ou estratégias você utiliza quando tem alguma dúvida? <u>com o livro e com o google</u>
1. O que você mais gosta na matemática? E o que acha mais desafiador? <u>Gosto que há gosto em tudo algo que eu gosto na matemática, porque mais há desafio e que agora tem muitos recursos e cálculos, isso me confunde um pouco.</u> 2. Como você costuma estudar matemática ou fazer suas tarefas de casa? Que recursos ou estratégias você utiliza quando tem alguma dúvida? <u>Eu primeiro vejo vídeos - aulas sobre a matéria e depois de pronto eu pergunto a alguém que eu entendi da vídeo, depois uso o Brainly, pois eu sei o que está certo.</u>
1. O que você mais gosta na matemática? E o que acha mais desafiador? <u>os cálculos exatos, função quadrática</u> 2. Como você costuma estudar matemática ou fazer suas tarefas de casa? Que recursos ou estratégias você utiliza quando tem alguma dúvida? <u>uso meus conhecimentos, pesquisa na internet</u>

Fonte: Protocolo de pesquisa.

A análise dos dados coletados com o Bloco II (Figura 7) revelou que todos os alunos já ouviram falar ou conhecem ao menos um aplicativo ou ferramenta *online*, o que indica que tais tecnologias não são novidades para eles.

Figura 7 - Dados coletados do Bloco II

3. Você já ouviu falar em aplicativos ou ferramentas online que ajudam a resolver problemas de matemática? ☒ Sim ☐ Não 4. Se sim, quais você conhece ou já ouviu falar? <u>chatgpt, lúgia, brainly, photomath etc</u>
3. Você já ouviu falar em aplicativos ou ferramentas online que ajudam a resolver problemas de matemática? ☐ Sim ☐ Não 4. Se sim, quais você conhece ou já ouviu falar? <u>apptask</u>
3. Você já ouviu falar em aplicativos ou ferramentas online que ajudam a resolver problemas de matemática? ☒ Sim ☐ Não 4. Se sim, quais você conhece ou já ouviu falar? <u>o Brainly me ajuda e eu me sinto mais confiante com a matéria.</u>

Fonte: Protocolo de pesquisa.

A participação no Bloco III foi surpreendentemente baixa, com apenas respostas de dois alunos, o que evidencia o pouco uso do aplicativo *Photomath* pelos alunos. A análise dessas respostas (Figura 8) sinaliza alguns alertas: um grave mau uso do aplicativo, que ao invés de ser usado como um recurso auxiliador, teve sua finalidade desviada e foi usado para pegar as respostas finais de maneira inadequada, e um mau uso do aplicativo por dificuldades em manuseá-lo.

Figura 8 - Dados coletados do Bloco III

Se a resposta for SIM:	Se a resposta for SIM:
5. Como você conheceu o Photomath? (Ex: amigos, internet, professores, etc.) <u>Conheço</u>	5. Como você conheceu o Photomath? (Ex: amigos, internet, professores, etc.) <u>internet</u>
6. Com qual propósito você costuma usar o Photomath? (Ex: para verificar respostas, para entender os passos de resolução, quando está "travado" em um problema, para aprender um conteúdo novo, etc.) <u>para pagar respostas e color</u>	6. Com qual propósito você costuma usar o Photomath? (Ex: para verificar respostas, para entender os passos de resolução, quando está "travado" em um problema, para aprender um conteúdo novo, etc.) <u>fa instalou mais não conseguiu mathe</u>
7. Com que frequência você diria que usa o Photomath? <u>na quando eu preciso</u>	7. Com que frequência você diria que usa o Photomath? <u>nunca</u>
8. Na sua opinião, quais são as coisas mais legais ou úteis do Photomath? <u>eu respondo mais eu copio e color</u>	8. Na sua opinião, quais são as coisas mais legais ou úteis do Photomath?
9. Existe algo que você não gosta no Photomath ou acha que poderia ser melhor? <u>não</u>	9. Existe algo que você não gosta no Photomath ou acha que poderia ser melhor? <u>Quando eu usou fiquei confuso</u>
10. Em que tipos de problemas de matemática você acha que o Photomath é mais útil? E quando ele não ajuda tanto? <u>em tudo</u>	10. Em que tipos de problemas de matemática você acha que o Photomath é mais útil? E quando ele não ajuda tanto?
11. Você acha que o Photomath te ajuda a aprender matemática? De que forma (ou por que não)? <u>acha que sim</u>	11. Você acha que o Photomath te ajuda a aprender matemática? De que forma (ou por que não)? <u>pra mim não, porque prefiro fazer conta no papel</u>

Fonte: Protocolo de pesquisa.

Em relação ao Bloco IV, aos alunos que já ouviram falar, a adesão também foi baixa, e, as respostas obtidas (Figura 9) mostram um desconhecimento dos alunos sobre as potencialidades do *Photomath* em relação à aprendizagem.

Figura 9 - Dados coletados do Bloco IV dos que já ouviram falar

Já ouviu falar	12. O que você já ouviu falar sobre o Photomath? Com base no que você ouviu, você acha que seria um aplicativo útil para você? Por quê? <u>Não, porque não conseguiu mexer</u>
Já ouviu falar	12. O que você já ouviu falar sobre o Photomath? Com base no que você ouviu, você acha que seria um aplicativo útil para você? Por quê? <u>que ele responde questões por foto e não, pois eu prefiro aprender do que se copiar.</u>

Fonte: Protocolo de pesquisa.

Ainda no Bloco IV, considerando os alunos que nunca ouviram falar, foi perceptível que, mesmo com uma breve explicação, a proposta de utilização do *Photomath* não foi

compreendida por todos, demonstrando a necessidade de uma análise mais detalhada, conforme mostra a Figura 10.

Figura 10 - Dados coletados do Bloco IV dos que nunca ouviram falar

Nunca ouviu falar	13. Sabendo que o <i>Photomath</i> é um aplicativo para celular que usa a câmera para 'ler' um problema de matemática e mostra a solução, geralmente com os passos para chegar nela, você acha que esse aplicativo seria útil para seus estudos? Por quê? <i>Não, meu problema é que eu preciso entender como fazer a conta para aprender, se der logo a resposta não vai me ajudar.</i>
------------------------------	--

Fonte: Protocolo de pesquisa.

Tendo em vista os dados coletados de maneira integral, é possível concluir que existe um desconhecimento em relação ao aplicativo *Photomath*. Tal fato, torna necessária uma apresentação de suas funcionalidades e potencialidades, aliado a utilização da equação do 2º. grau para melhor compreensão por parte dos alunos de como pode ser feito um bom uso do aplicativo. Por fim, com o propósito de verificar a concepção dos alunos, será proposta uma atividade avaliativa.

3.2.1.3 Elaboração do minicurso

A fim de promover os objetivos do minicurso, o mesmo foi elaborado seguindo a estrutura detalhada no Quadro 1.

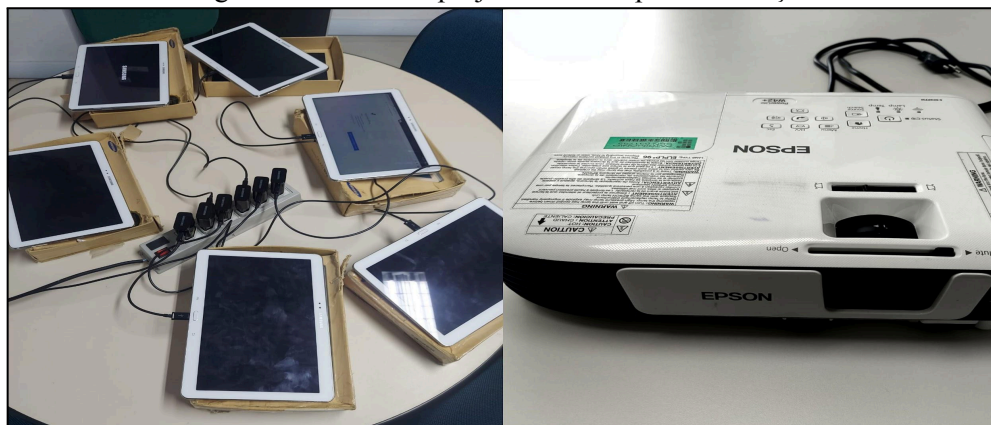
Quadro 1 - Etapas e objetivos

	Etapas	Objetivos
I	Apresentação do <i>Photomath</i>	Apresentar o aplicativo <i>Photomath</i> , suas principais funcionalidades e como instalá-lo.
II	A equação do 2º. Grau e o <i>Photomath</i>	Conectar o uso do aplicativo com um tópico curricular específico, a equação do 2º. grau, e promover a utilização prática e reflexiva da ferramenta.
III	Atividade Prática Dirigida	Propor resolução de algumas equações do segundo grau utilizando o <i>Photomath</i> .

Fonte: Elaboração própria.

Para a concretização deste minicurso, foram utilizados *tablets* e um projetor cedidos pelo Instituto Federal Fluminense (Figura 11).

Figura 11 - *Tablets* e projetor cedidos pela Instituição



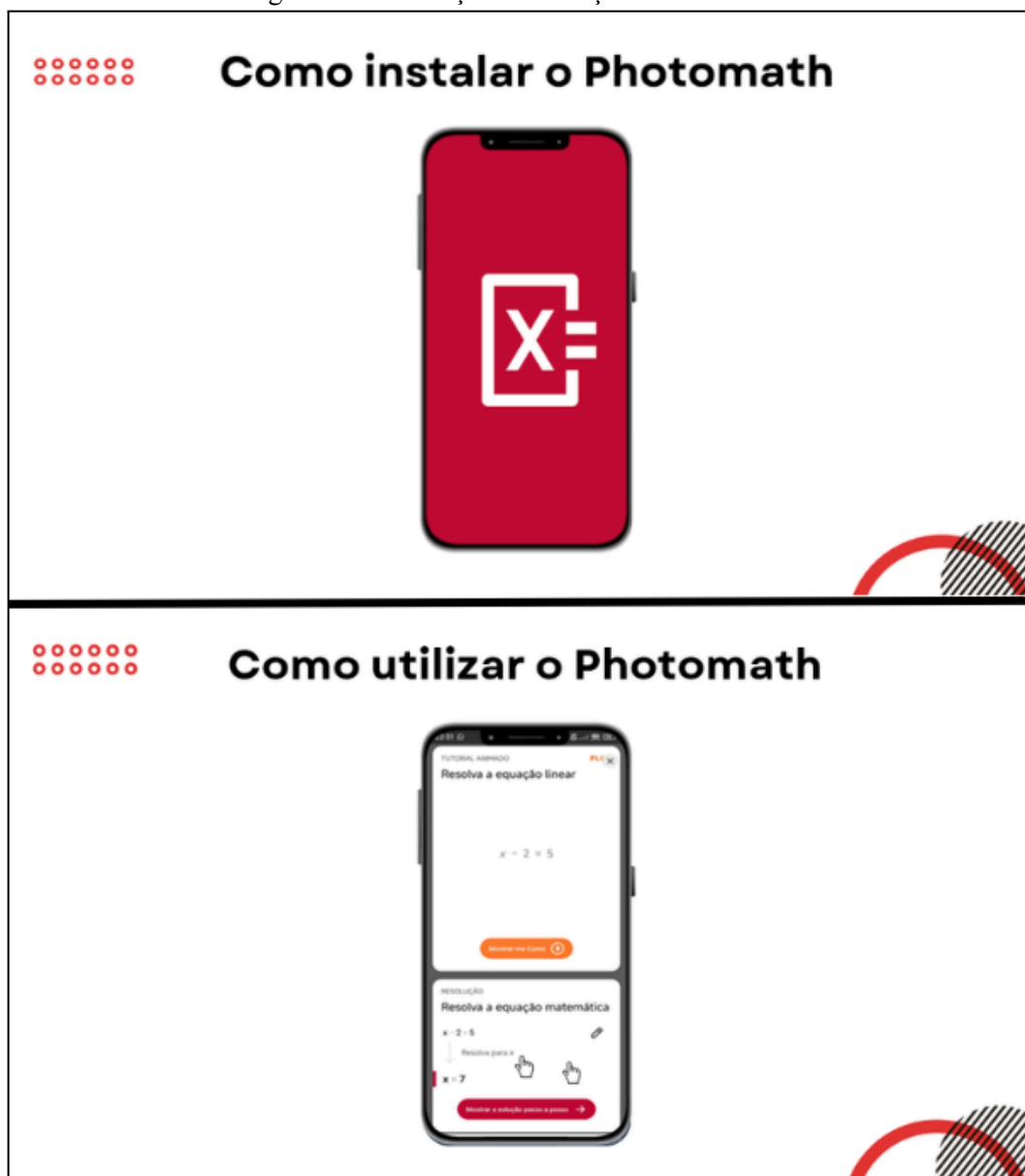
Fonte: Protocolo de pesquisa.

Nesse contexto, foi elaborada uma apresentação de *slides* contendo animações que incluem efeitos de *zoom*, toques virtuais e simulações de interações, entre outros recursos. Os *slides* foram planejados para a Etapa I, com uma explicação sobre o que exatamente é o *Photomath*, seus recursos e suas aplicabilidades (Figura 12).

Figura 12 - Apresentação do *Photomath*

Fonte: Elaboração própria.

Dando seguimento, é mostrado como fazer a instalação do aplicativo de maneira gradual, por meio de uma animação intuitiva, seguido de como é feita a utilização do aplicativo, também com uma animação intuitiva (Figura 13).

Figura 13 - Instalação e utilização do *Photomath*

Fonte: Elaboração própria.

Após a conclusão da Etapa I, dá-se continuidade à Etapa II, na qual é realizada uma breve revisão da equação do 2º. grau (Figura 14), por meio da apresentação de sua forma geral e da menção a alguns métodos de resolução. Destaca-se que o *Photomath* geralmente apresenta a resolução de uma equação do 2º grau por meio de quatro métodos, denominados no aplicativo como raízes quadradas, fatoração, fórmula quadrática e fórmula PQ.

Figura 14 - Equação do 2º. Grau



Equação do 2º. grau

Forma geral: $ax^2+bx+c=0$
 $a \neq 0$ $b \in \mathbb{R}$ $c \in \mathbb{R}$

- Fórmula resolvente
- Soma e produto
- Fatoração
- Completamento de quadrado

Fonte: Elaboração própria.

É dado foco para a fórmula resolvente e a fatoração, pois são os métodos trabalhados pela professora regente na turma. Em sequência, foi feita a relação entre o *Photomath* e a equação do 2º. grau, a partir de uma questão exemplo, na qual é utilizado o *Photomath* (Figura 15) para a resolução da mesma.

Figura 15 - *Photomath* em uma questão de equação do 2º. Grau


Equação do 2º. grau

Uma região retangular possui a base medindo $(x+3)$ e a altura medindo $(x-1)$. O valor de x que faz com que a área dessa região seja igual a 21 é:



Fonte: Elaboração própria.

Encerrado o exemplo, os *slides*, deixam de ser usados momentaneamente, para dar início a Etapa III com a aplicação de uma atividade para compreender e praticar as funcionalidades do *Photomath*. A Atividade se inicia com uma questão para resolver algumas equações (Figura 16) sem a utilização de ferramentas tecnológicas.

Figura 16 - Questão 1 da Atividade

1. Resolva as seguintes equações e apresente o conjunto solução de cada uma.

a) $x^2 - 49 = 0$ b) $2x^2 + 8x = 0$ c) $x^2 - 8x + 15 = 0$
d) $2x^2 - 7x + 3 = 0$ e) $x^2 - 10x + 25 = 0$ f) $3x^2 - 5x - 2 = 0$

CÁLCULO

Fonte: Elaboração própria.

Ao término do exercício, os alunos recebem os *tablets* para que possam utilizar o *Photomath* para corrigir a questão e validar sua resposta final (Figura 17).

Figura 17 - Questão 2 da Atividade

2. Use o aplicativo *Photomath* para conferir a Questão 1 e marque as que você acertou:

☐ a ☐ b ☐ c ☐ d ☐ e ☐ f

Fonte: Elaboração própria.

As questões seguintes consistem em uma análise individual de cada uma das seis equações resolvidas. Os alunos são instruídos a utilizar as equações que acertaram como base para responder à questão 3. Em contrapartida, as equações cujas respostas estão incorretas são direcionadas para a questão 4, que visa à análise e à correção do erro.

O objetivo da questão 3 é levar o aluno a identificar o método de resolução apresentado pelo *Photomath* para as equações que acertou. Em seguida, ele é orientado a comparar esse método com o que utilizou pessoalmente e, por fim, a justificar qual dos dois considerou mais prático ou de fácil compreensão (Figura 18).

Figura 18 - Questão 3 da Atividade

3. Com base nas equações que você acertou, responda: a) Para cada equação que acertou, qual foi o primeiro método de resolução que o <i>Photomath</i> mostrou? b) Caso o aplicativo tenha mostrado um método diferente do seu, qual você preferiu usar em cada caso (o seu ou o do aplicativo)? Por quê?
--

Fonte: Elaboração própria.

Por fim, a questão 4 tem um foco corretivo, sendo aplicada apenas às equações que o aluno errou. O procedimento exige que o estudante utilize o *Photomath* para encontrar sua falha, descreva o tipo de erro que cometeu e, por fim, refaça o cálculo para chegar à resposta correta (Figura 19).

Figura 19 - Questão 4 da Atividade

4. Para as equações que você **errou**

Para cada equação que você errou, use a resolução do *Photomath* para encontrar o seu erro. Descreva o que você errou (ex: erro de sinal, erro de multiplicação) e, em seguida, resolva a equação corretamente.

Fonte: Elaboração própria.

Após a realização da Atividade, é distribuída para os alunos uma apostila que aborda a equação do 2º. grau de maneira mais aprofundada, exercendo uma correspondência com o uso do *Photomath*. Destaca-se que a apostila foi estruturada em uma breve introdução, na apresentação de maneiras de resolver, nos métodos de resolução e na seleção de métodos em *softwares* de resolução. Na Figura 20 apresenta-se um recorte da apostila na parte de métodos em *softwares* de resolução.

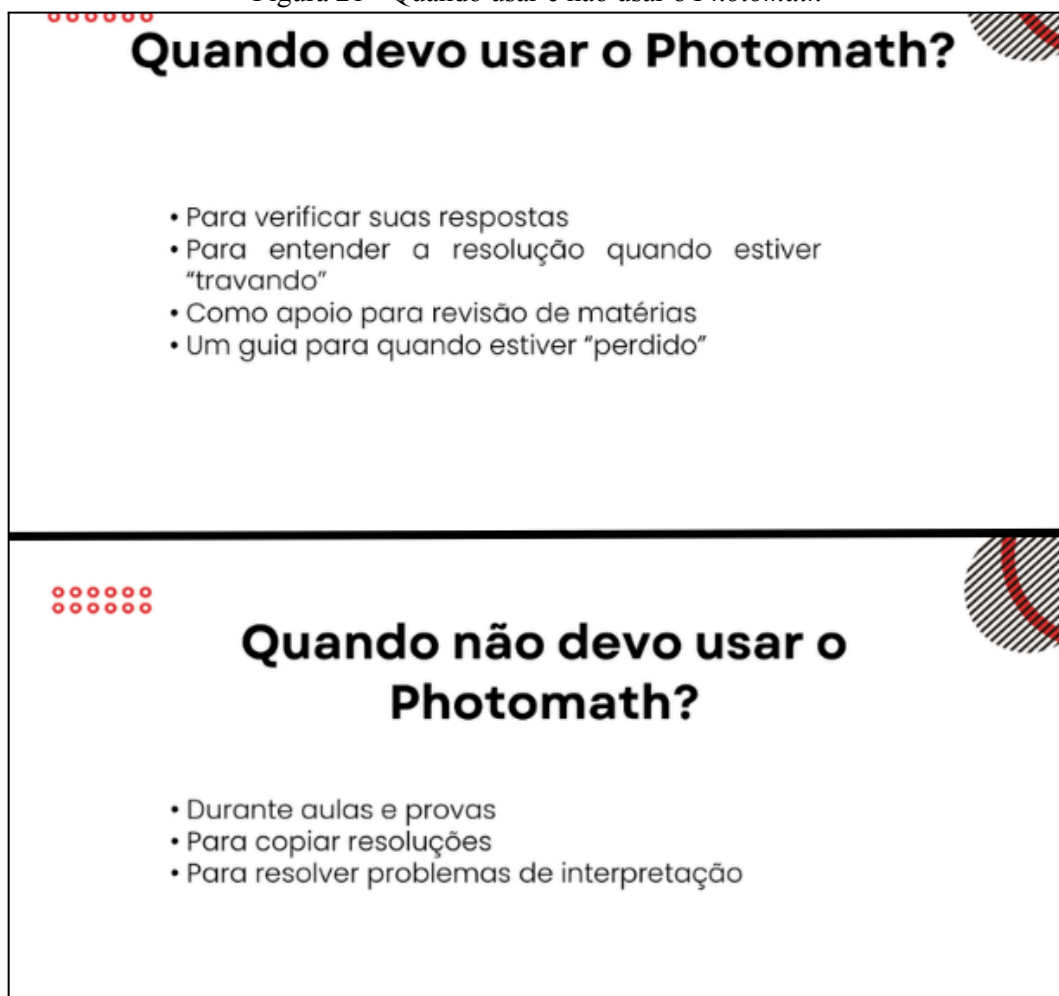
Figura 20 - Recorte da Apostila

Softwares de cálculo, como o *Photomath*, são programados para analisar a estrutura da equação e aplicar os métodos de resolução possíveis para ela. O usuário deve escolher qual, dentre os diversos métodos, é o mais adequado ou eficiente, dependendo do tipo de equação apresentada.

- Para uma equação do tipo $ax^2 + c = 0$, o método de extração da raiz é o mais direto.
- Para uma equação do tipo $ax^2 + bx = 0$, a fatoração é o procedimento mais eficiente.
- Para uma equação completa, $ax^2 + bx + c = 0$, a Fórmula Resolutiva de Equação do 2º. grau é interessante de ser utilizado.

Fonte: Elaboração própria.

Após a entrega da Apostila, retorna-se à apresentação de *slides* (Figura 21) para conclusão, através de recomendações de quando e por quais motivos usar o *Photomath*, alertando sobre os usos inadequados.

Figura 21 - Quando usar e não usar o *Photomath*

Fonte: Elaboração própria.

Destaca-se que os autores desta pesquisa utilizaram as palavras “travando” e “perdido” refletindo dois momentos clássicos de dificuldade no estudo da matemática. Quando um aluno afirma que “travou”, geralmente ele conhece o procedimento a ser seguido, mas se bloqueia diante de uma etapa específica durante a resolução. Por outro lado, estar “perdido” aponta uma dificuldade inicial de interpretação, na qual o estudante não possui os referenciais necessários nem para iniciar o processo. Em ambos os cenários, o aplicativo pode auxiliar de forma construtiva: no primeiro caso, fornecendo o passo exato para superar o obstáculo imediato; no segundo, atuando como um mapa norteador que apresenta a lógica do processo do início ao fim.

3.2.1.4 Elaboração do Questionário Final

Com o intuito de verificar se os objetivos desta pesquisa foram alcançados, é elaborado um Questionário Final para a coleta desses dados após a aplicação.

O Questionário Final é composto de sete perguntas que versam sobre a experiência do aluno, tal qual as suas opiniões em relação ao aplicativo. A primeira pergunta é composta de três itens, que buscam entender o ponto de vista do aluno em relação a diferentes métodos de resolução de uma equação do 2º. grau e como o *Photomath* pode ter influenciado nesse parecer. A Figura 22 apresenta os 3 itens da primeira pergunta.

Figura 22 - Parecer sobre diferentes maneiras de resolução

1. Refletindo sobre sua experiência, responda: a) Você acha importante conhecer vários métodos para resolver uma equação e saber escolher o que pode ser mais adequado para cada caso? Justifique sua resposta. b) Como o Photomath ajudou na sua análise? c) O aplicativo mostrou um método novo ou confirmou a sua escolha inicial de como resolver as equações? Comente

Fonte: Elaboração própria.

Já a segunda pergunta (Figura 23) é composta de dois itens: um sobre as questões que os alunos erraram e outro sobre as que acertaram. No primeiro item, eles devem analisar se a explicação detalhada do aplicativo teve importância para identificar o seu erro, enquanto no segundo item, se a explicação detalhada do aplicativo teve importância para reforçar a compreensão do método utilizado pelo mesmo. Os alunos também realizam um diagnóstico

em relação ao auxílio do *Photomath* com a correção das suas resoluções e resultados, exemplificados também na Figura 23.

Figura 23 - Parecer do auxílio do *Photomath* na correção de questões

2. Analisando a resolução: a) Para as questões que você errou: A explicação detalhada da resolução foi importante para identificar seu erro? Comente. _____ _____ _____ b) Para as questões que você acertou: Ver a resolução reforçou sua compreensão sobre o método que utilizou, ajudando a consolidar seu conhecimento? Explique. _____ _____ _____

Fonte: Elaboração própria.

Na terceira pergunta, os alunos mensuram, através de uma escala, o quão proveitoso foi o *Photomath* para a aprendizagem deles. Enquanto na quarta pergunta, apontam qual a funcionalidade que consideraram mais interessante ou útil, durante o minicurso (Figura 24).

Figura 24 - Aprendizagem com o *Photomath* e destaque do minicurso

3. Em uma escala de 1 a 5, o quão útil você considerou o Photomath para APRENDER a resolver as equações (e não apenas para encontrar a resposta)? () 1 - Nada útil () 2 - Pouco útil () 3 - Neutro () 4 - Útil () 5 - Muito útil 4. Qual a funcionalidade do Photomath que você achou mais interessante ou útil durante a apresentação e a atividade? _____ _____ _____
--

Fonte: Elaboração própria.

Do mesmo modo, na quinta pergunta (Figura 25), os alunos devem escolher as pretensões de utilização do *Photomath* nos seus estudos com base no que foi discutido no minicurso.

Figura 25 - Pretensões de utilização do *Photomath*

5. Depois desta experiência, como você pretende usar o Photomath nos seus estudos?

☐ Não pretendo usar o aplicativo.

☐ Como primeira opção para fazer meus deveres.

☐ Apenas para verificar as respostas depois de já ter tentado resolver.

☐ Para me ajudar a entender os passos quando estou com dificuldades em um problema.

☐ Outro (por favor, especifique): _____

Fonte: Elaboração própria.

Para finalizar, na sexta e sétima perguntas (Figura 26), é solicitado a concepção geral do aluno na utilização do *Photomath*. Com a sexta pergunta sendo para comentar a opinião do aluno sobre o maior benefício e o maior risco do aplicativo, enquanto a sétima pergunta é para o aluno dizer se recomendaria o aplicativo para um colega que está com dificuldades.

Figura 26 - Conclusão sobre o *Photomath*

6. Na sua opinião, qual é o maior benefício e o maior risco de usar um aplicativo como o Photomath regularmente para estudar matemática?

• **Benefício:**

• **Risco:**

7. Você recomendaria o uso do Photomath a um colega que está com dificuldades em matemática? Que conselho você daria a ele sobre como usar a ferramenta da melhor forma?

Fonte: Elaboração própria.

3.2.1.5 Teste exploratório

A fim de garantir a coerência do material com os objetivos da pesquisa e o público-alvo, foi realizado um teste exploratório. Este teve como finalidade avaliar a clareza do conteúdo, identificar pontos que necessitavam de ajustes e validar a estrutura do minicurso antes de sua aplicação final.

Com o objetivo de conseguir registrar as sugestões dos participantes, foi elaborada uma folha de sugestões, conforme apresentado na Figura 27. Nela constavam a questão de pesquisa, o objetivo geral, o público-alvo e um espaço para as sugestões.

Figura 27 - Folha de sugestões

Informações da Pesquisa
Título: PHOTOMATH NA EDUCAÇÃO: potencialidades de uma ferramenta com abordagem orientada
Questão de Pesquisa: Quais as potencialidades do aplicativo photomath no estudo de diferentes maneiras de resolução de equação do 2º. grau?
Objetivo Geral: investigar as potencialidades do uso do aplicativo photomath para o estudo de diferentes maneiras de resolução de equação do 2º. grau.
Público-alvo: Alunos do 9.º ano do Ensino Fundamental.
SUGESTÕES

Fonte: Elaboração própria.

O teste exploratório foi realizado no dia 22 de setembro de 2025, na aula da disciplina de Educação Matemática e Tecnologias II, iniciando às 10h40min e finalizando às 12h20min, em um laboratório de informática do Instituto Federal Fluminense Campus Campos Centro.

Foram convidados para o teste exploratório os alunos que cursavam a disciplina mencionada. A escolha desses discentes foi justificada por dois fatores: a maioria já havia cursado TCC I e, principalmente, porque o tema desta pesquisa envolve o uso de tecnologias digitais, o que lhes conferia uma compreensão mais aprofundada sobre a análise dos materiais e objetivos.

3.2.2 Implementação

A intervenção pedagógica estruturada e planejada na forma de um minicurso, nomeado como “Desvendando o *Photomath* e suas funcionalidades”, teve sua implementação com o objetivo de investigar as potencialidades do uso do aplicativo *Photomath* para o estudo de diferentes maneiras de resolução de equação do 2º. grau.

Para viabilizar a aplicação do minicurso, a implementação foi realizada no Colégio Estadual João Pessoa, localizado no município de Campos dos Goytacazes, no estado do Rio de Janeiro, pois a mesma atendia os requisitos necessários para a aplicação, estabelecidos na seção 3.2.1.2.

Em consonância com a professora regente, a aplicação do minicurso ocorreu no dia 14 de novembro de 2025, iniciando às 12h30min e finalizando às 15h30min, com uma pausa para o intervalo de vinte minutos e com a presença de 19 alunos.

3.2.3 Avaliação

A avaliação da aplicação será realizada tendo como principais ferramentas o aporte teórico desenvolvido no capítulo 2, as observações e os dados coletados durante a aplicação. Dessa forma, se assegura a integração entre as análises teóricas e práticas, permitindo avaliar se os objetivos da pesquisa foram alcançados.

Os dados coletados com o teste exploratório e a implementação serão apresentados, analisados e discutidos. Os resultados do teste exploratório servirão para esclarecer as modificações realizadas a partir das concepções apresentadas por seus participantes. Já os dados coletados da implementação serão analisados a fim de avaliar se o objetivo foi alcançado.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

As seções a seguir descrevem a aplicação e a análise dos resultados referentes ao teste exploratório, ao minicurso e ao Questionário Final. Esses dados são discutidos e examinados à luz do referencial teórico que alicerça o presente trabalho.

4.1 Análise do Teste exploratório

O teste exploratório, ocorrido no dia 22 de setembro de 2025, contou com a presença de 10 participantes. Foi realizado no horário da aula da disciplina de Educação Matemática e Tecnologias II, das 10h40min às 12h20min, na sala 209 G do Instituto Federal Fluminense - Campus Campos Centro.

Antes de iniciar o teste exploratório, foi feita uma apresentação da sua finalidade, abordando o tema da pesquisa e o seu público-alvo. Após, foi entregue aos participantes a Folha de sugestões (Apêndice B) para que eles fossem fazendo seus registros durante a aplicação. Ressalta-se que a Folha de sugestões foi apresentada na seção 3.2.1.5. Dando prosseguimento, iniciou-se o teste exploratório com a apresentação de *slides* e suas animações relatado na seção 3.2.1.3 (Figura 28).

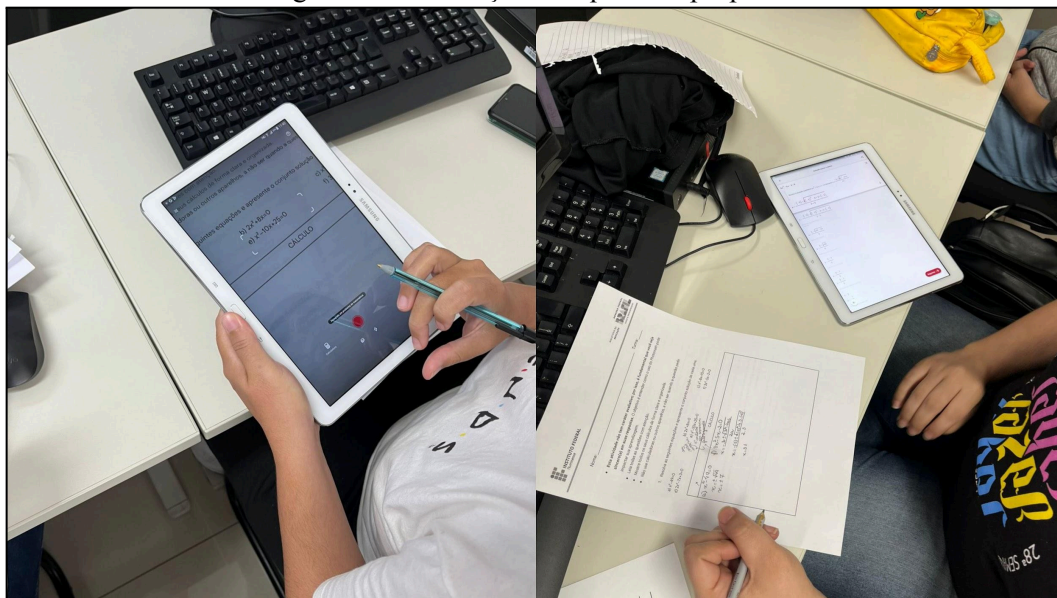
Figura 28 - Apresentação dos *slides* no teste exploratório



Fonte: Protocolo de pesquisa.

Após a apresentação, foram entregues aos participantes a Atividade e os *tablets*, destinando-se um tempo para que respondessem às questões propostas (Figura 29). À medida que concluíam, entregavam a Atividade e recebiam a Apostila e o Questionário Final para realizarem os comentários.

Figura 29 - Resolução das questões propostas



Fonte: Protocolo de pesquisa.

O momento final foi destinado à avaliação da Apostila, do Questionário Final e de toda a apresentação, bem como à conclusão das anotações na Folha de sugestões pelos participantes. Para encerrar, houve um período em que os participantes puderam expor oralmente suas percepções e considerações, com foco principal em sugestões de modificações a serem realizadas nos materiais apresentados. Na Figura 30 apresenta-se o registro de algumas sugestões feitas pelos participantes.

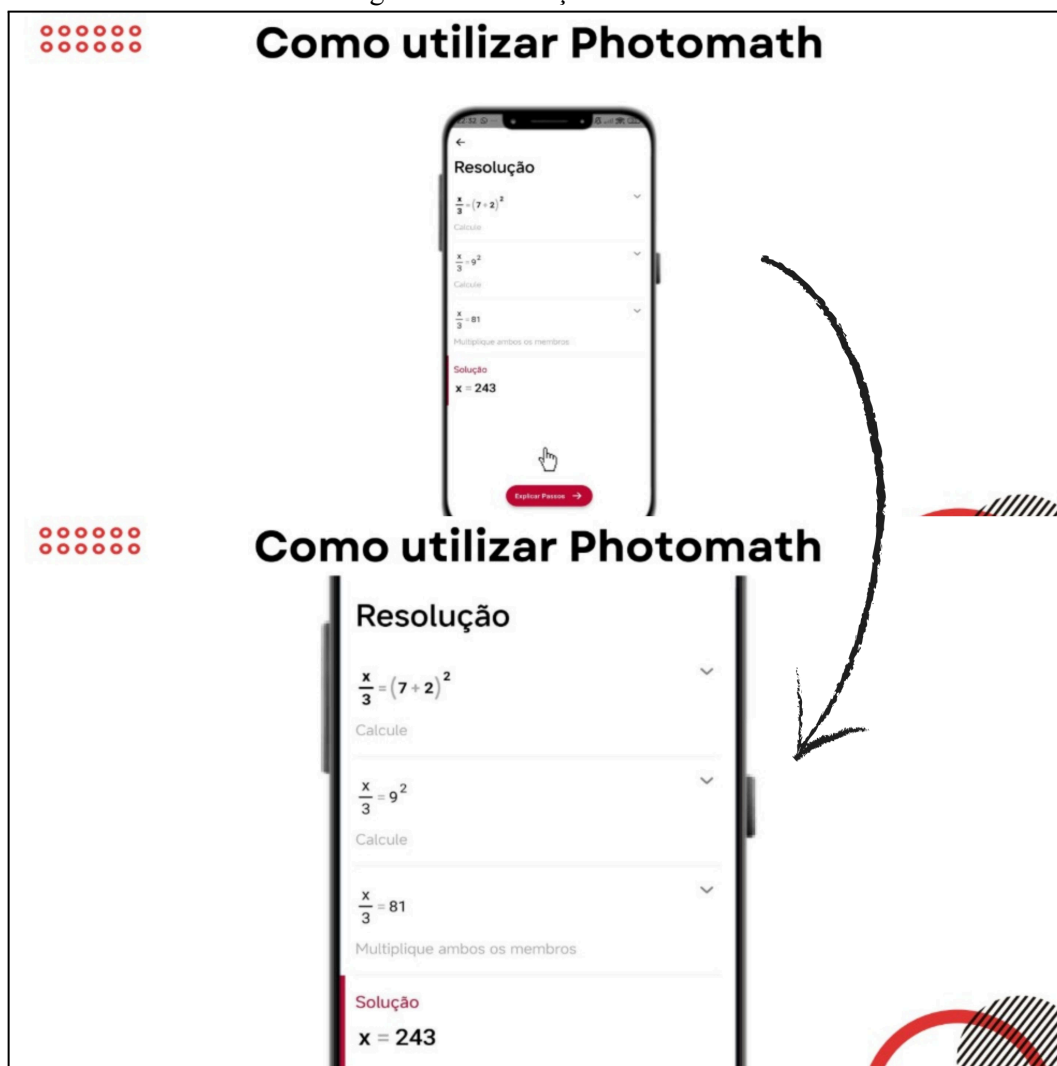
Figura 30 - Sugestões dos participantes

* <u>Quem muda o tamanho do espaço dos cálculos da questão 1, retirar a descrição que fala, onde não é uma avaliação, mudar depois na questão 1, [diminuir]</u>	
CÁLCULOS ←	$c) x^2 - 8x + 15 = 0$ $f) 3x^2 - 5x - 2 = 0$ <i>colocar separado.</i>
$c) x^2 - 8x + 15 = 0$ $f) 3x^2 - 5x - 2 = 0$	<i>Muita coisa, mas boa progressão</i>

Fonte: Protocolo de pesquisa.

Na apresentação de *slides* a principal sugestão foi na simulação de instalação e utilização do *Photomath*, na qual sugeriram que tanto a imagem do celular quanto a informação presente nele, estivessem maior (Figura 31), para melhor visualização de todos os alunos na aplicação. Com isso, foi adicionada uma edição na qual ambos foram aumentados.

Figura 31 - Alterações nos slides



Fonte: Elaboração de pesquisa.

Já na questão 1 da Atividade, foi sugerido que diminuísse a quantidade de equações de seis para quatro, por temerem que o tempo não seja suficiente para a realização de tudo que foi planejado. Além disso, foi pedido para que as equações estivessem mais espaçadas entre si. Assim, quando os alunos utilizarem a câmera do *Photomath*, será mais fácil do aplicativo ler somente uma equação, já que pode acontecer do aplicativo ler mais de uma e considerar o cálculo de um sistema de equações.

Após essas sugestões, foi feito um contato com a professora regente da turma da aplicação que informou que as seis equações estavam ideal e que daria tempo de fazer tudo que foi planejado. Com isso foi acatado apenas o espaçamento e foram realizados alguns ajustes estéticos (Figura 32).

Figura 32 - Alterações na questão 1

1. Resolva as seguintes equações e apresente o conjunto solução de cada uma.

a) $x^2 - 49 = 0$ b) $2x^2 + 8x = 0$ c) $x^2 - 8x + 15 = 0$
d) $2x^2 - 7x + 3 = 0$ e) $x^2 - 10x + 25 = 0$ f) $3x^2 - 5x - 2 = 0$

CÁLCULO

1. Resolva as seguintes equações e apresente o conjunto solução de cada uma.

a) $x^2 - 49 = 0$ b) $2x^2 + 8x = 0$ c) $x^2 - 8x + 15 = 0$
d) $2x^2 - 7x + 3 = 0$ e) $x^2 - 10x + 25 = 0$ f) $3x^2 - 5x - 2 = 0$

CÁLCULOS

Fonte: Elaboração própria.

Conforme as diversas confusões e sugestões ocasionadas pelas questões 2, 3 e 4, como quantidade de linhas necessárias imprevisíveis, não compreensão de como responder às questões e dificuldade em elaborar uma resposta, foi concluído a necessidade de uma reformulação ao invés de modificações. Assim, foi excluída a questão 2 (Figura 33), pois o que era pedido estava subentendido nas demais.

Figura 33 - Exclusão da questão 2

2. Use o aplicativo *Photomath* para verificar a Questão 1 e marque as que você acertou:

☐ a ☐ b ☐ c ☐ d ☐ e ☐ f

Fonte: Elaboração própria.

A questão 3 se tornou a questão 2 (Figura 34) com mudanças estéticas e mudança na organização do que é pedido, para que os alunos respondam de maneira mais intuitiva.

Figura 34 - Alterações na questão 3

3. Com base nas equações que você **acertou**, responda:

a) Para cada equação que acertou, qual foi o primeiro método de resolução que o *Photomath* mostrou?

b) Caso o aplicativo tenha mostrado um método diferente do seu, qual você preferiu usar em cada caso (o seu ou o do aplicativo)? Por quê?

2. Responda com base nas equações que você **ACERTOU**.

	Qual o método de resolução utilizado por você para responder a questão?	Qual foi o primeiro método de resolução que o aplicativo mostrou?	Se o primeiro método de resolução utilizado pelo aplicativo foi diferente do seu, qual você preferiu?
a			
b			
c			
d			
e			
f			

Fonte: Elaboração própria.

A questão 4 foi dividida em duas partes, passando a ser as questões 3 e 4. Na questão 3, solicitou-se que, com o auxílio do *Photomath*, o aluno identificasse seus erros e dissertasse sobre eles. Já a questão 4 solicitou-se apenas para registrar os cálculos das equações que erraram, realizando o processo de correção (Figura 35).

Figura 35 - Divisão e alterações na questão 4

4. Para as equações que você errou

Para cada equação que você errou, use a resolução do *Photomath* para encontrar o seu erro. Descreva o que você errou (ex: erro de sinal, erro de multiplicação) e, em seguida, resolva a equação corretamente.

3. Responda com base nas equações que você ERROU .	4. Resolva as equações que você ERROU novamente, com o auxílio do <i>photomath</i> .
Analise no aplicativo, o mesmo método de resolução utilizado por você . Use a resolução do <i>Photomath</i> para encontrar o seu erro e descreva o que você errou (ex: erro de sinal, erro de multiplicação)	
a	
b	
c	
d	
e	
f	

Fonte: Elaboração própria.

Na Apostila, apenas foi recomendado que toda linguagem matemática presente nela estivesse com uma formatação mais alinhada a utilização padrão (Figura 36), como símbolos matemáticos e posicionamentos.

Figura 36 - Exemplificação das modificações na Apostila

Exemplo: Resolver $2x^2 - 50 = 0$

- $2x^2 = 50$
- $x^2 = 50 / 2$
- $x^2 = 25$
- $x = \pm\sqrt{25}$
- Raízes: $x = 5$ e $x = -5$**

Exemplo: Resolver $2x^2 - 50 = 0$

- $2x^2 - 50 = 0$
- $2x^2 = 50$
- $x^2 = \frac{50}{2}$
- $x^2 = 25$
- $x = \pm\sqrt{25}$

Raízes: $x_1 = 5$ e $x_2 = -5$

Fonte: Elaboração própria.

Em relação ao questionário, as sugestões se limitaram a como estavam organizadas as perguntas da questão 1. Em relação às letras “a” e “b”, foi recomendado uni-las em uma só, conforme apresentado na Figura 37.

Figura 37- União das letras “a” e “b”

a) Você acha importante conhecer vários métodos para resolver uma equação e saber escolher o mais adequado para cada caso? () Sim () Não
b) Justifique sua resposta. _____ _____ _____
a) Você acha importante conhecer vários métodos para resolver uma equação e saber escolher o que pode ser mais adequado para cada caso? Justifique sua resposta. _____ _____ _____

Fonte: Elaboração própria.

Em relação a letra “c”, foi recomendado o contrário, que dividisse em duas para se obter respostas mais organizadas (Figura 38).

Figura 38 - Separação da letra “c”

c) Como o Photomath ajudou na sua análise? O aplicativo mostrou um método novo ou confirmou a sua escolha inicial de como resolver as equações? Comente. _____ _____
b) Como o Photomath ajudou na sua análise? _____ _____
c) O aplicativo mostrou um método novo ou confirmou a sua escolha inicial de como resolver as equações? Comente _____ _____

Fonte: Elaboração própria.

Foi observado, através do teste exploratório, que o tempo necessário para poder aplicar o minicurso seria de três tempos de aula: um tempo para as Etapas I e II, um tempo para a Etapa III e um tempo para entrega da Apostila e preenchimento do Questionário Final por parte dos alunos. Com isso, reuniu-se com a professora regente para agendar dia e horário de aplicação que alinhassem as necessidades observadas.

Conclui-se que a aplicação do teste exploratório foi importante para este trabalho, uma vez que possibilitou uma colaboração dos licenciandos enriquecida por sugestões relevantes para o aprimoramento da Intervenção.

4.2 Análise do minicurso

O minicurso intitulado “Desvendando o *Photomath* e suas funcionalidades”, ocorrido no dia 14 de novembro de 2025, contou com a presença de 19 alunos do 9º. ano do Ensino Fundamental e da professora regente da turma. O início se deu às 12h30min e terminou às 15h30min com um intervalo de 20 minutos.

Antes de iniciar a implementação, foi feita uma apresentação de que o minicurso era fruto de um Trabalho de Conclusão de Curso e foi planejado após a turma ter respondido o Questionário Diagnóstico. Sendo assim, iniciou-se com a apresentação dos autores e da temática que estava sendo abordada a partir dos *slides* (Apêndice C): o aplicativo *Photomath* (Figura 39).

Figura 39 - Apresentação do trabalho



Fonte: Protocolo de pesquisa.

Na Etapa I, a apresentação avançou com apresentação em *slides* com a contextualização do que se tratava o *Photomath*, explorando o fato dele ser um aplicativo gratuito para instalar, com o propósito de auxiliar na resolução de problemas matemáticos e como o mesmo pode ser um potencial aliado nos estudos, conforme ilustrado na Figura 40.

Figura 40 - Explicação do que é *Photomath*



Fonte: Protocolo de pesquisa.

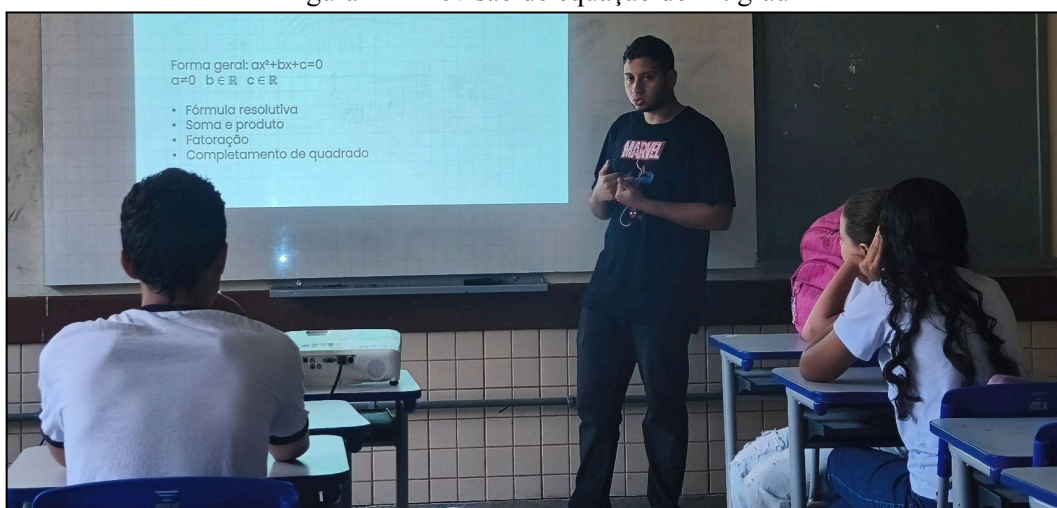
Logo depois, demonstrou-se, por meio de animações, todo o processo de instalação do aplicativo e sua interface no primeiro uso. Concluída essa etapa, os autores aprofundaram a apresentação da ferramenta ao resolver um exemplo matemático, elaborado previamente, utilizando o *Photomath* (Figura 41).

Figura 41 - Utilizando o *Photomath*

Fonte: Protocolo de pesquisa.

A Etapa II é iniciada revisando o conteúdo de equação do 2º. grau (Figura 42), que por se tratar de um conteúdo estudado pelos alunos recentemente, faz com que o *Photomath* seja utilizado de maneira direcionada, com o objetivo de potencializar o processo de ensino e aprendizagem, como defende Mendonça (2013).

Figura 42 - Revisão de equação do 2º. grau

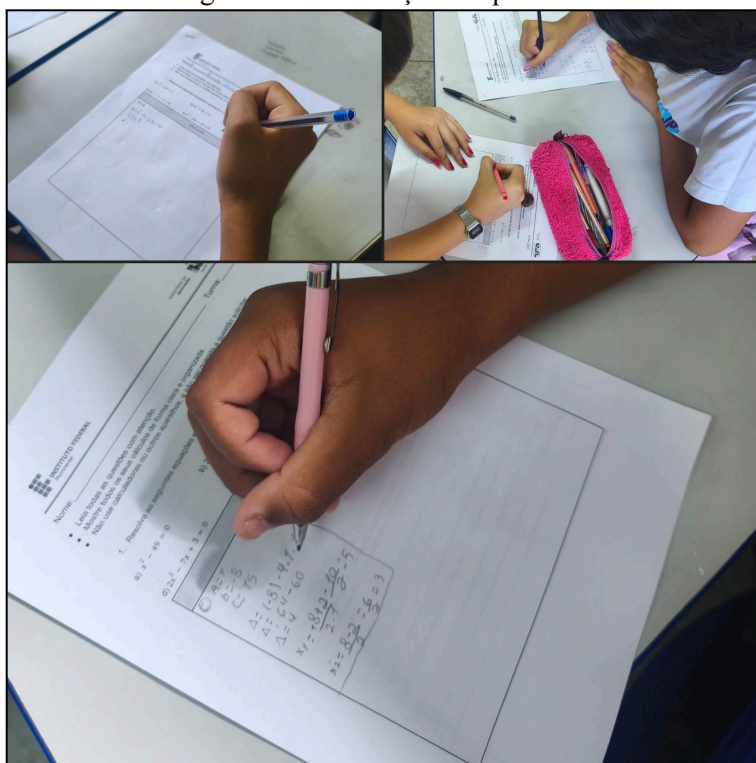


Fonte: Protocolo de pesquisa.

Durante a apresentação, observou-se uma quietude por parte da turma, o que pode ter evidenciado concentração no trabalho apresentado. Embora um grupo tenha demonstrado certo desinteresse, notou-se que, de modo geral, os alunos acompanharam a explicação, permitindo o prosseguimento.

Considerando o número de alunos e a disponibilidade limitada a 10 *tablets*, optou-se pela organização da turma em duplas. Essa configuração, além de otimizar o uso dos *tablets*, visou à aprendizagem colaborativa em uma atividade de caráter não avaliativo. Com os alunos devidamente agrupados, foi distribuída a Atividade (Apêndice D) para cada aluno para o início da Etapa III (Figura 43). Neste momento, com o intuito de facilitar as observações e auxiliar em dificuldades pontuais que podiam vir a surgir, os autores do trabalho começaram a se movimentar pela sala.

Figura 43 - Realização da questão 1



Fonte: Protocolo de pesquisa.

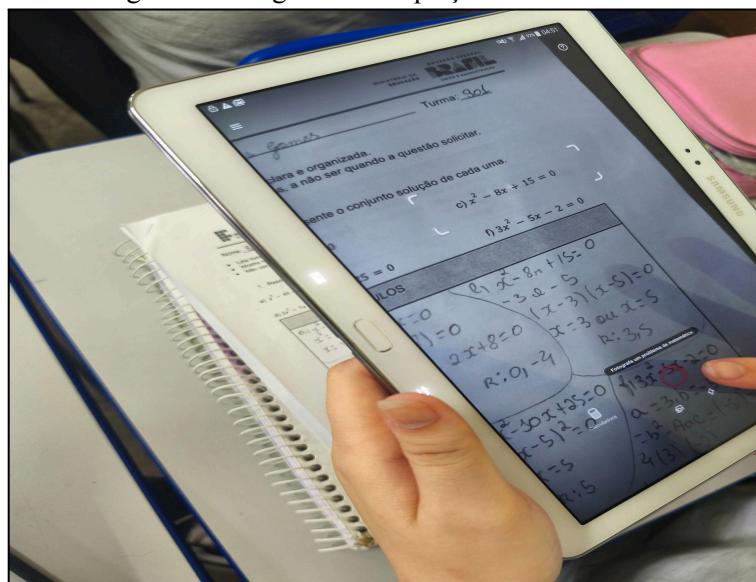
À medida que concluíam a primeira questão — focada na resolução de equações — as duplas recebiam *tablets* com o *Photomath*. As propostas seguintes consistiam em: na questão 2, comparar os métodos utilizados com os apresentados pelo aplicativo; na questão 3, identificar e registrar as causas dos próprios erros; e, por fim, na questão 4, refazer as equações incorretas com o suporte da ferramenta.

Essa dinâmica de entrega controlada facilitou a supervisão e evitou o uso indevido dos equipamentos. Dessa forma, garantiu-se o cumprimento da Lei nº15.100, de 13 de janeiro de 2025 (Brasil, 2025), que restringe o uso de dispositivos eletrônicos no ambiente escolar a fins pedagógicos, de acessibilidade, de inclusão ou de saúde. Mesmo com a supervisão, foi

possível notar por parte dos autores, que alguns alunos ainda tentaram fazer outros usos com os *tablets*, porém foram impossibilitados, já que todos os aplicativos e funções, exceto o *Photomath*, estavam devidamente bloqueados.

Durante a Atividade, observou-se que todos os estudantes optaram por utilizar a câmera para registrar as equações no aplicativo em vez de digitá-las (Figura 44), demonstrando facilidade de uso. A facilidade ocorreu mesmo com o Questionário Diagnóstico apontando um desconhecimento prévio sobre o *Photomath*, que tinha motivado a elaboração da primeira etapa do minicurso, que contém a explicação de como se utiliza o aplicativo.

Figura 44 - Registro das equações no *Photomath*



Fonte: Protocolo de pesquisa.

Ressalta-se que, apesar da apresentação, há um grande mérito dos alunos, considerando que era a primeira vez que a maioria utilizava o aplicativo. Esse comportamento não causou surpresa, pois ilustra na prática o conceito de nativos digitais proposto por Prensky (2001), evidenciando como essa geração, imersa na tecnologia, processa informações de maneira mais ágil e visual.

À medida que escaneavam as equações da primeira questão, os estudantes verificavam os seus acertos e/ou erros. Durante a exibição das diferentes maneiras de resolução, houve algumas trocas entre as duplas a respeito do aplicativo, onde, notou-se a surpresa de alguns ao se depararem com resoluções que consideraram mais simples. Em destaque a letra “a” por se tratar de uma equação do 2º. grau incompleta em que o *Photomath* apresenta o método de raízes quadradas.

Em contrapartida, outros demonstraram satisfação com suas próprias estratégias, justificando-as como um “método de segurança”. Nas questões com respostas incorretas, foram frequentes os relatos de que haviam cometido um “erro bobo”². Esse comportamento de autocorreção converge com a perspectiva de Torres Neto e Costa (2023), que defendem o uso do *Photomath* como uma ferramenta de verificação.

O *Photomath* ainda pode ser usado como uma ferramenta de verificação das respostas, pois, às vezes, os alunos fazem os cálculos sem ter convicção da resposta, ou podem estimá-la, mas não sabem como desenvolvê-la, e com o auxílio do aplicativo conseguem fazer essa constatação da resposta correta (Torres Neto; Costa, 2023, p. 351).

Munidas das análises prévias e do apoio do *Photomath*, as duplas avançavam de forma orientada para a conclusão da Atividade. O percurso varia conforme o desempenho inicial: resoluções corretas direcionam à questão 2, enquanto resoluções incorretas conduzem às questões 3 e 4.

A análise da questão 2, cujo objetivo era a comparação entre os métodos de resolução dos alunos e os apresentados pelo aplicativo, revelou que os participantes executaram a questão conforme o planejado. Notou-se, contudo, uma particularidade na etapa em que os alunos deveriam indicar o método de sua preferência: em vez de utilizarem a nomenclatura matemática adequada, alguns alunos empregaram termos informais, como "o meu" ou "o do aplicativo", conforme ilustrado na Figura 45.

² O 'método de segurança' refere-se aos procedimentos familiares e algoritmos que o estudante prefere utilizar para minimizar falhas operacionais. Por sua vez, o 'erro bobo' caracteriza as falhas operacionais e aritméticas causadas por desatenção, evidenciando que o aluno compreende o conceito, mas falhou na execução mecânica de uma etapa.

Figura 45 - Realização da questão 2

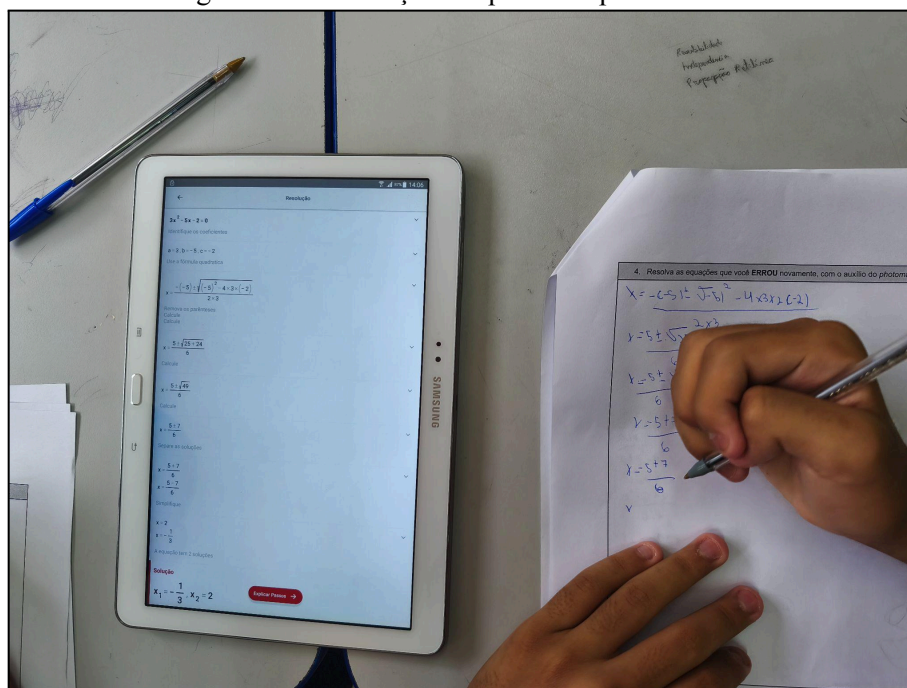
2. Responda com base nas equações que você **ACERTOU**.

	Qual o método de resolução utilizado por você para responder a questão?	Qual foi o primeiro método de resolução que o aplicativo mostrou?	Se o primeiro método de resolução utilizado pelo aplicativo foi diferente do seu, qual você preferiu ?
a	fórmula.	fórmula quadrática	o meu.
b	fórmula resolvente	fórmula fatorada	Aplicativo.
c	fórmula.	fatorando	Aplicativo.
d	fórmula.	fórmula fatorada	o meu.
e	fórmula.	fórmula resolvente	Aplicativo e o meu.
f	fórmula resolvente.	fórmula fatorada.	aplicativo.

Fonte: Protocolo de pesquisa.

Nas questões 3 e 4, que consistia em identificar onde estava o erro de cálculo e refazê-lo, especificamente na correção de erros com o uso do *Photomath*, notou-se que os alunos não tiveram dificuldades em identificá-los e fazerem as alterações necessárias (Figura 46). Isso mostra que apresentar o *Photomath* como uma ferramenta de ensino e aprendizagem tem seus benefícios, pois, se “[...] for bem orientada, vai desenvolver no estudante uma autonomia nos estudos, tornando-o protagonista da sua aprendizagem” (Torres Neto; Costa, 2023, p. 352).

Figura 46 - Realização da questão 4 por um aluno

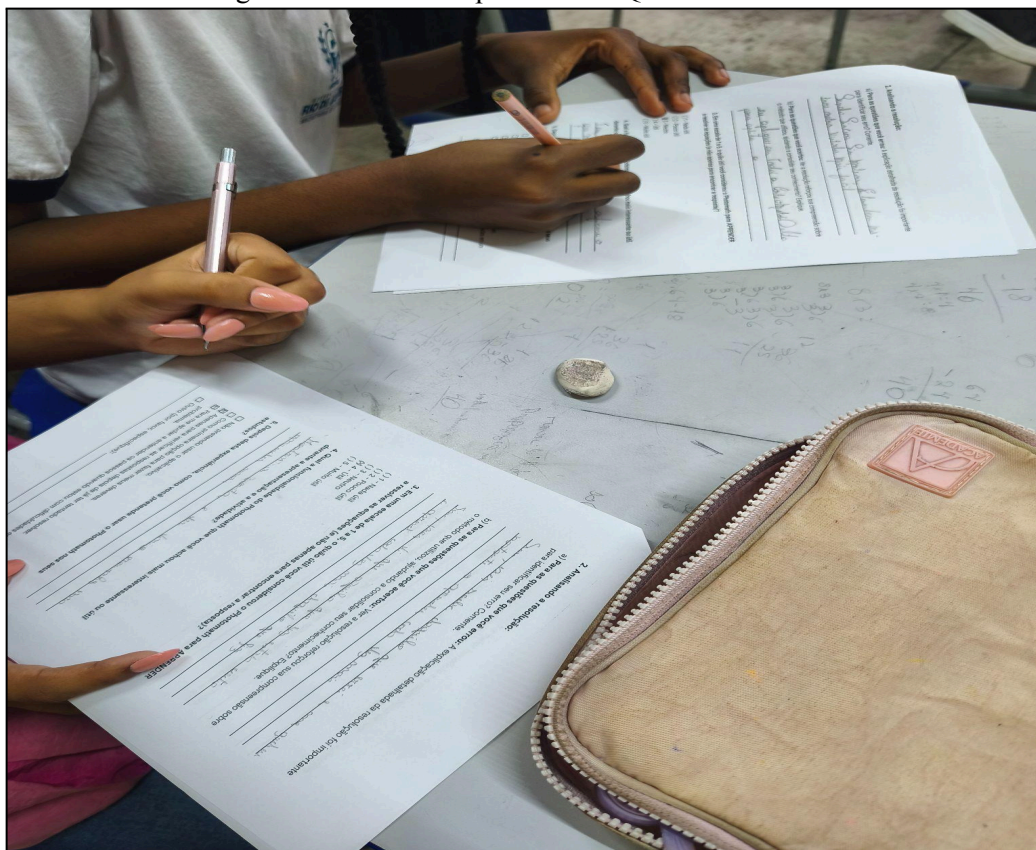


Fonte: Protocolo de pesquisa.

À medida que concluíam a Atividade, as duplas eram liberadas com alguns minutos de antecedência para o intervalo, previsto para às 14h20min. Aquelas que ainda não haviam finalizado foram dispensadas no horário exato de início da pausa. Embora o intervalo, um direito garantido aos alunos, represente uma ruptura na continuidade do trabalho, esse momento foi avaliado de forma positiva, pois, de acordo com Ribeiro *et al.* (2025), “[...] períodos de descanso após os estudos parecem ser essenciais para que as conexões neurais recém-estabelecidas sejam melhor consolidadas”.

No retorno do intervalo, foi entregue o Questionário Final (Apêndice E) aos alunos que já haviam concluído a Atividade e, aos que ainda não tinham concluído, o questionário foi entregue à medida que finalizavam. Os alunos preencheram o Questionário Final (Figura 47), seguindo a orientação de que expressassem opiniões sinceras em suas respostas e que não precisavam omitir o que pensavam de acordo com tudo que foi apresentado no minicurso.

Figura 47 - Alunos respondendo o Questionário Final



Fonte: Protocolo de pesquisa.

Após a conclusão do questionário, o mesmo foi recolhido, e em seguida, foi entregue a Apostila (Apêndice F), material criado pelos autores do trabalho que abordam diferentes tipos de resolução de equação do 2º. grau e a sua relação com o *Photomath*. Apesar de ter sido planejado para ser entregue entre a Atividade e o Questionário Final, após o fim intervalo, pelo atraso do retorno de alguns alunos, foi analisado pelos autores uma mudança de ordem, em virtude que a entrega postergada da Apostila não traria prejuízos pro trabalho, e garantir que o tempo restante fosse suficiente para os alunos responderem o questionário. Com isso, é encerrado o trabalho com o último *slide* de recomendações de quando usar ou não usar o *Photomath* e um agradecimento pela participação dos alunos.

Tendo em posse as Atividades realizadas pelos alunos e os questionários respondidos por eles, foi possível fazer as análises de acordo com tudo que foi coletado que será descrito em diante.

Na questão 1 da Atividade ³, focada na resolução de equações, nota-se que a maior parte dos alunos tem domínio para resolver equações do 2º. grau (Figura 48). Nas estratégias

³ Destaca-se que foram observados equívocos na simbologia e na notação matemática dos alunos, a exemplo do uso de expoentes no lugar de índices (como x^2 em vez de x_1 e x_2). Contudo, por não impactarem diretamente os objetivos desta pesquisa, tais desvios não foram abordados na discussão do trabalho.

utilizadas, observou-se uma certa equidade: enquanto 10 alunos só se utilizaram de um método para resolver todas as equações (fórmula resolvente da equação do 2º. grau), 9 alunos variaram entre os métodos utilizados, de acordo com as equações, sendo elas completas ou incompletas.

Figura 48 - Resoluções da questão 1

The figure displays four panels of handwritten mathematical work, each titled 'CÁLCULOS', showing the application of the discriminant method to solve quadratic equations. The panels are arranged in a 2x2 grid.

- Top-left panel:** Shows three problems. Problem 1: $x^2 - 4x + 7 = 0$, with $a=1, b=-4, c=7$, $\Delta = (-4)^2 - 4 \cdot 1 \cdot 7 = 16 - 28 = -12$, and solutions $x_1 = 2 + \sqrt{-3}$, $x_2 = 2 - \sqrt{-3}$. Problem 2: $x^2 - 4x - 9 = 0$, with $a=1, b=-4, c=-9$, $\Delta = 16 + 36 = 52$, and solutions $x_1 = 2 + \sqrt{13}$, $x_2 = 2 - \sqrt{13}$. Problem 3: $x^2 - 4x + 4 = 0$, with $a=1, b=-4, c=4$, $\Delta = 16 - 16 = 0$, and solution $x = 2$.
- Top-right panel:** Shows three problems. Problem 1: $x^2 - 4x + 4 = 0$, with $a=1, b=-4, c=4$, $\Delta = 16 - 16 = 0$, and solution $x = 2$. Problem 2: $x^2 - 4x + 3 = 0$, with $a=1, b=-4, c=3$, $\Delta = 16 - 12 = 4$, and solutions $x_1 = 1$, $x_2 = 3$. Problem 3: $x^2 - 4x + 2 = 0$, with $a=1, b=-4, c=2$, $\Delta = 16 - 8 = 8$, and solutions $x_1 = 2 + \sqrt{2}$, $x_2 = 2 - \sqrt{2}$.
- Bottom-left panel:** Shows three problems. Problem 1: $x^2 - 4x + 3 = 0$, with $a=1, b=-4, c=3$, $\Delta = 16 - 12 = 4$, and solutions $x_1 = 1$, $x_2 = 3$. Problem 2: $x^2 - 4x + 2 = 0$, with $a=1, b=-4, c=2$, $\Delta = 16 - 8 = 8$, and solutions $x_1 = 2 + \sqrt{2}$, $x_2 = 2 - \sqrt{2}$. Problem 3: $x^2 - 4x + 1 = 0$, with $a=1, b=-4, c=1$, $\Delta = 16 - 4 = 12$, and solutions $x_1 = 2 + \sqrt{3}$, $x_2 = 2 - \sqrt{3}$.
- Bottom-right panel:** Shows three problems. Problem 1: $x^2 - 4x + 3 = 0$, with $a=1, b=-4, c=3$, $\Delta = 16 - 12 = 4$, and solutions $x_1 = 1$, $x_2 = 3$. Problem 2: $x^2 - 4x + 2 = 0$, with $a=1, b=-4, c=2$, $\Delta = 16 - 8 = 8$, and solutions $x_1 = 2 + \sqrt{2}$, $x_2 = 2 - \sqrt{2}$. Problem 3: $x^2 - 4x + 1 = 0$, with $a=1, b=-4, c=1$, $\Delta = 16 - 4 = 12$, and solutions $x_1 = 2 + \sqrt{3}$, $x_2 = 2 - \sqrt{3}$.

Fonte: Protocolo de pesquisa.

Na questão 2, os alunos comparavam o método utilizado por eles e o método utilizado pelo *Photomath* nas equações que acertaram. Nota-se que 11 alunos sempre preferem o método utilizado por eles, enquanto 8 variavam entre preferir o método utilizado por eles e os apresentados pelo aplicativo. A Figura 49 apresenta algumas das respostas obtidas na questão 2.

Figura 49 - Resoluções da questão 2

2. Responda com base nas equações que você ACERTOU.			2. Responda com base nas equações que você ACERTOU.		
Qual o método de resolução utilizado por você para responder a questão?	Qual foi o primeiro método de resolução que o aplicativo mostrou?	Se o primeiro método de resolução utilizado pelo aplicativo foi diferente do seu, qual você preferiu?	Qual o método de resolução utilizado por você para responder a questão?	Qual foi o primeiro método de resolução que o aplicativo mostrou?	Se o primeiro método de resolução utilizado pelo aplicativo foi diferente do seu, qual você preferiu?
a) Fórmula de Bhaskara	Fatoração	Preferi a meu	a) fórmula resolvente	regra de Sarrus	de meu
b) Fórmula de Bhaskara			b) fórmula resolvente	fatorizando	de app
c) Fórmula de Bhaskara			c) fórmula resolvente	fatorizando	de app
d) Fórmula de Bhaskara			d) fórmula resolvente	fatorizando	de app
e) Fórmula de Bhaskara			e) fórmula resolvente	fatorizando	de app
f) Fórmula de Bhaskara			f) fórmula resolvente	fatorizando	de app

2. Responda com base nas equações que você ACERTOU.			2. Responda com base nas equações que você ACERTOU.		
Qual o método de resolução utilizado por você para responder a questão?	Qual foi o primeiro método de resolução que o aplicativo mostrou?	Se o primeiro método de resolução utilizado pelo aplicativo foi diferente do seu, qual você preferiu?	Qual o método de resolução utilizado por você para responder a questão?	Qual foi o primeiro método de resolução que o aplicativo mostrou?	Se o primeiro método de resolução utilizado pelo aplicativo foi diferente do seu, qual você preferiu?
a) fórmula	regra de Sarrus	o meu	a) fórmula de	fatoração	O meu usando a
b) fórmula resolvente	fórmula fatorando	Aplicativo	b) Bhaskara em todos		fórmula de Bhaskara
c) fórmula	fatorando	Aplicativo	c)		
d) fórmula	fórmula fatorando	o meu	d)		
e) fórmula	fórmula fatorando	Aplicativo e o meu	e)		
f) fórmula resolvente	fatorando	aplicativo	f)		

Fonte: Protocolo de pesquisa.

Esse resultado demonstra que alguns alunos podem possuir resistência em resolver de outras maneiras, enquanto outros tiveram um apreço maior com os métodos apresentados pelo *Photomath* dependendo da equação, seja porque apresentou uma resolução mais reduzida ou que pode ter sido mais compreendida pelo aluno. Tal fato vai ao encontro do que afirma Oliveira (2021), ao apontar que o aplicativo se destaca por oferecer múltiplas opções de resolução para o usuário escolher. Apresentando o passo a passo detalhado, a ferramenta ajuda o estudante a entender as etapas de resolução e a aprender diferentes formas de chegar ao mesmo resultado.

Apesar disso, alguns alunos cometeram alguns erros como, por exemplo, na Figura 50 é possível observar que ao realizar a equação contida na letra “f” da questão 1, o aluno ao determinar o valor de Δ , escreveu $-5^2 - 4 \cdot 3 \cdot 2$ ao invés de $(-5)^2 - 4 \cdot 3 \cdot (-2)$, ou seja, por esquecer o sinal negativo no 2, fez com que errasse a multiplicação e chegasse em $\Delta = 1$ ao invés de $\Delta = 49$ que, consequentemente, fez com que ele chegasse no resultado final errado.

Figura 50 - Primeira parte das resoluções de um aluno

$$f) 3x^2 - 5x - 2 = 0$$

$$b) -5^2 - 4 \cdot 3 \cdot 2$$

$$25 - 24 = 1 \quad \sqrt{1}$$

$$\frac{(-5) + 1}{2 \cdot 3} = -\frac{2}{6} = -\frac{1}{3} \quad x_1$$

$$x_2 = \frac{(-5) + 1}{6} = -\frac{4}{6} = -\frac{2}{3}$$

Fonte: Protocolo de pesquisa.

Cabe ainda salientar equívocos de notação que comprometem a apresentação dos resultados. Observa-se, por exemplo, a escrita incorreta de -5^2 , que, na forma registrada, corresponde a -25 ; contudo, compreende-se que o procedimento de cálculo foi corretamente realizado, embora inadequadamente expresso. Situação semelhante ocorre ao não acrescentar o sinal negativo antes de (-5) o que, conforme a escrita apresentada, conduziria aos resultados $-\frac{2}{3}$ e -1 . Além disso, identifica-se inconsistência no uso de $+1$ para a determinação das duas raízes: em um caso, o valor é somado, enquanto no outro é efetivamente subtraído. Tais ocorrências sugerem que, embora o raciocínio matemático esteja correto, sua representação simbólica apresenta falhas.

Utilizando o *Photomath*, o aluno conseguiu identificar o seu erro, descrevendo como “Erro de multiplicação” na letra “f” da questão 3. Ainda com o aplicativo, o aluno refez a equação na questão 4, corrigindo o que tinha errado anteriormente, conforme a Figura 51. Ressalta-se que ainda a erros na escrita por parte do aluno como o 5 não estar na fração, mas que o mesmo apresentou os cálculos corretamente.

Figura 51 - Segunda parte das resoluções de um aluno

f	Erros de multiplicação
---	------------------------

$$4) x = \frac{-(-5) \pm \sqrt{(-5)^2 - 4 \times 3 \times (-2)}}{2 \times 3}$$

$$x = \frac{5 \pm \sqrt{25 + 24}}{6}$$

$$x = \frac{5 \pm \sqrt{49}}{6}$$

$$x = \frac{5 \pm 7}{6}$$

$$x = \frac{5+7}{6}$$

$$x = \frac{5-7}{6}$$

$$x = 2$$

$$x = -\frac{1}{3}$$

Fonte: Protocolo de pesquisa.

A análise das demais respostas da questão 3 (Figura 52) permite observar que os erros se concentraram na multiplicação, sejam eles relacionados à regra de sinal ou aos cálculos em si. Desse modo, notou-se, de forma não intencional, que o *Photomath* pode ser utilizado para fazer diagnósticos nas dificuldades de aprendizagem dos alunos, feito pelo professor ou até mesmo pelos próprios alunos. Os diagnósticos apresentados neste trabalho através do *Photomath* mostram que um grande problema nas resoluções de equações do 2º. grau está nas operações básicas, reforçando o trabalho de Brito, Branco e Brito (2019) sobre dificuldades dos alunos em equações quadráticas, que apresentou que os maiores erros cometidos pelos alunos foram em adição, subtração e potenciação.

Figura 52 - Resoluções da questão 3

a	erro na conta de multiplicação
a	erro na conta de multiplicação
e	erro na conta de multiplicação
e	erro na conta de sinal e regra
f	Erros de multiplicação

Fonte: Protocolo de pesquisa.

A análise das demais respostas da questão 4 (Figura 53) permite observar que os alunos não se limitaram a utilizar apenas um dos métodos de resolução apresentados pelo *Photomath* para fazer a correção, explorando os diferentes métodos, e variando de acordo com o aluno e a equação trabalhada.

Figura 53 - Resoluções da questão 4

4. Resolva as equações que você ERROU novamente, com o auxílio do photomath

a) $x^2 - 49 = 0$
 $(x-7) \times (x+7) = 0$
 $x-7=0$
 $x+7=0$
 $x=7$
 $x=-7$
 $x_1 = -7$
 $x_2 = 7$

b) $x^2 - 10x + 25 = 0$
 $(x-5)^2 = 0$
 $x=5$

c) $x^2 - 30x + 25 = 0$
 $(x-5)^2 = 0$
 $x-5=0$
 $x=5$

4. Resolva as equações que você ERROU

b) $-4 \pm \sqrt{5^2 - 4 \times 3 \times 2}$
 $x = \frac{-4 \pm \sqrt{25-24}}{6}$
 $x = \frac{-4 \pm 1}{6}$
 $x = \frac{-4+1}{6} = -\frac{3}{6} = -\frac{1}{2}$
 $x = \frac{-4-1}{6} = -\frac{5}{6}$

4. Resolva as equações que você ERROU

b) $-4 \pm \sqrt{5^2 - 4 \times 3 \times 2}$
 $x = \frac{-4 \pm \sqrt{25-24}}{6}$
 $x = \frac{-4 \pm 1}{6}$
 $x_1 = \frac{-4+1}{6} = -\frac{3}{6} = -\frac{1}{2}$
 $x_2 = \frac{-4-1}{6} = -\frac{5}{6}$

Fonte: Protocolo de pesquisa.

4.3 Análise do Questionário Final

O Questionário Final foi respondido por 19 alunos, cujas respostas possibilitaram a obtenção de percepções relevantes que contribuem para a compreensão dos resultados decorrentes da aplicação do minicurso. As análises detalhadas desses dados serão apresentadas a seguir.

Na letra “a” da primeira pergunta, na qual os alunos foram convidados a opinar sobre a importância de conhecer diferentes métodos de resolução de uma equação, as respostas evidenciaram a valorização de saber essas diferentes abordagens (Figura 54). Os alunos argumentaram, principalmente, que saber diferentes métodos pode facilitar a resolução de

determinadas equações, evidenciando que isso pode contribuir para a superação das dificuldades apresentadas por alguns alunos ao resolver uma equação.

Figura 54 - Dados coletados da letra “a” da pergunta 1

a) Você acha importante conhecer vários métodos para resolver uma equação e saber escolher o que pode ser mais adequado para cada caso? Justifique sua resposta. <i>Sim. Pois conhecendo vários métodos, você escolhe o mais simples e fácil para resolver.</i>	a) Você acha importante conhecer vários métodos para resolver uma equação e saber escolher o que pode ser mais adequado para cada caso? Justifique sua resposta. <i>Sim, pois sempre há um método mais fácil e prático para fazer.</i>
a) Você acha importante conhecer vários métodos para resolver uma equação e saber escolher o que pode ser mais adequado para cada caso? Justifique sua resposta. <i>Sim, é importante conhecer vários métodos porque cada equação pode ser mais fácil de resolver com uma técnica diferente.</i>	a) Você acha importante conhecer vários métodos para resolver uma equação e saber escolher o que pode ser mais adequado para cada caso? Justifique sua resposta. <i>Sim porque fica mais fácil para aprender.</i>
a) Você acha importante conhecer vários métodos para resolver uma equação e saber escolher o que pode ser mais adequado para cada caso? Justifique sua resposta. <i>Sim. Você escolhe qual fica mais fácil para o seu caso e consegue aprender mais rápido.</i>	a) Você acha importante conhecer vários métodos para resolver uma equação e saber escolher o que pode ser mais adequado para cada caso? Justifique sua resposta. <i>Claro, tenho muita dificuldade e isso me ajuda!</i>

Fonte: Protocolo de pesquisa.

Ainda na primeira pergunta, na letra “b”, que buscava identificar de que forma o *Photomath* contribuiu para as análises realizadas pelos alunos, a maioria das respostas destacou o auxílio do aplicativo na identificação de acertos e erros, onde ocorreram afirmações como “graça a isso nunca mais vou errar”, como é mostrado na Figura 55. Essas análises vão de encontro com as de Ventura e Gomez (2021, p. 857), que comentam que o aplicativo “[...] pode ajudar a confirmar resultados, identificar possíveis erros no passo a passo”. Destaca-se que parte das respostas que abordaram acertos e erros também ressaltaram a importância da apresentação do passo a passo como elemento fundamental para essa análise. Além disso, merece destaque a única resposta que não fez referência a acertos e erros, na qual o aluno aponta que o aplicativo contribuiu para a compreensão dos diferentes métodos, escrevendo: “Me ajudou a entender que tem diversos métodos”, como é possível observar em uma das respostas na Figura 55

Figura 55 - Dados coletados da letra “b” da pergunta 1

b) Como o Photomath ajudou na sua análise? O Photomath ajudou mostrando o passo a passo, permitindo comparar com o que eu fiz e entender onde eu cometi ou errei.	b) Como o Photomath ajudou na sua análise? Me ajudou a entender que tem diversas maneiras
b) Como o Photomath ajudou na sua análise? Ele ajudou muito nos erros e graças a isso cometa mais não errar	b) Como o Photomath ajudou na sua análise? ajudou a achar os erros que cometi e ajudou a eu ter certeza que fiz certo e certo.
b) Como o Photomath ajudou na sua análise? Me ajudou a confirmar o que estava certo e corrigir o errado	b) Como o Photomath ajudou na sua análise? Ele me ajudou a ver se o resultado certo.

Fonte: Protocolo de pesquisa.

Finalizando a primeira pergunta, a letra “c”, que solicitava aos alunos indicar se o *Photomath* apresentou algum método novo para ele e comentar a respeito, observou-se que um número significativo de respostas não correspondeu da maneira que era esperada pelos autores do trabalho. Dos alunos, 9 não responderam conforme o esperado, apresentando, em alguns casos, respostas curtas, como apenas “sim”, ou comentários voltados apenas à forma como o aplicativo ajudou na resolução de equações consideradas difíceis, fugindo do objetivo proposto pela questão. Dos 10 alunos que responderam conforme o proposto, 8 indicaram que o aplicativo mostrou um método novo; porém, apenas 3 comentaram suas respostas, por exemplo, afirmando que a apresentação de outros métodos acabou “ampliando minhas opções de resolução”. Por outro lado, os 2 alunos que afirmaram que o aplicativo apenas confirmou a escolha inicial não apresentaram justificativas. Esses resultados podem ser observados na Figura 56.

Figura 56 - Dados coletados da letra “c” da pergunta 1

c) O aplicativo mostrou um método novo ou confirmou a sua escolha inicial de como resolver as equações? Comente <i>Sim, uma forma diferente da que eu fiz.</i>	c) O aplicativo mostrou um método novo ou confirmou a sua escolha inicial de como resolver as equações? Comente <i>O aplicativo confirmou alguns métodos que eu já usava e também mostrou outros novos, ampliando minhas opções de resolução.</i>
c) O aplicativo mostrou um método novo ou confirmou a sua escolha inicial de como resolver as equações? Comente <i>mostrou método novo</i>	c) O aplicativo mostrou um método novo ou confirmou a sua escolha inicial de como resolver as equações? Comente <i>Confirmei minha escolha inicial.</i>
c) O aplicativo mostrou um método novo ou confirmou a sua escolha inicial de como resolver as equações? Comente <i>Sim.</i>	c) O aplicativo mostrou um método novo ou confirmou a sua escolha inicial de como resolver as equações? Comente <i>Mantive um método novo, porque estava um pouco que eu preferi fazer passo a passo pois ele me mostrou que eu podia fazer isso.</i>
c) O aplicativo mostrou um método novo ou confirmou a sua escolha inicial de como resolver as equações? Comente <i>Sim</i>	c) O aplicativo mostrou um método novo ou confirmou a sua escolha inicial de como resolver as equações? Comente <i>Sim, de como resolver aquilo que estava com dúvida.</i>

Fonte: Protocolo de pesquisa.

Na letra “a” da pergunta 2, na qual os alunos deveriam responder se o Photomath ajudou a identificar o erro nas equações que tinham errado, todos os alunos que estavam com as equações incorretas, comentaram que o aplicativo ajudou, apontando a explicação detalhada como principal fator (Figura 57). Eles alegaram que com a resolução do aplicativo conseguiram identificar e entender o que erraram. Essas respostas validam a afirmação de Torres Neto e Costa (2023) sobre como o passo a passo pode ajudar o aluno em algumas questões.

[...] como os cálculos no aplicativo deixam um passo a passo de como chegar à resposta, o estudante pode observar esse passo a passo do cálculo para conseguir compreender o conteúdo ou para constatar um possível erro que ele esteja cometendo durante sua tentativa de resolução de um dado problema matemático (Torres Neto; Costa, 2023, p. 351).

Figura 57 - Dados coletados da letra “a” da pergunta 2

a) Para as questões que você errou: A explicação detalhada da resolução foi importante para identificar seu erro? Comente. <i>Sim, a explicação detalhada me ajudou bastante a entender onde eu tinha errado.</i>	a) Para as questões que você errou: A explicação detalhada da resolução foi importante para identificar seu erro? Comente. <i>Sim, pois eu havia errado os sinais e as multiplicações.</i>
a) Para as questões que você errou: A explicação detalhada da resolução foi importante para identificar seu erro? Comente. <i>Sim, pois soube porque que errei e me ajudou bastante a aprender cada vez mais.</i>	a) Para as questões que você errou: A explicação detalhada da resolução foi importante para identificar seu erro? Comente. <i>Sim, me ajudou.</i>
a) Para as questões que você errou: A explicação detalhada da resolução foi importante para identificar seu erro? Comente. <i>Sim, se eu não soubesse o meu erro eu ia fazer errado.</i>	a) Para as questões que você errou: A explicação detalhada da resolução foi importante para identificar seu erro? Comente. <i>Sim, Simples Sim, porque, é também mais fácil entender. Muito mais fácil.</i>

Fonte: Protocolo de pesquisa.

Já na letra “b” da pergunta 2, na qual os alunos opinavam se o *Photomath* reforçou a compreensão dos métodos utilizados nas equações que acertaram, apenas um aluno respondeu que não, justificando que “não viu muita diferença”. Ao conferir essa resposta do aluno com as da Atividade, os autores do trabalho observaram um domínio do conteúdo por parte do aluno, o que justifica essa percepção, pois o aplicativo validou o que ele já tinha certeza. Dentre os que responderam afirmativamente, considera-se que essa percepção pode estar associada ao aumento da confiança, à confirmação do resultado final e, principalmente, à possibilidade de analisar detalhadamente a resolução. Ao fazerem a verificação, os alunos apresentaram comentários como “aprimorou meu conhecimento sobre a matéria” e “vi que aquilo que fiz estava certo e aprendi cada vez mais com isso”, indicando que “O *Photomath* ainda pode ser usado como uma ferramenta de verificação das respostas” (Torres Neto; Costa, 2023, p. 351), conforme apresentado nas respostas da Figura 58.

Figura 58 - Dados coletados da letra “b” da pergunta 2

b) Para as questões que você acertou: Ver a resolução reforçou sua compreensão sobre o método que utilizou, ajudando a consolidar seu conhecimento? Explique. <i>Sim, ver a resolução confirmou que eu estava fazendo da forma certa.</i>	b) Para as questões que você acertou: Ver a resolução reforçou sua compreensão sobre o método que utilizou, ajudando a consolidar seu conhecimento? Explique. <i>Não, não vi muitas diferenças.</i>
b) Para as questões que você acertou: Ver a resolução reforçou sua compreensão sobre o método que utilizou, ajudando a consolidar seu conhecimento? Explique. <i>Sim. Me deu confiança.</i>	b) Para as questões que você acertou: Ver a resolução reforçou sua compreensão sobre o método que utilizou, ajudando a consolidar seu conhecimento? Explique. <i>Sim, me deu confiança.</i>
b) Para as questões que você acertou: Ver a resolução reforçou sua compreensão sobre o método que utilizou, ajudando a consolidar seu conhecimento? Explique. <i>Sim. Pois ele me ensinou a aproximar o meu nome ao nome da matéria.</i>	b) Para as questões que você acertou: Ver a resolução reforçou sua compreensão sobre o método que utilizou, ajudando a consolidar seu conhecimento? Explique. <i>Sim, pois li que aquilo que fiz estava certo e aprendi cada vez mais daquilo que fiz.</i>

Fonte: Protocolo de pesquisa.

Na pergunta 3, ao serem questionados sobre o quão útil consideraram o *Photomath* para aprender a resolver equações (e não apenas encontrar respostas), os alunos forneceram respostas que confirmam a percepção de utilidade do aplicativo. A análise das respostas revela que, dos 19 alunos participantes, 14 o classificaram de forma positiva sobre sua utilidade, dividindo-se entre 6 alunos no “Útil” e 8 no “Muito útil”. Ao relacionar essas respostas com as do Questionário Final e da Atividade, observa-se que essa classificação se justifica pelo fato de que, ao resolverem as equações, o processo de correção e verificação das soluções ajudou os alunos a identificar os erros cometidos e a se sentirem mais confiantes. Isso indica que o uso do aplicativo pode ter contribuído para a aprendizagem.

Já os demais alunos se dividiram entre 3 que classificaram como neutro, 2 como pouco útil e nenhuma resposta foi registrada na categoria “Nada útil”. Ao analisar suas respostas com as demais do Questionário Final e da Atividade, pode-se evidenciar que os motivos que levaram os alunos a classificar o aplicativo como “Pouco útil” e “Neutro” se deve ao fato deles não terem tido dificuldade em resolver as equações, fazendo com que a correção ou confirmação das resoluções possa ter sido redundante para esses alunos.

Na pergunta 4, que buscava identificar a funcionalidade do *Photomath* considerada mais interessante ou útil, notou-se que a preferência da maioria dos alunos foi sobre a explicação passo a passo (Figura 59). O fato de terem dado destaque ao processo de resolução, e não à resposta final, pode indicar que compreenderam as potencialidades do

aplicativo, assim podendo contribuir bastante para o ensino e aprendizagem da matemática como alegam Torres Neto e Costa (2023).

Figura 59 - Dados coletados da pergunta 4

4. Qual a funcionalidade do Photomath que você achou mais interessante ou útil durante a apresentação e a atividade? <i>Ele explica passo a passo de como fazer.</i>	4. Qual a funcionalidade do Photomath que você achou mais interessante ou útil durante a apresentação e a atividade? <i>Mostra as várias formas de resolver a atividade e mostrar mais a parte</i>
4. Qual a funcionalidade do Photomath que você achou mais interessante ou útil durante a apresentação e a atividade? <i>A que ele mostra o passo a passo da conta</i>	4. Qual a funcionalidade do Photomath que você achou mais interessante ou útil durante a apresentação e a atividade? <i>A funcionalidade mais útil foi o passo a passo detalhado da resolução.</i>
4. Qual a funcionalidade do Photomath que você achou mais interessante ou útil durante a apresentação e a atividade? <i>Tudo é muito interessante</i>	4. Qual a funcionalidade do Photomath que você achou mais interessante ou útil durante a apresentação e a atividade? <i>me ajudou passo a passo a entender a matéria!</i>

Fonte: Protocolo de pesquisa.

Na pergunta 5, que deveriam ser selecionadas as pretensões de uso do *Photomath* para os estudos, as mais escolhidas, sendo nove vezes cada, foram “Apenas para verificar as respostas depois de já ter tentado resolver” e “Para me ajudar a entender os passos quando estou com dificuldade em um problema”. Em virtude dessas duas opções serem as mais escolhidas observa-se que as pretensões de uso são promissoras por parte dos alunos, uma vez que eles pretendem usar de acordo com as orientações e objetivos apresentados pelos autores do trabalho.

As demais opções foram menos selecionadas. “Não pretendo usar o aplicativo” foi escolhida duas vezes, que pode ter sido motivado pelos alunos não verem necessidade de usá-lo nos seus estudos de maneira rotineira. “Como primeira opção para fazer meus deveres”, que foi escolhida três vezes, sugere que esse comportamento pode ser explicado por fatores como insegurança matemática e/ou defasagem em conteúdos matemáticos, que geram um bloqueio em iniciar as questões. Os alunos que marcaram “Outro” (3) deram como motivo, usar em questões que considerarem muito difícil, como é possível observar na Figura 60.

Figura 60 - Dado coletado da pergunta 5

5. Depois desta experiência, como você pretende usar o Photomath nos seus estudos?

☐ Não pretendo usar o aplicativo.

☐ Como primeira opção para fazer meus deveres.

☒ Apenas para verificar as respostas depois de já ter tentado resolver.

☒ Para me ajudar a entender os passos quando estou com dificuldades em um problema.

☐ Outro (por favor, especifique): pretendo usar em casos
muito complicados.

Fonte: Protocolo de pesquisa.

Na pergunta 6, que buscava saber a opinião dos alunos sobre qual era o maior benefício e qual era o maior risco ao usar o *Photomath* regularmente nos estudos, foi possível observar que as respostas seguiram um padrão. Em relação aos benefícios, os alunos comentaram em auxiliar na aprendizagem, corrigir erros, ajudar em contas difíceis e poder ver o passo a passo das resoluções. Nos riscos, os alunos apontaram principalmente a possibilidade de mal uso, ao utilizar o aplicativo como primeira opção de estudo, apenas para pegar as respostas e copiá-las, sem o interesse de usá-las para aprender. Essas respostas podem ser observadas na Figura 61.

Figura 61 - Dados coletados da pergunta 6

6. Na sua opinião, qual é o maior benefício e o maior risco de usar um aplicativo como o Photomath regularmente para estudar matemática? • Benefício: <u>O maior benefício é poder ver o passo a passo das resoluções.</u> • Risco: <u>O maior risco é acabar usando o aplicativo só para pegar as respostas.</u>	6. Na sua opinião, qual é o maior benefício e o maior risco de usar um aplicativo como o Photomath regularmente para estudar matemática? • Benefício: <u>Facilita nos cálculos, ajuda em resolver as contas.</u> • Risco: <u>Ter o celular só para estudar.</u>
6. Na sua opinião, qual é o maior benefício e o maior risco de usar um aplicativo como o Photomath regularmente para estudar matemática? • Benefício: <u>Aprender e revisar as aulas.</u> • Risco: <u>Alguns usam sem muito esforço e não aprendem nada, tentam fazer antes.</u>	6. Na sua opinião, qual é o maior benefício e o maior risco de usar um aplicativo como o Photomath regularmente para estudar matemática? • Benefício: <u>É mais confiável que outros aplicativos.</u> • Risco: <u>Os alunos ficam acomodados e apenas copiam as respostas de aprender.</u>
6. Na sua opinião, qual é o maior benefício e o maior risco de usar um aplicativo como o Photomath regularmente para estudar matemática? • Benefício: <u>Eu aprendi rápido algumas contas que eram muito difícil.</u> • Risco: <u>Pode usar só para achar a resposta e não aprender.</u>	6. Na sua opinião, qual é o maior benefício e o maior risco de usar um aplicativo como o Photomath regularmente para estudar matemática? • Benefício: <u>Aprender mais contas e que aquilo que estava com dificuldade.</u> • Risco: <u>Muitas pessoas só usam só para saber de resposta e muita das vezes não aprende.</u>

Fonte: Protocolo de pesquisa.

Finalizando o Questionário Final, na pergunta 7, que procura saber se o aluno recomendaria o *Photomath* para algum amigo que está com dificuldades em Matemática e qual conselho ele daria, a maioria dos alunos respondeu que recomendaria o aplicativo (Figura 62).

Figura 62 - Dados coletados da pergunta 7

7. Você recomendaria o uso do Photomath a um colega que está com dificuldades em matemática? Que conselho você daria a ele sobre como usar a ferramenta da melhor forma? <i>sim, fazer a conta primeiro e depois usar o aplicativo para ver se está certo.</i>	7. Você recomendaria o uso do Photomath a um colega que está com dificuldades em matemática? Que conselho você daria a ele sobre como usar a ferramenta da melhor forma? <i>Recomendaria, mas pra ele usar com cautela não pra "felicita" mais sim aquela humildade.</i>
7. Você recomendaria o uso do Photomath a um colega que está com dificuldades em matemática? Que conselho você daria a ele sobre como usar a ferramenta da melhor forma? <i>Sim porque ele ajuda a aprender a matéria</i>	7. Você recomendaria o uso do Photomath a um colega que está com dificuldades em matemática? Que conselho você daria a ele sobre como usar a ferramenta da melhor forma? <i>Sim, iria pedir para ele fazer antes e depois conferir se está certo.</i>
7. Você recomendaria o uso do Photomath a um colega que está com dificuldades em matemática? Que conselho você daria a ele sobre como usar a ferramenta da melhor forma? <i>não, ia pedir para ele estudar mais</i>	7. Você recomendaria o uso do Photomath a um colega que está com dificuldades em matemática? Que conselho você daria a ele sobre como usar a ferramenta da melhor forma? <i>não, ia falar para ele estudar</i>

Fonte: Protocolo de pesquisa.

Entre as sugestões apresentadas, observa-se a orientação de utilizar o aplicativo de maneira a auxiliar na aprendizagem, por exemplo, realizando inicialmente o cálculo e, em seguida, conferindo o resultado no aplicativo. Apenas quatro alunos afirmaram que não o indicariam a um amigo, sugerindo, como orientação diante das dificuldades em Matemática, que estude mais. Essa não recomendação pode ser motivada pelo receio do mau uso do aplicativo, uma ressalva demonstrada por esses alunos de forma recorrente ao longo de todo o Questionário Final, que vai de encontro com o uso crítico mencionado na BNCC (Brasil, 2018).

Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva (Brasil, 2018, p. 9).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa teve como objetivo geral investigar as potencialidades do uso do aplicativo *Photomath* para o estudo de diferentes maneiras de resolução de equação do 2º grau. Para alcançar esse propósito, adotou-se uma abordagem qualitativa do tipo intervenção pedagógica, implementada por meio de um minicurso voltado a alunos do Ensino Fundamental. A coleta de dados ocorreu mediante a aplicação de questionários (diagnóstico e final) e da observação direta dos manuseios e utilizações dos estudantes com o aplicativo instalado nos *tablets* institucionais fornecidos para a atividade. O planejamento contou, ainda, com a realização de um teste exploratório prévio com graduandos em Licenciatura em Matemática, o que permitiu validar e aprimorar a clareza dos instrumentos de pesquisa.

Durante a implementação do minicurso, os dados revelaram que a maioria dos estudantes desconhecia o verdadeiro potencial educacional do *Photomath*, mas demonstrou notável facilidade no manuseio da ferramenta. A prática comprovou a eficiência do aplicativo como um recurso de diagnóstico e autocorreção, permitindo que os próprios alunos identificassem de forma autônoma a origem de falhas comuns, como trocas de sinais e erros em multiplicações. Somado a isso, a visualização das resoluções gerou reflexões analíticas importantes, permitindo que os alunos comparassem suas estratégias iniciais de segurança (quase sempre a Fórmula Resolutiva da equação do 2º. grau, geralmente conhecida pelos alunos como Fórmula de Bhaskara) com outras alternativas apresentadas pelo *software*, ajudando-os a refletir sobre métodos mais práticos dependendo da estrutura da equação. Contudo, também foi identificado o risco do mau uso da tecnologia, uma vez que a facilidade do aplicativo pode levar alguns alunos a apenas copiarem as respostas sem o intuito de aprender.

Nesse sentido, a experiência evidenciou a importância do mapeamento prévio do perfil dos alunos antes da aplicação do minicurso ou de qualquer intervenção tecnológica semelhante. A utilização do questionário diagnóstico confirmou-se como um passo indispensável nessa trajetória. Afinal, é por meio desse levantamento que se torna possível identificar se a turma já possui algum conhecimento prévio ou até mesmo vícios de uso do aplicativo, permitindo a realização das devidas adaptações na abordagem para alinhá-la à realidade e às necessidades específicas dos estudantes.

A partir dos resultados obtidos nesta investigação, abrem-se proposições valiosas para trabalhos futuros. Sugere-se a expansão dessa abordagem orientada para outros tópicos matemáticos, bem como o desenvolvimento de propostas de capacitação docente para integrar

eticamente essas ferramentas aos planos de aula. Além disso, sugere-se a realização de estudos longitudinais para avaliar o impacto do uso constante do aplicativo no rendimento estudantil e pesquisas comparativas com outras plataformas de tutoria digital, enriquecendo ainda mais as discussões no campo da Educação Matemática.

Por fim, a elaboração deste Trabalho de Conclusão de Curso contribuiu de maneira significativa para a formação inicial docente dos pesquisadores. A experiência de planejar, aplicar e analisar uma intervenção pedagógica real proporcionou um aprofundamento essencial sobre a dinâmica da sala de aula contemporânea. Compreende-se, na prática, que a tecnologia digital não deve ser ignorada ou proibida, mas sim ressignificada e bem orientada para atuar como uma aliada no desenvolvimento da autonomia e do protagonismo dos alunos na construção de seu próprio conhecimento.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, F. S. **Obstáculos e dificuldades de aprendizagem sobre função quadrática: uma investigação ao longo de uma sequência didática**. 2023. 73 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2023. Disponível em: <https://ri.ufs.br/jspui/handle/riufs/19571>. Acesso em: 14 fev. 2025.
- BARBOSA, E. F. Instrumentos de coleta de dados em pesquisas educacionais. **Educativa**, Belo Horizonte, v. 24, n. 1, p. 1-6, 1998.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518-versaofinal_site.pdf. Acesso em: 05 dez. 2024.
- BRASIL. Lei nº 15.100 de 13 de janeiro de 2025. **Dispõe sobre a utilização, por estudantes, de aparelhos eletrônicos portáteis pessoais nos estabelecimentos públicos e privados de ensino da educação básica**. Portal da Legislação. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2023-2026/2025/lei/115100.htm. Acesso em: 28 fev. 2025.
- BRASIL. Ministério da Educação. Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). **Pibid - Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência**. Brasília, DF: CAPES, [s.d.]. Disponível em: <https://www.gov.br/capes/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/educacao-basica/pibid/pibid>. Acesso em: 3 mar. 2026.
- BRITO, R. G. S.; BRANCO, M. N.; BRITO, E. M. S. Dificuldade de estudante em resolver equação quadrática no ensino médio: uma pesquisa quantitativa. **Science and Knowledge in Focus**, [S. l.], v. 2, n. 1, p. 05–17, 2019. Disponível em: <https://periodicos.unifap.br/scienceinfocus/article/view/609>. Acesso em: 20 jan. 2025.
- CARVALHO, R. **As tecnologias no cotidiano escolar: possibilidades de articular o trabalho pedagógico aos recursos tecnológicos**. 2007. Disponível em: <http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/1442-8.pdf>. Acesso em: 27 fev. 2025.
- CONCEIÇÃO, D. L. *et al.* O uso do Aplicativo Photomath como um Recurso Pedagógico na Aprendizagem de Matemática. In: Actas del 5º Congreso Uruguayo de Educación Matemática., 2015, Montevideo. **Anais [...]** Montevideo: Universidad de los Andes, 2015, 355-360.
- CUNHA, Maria Francisca da. Tecnologias digitais em cursos de licenciaturas em Matemática de uma universidade pública paulista. [S.l.]: Universidade Estadual Paulista (Unesp), 14 dez. 2018.

DAMIANI, M. F. *et al.* Discutindo pesquisas do tipo intervenção pedagógica. **Cadernos de Educação**, Pelotas, n. 45, p. 57-67, mai./ago. 2013. Disponível em: <https://periodicos.ufpel.edu.br/ojs2/index.php/caduc/article/view/3822>. Acesso em: 08 jul. 2025.

DUDA, R.; SILVA, S. de C. R. da. Desenvolvimento de Aplicativos para Android com uso do App Inventor: Uso de Novas Tecnologias no Processo de Ensino-aprendizagem em Matemática. **Revista Conexão UEPG**, Ponta Grossa, v. 11, n. 3, 2015. Disponível em: <https://revistas.uepg.br/index.php/conexao/article/view/7479>. Acesso em: 05 fev. 2025.

GONÇALVES, B. M.; PROENÇA, M. C. Análise dos conhecimentos conceitual e procedimental de alunos do primeiro ano do Ensino Médio sobre equação do 2.º grau. **Revista Sergipana de Matemática e Educação Matemática (REVISEM)**, [S. l.], v. 5, n. 2, p. 209-228, 2020. Disponível em: <https://periodicos.ufs.br/ReviSe/article/view/12626>. Acesso em: 20 jan. 2025.

KLEIN, D. R. *et al.* Tecnologia na educação: evolução histórica e aplicação nos diferentes níveis de ensino. **EDUCERE - Revista da Educação da UNIPAR**, [S. l.], v. 20, n. 2, 2020. Disponível em: <https://revistas.unipar.br/index.php/educere/article/view/7439>. Acesso em: 10 fev. 2025.

LOPES, R. Inovação Matemática: Prática de Ensino de Resolução de Equação de 2º. Grau no Ensino Médio. **Journal of Interdisciplinary Debates**, João Pessoa, p. 66-87, v. 4 n. 4, set. 2023. Disponível em: <https://periodicojs.com.br/index.php/jid/article/view/1614/1409>. Acesso em: 10 abr. 2025.

MARTINS, L. **Implicações da organização da atividade didática com uso de tecnologias digitais na formação de conceitos em uma proposta de Ensino Híbrido**. 2016. Tese (Doutorado em Psicologia Escolar e do Desenvolvimento Humano) - Instituto de Psicologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016.

MENDONÇA, J. S. F. de. **Tecnologias digitais para a educação**. Brasília: Faculdade de Ciências da Educação e Saúde, 2013. 22 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Licenciatura em Ciência Biológicas) - Centro Universitário de Brasília, Brasília, 2013. Disponível em: <http://repositorio.uniceub.br/bitstream/235/6313/1/20974781.pdf>. Acesso em: 22 fev. 2025.

NÓVOA, António; ALVIM, Yara Cristina. Os professores depois da pandemia. **Educação & Sociedade**, Campinas, v. 42, p. 1-16, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/ES.249236>. Acesso em: 10 abr. 2025

OLIVEIRA, E. **Uso das Tecnologias da Informação e Comunicação-TICs na Aprendizagem de Matemática**: Aplicativo Photomath como ferramenta de auxílio na resolução de equações de 2º grau. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Matemática) – Universidade do Estado da Bahia, Barreiras, 2021.

PRENSKY, M. Digital Natives, Digital Immigrants. **From On the Horizon**, [S. l.], v. 9, n. 5, out. 2001. Disponível em: <https://www.marcprensky.com/writing/Prensky%20-%20Digital%20Natives,%20Digital%20Immigrants%20-%20Part1.pdf>. Acesso em: 14 abr. 2025.

PROETTI, S. As pesquisas qualitativa e quantitativa como métodos de investigação científica: um estudo comparativo e objetivo. **Revista Lumen**, São Paulo, v. 2, n. 4, p. 24-44, 2017. Disponível em: <https://periodicos.unifai.edu.br/index.php/lumen/article/view/60>. Acesso em: 27 jan. 2025.

RIBEIRO, A. J. *et al.* **Neurociências aplicadas à aprendizagem**: estratégias para um desenvolvimento acadêmico saudável. Universidade de São Paulo. Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, 2025. Disponível em: www.livrosabertos.abcd.usp.br/portaldelivrosUSP/catalog/book/1594. Acesso em: 11 mar. 2026.

TORRES NETO, G. P.; COSTA, B. B. O Photomath como ferramenta de apoio no estudo da matemática. **C.Q.D. - Revista Eletrônica Paulista de Matemática**, Bauru, v. 23, n. 1, p. 345–353, 2023. Disponível em: <https://sistemas.fc.unesp.br/ojs/index.php/revistacqd/article/view/374>. Acesso em: 08 fev. 2025.

TRINDADE, J. M. **Uma experiência de resolução de problemas com a utilização do aplicativo Photomath em um viés colaborativo**. 2021. 74 p. Dissertação (Mestrado Profissional em Rede Nacional em Matemática-PROFMAT) - Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Instituto de Matemática e Estatística, Tijuca, 2021.

VENTURA, J. P. C.; GOMES, C. R. Softwares no ensino de matemática: um olhar sobre a BNCC. **Boletim Cearense de Educação e História da Matemática**, [S. l.], v. 8, n. 23, p. 846–860, 2021. Disponível em: <https://revistas.uece.br/index.php/BOCEHM/article/view/4961>. Acesso em: 05 fev. 2025.

APÊNDICES

APÊNDICE A - Questionário Diagnóstico

Este questionário faz parte de uma pesquisa sobre o uso do aplicativo *Photomath* no processo de ensino e aprendizagem da Matemática elaborado pelos licenciandos Leonardo Ribeiro de Souza Júnior e Maria Clara Campos Vaz, sob a orientação da Prof^a. Me. Paula Eveline da Silva dos Santos. A participação neste instrumento **não possui caráter avaliativo**, mas de extrema importância e valor para o prosseguimento da pesquisa. Agradecemos desde já a sua participação!

Nome: _____ Turma: _____

Relação com a Matemática

Para começar, conte um pouco sobre sua relação com a Matemática.

1. O que você mais gosta na matemática? E o que acha mais desafiador?

2. Como você costuma estudar matemática ou fazer suas tarefas de casa? Que recursos ou estratégias você utiliza quando tem alguma dúvida?

3. Você já ouviu falar em aplicativos ou ferramentas online que ajudam a resolver problemas de Matemática?

☐ Sim

☐ Não

4. Se sim, quais você conhece ou já ouviu falar?

Explorando o *Photomath*



Pergunta inicial: Você conhece e já usou um aplicativo chamado *Photomath*?

Se a resposta for SIM:

5. Como você conheceu o *Photomath*? (Ex: amigos, internet, professores, etc.)

6. Com qual propósito você costuma usar o *Photomath*? (Ex: para verificar respostas, para entender os passos de resolução, quando está "travado" em um problema, para aprender um conteúdo novo, etc.)

7. Com que frequência você diria que usa o *Photomath*?

8. Na sua opinião, quais são as coisas mais legais ou úteis do *Photomath*?

9. Existe algo que você não gosta no *Photomath* ou acha que poderia ser melhor?

10. Em que tipos de problemas de matemática você acha que o *Photomath* é mais útil? E quando ele não ajuda tanto?

11. Você acha que o *Photomath* te ajuda a aprender matemática? De que forma (ou por que não)?

Se a resposta for NÃO:

Já ouviu falar	12. O que você já ouviu falar sobre o <i>Photomath</i>? Com base no que você ouviu, você acha que seria um aplicativo útil para você? Por quê?
Nunca ouviu falar	13. Sabendo que o <i>Photomath</i> é um aplicativo para celular que usa a câmera para 'ler' um problema de matemática e mostra a solução, geralmente com os passos para chegar nela, você acha que esse aplicativo seria útil para seus estudos? Por quê?

APÊNDICE B - Folha de sugestões



Prezado(a) participante, este formulário faz parte de um estudo desenvolvido por Leonardo Ribeiro de Souza Júnior e Maria Clara Campos Vaz, graduandos do curso de Licenciatura em Matemática do Instituto Federal Fluminense – Campus Campos Centro, sob a orientação da professora Paula Eveline da Silva dos Santos Miranda. Sua contribuição é essencial para o andamento da pesquisa. Todas as informações coletadas serão utilizadas exclusivamente para fins acadêmicos. Agradecemos a sua colaboração e dedicação ao responder.

Nome: _____ Data: ____/____/____

Informações da Pesquisa

Título: PHOTOMATH NA EDUCAÇÃO: potencialidades de uma ferramenta com abordagem orientada

Questão de Pesquisa: Quais as potencialidades do aplicativo photomath no estudo de diferentes maneiras de resolução de equação do 2º. grau?

Objetivo Geral: investigar as potencialidades do uso do aplicativo photomath para o estudo de diferentes maneiras de resolução de equação do 2º. grau.

Público-alvo: Alunos do 9.º ano do Ensino Fundamental.

SUGESTÕES

[illegible]

APÊNDICE C - Slides



Desvendando o Photomath e suas funcionalidades

Leonardo Ribeiro de Souza Júnior

Maria Clara Campos Vaz

Profª. Me. Paula Eveline da Silva dos Santos

Profª. Me. Silvana Leal da Silva



O que é o Photomath?



- Um aplicativo gratuito
- Lê e resolve problemas matemáticos
- Soluções passo-a-passo
- Aliado de aprendizagem
- Intuitivo



Que tipo de matemática o Photomath resolve?

- Aritmética: Operações básicas, frações e números decimais
- Álgebra: Equações lineares e de 2º grau, sistemas de equações, inequações, polinômios
- Funções e gráficos: Função, gráfico, domínio e conjunto imagem
- Trigonometria: Identidades trigonométricas, equações e funções
- Cálculo: Limite, derivadas e integrais

(Photomath, 2025)



Como instalar o Photomath

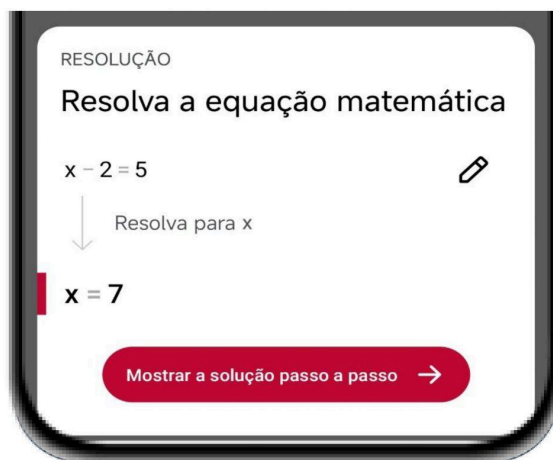




Como utilizar o Photomath



Como utilizar Photomath





Como utilizar Photomath



Como utilizar Photomath





Como utilizar Photomath



Como utilizar Photomath





Equação do 2 °. grau



Forma geral: $ax^2+bx+c=0$

$a \neq 0$ $b \in \mathbb{R}$ $c \in \mathbb{R}$

- Fórmula resolutive
- Soma e produto
- Fatoração
- Completamento de quadrado



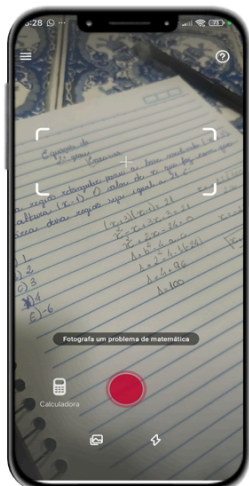
Equação do 2 °. grau

Uma região retangular possui a base medindo $(x+3)$ e a altura medindo $(x-1)$. O valor de x que faz com que a área dessa região seja igual a 21 é:

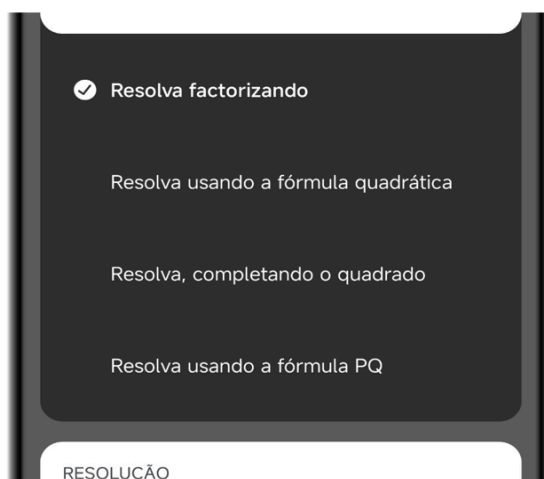




Equação do 2 °. grau



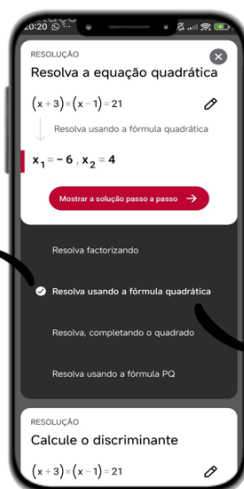
Equação do 2 °. grau





Equação do 2 °. grau

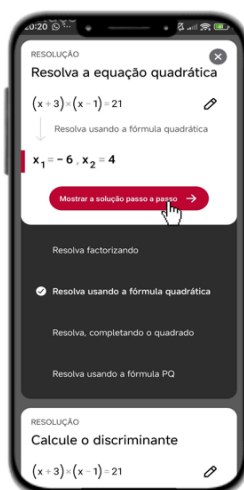
Fórmula Resolutiva



Fórmula de Báskara



Equação do 2 °. grau





Equação do 2 °. grau

$x^2 + 2x - 24 = 0$
 Identifique os coeficientes
 $a = 1, b = 2, c = -24$
 Use a fórmula quadrática

$$x = \frac{-2 \pm \sqrt{2^2 - 4 \times 1 \times (-24)}}{2 \times 1}$$
 Multiplique
 Calcule

$$x = \frac{-2 \pm \sqrt{4 + 96}}{2}$$
 Calcule

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



Quando devo usar o Photomath?

- Para verificar suas respostas
- Para entender a resolução quando estiver "travando"
- Como apoio para revisão de matérias
- Um guia para quando estiver "perdido"



Quando não devo usar o Photomath?

- Durante aulas e provas
- Para copiar resoluções
- Para resolver problemas de interpretação



Obrigado!



APÊNDICE D - Atividade



Nome: _____ Turma: _____

- Leia todas as questões com atenção.
- Mostre todos os seus cálculos de forma clara e organizada.
- Não use calculadoras ou outros aparelhos, a não ser quando a questão solicitar.

1. Resolva as seguintes equações e apresente o conjunto solução de cada uma.

a) $x^2 - 49 = 0$

b) $2x^2 + 8x = 0$

c) $x^2 - 8x + 15 = 0$

d) $2x^2 - 7x + 3 = 0$

e) $x^2 - 10x + 25 = 0$

f) $3x^2 - 5x - 2 = 0$

CÁLCULOS

Use o aplicativo Photomath para conferir as respostas da Questão 1. Você o utilizará para responder às próximas questões.

2. Responda com base nas equações que você **ACERTOU**.

	Qual o método de resolução utilizado por você para responder a questão?	Qual foi o primeiro método de resolução que o aplicativo mostrou?	Se o primeiro método de resolução utilizado pelo aplicativo foi diferente do seu, qual você preferiu?
a			
b			
c			
d			
e			
f			

3. Responda com base nas equações que você **ERROU**.

	Análise no aplicativo, o mesmo método de resolução utilizado por você . Use a resolução do Photomath para encontrar o seu erro e descreva o que você errou (ex: erro de sinal, erro de multiplicação)
a	
b	
c	
d	
e	
f	

4. Resolva as equações que você **ERROU** novamente, com o auxílio do *photomath*.

APÊNDICE E - Questionário Final

Este questionário faz parte de uma pesquisa sobre o uso do aplicativo *Photomath* no processo de ensino e aprendizagem da Matemática. Foi elaborado pelos licenciandos Leonardo Ribeiro de Souza Júnior e Maria Clara Campos Vaz, sob a orientação da Profª. Me. Paula Eveline da Silva dos Santos Miranda e coorientação da Profª. Me. Silvana Leal da Silva. Agradecemos desde já a sua participação!

Nome: _____ Turma: _____

1. Refletindo sobre sua experiência, responda:

a) Você acha importante conhecer vários métodos para resolver uma equação e saber escolher o que pode ser mais adequado para cada caso? Justifique sua resposta.

b) Como o Photomath ajudou na sua análise?

c) O aplicativo mostrou um método novo ou confirmou a sua escolha inicial de como resolver as equações? Comente

2. Analisando a resolução:

a) **Para as questões que você errou:** A explicação detalhada da resolução foi importante para identificar seu erro? Comente.

b) **Para as questões que você acertou:** Ver a resolução reforçou sua compreensão sobre o método que utilizou, ajudando a consolidar seu conhecimento? Explique.

3. Em uma escala de 1 a 5, o quão útil você considerou o Photomath para APRENDER a resolver as equações (e não apenas para encontrar a resposta)?

- () 1 - Nada útil
- () 2 - Pouco útil
- () 3 - Neutro
- () 4 - Útil
- () 5 - Muito útil

4. Qual a funcionalidade do Photomath que você achou mais interessante ou útil durante a apresentação e a atividade?

5. Depois desta experiência, como você pretende usar o Photomath nos seus estudos?

- ☐ Não pretendo usar o aplicativo.
- ☐ Como primeira opção para fazer meus deveres.
- ☐ Apenas para verificar as respostas depois de já ter tentado resolver.
- ☐ Para me ajudar a entender os passos quando estou com dificuldades em um problema.
- ☐ Outro (por favor, especifique): _____

6. Na sua opinião, qual é o maior benefício e o maior risco de usar um aplicativo como o Photomath regularmente para estudar matemática?

- Benefício:

- Risco:

7. Você recomendaria o uso do Photomath a um colega que está com dificuldades em matemática? Que conselho você daria a ele sobre como usar a ferramenta da melhor forma?

APÊNDICE F - Apostila

Nome: _____ Turma: _____

MÉTODOS DE RESOLUÇÃO DE UMA EQUAÇÃO DO SEGUNDO GRAU

1. Introdução

Uma equação quadrática, ou do segundo grau, é qualquer equação que pode ser representada na sua forma geral: $ax^2 + bx + c = 0$. Onde a , b e c são coeficientes numéricos, sendo $a \in \mathbb{R}^*$, $b \in \mathbb{R}$, $c \in \mathbb{R}$.

A resolução da equação consiste em determinar os valores de x , denominados **raízes**, que satisfazem a igualdade.

Existem diferentes métodos para a determinação das raízes. A seleção de um método pode otimizar o tempo e a precisão da resolução. Serão explorados três métodos.

2. Maneiras de Resolver

A análise inicial da equação pode determinar o método de resolução mais eficiente. O primeiro critério de análise é a completude da equação.

- **Equação Incompleta:** O coeficiente b ou c é nulo.

Caso 1: $b = 0$ (Ausência do termo linear x)

- *Exemplo:* $3x^2 - 27 = 0$
- Neste caso, é interessante aplicar o método de **Extração da Raiz Quadrada**.

Caso 2: $c = 0$ (Ausência do termo independente)

- *Exemplo:* $4x^2 - 8x = 0$
- Neste caso, é interessante aplicar o método da **Fatoração por fator comum**.

- **Equação Completa:** Apresenta todos os coeficientes (a , b e c) diferentes de zero.

- *Exemplo:* $2x^2 + 5x - 3 = 0$
- Neste caso, é interessante aplicar a **Fórmula Resolutiva**.

3. Métodos de Resolução

Equação Incompleta com $b = 0$ (Extração da Raiz Quadrada)

Este método é aplicável a equações do tipo $ax^2 + c = 0$. Consiste no isolamento da incógnita x para a seguinte extração da raiz.

Passos:

1. Adicione em ambos os membros o oposto do coeficiente c .
2. Divida ambos os membros pelo coeficiente a .
3. Extraia a raiz quadrada de ambos os membros, na qual, pela definição de módulo ($|x|$), a equação admite duas soluções simétricas ($\pm$).

Exemplo: Resolver $2x^2 - 50 = 0$

- $2x^2 - 50 = 0$

- $2x^2 = 50$

- $x^2 = \frac{50}{2}$

- $x^2 = 25$

- $x = \pm \sqrt{25}$

Raízes: $x_1 = 5$ e $x_2 = -5$

Equação Incompleta com $c = 0$ (Fatoração)

Este método é aplicável a equações do tipo $ax^2 + bx = 0$, onde o **fator comum** x está presente em ambos os termos.

Passos:

1. Coloque o fator comum x em evidência.
2. Aplique a propriedade do produto nulo: se um produto é igual a zero, ao menos um dos seus fatores é zero.
3. Desmembre a equação em duas equações lineares simples.

Exemplo: Resolver $3x^2 + 9x = 0$

- $3x^2 + 9x = 0$

- $3x(x + 3) = 0$

- ❖ $3x = 0 \Rightarrow x = 0$

- ❖ $x + 3 = 0 \Rightarrow x = -3$

Raízes: $x_1 = 0$ e $x_2 = -3$

Equação Completa (Fórmula Resolutiva de Equação do 2º. grau)

Este é o método universal, aplicável a qualquer tipo de equação quadrática, sendo mandatório para equações completas $ax^2 + bx + c = 0$.

Passos:

1. Calcule o **discriminante (Delta)**: $\Delta = b^2 - 4ac$
2. Determine as raízes: $x = \frac{-b \pm \sqrt{\Delta}}{2a}$

Análise do Discriminante:

- $\Delta > 0$: A equação possui duas raízes reais e distintas.
- $\Delta = 0$: A equação possui uma raiz real dupla.
- $\Delta < 0$: A equação não possui raízes no conjunto dos números reais.

Exemplo: Resolver $x^2 - 5x + 6 = 0$

- $a = 1, b = -5, c = 6$
- **Cálculo do Discriminante:**

$$\Delta = (-5)^2 - 4 \cdot 1 \cdot 6 = 25 - 24 = 1$$
- **Cálculo das Raízes:** $x = \frac{-(-5) \pm \sqrt{1}}{2 \cdot 1} = \frac{5 \pm 1}{2}$
- **Determinação das duas raízes:**
 - $x_1 = \frac{5+1}{2} = \frac{6}{2} = 3$
 - $x_2 = \frac{5-1}{2} = \frac{4}{2} = 2$
- **Raízes:** $x_1 = 3$ e $x_2 = 2$

4. Seleção de Métodos em Softwares de Resolução

Softwares de cálculo, como o Photomath, são programados para analisar a estrutura da equação e aplicar os métodos de resolução possíveis para ela. O usuário deve escolher qual, dentre os diversos métodos, é o mais adequado ou eficiente, dependendo do tipo de equação apresentada.

- Para uma equação do tipo $ax^2 + c = 0$, o método de extração da raiz é o mais direto.
- Para uma equação do tipo $ax^2 + bx = 0$, a fatoração é o procedimento mais eficiente.
- Para uma equação completa, $ax^2 + bx + c = 0$, a Fórmula Resolutiva de Equação do 2º grau é interessante de ser utilizado.