



PPGEduCIMAT

Programa de Pós-Graduação em Educação em
Ciências e Matemática - Mestrado Profissional

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E
MATEMÁTICA**

DISSERTAÇÃO

**USO DO GEOGEBRA E ESCAPE ROOM: FERRAMENTAS QUE
ORIENTAM PROCESSOS EDUCATIVOS EM FUNÇÕES QUADRÁTICAS**

Antônio Marcos Da Silva

2026



PPGEduCIMAT

Programa de Pós-Graduação em Educação em
Ciências e Matemática - Mestrado Profissional

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM
CIÊNCIAS E MATEMÁTICA**

**USO DO GEOGEBRA E ESCAPE ROOM: FERRAMENTAS QUE
ORIENTAM PROCESSOS EDUCATIVOS EM FUNÇÕES QUADRÁTICAS**

ANTÔNIO MARCOS DA SILVA

Sob orientação da Professora,

Dra. Gisela Maria da Fonseca Pinto

E Coorientação do Professor

Dr. Alexandre Rodrigues de Assis

Dissertação submetida como requisito parcial para a obtenção do grau de **Mestre em Educação em Ciências e Matemática** no Curso de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática.

Seropédica, RJ
Abril de 2026

**Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Biblioteca Central / Seção de Processamento Técnico**

**Ficha catalográfica elaborada
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)**

S586u Silva, Antônio Marcos da , 1978-
Uso do GeoGebra e escape room: ferramentas que
orientam processos educativos em funções quadráticas /
Antônio Marcos da Silva. - Seropédica, 2026.
128 f.: il.

Orientadora: Gisela Maria da Fonseca Pinto.
Coorientadora: Alexandre Rodrigues de Assis.
Dissertação (Mestrado). -- Universidade Federal
Rural do Rio de Janeiro, Programa de pós-graduação em
educação em ciências e matemática, 2026.

1. Ensino médio. 2. Tecnologias digitais. 3.
GeoGebra. 4. Escape room. 5. Função quadrática. I.
Pinto, Gisela Maria da Fonseca, 1973-, orient. II.
Assis, Alexandre Rodrigues de, 1974-, coorient. III
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Programa
de pós-graduação em educação em ciências e matemática.
IV. Título.

É permitida a cópia parcial ou total desta Dissertação, desde que seja citada a fonte

**O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal
de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.**



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E MATEMÁTICA**



ATA Nº 2973 / 2026 - PPGEDUCIMAT (12.28.01.00.00.00.18)

Nº do Protocolo: 23083.030649/2026-25

Seropédica-RJ, 03 de julho de 2026.

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E MATEMÁTICA
INSTITUTO DE EDUCAÇÃO**

ANTÔNIO MARCOS DA SILVA

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Educação em Ciências e Matemática**, no Curso de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática, área de Concentração Ensino e Aprendizagem de Ciências e Matemática.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 30 / 04 / 2026

Prof. Dra. Gisela Maria da Fonseca Pinto - UFFRJ
(Orientadora)

Prof. Dr. Alexandre Rodrigues de Assis – SEEDUC/RJ
(Coorientador)

Prof. Dr. Marcelo de Oliveira Dias (UFFRJ)

Prof. Dr. Alexander Pires da Silva (SME/RJ)

(Assinado digitalmente em 03/07/2026 13:01)

GISELA MARIA DA FONSECA PINTO
PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR
ICE (12.28.01.23)
Matrícula: 1604226

(Assinado digitalmente em 03/07/2026 11:48)

MARCELO DE OLIVEIRA DIAS
PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR
DeptES (12.28.01.00.00.86)
Matrícula: 2571126

(Assinado digitalmente em 03/07/2026 10:13)

ALEXANDRE RODRIGUES DE ASSIS
ASSINANTE EXTERNO
CPF: 036.279.577-09

(Assinado digitalmente em 03/07/2026 16:16)

ALEXANDER PIRES DA SILVA
ASSINANTE EXTERNO
CPF: 085.676.657-79

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus, por ter me concedido saúde, força e sabedoria ao longo de toda esta caminhada, especialmente nos momentos de dificuldades e incertezas.

Agradeço profundamente à minha orientadora, Profa. Dra. Gisela, pela orientação incansável, pela paciência, pelo rigor acadêmico e pelos valiosos insights que tanto enriqueceram esta pesquisa. Sua dedicação e confiança foram fundamentais em cada etapa deste processo.

Ao meu coorientador, Prof. Dr. Alexandre Assis, pela colaboração e pelas contribuições essenciais para o desenvolvimento deste estudo.

Meu especial reconhecimento aos membros da Banca Examinadora pelo tempo dedicado, pelo rigor científico e pelas sugestões preciosas que enriqueceram a versão final deste trabalho.

Agradeço também aos professores do PPGEduCIMAT pelas aulas inspiradoras que foram essenciais para minha formação.

À Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), pela oportunidade e pela estrutura oferecida para a realização desta pesquisa.

Aos meus colegas de mestrado do PPGEduCIMAT. Uma turma unida e que levarei em meu coração e para a vida.

Um agradecimento especial ao CIEP 156, minha casa profissional e campo de aplicação desta pesquisa. À Direção, pelo apoio institucional e cotidiano. Agradeço, em especial, aos colegas que foram decisivos para a etapa prática: Profa. Carla Larissa, Prof. Erivelto Reis, Prof. Carlos Eduardo (Cadu) e às diretoras Daniele e Alcinea. Aos alunos, essenciais para a realização deste trabalho, meu muito obrigado. Meu reconhecimento estende-se também a todos os demais professores, funcionários e profissionais da escola, que direta ou indiretamente partilham comigo a missão de educar e apoiaram este projeto.

Agradeço aos meus pais, Sebastião e Maria, pelo carinho e pelos valores que sempre me orientaram. Aos familiares que acompanharam de perto esta etapa, meu sincero agradecimento pelo apoio e encorajamento ao longo do processo.

À minha companheira, Glória Leonardo, pelo amor, paciência e parceria incondicional em cada desafio.

E, de maneira toda especial, à minha filha Letícia, luz e fonte de inspiração constante, que me lembra diariamente do sentido maior de toda dedicação.

Registro também minha gratidão eterna à minha querida Tia Socorro (in memoriam). Foi ela quem, com tanto carinho, sempre me incentivou a continuar estudando. Sua fé em mim foi essencial para que eu chegasse até aqui. Sua presença, mesmo na ausência, continua viva no meu coração.

A cada um que cruzou meu caminho durante esta jornada, meu profundo e sincero agradecimento.

RESUMO

Esta dissertação parte da constatação de que a defasagem nos conhecimentos prévios de estudantes do 1º ano do ensino médio em matemática compromete o desenvolvimento das competências da BNCC. Trazemos neste texto uma proposta de atividades envolvendo o conteúdo de funções quadráticas, em que, com base na teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel, propõe-se uma intervenção pedagógica intitulada “Desvendando a Parábola”: uma sequência didática com GeoGebra e *escape room* para o ensino da função quadrática. Metodologicamente, a pesquisa é qualitativa e foi conduzida segundo os pressupostos da pesquisa-ação com intervenção pedagógica, organizada em ciclos reflexivos de planejamento, ação, observação e reflexão. A proposta de intervenção foi implementada em uma turma do 1º ano do Ensino Médio, ao longo de três encontros, perfazendo um total de seis aulas de 50 minutos cada, integrando momentos investigativos com GeoGebra e desafios colaborativos no formato *escape room*. Os resultados indicam que a articulação entre tecnologias digitais e gamificação contribuiu para maior engajamento, participação e fortalecimento da compreensão conceitual da função quadrática. A análise permite inferir a mobilização de conhecimentos prévios, a construção de relações entre as representações algébrica e gráfica e a emergência de atitudes colaborativas, elementos que contribuem para caracterizar um processo de aprendizagem. Conclui-se que a integração intencional entre recursos digitais e organização didática estruturada constitui alternativa promissora para o ensino de funções quadráticas no ensino médio.

Palavras-chave: ensino médio; tecnologias digitais; GeoGebra; *escape room*; função quadrática.

ABSTRACT

This dissertation stems from the observation that the gap in the prior knowledge of mathematics among 1st-year high school students compromises the development of the competencies outlined in the BNCC (Brazilian National Curriculum). This text presents a proposal for activities involving the content of quadratic functions, in which, based on David Ausubel's theory of meaningful learning, a pedagogical intervention entitled "Unveiling the Parabola" is proposed: a didactic sequence using GeoGebra and escape room for teaching quadratic functions. Methodologically, the research is qualitative and was conducted according to the assumptions of action research with pedagogical intervention, organized in reflective cycles of planning, action, observation, and reflection. The intervention proposal was implemented in a 1st-year high school class over three sessions, totaling six 50-minute lessons, integrating investigative moments with GeoGebra and collaborative challenges in the escape room format. The results indicate that the articulation between digital technologies and gamification contributed to greater engagement, participation, and strengthening of the conceptual understanding of the quadratic function. The analysis allows us to infer the mobilization of prior knowledge, the construction of relationships between algebraic and graphical representations, and the emergence of collaborative attitudes—elements that contribute to characterizing a learning process. It is concluded that the intentional integration between digital resources and structured didactic organization constitutes a promising alternative for teaching quadratic functions in secondary education.

Keywords: high school; digital technologies; GeoGebra; *escape room*; quadratic function.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Interface do GeoGebra Calculator Suite no Chromebook	25
Figura 2 - Controle deslizante no GeoGebra	26
Figura 3 - Manipulação do GeoGebra com o controle deslizante	27
Figura 4 - Interface do aplicativo Kahoot!	30
Figura 5 - Interface de criação de quiz na plataforma Kahoot!	30
Figura 6 - Tela inicial de acesso dos alunos ao Kahoot por meio do PIN da atividade	31
Figura 7 - Página do diário de campo referente ao 1º encontro.....	71
Figura 8 - Página do diário de campo referente ao 2º encontro.....	72
Figura 9 - Resposta do aluno Wallace	73
Figura 10 - Resposta da aluna Larissa	73
Figura 11 - Resposta da aluna Talita	74
Figura 12 - Resposta da aluna Raissa	74
Figura 13 - Alunos assistindo ao vídeo "Esse tal de Bhaskara"	75
Figura 14 - Registro da aluna Raissa sobre o vídeo	76
Figura 15 - Registro da aluna Talita sobre o vídeo "Esse tal de Bhaskara"	76
Figura 16 - Alunos realizando os enigmas do escape room em sala de aula.....	77
Figura 17 - Resolução do Enigma 1 pelo Grupo 1 (mais rápido).....	78
Figura 18 - Resolução do Enigma 1 pelo Grupo 7 (último a entregar)	78
Figura 19 - Resolução do Enigma 2 pelo Grupo 3 (mais rápido).....	79
Figura 20 - Resolução do Enigma 2 pelo Grupo 7 (último a entregar)	79
Figura 21 - Resolução do Enigma 3 pelo Grupo 3	80
Figura 22 - Resolução do Enigma 3 pelo Grupo 7	81
Figura 23 - Tempo de execução por grupo no <i>escape room</i> educacional	82
Figura 24 - Resposta da aluna Letícia no Google Forms	83
Figura 25 - Alunos manipulando o GeoGebra nos Chromebooks.....	84
Figura 26 - Registro da Dupla 13 sobre a influência do coeficiente a.....	84
Figura 27 - Registro da Dupla 9 sobre a influência do coeficiente a.....	84
Figura 28 - Registro da Dupla 6 sobre a influência do coeficiente b	85
Figura 29 - Registro do aluno Caio (individual)	86
Figura 30 - Registro da Dupla 7 sobre a influência do coeficiente c.....	86
Figura 31 - Registro da Dupla 6 sobre a influência do coeficiente c.....	87
Figura 32 - Registro da Dupla 8 sobre a função $f(x) = -2x^2 + 4x + 3$	88

Figura 33 - Registro da Dupla 13 sobre a função $f(x) = -2x^2 + 4x + 3$	88
Figura 34 - Registro da Dupla 10 sobre o coeficiente a na forma canônica.....	89
Figura 35 - Registro da Dupla 6 sobre o coeficiente a na forma canônica.....	89
Figura 36 - Registro da Dupla 5 sobre o coeficiente m (translação horizontal).....	90
Figura 37 - Registro da Dupla 5 sobre o coeficiente n (translação vertical)	90
Figura 38 - Modelagem de uma forma parabólica realizada por uma dupla.....	91
Figura 39 - Preferência dos alunos pelo GeoGebra.....	92
Figura 40 - Preferência de duas duplas pelo caderno	93
Figura 41 - Avaliação dos alunos sobre a atividade proposta	94

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Relação entre elementos da gamificação e possíveis aplicações pedagógicas no ensino de matemática.....	32
Quadro 2 - Diferenças entre gamificação e <i>escape room</i> educacional.....	36
Quadro 3 - Elementos do <i>escape room</i> educacional e suas contribuições para o processo de aprendizagem matemática	36
Quadro 4 - Relação entre habilidades da BNCC e a sequência didática proposta	42
Quadro 5 - Resultados das strings de busca no Google Acadêmico (período 2015-2025)	44
Quadro 6 - Resultados das buscas refinadas no Google Acadêmico (período 2015-2025)	46
Quadro 7 - Trabalhos selecionados no levantamento bibliográfico (período 2015-2025).....	47
Quadro 8 - Síntese do levantamento bibliográfico (período 2015-2025).....	50
Quadro 9 - Estrutura da sequência didática	66
Quadro 10 - Estrutura da sequência didática e procedimentos de coleta de dados	70

LISTA DE SIGLAS

BNCC	Base Nacional Comum Curricular
PCN	Parâmetro Curriculares Nacionais
PISA	Programa Internacional de Avaliação de Estudantes
ENEM	Exame Nacional do Ensino Médio
ProUni	Programa Universidade para Todos
SiSU	Sistema de Seleção Unificada
OBMEP	Olimpíada Brasileira de Matemática das Escolas Públicas
CEP	Comitê de Ética e Pesquisa
TALE	Termo de Assentimento Livre e Esclarecido
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Sumário

INTRODUÇÃO.....	12
CAPÍTULO I - TECNOLOGIAS DIGITAIS NO ENSINO DE MATEMÁTICA	18
1.1 Aprendizagem Significativa.....	21
1.2 Jogos digitais: conceitos e características	22
1.3 GeoGebra	24
1.4 Gamificação	28
1.5 <i>Escape Room</i> e <i>Escape Room</i> Educativo.....	33
CAPÍTULO II - FUNÇÕES POLINOMIAIS DO 2º GRAU: ENSINO E ASPECTOS CURRICULARES NOS PCN E NA BNCC.....	38
2.1 Funções nos PCN.....	38
2.2 Funções na BNCC	39
2.3 Implicações para a pesquisa.....	41
2.4 Levantamento de Literatura	43
2.5 Síntese	51
CAPÍTULO III – METODOLOGIA.....	54
3.1 Pesquisa-ação com intervenção pedagógica	54
3.1.1 Análises preliminares.....	55
3.1.2 Planejamento da intervenção pedagógica	56
3.1.3 Implementação da intervenção pedagógica	56
3.1.4 Análise dos resultados e reflexão sobre a prática	57
3.2 Caracterização da Pesquisa	58
3.3 Procedimentos da Pesquisa	59
3.4 Aspectos éticos	61
3.5 Locus da pesquisa	61
3.6 Participantes da pesquisa	62
3.7 Diagnóstico inicial	62
3.8 Papel do professor-pesquisador	62
3.9 Instrumentos de coleta de dados	63
CAPÍTULO IV - PRODUTO EDUCACIONAL - “DESVENDANDO A PARÁBOLA: UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA COM GEOGEBRA E ESCAPE ROOM PARA O ENSINO DA FUNÇÃO QUADRÁTICA”	65
4.1 Justificativa	65
4.2 Objetivos.....	65

4.3 Público-alvo e recursos	65
4.4 Estrutura da sequência didática.....	66
4.5 Competências e habilidades mobilizadas.....	66
4.6 Descrição geral das atividades	67
4.7 Avaliação	67
4.8 Considerações sobre a aplicação.....	68
CAPÍTULO V - ANÁLISES.....	69
5.1 Primeiro encontro – Sondagem inicial.....	70
5.2 Segundo encontro – Ambientação com o GeoGebra	71
5.3 Terceiro encontro – Imersão no Escape Room	73
5.4 Quarto encontro – Construção de gráficos com GeoGebra	83
5.5 Quinto encontro – Imagens do cotidiano e função quadrática no GeoGebra	91
5.6 Síntese	94
CONSIDERAÇÕES FINAIS	96
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	98
APÊNDICES	102
APÊNDICE A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE) ...	103
APÊNDICE B - TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TALE).....	105
ANEXOS.....	107
ANEXO A - PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP.....	108

INTRODUÇÃO

A realidade da sala de aula, especialmente no contexto da educação pública, evidencia a diversidade de trajetórias formativas dos estudantes que ingressam anualmente nas redes de ensino. Tal diversidade se manifesta nos diferentes níveis da Educação Básica, tomando o componente curricular de Matemática como um dos espaços de observação e análise. Observa-se que muitos estudantes iniciam o ano letivo apresentando lacunas na aprendizagem de conteúdos e no desenvolvimento de habilidades e competências previstas para etapas anteriores, o que pode comprometer a progressão conceitual esperada para o novo período escolar. Essa heterogeneidade constitui um desafio pedagógico relevante, uma vez que o avanço nos conteúdos subsequentes pressupõe a mobilização e a articulação de conhecimentos anteriormente construídos.

Nesse contexto, docentes que atuam no Ensino Médio frequentemente se deparam com estudantes que apresentam diferentes níveis de consolidação conceitual, especialmente em conteúdos estruturantes da Matemática. Tal cenário evidencia a presença de lacunas na aprendizagem, construídas ao longo da trajetória escolar, que impactam diretamente a apropriação de novos conhecimentos. A superação dessas dificuldades demanda não apenas tempo e dedicação por parte dos estudantes, mas também a organização de estratégias pedagógicas que considerem a mobilização dos saberes prévios como condição fundamental para o avanço conceitual. Assim, torna-se necessário repensar práticas didáticas que favoreçam a reconstrução e a articulação desses conhecimentos, de modo a promover aprendizagens mais consistentes e significativas.

Considere-se, portanto, que anualmente encontramos alunos com boa formação para o ano/série para o qual foram promovidos; outros, com pouca habilidade na disciplina; e há aqueles que não conseguiram atingir o conhecimento mínimo necessário para que o professor estabeleça um diálogo pedagógico produtivo — entendido como a capacidade de o aluno acompanhar explicações, participar de atividades, compreender enunciados e mobilizar conceitos básicos sem a necessidade de retomadas extensivas de conteúdos de anos anteriores.

Além disso, todos estão inseridos em uma mesma turma de aprendizagem para o ano corrente. Desse modo, percebe-se a coexistência de distintos níveis de consolidação dos conhecimentos matemáticos em uma mesma turma, o que impõe desafios ao planejamento pedagógico e à condução das aulas. A heterogeneidade conceitual pode gerar ritmos

diferenciados de aprendizagem, especialmente em uma disciplina de natureza cumulativa como a Matemática, na qual a compreensão de novos conteúdos depende da articulação com saberes anteriormente construídos (BRASIL, 2018). Quando essas bases não se encontram suficientemente estruturadas, o estudante pode apresentar dificuldades na progressão conceitual, o que repercute em sua participação, autonomia e engajamento nas atividades propostas. Tal cenário reforça a necessidade de estratégias didáticas que considerem a diversidade de trajetórias formativas e promovam a reconstrução e a integração dos conhecimentos prévios, favorecendo aprendizagens mais significativas e consistentes.

Vale destacar que os resultados das avaliações externas da educação brasileira evidenciam desafios persistentes no campo da aprendizagem matemática. Entre essas avaliações, destaca-se o Programa Internacional de Avaliação dos Estudantes (PISA), coordenado pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), que avalia, a cada três anos, o desempenho de estudantes de 15 anos em Leitura, Matemática e Ciências, com foco na aplicação do conhecimento em situações da vida real (OCDE, 2019).

No domínio da Matemática, o PISA examina competências relacionadas ao raciocínio lógico, à interpretação de dados, à modelagem matemática e à resolução de problemas em diferentes contextos. O Brasil participa do programa desde o ano 2000 e, nos ciclos mais recentes, tem apresentado resultados abaixo da média dos países membros da OCDE. Em 2018, o país obteve 384 pontos em Matemática, enquanto a média da OCDE foi de aproximadamente 489 pontos (OCDE, 2019). No ciclo de 2022, o desempenho brasileiro foi de 379 pontos, mantendo-se abaixo da média internacional (OCDE, 2023).

Esses dados indicam a necessidade de reflexões acerca das práticas pedagógicas e das políticas educacionais voltadas ao fortalecimento da aprendizagem matemática, especialmente no que se refere ao desenvolvimento de competências relacionadas à resolução de problemas e à aplicação conceitual do conhecimento.

Outra avaliação de larga escala no contexto brasileiro é o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), instituído em 1998 pelo Ministério da Educação com a finalidade inicial de avaliar o desempenho dos estudantes ao término da Educação Básica (BRASIL, 1998). Ao longo dos anos, o exame ampliou suas funções e passou a desempenhar papel central no acesso ao ensino superior, especialmente a partir de 2004, com sua utilização como critério para concessão de bolsas pelo Programa Universidade para Todos (ProUni), e, posteriormente, em

2009, com a criação do Sistema de Seleção Unificada (SISU), que utiliza as notas do exame como mecanismo de ingresso em instituições públicas de ensino superior (BRASIL, 2009).

No que se refere à área de Matemática e suas Tecnologias, o ENEM avalia competências relacionadas à resolução de problemas, modelagem, interpretação de diferentes representações e aplicação de conceitos em contextos diversos, priorizando situações contextualizadas em detrimento da mera aplicação mecânica de fórmulas (INEP, 2023). Estudos e relatórios técnicos indicam que os resultados em Matemática frequentemente revelam dificuldades significativas dos estudantes na mobilização integrada de conhecimentos conceituais e procedimentais (INEP, 2022).

Além disso, observa-se que a organização curricular das redes de ensino nem sempre contempla, com a mesma ênfase, todos os tópicos tradicionalmente associados à matemática escolar, o que pode gerar desconexões entre o currículo efetivamente trabalhado e as demandas de exames e processos seletivos. Neste estudo, entende-se que são os exames externos que devem contemplar o currículo, e não o inverso. A adequação do currículo às demandas pontuais de exames tende a promover um estreitamento curricular, em detrimento de uma formação matemática mais ampla e significativa. Contudo, reconhece-se que tais avaliações constituem uma realidade do sistema educacional, razão pela qual o professor precisa conhecer suas matrizes de referência sem, contudo, subordinar sua prática pedagógica exclusivamente a elas. Tal cenário reforça a importância de propostas pedagógicas que favoreçam a consolidação conceitual e o desenvolvimento de competências matemáticas estruturantes ao longo do Ensino Médio.

Esse desconexão curricular, aliado à pressão por resultados em exames externos, contribui significativamente para as dificuldades de aprendizagem observadas em sala de aula. De modo semelhante ao que se verifica em outras instituições da rede pública estadual, os estudantes com os quais esta pesquisa foi desenvolvida apresentam dificuldades que se relacionam não apenas com os desafios próprios da transição para o ensino médio, mas também com lacunas formativas de etapas anteriores. Tais fragilidades tendem a se intensificar com o aumento da complexidade dos conteúdos matemáticos característicos dessa etapa, razão pela qual estratégias de intervenção que considerem essa realidade tornam-se essenciais.

Nesse contexto, é possível identificar manifestações de insegurança e baixa autoconfiança por parte de alguns estudantes em relação à aprendizagem da Matemática, o que pode influenciar sua participação e engajamento nas atividades escolares. Diante dessa

realidade, faz-se necessário o uso de abordagens didáticas — como o GeoGebra e o *escape room* educacional — que não apenas evidenciem as dificuldades dos alunos, mas também fomentem sua autonomia, sua capacidade de identificar dúvidas e sua iniciativa em buscar suporte. Assim, o processo de ensino e aprendizagem passa a contemplar não apenas a dimensão conceitual do conteúdo, mas também aspectos formativos relacionados à construção da confiança e da postura investigativa do estudante frente ao conhecimento matemático.

Diante desse cenário, torna-se pertinente a adoção de estratégias e metodologias que contribuam para a ressignificação da sala de aula de Matemática, tradicionalmente associada, por parte de alguns estudantes, a experiências de insucesso e insegurança. A construção de um ambiente pedagógico acolhedor, pautado no respeito, na escuta ativa e na valorização das dúvidas como parte constitutiva do processo de aprendizagem, configura-se como elemento fundamental para o fortalecimento da confiança e do engajamento discente.

Nesse sentido, a incorporação de recursos que envolvam tecnologias digitais, jogos e propostas interativas amplia as possibilidades de participação ativa dos estudantes, favorecendo a integração entre aspectos cognitivos e afetivos da aprendizagem. Ao transcender práticas centradas exclusivamente na exposição verbal e na repetição de procedimentos, tais abordagens podem promover maior envolvimento, autonomia e construção significativa do conhecimento matemático, princípios que orientam o desenvolvimento da presente pesquisa.

A presente pesquisa tem como foco a utilização do GeoGebra como recurso tecnológico potencializador da aprendizagem matemática (BORBA; SCUCUGLIA; GADANIDIS, 2020), especialmente no estudo das funções. O recorte adotado concentra-se na função polinomial do segundo grau, também denominada função quadrática, por se tratar de um conteúdo estruturante no currículo do Ensino Médio (BRASIL, 2018) e frequentemente associado a dificuldades conceituais por parte dos estudantes.

Observa-se que, embora muitos alunos reconheçam a nomenclatura e a expressão algébrica geral da função quadrática, nem sempre demonstram compreensão consistente de suas propriedades, representações e aplicações. Em situações que envolvem a construção ou interpretação de gráficos de funções, é recorrente a associação imediata à parábola, o que evidencia tanto a centralidade desse objeto matemático quanto possíveis lacunas na articulação entre diferentes registros de representação.

Diante disso, propõe-se o desenvolvimento de uma sequência didática para o estudo

das funções quadráticas com apoio do ambiente GeoGebra, articulada a elementos de gamificação e à metodologia do escape room, buscando promover maior engajamento, participação ativa e integração entre aspectos conceituais e procedimentais da aprendizagem.

Esta pesquisa tem como *objetivo geral*: *desenvolver uma sequência didática voltada para o ensino de funções quadráticas que adote recursos de tecnologia digital em perspectiva gamificadora por meio de uma abordagem com escape room*. Para alcançar esse objetivo, elencamos como *objetivos específicos*: *(1) relacionar o uso de tecnologias digitais, gamificação e escape room com ensino de matemática; (2) realizar levantamento de literatura em pesquisas acadêmicas (incluindo artigos de periódicos, artigos publicados em anais de eventos, dissertações de mestrado – profissional e acadêmico – e teses de doutorado) que se voltem para o ensino de funções quadráticas envolvendo o uso de tecnologias digitais nos últimos 10 anos e (3) analisar possibilidades de uso de escape room em ambientes que adotem GeoGebra para ensinar funções quadráticas*.

A dissertação está organizada em cinco capítulos, estruturados de modo a articular fundamentação teórica, levantamento bibliográfico, metodologia, elaboração do produto educacional e análise de sua implementação.

O Capítulo 1 apresenta a fundamentação teórica com foco na integração das tecnologias digitais ao ensino de matemática. Nesse capítulo, são discutidas concepções teóricas que é a base da utilização de recursos digitais como mediadores da aprendizagem, bem como suas potencialidades para a construção de conhecimentos matemáticos, especialmente no contexto da educação básica.

O Capítulo 2 dedica-se ao levantamento de literatura defendida nos últimos dez anos (2015-2025) que aborda o ensino de função quadrática com o uso de tecnologias digitais. Esse mapeamento tem como objetivo identificar tendências, lacunas e contribuições já consolidadas na área, situando a presente investigação dentro das pesquisas recentes.

No Capítulo 3, apresenta-se a metodologia adotada, fundamentada na pesquisa-ação com intervenção pedagógica, que se organiza em ciclos reflexivos compostos pelas fases de planejamento, ação, observação e reflexão. Detalham-se, ainda, os procedimentos de planejamento da intervenção, sua aplicação em sala de aula e a análise processual dos dados, construída a partir das reflexões realizadas ao final de cada ciclo.

O Capítulo 4 apresenta o produto educacional elaborado no âmbito desta pesquisa, consistente em uma sequência didática estruturada no formato de *escape room* educacional, voltada ao ensino de função quadrática. Nesse capítulo, são discutidos os objetivos, a justificativa, as competências e habilidades mobilizadas, a estrutura geral das atividades e os recursos tecnológicos utilizados, bem como as considerações sobre a aplicação da proposta. O detalhamento completo da sequência didática – incluindo roteiros passo a passo, figuras, comandos do GeoGebra, códigos de acesso e questões de aprofundamento – encontra-se no Apêndice A.

Por fim, o Capítulo 5 apresenta a análise da implementação do produto educacional junto aos estudantes participantes da pesquisa. São discutidos os dados coletados durante a aplicação, com a finalidade da validação do produto e à reflexão crítica sobre seus alcances, limites e possibilidades de reformulação a partir da realidade em que foi observada.

A pesquisa foi submetida e aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UFRRJ, atendendo às exigências éticas estabelecidas para estudos que envolvem seres humanos, conforme parecer consubstanciado (ANEXO A).

Durante a elaboração desta dissertação foram utilizados, de forma pontual, recursos digitais baseados em inteligência artificial generativa como apoio à revisão linguística e à organização textual. Essas ferramentas não foram empregadas para a produção autônoma de conteúdo científico, para a realização de análises ou para a interpretação dos dados da pesquisa. Todas as decisões relativas ao delineamento da investigação, às análises realizadas e às conclusões apresentadas são de responsabilidade do autor. O uso desses recursos foi realizado em consonância com os princípios de integridade acadêmica e com as recomendações do Guia para uso ético e responsável da Inteligência Artificial Generativa na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro¹. As referências bibliográficas utilizadas nesta pesquisa foram consultadas diretamente nas obras originais indicadas nas referências.

¹ <https://institutos.ufrj.br/ice/wp-content/uploads/sites/2/2026/03/Ebook-GUIA-PARA-USO-ETICO-E-RESPONSAVEL-DA-INTELIGENCIA-ARTIFICIAL-GENERATIVA-NA-UNIVERSIDADE-FEDERAL-RURAL-DO-RIO-DE-JANEIRO-2.pdf#page=11.10>

CAPÍTULO I - TECNOLOGIAS DIGITAIS NO ENSINO DE MATEMÁTICA

As tecnologias digitais na educação matemática incluem diversas ferramentas, recursos e plataformas computacionais que auxiliam no processo de ensino e aprendizagem de conteúdos matemáticos. Esses recursos vão desde uma calculadora bem simples até programas mais avançados, como ambientes virtuais de aprendizagem e aplicativos para smartphones, ou até mesmo a Inteligência Artificial.

Entre os conceitos que fundamentam a integração tecnológica no ensino de Matemática, destaca-se a visualização, que auxilia na representação de conceitos abstratos e, assim, pode favorecer sua compreensão (ARAUJO, 2025, p. 30). Ademais, evidenciam-se a experimentação digital, a modelagem computacional e a simulação de fenômenos como elementos relevantes nesse processo.

As tecnologias digitais nas últimas décadas provocaram mudanças significativas em diversas áreas da sociedade e a educação não ficou de fora desse processo. O ensino da matemática tem se beneficiado de novos recursos tecnológicos que promovem experiências de aprendizagem mais dinâmicas, interativas e contextualizadas. A presença de computadores, smartphones, tablets, Chromebooks e *softwares/apps* educativos nas salas de aula tem possibilitado novas formas de ensinar e aprender, ampliando as possibilidades de interação, experimentação e construção do conhecimento (BORBA; SCUCUGLIA; GADANIDIS, 2020).

O avanço tecnológico no âmbito mundial tem promovido transformações significativas na sociedade, desde o desenvolvimento dos primeiros computadores até os dispositivos digitais contemporâneos. No Brasil, a introdução da informática na educação teve como marco importante o I Seminário Nacional de Informática Educativa, realizado em 1981, que reuniu pesquisadores e educadores interessados na inserção das tecnologias computacionais no contexto escolar. Tais iniciativas históricas alinham-se ao que Borba, Scucuglia e Gadanidis (2020) discutem sobre as fases das tecnologias digitais na Educação Matemática.

A partir desse movimento inicial, foram desenvolvidas iniciativas e projetos voltados à incorporação da informática no sistema educacional brasileiro, ampliando progressivamente as possibilidades pedagógicas. Nas décadas seguintes, a consolidação da internet no meio acadêmico e, posteriormente, sua expansão para uso comercial e domiciliar contribuíram para intensificar as transformações nos processos de ensino e aprendizagem, especialmente com a difusão da banda larga a partir dos anos 2000.

Esse percurso histórico revela que a integração das tecnologias digitais na educação não ocorreu de forma brusca, mas como resultado de um processo gradual de experimentação, reflexão e reorganização das práticas pedagógicas frente às novas demandas da sociedade contemporânea.

As tecnologias digitais, cada vez mais integradas ao cotidiano e com possibilidades de uso continuado e regular, vêm ressignificando as formas de se relacionar com a aprendizagem e com o conhecimento (SILVA, 2022). Estudos recentes indicam que jovens demonstram preferência pela leitura em telas em detrimento de livros físicos (SILVA, 2022).

Essa transformação reflete uma mudança contemporânea no perfil dos estudantes, diretamente associada à disseminação das tecnologias digitais (OLIVEIRA, 2021). Diante desse cenário, autores argumentam que o docente precisa acompanhar tais mudanças para estabelecer uma prática pedagógica mais alinhada aos novos perfis de alunos (OLIVEIRA, 2021).

As mudanças não estão diretamente nas tecnologias, mas nas possibilidades envolvidas mediante as interações entre professor e estudante; desse modo, permite-se o desenvolvimento do aprender a aprender (TEIXEIRA, 2025).

As tecnologias digitais proporcionam uma série de recursos que podem servir de engajamento para a aprendizagem, em especial, a matemática. Ao utilizar tecnologias no ambiente escolar, o professor explora as vantagens desses recursos que são oferecidos para a sala de aula, como: a visualização de conceitos abstratos, o engajamento dos alunos, aprendizagem personalizada e desenvolvimento do pensamento lógico e crítico. Porém, há também os desafios enfrentados, como: a falta de acesso à tecnologia, já que nem todas as escolas possuem infraestrutura; formação dos professores, onde muitos docentes necessitam de formação continuada para se familiarizar com o uso de tecnologias digitais; e, por fim, temos também as distrações e mau uso da tecnologia, nesse caso, percebemos o quanto os alunos acabam se distraindo com redes sociais e outras atividades não relacionadas ao aprendizado. (OLIVEIRA; CUNHA, 2021).

As tecnologias digitais atuam como importantes mediadoras no processo de construção do conhecimento matemático, criando pontes entre conceitos abstratos e representações concretas (BARDELLA, 2025). Entre as principais ferramentas disponíveis para o ensino de

Matemática, destacam-se:

(a) *Softwares* de matemática dinâmica, como o GeoGebra, que integram geometria, álgebra, planilhas, gráficos, estatística e cálculo em um único ambiente, permitindo a visualização simultânea de representações algébricas e geométricas de um mesmo conceito. Sua principal característica é a dinamicidade: ao modificar um parâmetro na janela algébrica, a representação geométrica se altera instantaneamente, e vice-versa. Desempenha a função de experimentação e visualização, tornando acessível a compreensão de conceitos abstratos como funções, derivadas e transformações geométricas.

(b) Plataformas de gamificação, como o Kahoot, que transformam o processo de revisão e fixação de conteúdos em competições interativas baseadas em perguntas e respostas. Sua característica central é o feedback imediato, fornecendo ao aluno resposta instantânea sobre seu desempenho, e o ranking ao final de cada atividade. Desempenha a função de engajamento e motivação, especialmente útil para revisões de conteúdos e verificação formativa da aprendizagem.

Essa mediação ocorre em múltiplos níveis, conforme sistematizado por Bardella (2025): capacidade de expressar conceitos matemáticos em diferentes formatos (algébrico, geométrico, aritmético) simultaneamente; respostas instantâneas às ações dos estudantes, permitindo ajustes e correções imediatas; e adaptação do ritmo e do nível de dificuldade às necessidades individuais dos estudantes.

Nessa perspectiva, Bairral (2021) defende que as tecnologias digitais não são meros artefatos auxiliares, mas elementos estruturantes que ressignificam o saber matemático. O autor destaca que interfaces como mouse, touchscreen e sensores de movimento geram distintas formas de interação e desenvolvimento cognitivo. Com base nesse referencial, a presente pesquisa analisa o avanço das tecnologias digitais sob dois focos principais: o uso de dispositivos touchscreen no ensino de geometria e a formação de professores para a integração pedagógica das tecnologias.

No ensino de Matemática, essas tecnologias podem contribuir para a criação de ambientes de aprendizagem mais interativos, dinâmicos e investigativos, favorecendo a participação ativa dos estudantes no processo de construção do conhecimento. Nesse contexto, torna-se relevante discutir fundamentos teóricos que sustentam práticas pedagógicas voltadas à utilização de recursos digitais e metodologias inovadoras. Assim, apresenta-se a teoria da

Aprendizagem Significativa, que oferece importantes contribuições para compreender como os estudantes constroem novos conhecimentos a partir de suas experiências e saberes prévios.

1.1 Aprendizagem Significativa

A Teoria da Aprendizagem Significativa (AUSUBEL, 2003 apud TRINDADE, 2022, p. 12) argumenta para a compreensão do papel dos conhecimentos prévios. A aprendizagem ocorre de forma mais efetiva quando novos conhecimentos se ancoram em conceitos já existentes na estrutura cognitiva do aluno, denominados subsunçores. Diferentemente da aprendizagem mecânica, caracterizada pela memorização sem compreensão, a aprendizagem significativa implica integração conceitual, reorganização estrutural e atribuição de sentido ao conteúdo estudado. Nesse processo, o papel do professor consiste em identificar os conhecimentos prévios dos estudantes e organizar situações didáticas que favoreçam conexões entre aquilo que o aluno já sabe e os novos conteúdos a serem aprendidos.

Nessa perspectiva, a identificação de conhecimentos prévios dos estudantes relacionados à função quadrática, como o reconhecimento de termos e conceitos básicos, ainda que de forma fragmentada, mostra-se fundamental para o planejamento de propostas didáticas. Tais conhecimentos podem atuar como subsunçores para o desenvolvimento de sequências didáticas, sendo reorganizados e aprofundados ao longo de atividades que integrem recursos tecnológicos, como o GeoGebra, e metodologias ativas, como o *escape room* educacional.

Nesse contexto, o *escape room* educacional, estruturado em desafios sequenciais, cria situações-problema que exigem a mobilização ativa de conhecimentos prévios para a resolução das tarefas propostas. Ao demandar interpretação, tomada de decisão e articulação de diferentes representações matemáticas, a estratégia contribui para que os estudantes estabeleçam conexões significativas entre os novos conteúdos e sua estrutura cognitiva, em consonância com os pressupostos da aprendizagem significativa de David Ausubel.

Essa articulação entre *escape room* e aprendizagem significativa tem sido explorada em produtos educacionais na área da Matemática. Oliveira (2023), em sua dissertação de mestrado profissional desenvolvida no âmbito do PROFMAT/UFBA, construiu um protótipo de jogo digital no estilo *escape room* utilizando a plataforma Google Forms. O autor destaca que a criação de uma narrativa envolvente, desafios estimulantes e imersão significativa torna os

jogos educacionais atrativos e proporciona uma aprendizagem realmente significativa, na qual os alunos aplicam conceitos matemáticos para solucionar enigmas e avançar no jogo.

Igualmente na área de Matemática, o jogo "O Mistério da Caixa", desenvolvido no Instituto Federal do Pará (IFPA), utiliza a atividade "O que tem na caixa?" para ensinar conceitos de geometria plana (SOUSA SOARES et al., 2025). Fundamentado nos estudos de Ausubel, o jogo exemplifica conceitos-chave da teoria, como subsunção, organizadores prévios e ancoragem, ao propor que os alunos identifiquem formas geométricas por meio do tato, relacionando conhecimentos prévios a novos aprendizados.

Assim, a adoção da Teoria da Aprendizagem Significativa nesta pesquisa não se limita a um referencial conceitual isolado, mas fundamenta a organização da sequência didática, orientando a escolha das atividades, o uso das tecnologias digitais e a estruturação dos desafios propostos no *escape room educacional*.

Considerando a importância da construção ativa do conhecimento defendida pela teoria da Aprendizagem Significativa, torna-se pertinente discutir estratégias pedagógicas que favoreçam o envolvimento dos estudantes no processo de aprendizagem. Nesse sentido, os jogos digitais têm se destacado como recursos capazes de promover maior motivação e participação dos alunos, ao integrar desafios, objetivos e feedback imediato. Assim, na próxima seção são apresentados conceitos e características dos jogos digitais, bem como suas possibilidades de utilização no contexto educacional.

1.2 Jogos digitais: conceitos e características

Autores como Pacheco e Andreis (2018) e Negromonte e Coutinho (2019) evidenciam que a Educação Matemática tem demonstrado o quanto é difícil para alunos que não tiveram bom desempenho no ensino fundamental. Por isso, ao ingressarem no ensino médio, encontram inúmeros desafios, principalmente relacionados à desmotivação, dificuldade de compreensão da matéria e poucos conhecimentos básicos. Nesse contexto, os jogos surgem como uma proposta que pode melhorar o desempenho e a autoestima dos alunos, ou seja, o processo de ensino-aprendizagem.

O jogo, informatizado ou não, proporciona aos alunos uma forma diferenciada de

aprender pelo lúdico, tornando a experiência motivadora, prazerosa e favorecendo o desenvolvimento do pensamento crítico, uma vez que o estudante assume um papel ativo na definição das formas e dos caminhos para aprender. Conforme destaca Bairral (2020), no contexto da educação matemática com tecnologias digitais, o jogo atua como elemento mediador que integra diferentes linguagens e representações matemáticas, promovendo a articulação entre conceitos abstratos e concretos.

Essa perspectiva atualiza a compreensão do papel do jogo na Educação Matemática: não mais como mero entretenimento, mas como ferramenta pedagógica que promove engajamento, desenvolvimento do pensamento crítico e apropriação ativa do conhecimento matemático.

Com o avanço tecnológico, em especial nos dispositivos móveis e com acesso à internet, têm-se percebido benefícios aos estudantes, assim como muitos desafios a pais, professores e gestores públicos. Contudo, há diversos relatos de que os jogos digitais podem ser utilizados a favor do docente e, com isso, transformar a forma de ensinar aos discentes – estes que Marc Prensky (2001) denominou, em obra seminal, de nativos digitais, ou seja, indivíduos nascidos a partir da década de 1980 que utilizam de maneira significativa e expressiva as mídias digitais em seu cotidiano. Estudos mais recentes atualizam esse conceito ao definir nativos digitais como "aqueles nascidos após 1980 e que têm habilidade para usar as tecnologias digitais" (CARRARA, 2020, p. 56 apud MACIEL, 2025, n.p.), evidenciando a permanência e a relevância dessa caracterização para a compreensão do perfil dos estudantes contemporâneos.

A utilização de jogos digitais necessita de um equilíbrio entre liberdade exploratória e orientação pedagógica. O professor atua como mediador, ajudando os estudantes a estabelecerem conexões entre as experiências lúdicas e o conhecimento matemático formal. É fundamental também considerar a infraestrutura tecnológica disponível e preparar alternativas para possíveis limitações técnicas, garantindo acesso a todos os estudantes.

Diante das potencialidades dos jogos e das tecnologias digitais para a promoção de ambientes de aprendizagem mais interativos – tais como o engajamento, a motivação, a resolução de problemas e o trabalho em equipe (OLIVEIRA, 2023) – diferentes ferramentas têm sido incorporadas ao ensino de Matemática. Entre essas ferramentas, destaca-se o *software* GeoGebra, utilizado em contextos educacionais por possibilitar a exploração dinâmica de conceitos matemáticos. Dessa forma, a seção seguinte apresenta algumas características do GeoGebra e suas contribuições para o ensino e a aprendizagem da Matemática.

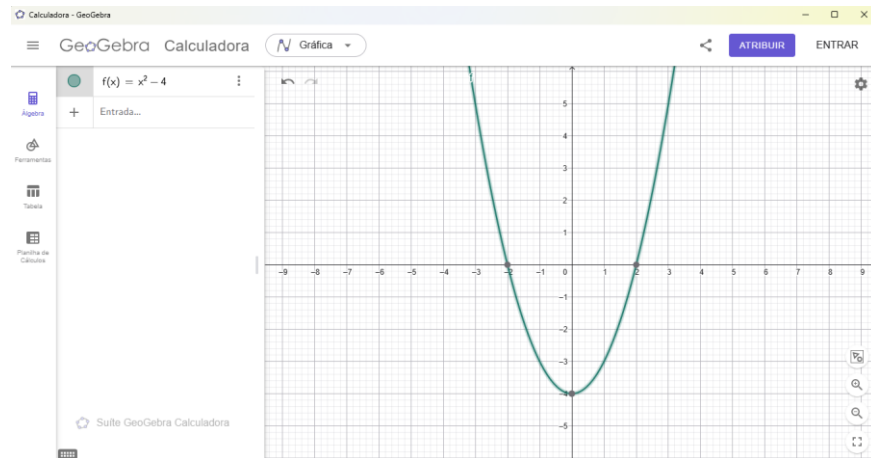
1.3 GeoGebra²

Ferramentas digitais como o GeoGebra, conforme apresentado na Figura 1, têm sido amplamente utilizadas na Educação Matemática por possibilitarem a exploração dinâmica de conceitos, favorecendo a articulação entre diferentes representações matemáticas. Essa percepção é corroborada por Araujo (2025), que, ao aplicar o GeoGebra no estudo de funções quadráticas com alunos do Ensino Médio, constatou que quase 96% dos participantes concordaram que o *software* ajuda na aprendizagem matemática e que as aulas se tornam mais interessantes com o uso de tecnologias digitais. O *software* GeoGebra, mais especificamente a versão *Calculator Suite*, foi concebido como uma plataforma matemática integrada, que consolida as funcionalidades de cálculo, geometria, álgebra e estatística em um único ambiente de trabalho. Diferentemente de versões antecessoras, o GeoGebra Suite opera por meio de janelas dinamicamente vinculadas, nas quais uma ação realizada na Janela de Álgebra produz efeitos instantâneos e sincronizados na Janela Gráfica e na Tabela de Valores, por exemplo. Essa arquitetura "tudo-em-um" e a ligação em tempo real entre as diferentes representações matemáticas são os pilares que fundamentam a afirmação de que o *software* permite a manipulação simultânea de objetos e a visualização dinâmica de propriedades, conforme discutido por Borba, Scucuglia e Gadanidis (2020). Na presente pesquisa, foi utilizada a versão GeoGebra Calculator Suite nos Chromebooks da escola, com o aplicativo previamente baixado e instalado na área de trabalho de cada dispositivo.

Por meio de sua interface interativa, o GeoGebra possibilita que os estudantes estabeleçam relações entre expressões algébricas, construções geométricas e representações gráficas, favorecendo a compreensão conceitual e o desenvolvimento do pensamento lógico. A natureza dinâmica do ambiente permite a alteração de parâmetros em tempo real, o que amplia as possibilidades de investigação e promove maior autonomia na resolução de problemas.

² <https://www.geogebra.org/download?lang=pt>

Figura 1 - Interface do GeoGebra Calculator Suite no Chromebook



Fonte: Captura de tela do GeoGebra (2025).

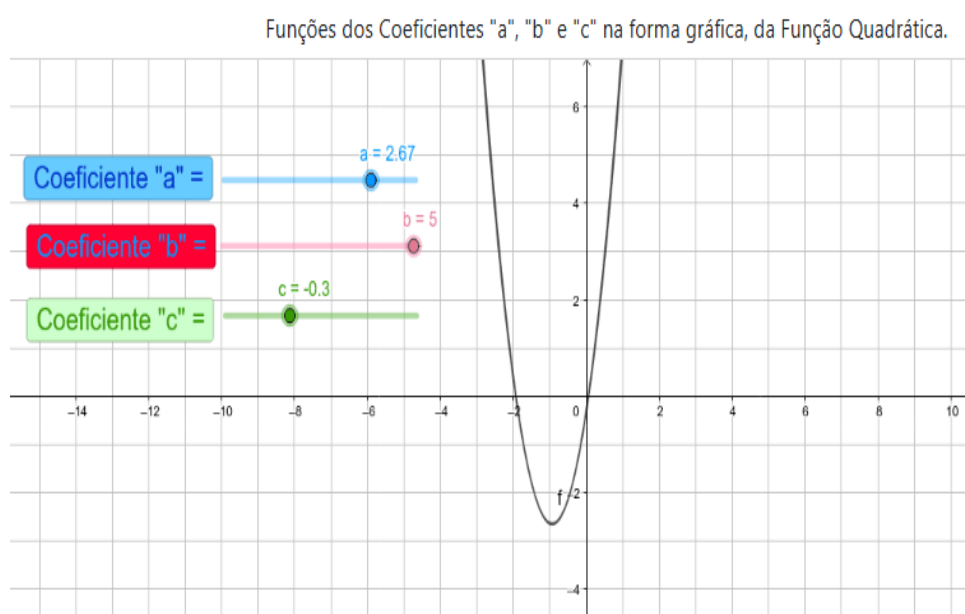
Conforme ilustrado na Figura 1, a interface do GeoGebra Calculator Suite apresenta, em um mesmo ambiente, diferentes janelas interconectadas. À esquerda, visualiza-se a Janela de Álgebra, onde são inseridas as expressões matemáticas (no exemplo, a função $f(x) = x^2 - 4$). À direita, a Janela Gráfica exibe a representação geométrica correspondente, no caso, uma parábola com raízes em $x = -2$ e $x = 2$.

Observa-se o funcionamento das janelas dinamicamente vinculadas: ao modificar um parâmetro na Janela de Álgebra (por exemplo, alterando a função para $f(x) = x^2 + 2$), a parábola na Janela Gráfica se reposiciona instantaneamente, deslocando seu vértice de $(0, -4)$ para $(0, 2)$. Na presente pesquisa, os Chromebooks utilizados pelos estudantes tinham o aplicativo previamente instalado na área de trabalho. A captura de tela acima corresponde à versão utilizada (GeoGebra Calculator Suite), com acesso offline garantido durante as atividades.

Ao manipular objetos matemáticos em tempo real, conforme ilustrado na Figura 2, os alunos conseguem perceber propriedades, relações e padrões que muitas vezes passam despercebidos em abordagens tradicionais. Conforme argumentam Bairral, Assis e Silva (2015), em estudo sobre dispositivos touchscreen na educação matemática, as ações manuais — como arrastar, ampliar, rotacionar e tocar na tela — estão diretamente vinculadas às transformações matemáticas observadas, promovendo uma integração entre o movimento corporal e a construção conceitual. No entanto, o uso de tecnologias digitais como o GeoGebra exige formação docente adequada, infraestrutura tecnológica e intencionalidade pedagógica. Bairral (2020), em sua obra *Ambiência & Redes Online*, alerta que a mera presença do recurso tecnológico não garante inovações significativas; é necessário que o professor compreenda as

potencialidades e limitações dessas ferramentas para integrá-las de maneira crítica ao currículo, criando uma ambiência formativa que favoreça a interação e a construção coletiva do conhecimento. Sem esses elementos, o recurso corre o risco de se tornar apenas um complemento visual, sem provocar mudanças significativas no processo de ensino-aprendizagem. A seguir, vemos uma imagem que exemplifica um pouco do que foi comentado.

Figura 2 - Controle deslizante no GeoGebra

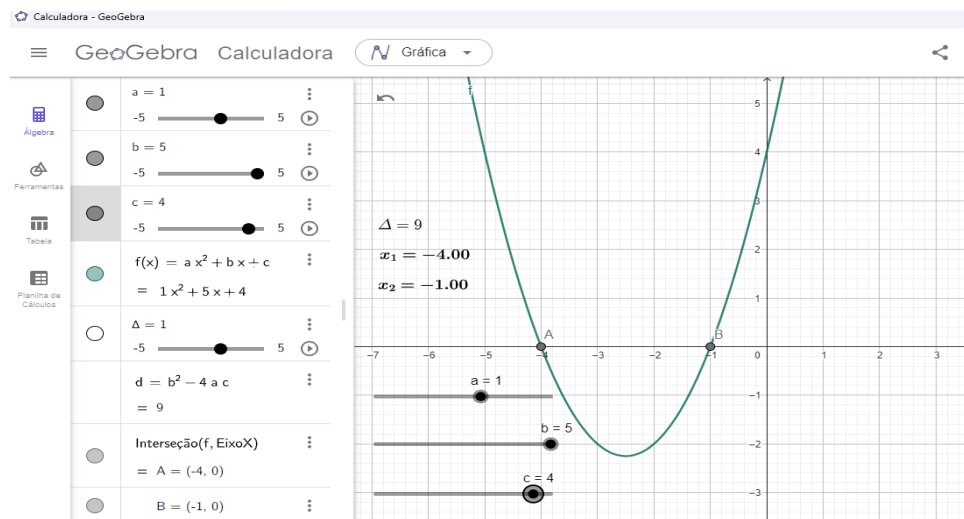


Fonte: Captura de tela do GeoGebra (2025).

Portanto, o GeoGebra pode representar um importante aliado na transformação da prática pedagógica para professores que buscam um aprendizado mais ativo e significativo, além de proporcionar aos estudantes de qualquer nível escolar o favorecimento de experimentações e formulações de conjecturas.

Diferentemente de representações estáticas (papel, lousa), o *software* permite também que o estudante interaja diretamente com os objetos matemáticos, modificando parâmetros e observando as transformações em tempo real. Essa dinamicidade favorece a articulação entre diferentes registros de representação – algébrico, geométrico e tabular – e possibilita a experimentação de hipóteses, a identificação de padrões e a validação de conjecturas (BORBA; SCUCUGLIA; GADANIDIS, 2020).

Figura 3 - Manipulação do GeoGebra com o controle deslizante



Fonte: Captura de tela do GeoGebra (2025).

A visualização e a manipulação são aspectos centrais para a construção do conhecimento matemático quando se utiliza o GeoGebra, conforme ilustrado na Figura 3. A imagem apresenta a interface do GeoGebra Calculator Suite com duas janelas principais dinamicamente vinculadas. Na Janela de Álgebra (à esquerda), estão registrados os parâmetros $a = 1$, $b = 5$ e $c = 4$ da função quadrática $f(x) = ax^2 + bx + c$, resultando na expressão $f(x) = 1x^2 + 5x + 4$. O *software* automaticamente calcula o discriminante ($\Delta = b^2 - 4ac = 9$) e as raízes da função $A = (-4, 0)$ e $B = (-1, 0)$. Na Janela Gráfica (à direita), esses valores são imediatamente representados: a parábola correspondente à função, com concavidade voltada para cima (pois $a = 1 > 0$), intersectando o eixo x exatamente nos pontos $(-4, 0)$ e $(-1, 0)$. Essa interatividade em tempo real permite que o estudante experimente e observe padrões, promovendo uma aprendizagem mais significativa e autônoma.

O uso do GeoGebra no ensino de Matemática evidencia como as tecnologias digitais podem favorecer a visualização, a experimentação e a investigação de conceitos matemáticos. Entretanto, além das ferramentas digitais, outras estratégias pedagógicas têm sido exploradas com o objetivo de ampliar o engajamento dos estudantes no processo de aprendizagem. Nesse contexto, destaca-se a gamificação, abordagem que utiliza elementos característicos dos jogos em ambientes educacionais. Assim, a próxima seção apresenta os principais conceitos relacionados à gamificação e suas contribuições para o ensino.

1.4 Gamificação

A gamificação (ou gamification, em inglês) é a aplicação de elementos de jogos em contextos não lúdicos, como educação, negócios, saúde e marketing, com o objetivo de aumentar o engajamento, a motivação e a produtividade dos participantes. Além disso, aplicam-se os conceitos de jogos, seja por meio de desafios, recompensas e feedbacks.

O termo gamification é atribuído a Nick Pelling, que, em 2002, utilizou a expressão para se referir à aplicação de elementos de jogos em interfaces digitais com o objetivo de torná-las mais atrativas e engajadoras. Embora o termo tenha surgido nesse contexto tecnológico, sua consolidação conceitual ocorreu a partir de 2010, quando passou a ser amplamente discutido em ambientes acadêmicos e corporativos (VIANNA et al., 2013).

Segundo Vianna et al. (2013), a gamificação pode ser compreendida como a utilização de elementos de design de jogos em contextos que não são propriamente jogos. Essa definição delimita o conceito ao destacar que não se trata da criação de um jogo completo, mas da incorporação de mecânicas, dinâmicas e componentes típicos dos jogos — como pontuação, níveis, desafios, recompensas e feedback imediato — em outras áreas, como educação, saúde e gestão empresarial. A popularização do termo foi impulsionada por palestras e publicações voltadas à cultura digital e à motivação, como a apresentação de Jane McGonigal no T&D (Treinamento e Desenvolvimento), intitulada Gaming Can Make a Better World (Os jogos podem tornar o mundo um lugar melhor).

No contexto educacional brasileiro, a gamificação tem sido discutida como estratégia pedagógica capaz de ampliar o engajamento discente e favorecer a participação ativa no processo de aprendizagem. Alves, Minho e Diniz (2014) destacam que a incorporação de elementos característicos dos jogos pode contribuir para tornar o ambiente escolar mais motivador, promovendo maior envolvimento cognitivo e afetivo dos estudantes. De modo semelhante, Fardo (2013) argumenta que a gamificação, quando planejada de forma intencional, pode potencializar experiências de aprendizagem ao estimular metas claras, progressão por níveis e desafios graduais.

Conforme estabelecido por Vianna et al. (2013), obra seminal na área de gamificação no contexto brasileiro, a aplicação de elementos de jogos em contextos diversos, incluindo o educacional, tem o potencial de transformar experiências de aprendizagem ao promover

engajamento e motivação. Essa perspectiva, originalmente desenvolvida para o âmbito empresarial, vem sendo progressivamente incorporada e adaptada ao campo educacional. Estudos mais recentes confirmam e aprofundam tais proposições: Souza et al. (2025), em revisão sistemática sobre gamificação na educação básica, reafirmam a centralidade dos conceitos introduzidos por Vianna et al. (2013), demonstrando sua atualidade e aplicabilidade no contexto escolar contemporâneo. Os autores destacam que os modelos e elementos de gamificação propostos pelos referidos autores continuam a fundamentar pesquisas e práticas pedagógicas na última década, evidenciando a permanência e a relevância dessas contribuições iniciais para a compreensão do fenômeno da gamificação na educação (SOUZA et al., 2025).

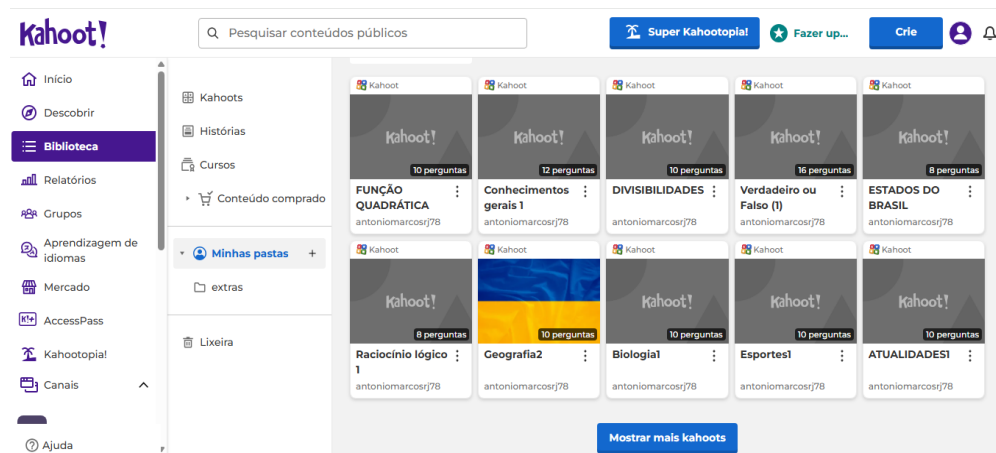
Dessa forma, a gamificação, entendida não como a simples inserção de elementos de jogos nas atividades, mas como uma estratégia pedagógica intencional e fundamentada, constitui o eixo metodológico que orienta a proposta desenvolvida nesta pesquisa, articulando desafios progressivos, feedback constante e metas claras no estudo da função polinomial do segundo grau (função quadrática).

Jogar é uma prática que está inserida em todas as classes da sociedade, envolve participar de um jogo propriamente dito (como videogame, xadrez, futebol), onde o objetivo principal é a diversão, a competição ou o desafio em si, porém apenas a prática de jogar em si não é considerada uma gamificação (OLIVEIRA, 2023, p. 21). Já a gamificação, por outro lado, abrange a aplicação de mecânicas de jogos – como pontos, rankings, recompensas e missões – em contextos não lúdicos, com o objetivo de promover a participação, o engajamento e a motivação dos envolvidos (VIANNA et al., 2013, p. 15). No âmbito educacional, a gamificação visa o engajamento e a motivação dos estudantes na aprendizagem, além de promover melhorias de desempenho, ao transformar atividades pedagógicas em experiências mais atrativas e desafiadoras (FARDO, 2013, p. 64-65). Diferentemente do uso empresarial – que busca fidelização de clientes e lucro –, na educação a gamificação tem como finalidade a construção do conhecimento e o desenvolvimento de competências, como a resolução de problemas, o pensamento estratégico e a autonomia do estudante.

Um exemplo de ferramenta gamificada que pode ser integrada à sala de aula é o aplicativo Kahoot!. Trata-se de uma plataforma de aprendizado baseada em jogos, amplamente utilizada em contextos educacionais. O Kahoot! permite que professores criem quizzes interativos, enquanto os estudantes respondem em tempo real utilizando seus dispositivos (celulares, tablets, Chromebooks ou computadores), sendo necessário, para isso,

acesso à internet. Estudos na área da Educação Matemática têm demonstrado o potencial da ferramenta: Araujo (2025), em pesquisa desenvolvida no âmbito do PROFMAT/UFRN, aplicou o Kahoot! como atividade avaliativa de uma sequência didática sobre funções quadráticas e verificou que quase 96% dos alunos participantes concordaram que recursos tecnológicos como o Kahoot! tornam as aulas de matemática mais interessantes.

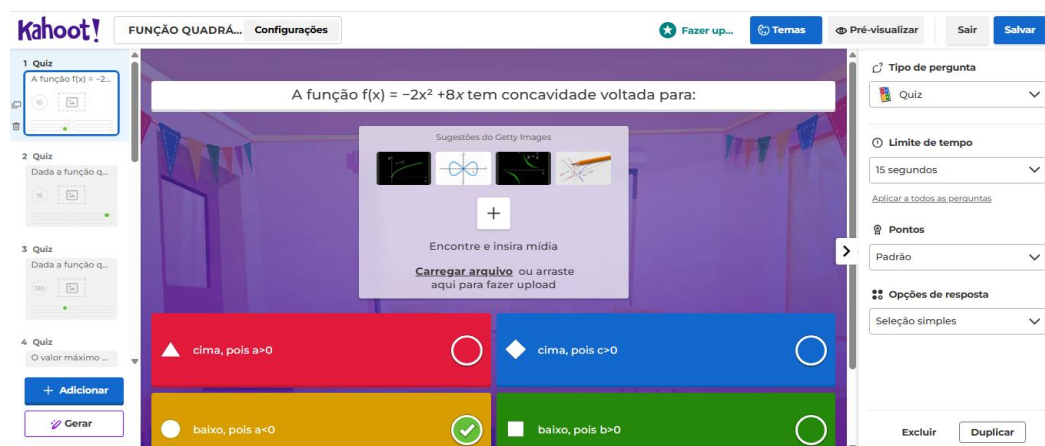
Figura 4 - Interface do aplicativo Kahoot!



Fonte: Captura de tela do site oficial (2025).

Para a criação, o professor acessa o site kahoot.com e cria um quiz (Figura 5), conforme o que for interessante para a turma na disciplina lecionada. Pode adicionar perguntas de múltipla escolha, verdadeiro/falso, respostas curtas e até perguntas baseadas em vídeo. O professor também define o tempo para cada pergunta e os pontos por resposta correta.

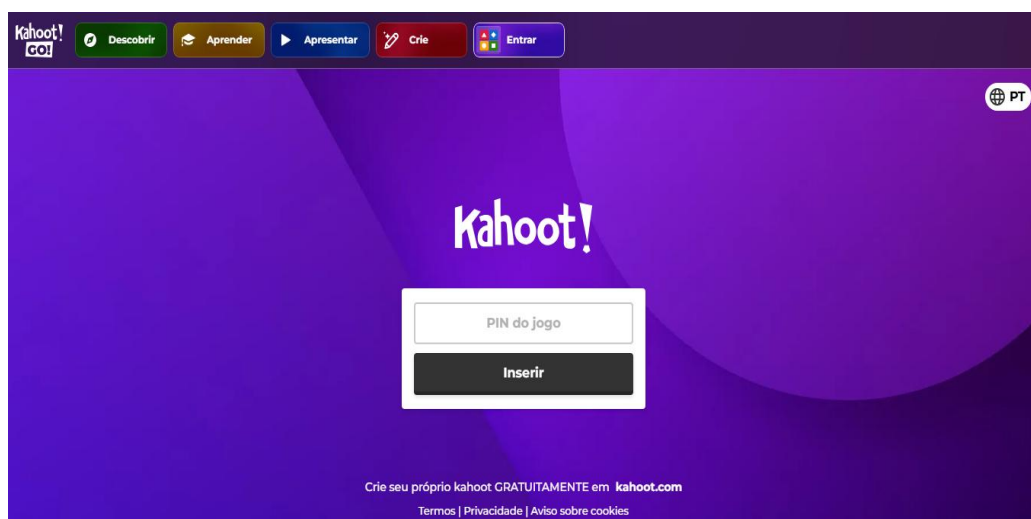
Figura 5 - Interface de criação de quiz na plataforma Kahoot!



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Já os alunos(as) deverão entrar por meio do site kahoot.it (Figura 6) e aguardarão o professor fornecer o PIN (senha) para entrar na sala virtual de perguntas e respostas.

Figura 6 - Tela inicial de acesso dos alunos ao Kahoot por meio do PIN da atividade



Fonte: Kahoot! (2025).

Quando articulado ao uso do GeoGebra, possibilita a exploração gráfica e algébrica de conceitos, o Kahoot pode assumir uma função complementar no ensino de função quadrática. Enquanto o GeoGebra favorece a visualização do comportamento do gráfico, a manipulação de parâmetros da função e a análise das transformações na parábola, o Kahoot pode ser utilizado para sistematizar conceitos, propor desafios conceituais e verificar a consolidação das aprendizagens.

O uso de plataformas gamificadas em sala de aula, como o Kahoot, pode proporcionar aumento no engajamento, maior motivação para as atividades, melhora no foco do processo de aprendizagem, exercício do protagonismo e desenvolvimento escolar (ARAÚJO, 2025). Na presente pesquisa, realizada em uma escola do programa E-Tec (Escola de Novas Tecnologias e Oportunidades), a infraestrutura disponível é diferenciada: há um Chromebook por aluno e a conexão com a internet é fornecida pela própria escola. Contudo, em momentos de maior demanda, o sinal da rede wi-fi institucional pode apresentar instabilidade ou ficar com intensidade reduzida. Diante desse cenário, planejou-se a aplicação de um quiz sobre funções quadráticas utilizando o Kahoot, com organização dos alunos em grupos de 2 a 3 por Chromebook para reduzir o consumo de banda e promover a colaboração entre os pares. Entretanto, em razão dos prazos estabelecidos para a conclusão desta dissertação e do calendário de avaliações da escola, não foi possível viabilizar a aplicação prática dessa

atividade. Ainda assim, a discussão teórica sobre as potencialidades do Kahoot e a descrição do planejamento realizado são apresentadas como contribuição para futuros desdobramentos da pesquisa.

O Quadro 1 apresenta uma síntese dos principais elementos da gamificação e suas possíveis aplicações no contexto da sala de aula de Matemática.

Quadro 1 - Relação entre elementos da gamificação e possíveis aplicações pedagógicas no ensino de matemática

Elemento da gamificação	Aplicação no contexto educacional
Missões (missions)	Desenvolvimento de tarefas ou atividades com objetivos claros que devem ser cumpridos pelos alunos.
Narrativa (storytelling)	Inserção de uma história ou contexto que conduza as atividades, como ocorre no <i>escape room</i> educacional, no qual os estudantes resolvem problemas de forma sequencial para avançar. No produto educacional desta pesquisa, os grupos receberam envelopes numerados com questões sobre funções quadráticas, e só podiam prosseguir ao envelope seguinte após acertarem a questão atual.
Desafios (challenges)	Proposição de problemas ou enigmas matemáticos – elaborados pelo professor – que incentivem o raciocínio lógico e a busca por soluções. No caso da presente pesquisa, cada envelope numerado continha uma questão previamente elaborada sobre funções quadráticas, não havendo, portanto, criação de problemas pelos alunos.
Níveis (levels)	Organização das atividades em etapas progressivas, permitindo que os alunos avancem conforme dominam determinados conteúdos. Caso a resposta esteja incorreta, o grupo é orientado a revisar o raciocínio e tentar novamente na mesma etapa, com o auxílio do professor ou dos próprios colegas, até alcançar o acerto e, só então, prosseguir para o envelope seguinte.
Recompensas (rewards)	Reconhecimento simbólico pelo desempenho dos alunos, como certificados, bônus ou vantagens nas atividades.
Tempo (time)	Jogos com tempo definido para ativar o foco.
Pontuação (points)	Atribuição de pontos aos alunos conforme resolvem corretamente as questões dos envelopes ou finalizam as etapas propostas no <i>escape room</i> educacional.

Rankings ((leaderboards)	Apresentação de classificações ou progresso das equipes, configuradas de forma heterogênea pelo professor (misturando alunos com diferentes níveis de familiaridade com funções quadráticas), com 2 a 3 integrantes por grupo, para estimular a participação e o engajamento, além de promover a colaboração entre pares com diferentes saberes.
--------------------------	--

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

A partir desses elementos, é possível estruturar atividades gamificadas no ambiente educacional, utilizando estratégias que favoreçam o engajamento, a participação ativa e a motivação dos estudantes no processo de aprendizagem. Esses elementos podem ser adaptados para diferentes estratégias pedagógicas no ensino de Matemática, como será discutido no tópico seguinte, no qual se aborda a utilização do *escape room* educacional como recurso didático.

1.5 *Escape Room* e *Escape Room* Educativo

Um *Escape Room*, também conhecido como “jogo de fuga” ou “sala de escape”, é uma atividade que desafia tanto o corpo quanto a mente. Nela, as pessoas ficam presas em um ambiente com um tema especial e precisam resolver enigmas, quebra-cabeças e outros desafios para conseguir escapar antes do tempo acabar.

O conceito inicial de *escape room* tem suas origens em jogos digitais que se popularizaram no início dos anos 2000. Um dos primeiros e mais influentes exemplos foi o jogo *Crimson Room*, desenvolvido pelo japonês Toshimitsu Takagi, no qual o jogador era desafiado a explorar um ambiente virtual trancado e solucionar enigmas lógicos para conseguir escapar. Esses jogos, amplamente disseminados em plataformas baseadas em tecnologia Flash, alcançaram grande popularidade e serviram de inspiração para a criação de versões físicas dos jogos de fuga, que mais tarde viriam a se consolidar como uma prática lúdica e educativa em ambientes diversos.

A primeira sala física de *escape room* foi desenvolvida em 2007 na cidade de Kyoto, no Japão, pela empresa SCRAP, fundada por Takao Kato. A iniciativa visava transpor a lógica dos jogos digitais para o ambiente real, criando experiências imersivas nas quais os participantes, organizados em grupos, eram desafiados a resolver enigmas dentro de salas temáticas e com tempo limitado para escapar.

Em 2011, o conceito de *escape room* chegou à Europa, especificamente à Hungria, com a criação da sala Parapark, na cidade de Budapeste, idealizada por Attila Gyurkovics. Conforme documentado por Nicholson (2016), diferentemente do que possa parecer, os *escape rooms* não surgiram a partir de uma única origem pontual, mas sim de um fenômeno de convergência de múltiplas influências e iniciativas paralelas em diferentes países. Nesse contexto, o Parapark representa um desses polos independentes de criação, desenvolvido sem influência direta das iniciativas japonesas que o precederam.

A primeira sala física de *escape room* no Brasil foi inaugurada em junho de 2015, com contribuições simultâneas de duas marcas pioneiras: o Puzzle Room e o Escape 60', ambas estabelecidas na capital paulista.

O *Escape Room*, portanto, é uma atividade baseada em jogos na qual equipes precisam resolver desafios e enigmas para conseguir sair de um ambiente dentro de um tempo determinado. Para isso, os participantes devem explorar atentamente o espaço e os elementos disponíveis, mobilizando habilidades como trabalho em equipe, comunicação, raciocínio rápido e tomada de decisões. De acordo com Oliveira (2023), esse tipo de dinâmica pode favorecer a colaboração entre os participantes e estimular a resolução de problemas em contextos de aprendizagem.

Dentro do contexto educacional, o professor pode desenvolver experiências personalizadas que atendam aos objetivos específicos de aprendizagem e ao perfil de seus estudantes, incorporando elementos do currículo formal de maneira lúdica e desafiadora, usando para isso a plataforma Google Forms, que poderá ser utilizada para criar *escape room* digital sem necessidade de conhecimentos avançados de programação. No entanto, a mesma dinâmica pode ser adaptada para o formato físico, como ocorreu na presente pesquisa, na qual os estudantes receberam envelopes numerados com questões sobre funções quadráticas, avançando de etapa somente mediante o acerto, sem a mediação de dispositivos eletrônicos.

Parte dos alunos da educação básica atualmente pertence às chamadas Z³ e Alpha⁴, caracterizadas por um intenso e cotidiano contato com as tecnologias digitais e redes sociais. Embora esse excesso de conectividade possa representar um desafio para a atenção e o engajamento nas atividades escolares, ele também pode ser aproveitado como ponto de partida para estratégias pedagógicas inovadoras. Nesse sentido, o professor pode utilizar a mesma linguagem digital com a qual os alunos estão familiarizados para criar atividades motivadoras, como os *escape rooms* educacionais, que promovem engajamento, trabalho em equipe e aprendizagem matemática de forma lúdica e desafiadora.

No campo da Educação Matemática, o *escape room* educativo tem sido utilizado como estratégia ativa de aprendizagem, favorecendo o protagonismo discente, o trabalho colaborativo e o engajamento cognitivo. No produto educacional desenvolvido nesta pesquisa, os alunos foram organizados em grupos de 2 a 3 pessoas e receberam uma sequência de envelopes numerados, cada um contendo uma questão sobre funções quadráticas. Para avançar ao envelope seguinte, o grupo precisava acertar a questão atual – o que exigiu discussão coletiva, negociação de estratégias e verificação mútua das respostas. Essa dinâmica permitiu observar indícios de compreensão e dificuldades: por exemplo, grupos que erravam repetidamente a mesma questão revelavam lacunas conceituais específicas (como confundir o papel do coeficiente b), orientando intervenções pedagógicas.

O *escape room* educacional tem sido utilizado como estratégia pedagógica que incorpora elementos da gamificação, promovendo desafios, colaboração e resolução de problemas em um contexto lúdico.

O *escape room* educacional tem sido utilizado como estratégia pedagógica que incorpora elementos da gamificação, promovendo desafios, colaboração e resolução de

³ Geração Z (são as pessoas nascidas entre 1997 até 2010): A Geração Z, frequentemente denominada como nativos digitais (Prensky, 2001), destaca-se por ter nascido em um período de consolidação da internet e ter desenvolvido suas competências cognitivas em um ambiente marcado por dispositivos móveis, plataformas de redes sociais e conteúdos audiovisuais, como o YouTube. Além disso, valorizam aprender sozinhos, assistindo vídeos, pesquisando e testando por conta própria. Usam várias telas ao mesmo tempo e estão acostumados à informação rápida e fragmentada.

⁴ Geração Alpha (são as pessoas nascidas a partir de 2010): A Geração Alpha, classificada como ultranativos digitais (McCrindle, 2014), diferencia-se por ter sido socializada em um contexto tecnológico ainda mais avançado, permeado por assistentes de voz, realidade aumentada e inteligência artificial embarcada em dispositivos cotidianos. Aprendem por meio da experimentação e da gamificação. Têm menor tolerância a métodos tradicionais (aulas expositivas, textos longos). Precisam de estímulos variados, com atividades curtas, visuais e sensoriais. Crescem em um mundo com forte presença da cultura maker e do aprendizado baseado em projetos.

problemas em um contexto lúdico.

Embora a gamificação e o escape room educacional compartilhem elementos de jogos, eles apresentam diferenças fundamentais em sua estrutura, objetivos e mecânicas. O Quadro 2 sintetiza essas diferenças.

Quadro 2 - Diferenças entre gamificação e *escape room* educacional

Critério	Gamificação	<i>Escape room</i> educacional
Definição	Aplicação de elementos de jogos (pontos, rankings, níveis) em contextos não-lúdicos, como a sala de aula.	Atividade baseada no formato "escape room", onde os alunos resolvem enigmas e desafios para "escapar" ou completar uma missão em um tempo determinado.
Estrutura	Contínua / ao longo do tempo.	Pontual / evento fechado (ex: uma aula, 50 minutos).
Objetivo	Engajar, motivar e reconhecer progresso.	Resolver problemas em equipe sob pressão de tempo.
Exemplo	Aluno ganha 10 pontos por exercício resolvido; sobe de nível após 100 pontos.	Alunos recebem envelopes numerados; só avançam ao acertar a questão.

Fonte: Elaborado pelo autor (2026).

No Quadro 3 são apresentados alguns dos principais elementos que compõem essa abordagem e suas finalidades pedagógicas no processo de aprendizagem.

Quadro 3 - Elementos do *escape room* educacional e suas contribuições para o processo de aprendizagem matemática

Elementos do <i>Escape Room</i> Educacional	Finalidade Pedagógica
Narrativa ou história	Criar um contexto motivador que envolva os estudantes na atividade proposta.
Enigmas ou desafios	Estimular o raciocínio lógico, a interpretação e a resolução de problemas matemáticos.
Trabalho em equipe	Promover a colaboração entre os estudantes e a troca de estratégias para resolução das atividades.
Sequência de pistas	Orientar progressivamente os alunos na construção do conhecimento e na superação

	das etapas da atividade.
Tempo limitado	Incentivar a concentração, a tomada de decisões e o dinamismo durante a resolução dos desafios.
Objetivo final (escapar ou concluir a missão)	Estimular o engajamento e a persistência dos alunos até a conclusão das atividades propostas.

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

A dinâmica do *escape room* educacional descrita – com envelopes numerados, questões sobre funções quadráticas e a exigência de acerto para avançar – alinha-se aos pressupostos da Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel. Segundo essa teoria, a aprendizagem ocorre de forma substantiva quando novas informações se relacionam, de maneira não arbitrária, com estruturas cognitivas já existentes (AUSUBEL, 2003 apud TRINDADE, 2022, p. 12). No contexto do *escape room*, os conhecimentos prévios dos estudantes – como a noção de gráfico cartesiano, a resolução de equações do segundo grau e a compreensão elementar de funções – funcionam como subsunçores (ou ideias-âncora) para a assimilação dos novos conceitos abordados nas questões: vértice, raízes, concavidade e coeficientes da função quadrática. A exigência de acertar a questão atual para avançar ao envelope seguinte força o estudante a estabelecer essa relação substantiva entre o que já sabe e o novo conteúdo, pois o erro revela uma ancoragem inadequada, e o acerto, uma assimilação bem-sucedida.

Assim, no capítulo seguinte serão apresentados aspectos curriculares relacionados a esse conteúdo, com base nos Parâmetros Curriculares Nacionais e na Base Nacional Comum Curricular, bem como um levantamento de estudos presentes na literatura que discutem o ensino desse conteúdo no contexto da Educação Básica.

CAPÍTULO II - FUNÇÕES POLINOMIAIS DO 2º GRAU: ENSINO E ASPECTOS CURRICULARES NOS PCN E NA BNCC

Este capítulo tem por finalidade apresentar aspectos curriculares relacionados ao ensino de funções polinomiais do segundo grau, tomando como referência documentos orientadores da educação básica no Brasil: os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) e a Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Esses documentos são fundamentais para esta pesquisa porque estabelecem diretrizes que justificam a escolha do objeto de estudo (funções quadráticas), da metodologia (escape room educacional) e dos recursos tecnológicos (GeoGebra). A princípio, examina-se como o conceito de função é abordado nos PCN, destacando orientações voltadas ao ensino de Matemática na educação básica. Em seguida, verifica-se a abordagem presente na BNCC, evidenciando as competências e habilidades relacionadas ao estudo das funções no Ensino Médio – como a competência específica de Matemática 3 (resolução de problemas) e a competência geral 5 (cultura digital). Posteriormente, são discutidas as implicações desses documentos para o desenvolvimento da presente pesquisa, articulando as diretrizes curriculares com a proposta do escape room educacional e o uso do GeoGebra. Na sequência, apresenta-se um levantamento de literatura sobre o ensino de função quadrática e o uso de tecnologias digitais no ensino de Matemática. Por fim, o capítulo é encerrado com uma síntese das principais discussões, conectando os referenciais curriculares aos objetivos da investigação.

2.1 Funções nos PCN

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) estabelecem o estudo das funções no Ensino Médio, reconhecendo-as como eixo estruturador da Matemática escolar. Em complemento, as Orientações Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (OCEN) detalham orientações didáticas específicas para o ensino da função quadrática, conforme se lê:

O estudo da função quadrática pode ser motivado via problemas de aplicação, em que é preciso encontrar um certo ponto de máximo (clássicos problemas de determinação de área máxima). O estudo dessa função – posição do gráfico, coordenadas do ponto de máximo/mínimo, zeros da função – deve ser realizado de forma que o aluno consiga estabelecer as relações entre o “aspecto” do gráfico e os coeficientes de sua expressão algébrica, evitando-se a memorização de regras. O trabalho com a forma fatorada ($f(x) = a \cdot (x - m)^2 + n$) pode ser um auxiliar importante nessa compreensão. Nesse estudo, também é pertinente deduzir a fórmula que calcula os zeros da função quadrática (a fórmula de Bhaskara) e a identificação do gráfico da função quadrática com a curva parábola, entendida esta como o lugar geométrico dos pontos do plano que são equidistantes de um ponto fixo (o foco) e de uma reta (a diretriz). (BRASIL, 2006, p. 73)

Essas orientações do documento dialogam diretamente com a proposta da presente pesquisa. No *escape room* educacional desenvolvido, os alunos são desafiados a estabelecer relações entre coeficientes e gráfico (por exemplo, ao modificar o coeficiente a no GeoGebra e observar a concavidade da parábola) e a resolver problemas contextualizados (como determinar o vértice ou as raízes para avançar nos envelopes numerados), exatamente como preconizado no documento.

No Ensino Fundamental, a abordagem visa preparar o estudante para etapas posteriores, por meio do estudo de relações entre grandezas, proporcionalidade, e interpretação de gráficos – conhecimentos prévios que funcionam como subsunçores para a aprendizagem significativa das funções quadráticas no Ensino Médio.

Para o Ensino Médio, os PCN recomendam que as funções polinomiais do 2º grau sejam trabalhadas para além da manipulação algébrica, enfatizando:

- Articulação entre representações algébrica, gráfica e tabular (favorecida pelo uso do GeoGebra);
- Interpretação dos coeficientes (explorada nos desafios do *escape room*);
- Resolução de problemas contextualizados (presente nos envelopes numerados);
- Análise de fenômenos modeláveis por funções quadráticas (como problemas de máximo/mínimo).

Essas ênfases dos PCN alinham-se às competências da BNCC que serão discutidas adiante, em especial à Competência Específica de Matemática 3 (resolução de problemas) e à Competência Geral 5 (cultura digital), que fundamentam o uso de tecnologias e metodologias ativas no ensino de funções quadráticas.

2.2 Funções na BNCC

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) organiza o ensino de Matemática por competências e habilidades, explicitando aprendizagens progressivas do Ensino Fundamental ao Médio. Dentre as competências gerais, destaca-se a Competência Geral 5 – Cultura Digital, que prevê a compreensão, o uso e a criação de tecnologias digitais de forma crítica, significativa e ética nas diversas práticas sociais (BNCC, 2018). No âmbito específico da Matemática, a Competência Específica 3 – Resolução de Problemas orienta o desenvolvimento da capacidade de resolver e elaborar problemas com criatividade, recorrendo a diferentes

estratégias e formas de registro – aspectos centrais da proposta do *escape room* educacional desenvolvido nesta pesquisa.

Essas competências estão alinhadas à visão mais ampla da BNCC sobre o papel da escola no século XXI. Em sua seção dedicada aos fundamentos pedagógicos, o documento reconhece que os estudantes estão inseridos em um novo contexto global e aponta as competências que devem ser promovidas ao longo do processo de escolarização:

No novo cenário mundial, reconhecer-se em seu contexto histórico e cultural, comunicar-se, ser criativo, analítico-crítico, participativo, aberto ao novo, colaborativo, resiliente, produtivo e responsável requer muito mais do que o acúmulo de informações. Requer o desenvolvimento de competências para aprender a aprender, saber lidar com a informação cada vez mais disponível, atuar com discernimento e responsabilidade nos contextos das culturas digitais, aplicar conhecimentos para resolver problemas, ter autonomia para tomar decisões, ser proativo para identificar os dados de uma situação e buscar soluções, conviver e aprender com as diferenças e as diversidades. (BRASIL, 2018, p.14).

No Ensino Fundamental, a noção de função é construída gradualmente por meio do estudo de variação e dependência entre grandezas. O conceito de função quadrática não é aprofundado nessa etapa, porém isso não impede a consolidação de pré-requisitos importantes para seu estudo posterior.

No Ensino Médio, a função quadrática é abordada explicitamente dentro da unidade temática Números e Álgebra. Entre as habilidades relacionadas, segundo a BNCC (2018, p. 543), destacam-se aquelas que dialogam diretamente com a metodologia empregada nesta pesquisa:

(EM13MAT302) Construir modelos empregando as funções polinomiais de 1º ou 2º graus, para resolver problemas em contextos diversos, com ou sem apoio de tecnologias digitais.

(EM13MAT402) Converter representações algébricas de funções polinomiais de 2º grau em representações geométricas no plano cartesiano, distinguindo os casos nos quais uma variável for diretamente proporcional ao quadrado da outra, recorrendo ou não a *softwares* ou aplicativos de álgebra e geometria dinâmica, entre outros materiais.

(EM13MAT502) Investigar relações entre números expressos em tabelas para representá-los no plano cartesiano, identificando padrões e criando conjecturas para generalizar e expressar algebricamente essa generalização, reconhecendo quando essa representação é de função polinomial de 2º grau do tipo $y = ax^2$.

(EM13MAT503) Investigar pontos de máximo ou de mínimo de funções quadráticas em contextos envolvendo superfícies, Matemática Financeira ou Cinemática, entre outros, com apoio de tecnologias digitais.

Essas habilidades nacionais são diretamente contempladas pela sequência didática aqui proposta: o uso do GeoGebra atende à habilidade EM13MAT402 (conversão entre

representações algébrica e geométrica), enquanto a dinâmica do escape room com envelopes numerados – que exige a resolução de problemas para avanço de etapas – alinha-se às habilidades EM13MAT302 (construção de modelos para resolver problemas) e EM13MAT503 (investigação de pontos de máximo/mínimo com apoio tecnológico).

Embora a BNCC estabeleça códigos nacionais para as habilidades do Ensino Médio, alguns estados, como o Rio de Janeiro, apresentam desdobramentos próprios, identificados por sufixos adicionais, sem alterar a essência normativa. Segundo a Secretaria de Estado de Educação do Rio de Janeiro (2026, p. 41-42), esses desdobramentos reforçam ainda mais a articulação com tecnologias e metodologias ativas:

(EM13MAT302.RJ03) Construir modelos matemáticos baseados em funções algébricas (modelagem matemática).

(EM13MAT402.RJ01) Associar as representações algébricas de funções polinomiais do 2º grau em representações gráficas no plano cartesiano mostrando algumas aplicações à tecnologia e à sustentabilidade, utilizando ou não *softwares*.

(EM13MAT402.RJ02) Interpretar gráficos de funções polinomiais do 2º grau, através de problemas do cotidiano que mostrem os zeros das funções, utilizando ou não jogos lúdicos e recursos digitais.

Essas habilidades estaduais corroboram a escolha metodológica desta pesquisa, que integra o GeoGebra (*software* de matemática dinâmica) e o *escape room* educacional (jogo lúdico) no estudo das funções quadráticas, em conformidade com as diretrizes curriculares nacionais e estaduais. As demais habilidades previstas no desdobramento estadual, embora pertinentes ao estudo das funções, não serão listadas neste texto por não estarem diretamente articuladas com os procedimentos adotados na presente pesquisa.

2.3 Implicações para a pesquisa

A sequência didática desenvolvida nesta dissertação, ao integrar o uso do GeoGebra e a metodologia do *escape room* educacional no ensino da função quadrática, dialoga diretamente com as recomendações dos PCN e com as habilidades previstas na BNCC. Ao promover a articulação entre representações, a análise dos coeficientes, a resolução de problemas e o uso de tecnologias digitais, a proposta favorece o desenvolvimento de competências estabelecidas tanto para a Educação Básica quanto para a área de Matemática.

Especificamente, a pesquisa alinha-se à Competência Geral 5 – Cultura Digital, que prevê a compreensão, a utilização e a criação de tecnologias digitais de forma crítica, significativa e ética (BNCC, 2018). No âmbito da Matemática, a proposta atende à Competência

Específica 3 – Resolução de Problemas, que orienta o desenvolvimento da capacidade de resolver e elaborar problemas com criatividade, recorrendo a diferentes estratégias e formas de registro. Além disso, articula-se com a Competência Específica 5 – Modelagem Matemática, ao utilizar processos de investigação para analisar e modelar situações reais com apoio de tecnologias digitais.

Essas competências são operacionalizadas por meio de habilidades específicas da BNCC, como a EM13MAT302 (construção de modelos empregando funções polinomiais para resolver problemas), EM13MAT502 (investigação de padrões e criação de conjecturas a partir da variação de parâmetros da função quadrática), EM13MAT402 (conversão entre representações algébricas e geométricas) e EM13MAT503 (investigação de pontos de máximo/mínimo com apoio de tecnologias digitais). Dessa forma, a proposta evidencia a coerência entre o currículo oficial e as práticas pedagógicas adotadas, reforçando a pertinência da sequência didática no contexto do ensino de Matemática.

A fim de explicitar esse alinhamento, apresenta-se a seguir o Quadro 4 que relaciona as habilidades da BNCC com as atividades desenvolvidas ao longo da sequência didática, indicando também as competências gerais e específicas que cada atividade mobiliza.

Quadro 4 - Relação entre habilidades da BNCC e a sequência didática proposta

Habilidades da BNCC	Descrição	Relação com a sequência didática
EM13MAT302	Construir modelos com funções polinomiais de 1º e 2º grau em diferentes contextos.	Atividade de modelagem em que os alunos constroem funções a partir de imagens do cotidiano.
EM13MAT402	Converter representações algébricas de funções polinomiais de 2º grau em representações geométricas no plano cartesiano.	Uso do GeoGebra para explorar a relação entre expressão algébrica e gráfico da função.
EM13MAT502	Investigar relações numéricas e representações no plano cartesiano.	Exploração dos coeficientes por meio de controles deslizantes e análise de padrões na parábola.

EM13MAT503	Investigar pontos de máximo ou de mínimo de funções quadráticas em contextos envolvendo superfícies, Matemática Financeira ou Cinemática, entre outros, com apoio de tecnologias digitais	Atividades envolvendo análise do vértice da parábola e interpretação de situações de máximo e mínimo.
------------	---	---

Fonte: Elaborado pelo autor, com base em Brasil (2018).

A partir do quadro apresentado, observa-se que a sequência didática desenvolvida contempla diferentes habilidades previstas na BNCC para o ensino de funções quadráticas. Destaca-se, especialmente, a articulação entre representações algébricas e gráficas, a resolução de problemas contextualizados e o uso de tecnologias digitais como suporte à aprendizagem. Esse alinhamento mostra que a proposta não apenas favorece a compreensão dos conceitos matemáticos, mas também atende às orientações curriculares vigentes, reforçando sua relevância pedagógica e sua aplicabilidade no contexto escolar.

2.4 Levantamento de Literatura

Recursos como o *software* GeoGebra, *softwares* educacionais dinâmicos, atividades lúdicas baseadas em gamificação e estratégias como o escape room educacional têm sido explorados por pesquisadores como Araújo (2025) e Oliveira (2023) como alternativas para promover maior engajamento dos estudantes e favorecer a compreensão dos conteúdos matemáticos.

Nesse contexto, com vistas a atender ao segundo objetivo específico desta pesquisa – "realizar levantamento de literatura em pesquisas acadêmicas (prioritariamente dissertações de mestrado profissional, mas incluindo também teses de doutorado e dissertações acadêmicas) que se voltem para o ensino de funções quadráticas envolvendo o uso de tecnologias digitais nos últimos 10 anos" – realizou-se um levantamento bibliográfico no período de 2015 a 2025. Para auxiliar na definição inicial dos descritores e na organização dos resultados, foram utilizadas três ferramentas baseadas em inteligência artificial: ChatGPT, Deepseek e Quillbot. O ChatGPT foi empregado na fase exploratória para sugerir combinações de palavras-chave e sinônimos relacionados aos temas centrais da pesquisa (GeoGebra, função quadrática, escape room, gamificação). O Deepseek foi utilizado como ferramenta complementar para validação e ampliação das strings de busca, conferindo robustez à estratégia de pesquisa. O Quillbot, por sua vez, auxiliou na reformulação de trechos da revisão de literatura, contribuindo para a clareza

e a fluência textual, sem, no entanto, substituir a análise crítica e a seleção dos trabalhos pelo pesquisador. Ressalta-se que todas as sugestões geradas pelas ferramentas foram revisadas, validadas e ajustadas manualmente, cabendo exclusivamente ao autor a definição final dos descritores, a aplicação das strings de busca, a triagem dos resultados e a redação definitiva do texto. As referências bibliográficas utilizadas nesta pesquisa foram consultadas diretamente nas obras originais indicadas nas referências.

A busca foi conduzida prioritariamente no Google Acadêmico, complementada por consultas ao Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES e ao repositório do PROFMAT. A escolha do Google Acadêmico como ferramenta principal justifica-se por sua abrangência, pela indexação de periódicos e repositórios institucionais, pelo acesso gratuito e pela possibilidade de recuperar trabalhos acadêmicos de diferentes fontes em uma única interface, o que o torna adequado para um mapeamento inicial da literatura na área de Educação Matemática.

A partir da definição dos descritores (ou palavras-chave) e da aplicação dos operadores booleanos (AND, OR, NOT), foram elaboradas seis combinações de termos que constituíram as strings de busca. O Quadro 5 apresenta essas strings e o respectivo número de trabalhos obtidos em cada uma no Google Acadêmico com o filtro temporal 2015-2025.

Quadro 5 - Resultados das strings de busca no Google Acadêmico (período 2015-2025)

Ordem/Foco da String	String de busca	Resultados
1. Foco no uso do GeoGebra e função quadrática	("GeoGebra") AND ("função polinomial do 2º grau" OR "função quadrática" OR "quadratic function") AND ("ensino médio" OR "high school" OR "secondary education")	1.770
2. GeoGebra e tecnologias digitais no ensino médio	("GeoGebra") AND ("tecnologias digitais" OR "digital technologies" OR "ICT" OR "educational technologies") AND ("ensino médio" OR "high school")	11.200
3. Função quadrática e tecnologias digitais	("função polinomial do 2º grau" OR "função quadrática" OR "quadratic function") AND ("tecnologias digitais" OR "digital technologies" OR "ICT") AND ("ensino médio" OR "high school")	1.260
4. <i>Escape room</i> e ensino de Matemática	("escape room" OR "educational escape room" OR "breakout edu") AND ("matemática" OR "mathematics") AND ("ensino médio" OR "high school")	2.180

5. GeoGebra e <i>Escape room</i>	("GeoGebra") AND (" <i>escape room</i> " OR "educational <i>escape room</i> " OR "breakout edu") AND ("ensino médio" OR "high school")	152
6. Pesquisa mais ampla: tecnologias digitais no ensino de funções quadráticas	("função quadrática" OR "quadratic function") AND ("tecnologias digitais" OR "digital technologies" OR "ICT") AND ("matemática" OR "mathematics") AND ("ensino médio" OR "high school")	1.160

Fonte: Elaborado pelo autor (2026).

Com base nos resultados do Quadro 5, as seis strings de busca foram aplicadas no Google Acadêmico com o filtro temporal 2015-2025, registrando-se o número de resultados obtidos para cada combinação. A primeira string – com foco direto no uso do GeoGebra para o ensino de função quadrática no Ensino Médio – resultou em 1.770 trabalhos, volume considerado gerenciável para uma análise qualitativa. A string 4 – focada no *escape room* educacional aplicado ao ensino de Matemática – resultou em 2.180 trabalhos, também sendo selecionada por contemplar o segundo eixo central desta pesquisa. A string 5, que combinava os dois eixos centrais (GeoGebra e *escape room*), apresentou volume reduzido (152 resultados), indicando que a produção acadêmica sobre essa articulação específica ainda é incipiente – o que reforça a relevância e a originalidade da presente investigação.

As demais combinações foram descartadas com base nos seguintes critérios: a string 2 apresentou volume excessivo (11.200 resultados), inviabilizando uma análise aprofundada; as strings 3 e 6, embora com volumes adequados (1.260 e 1.160 resultados, respectivamente), apresentavam menor foco direto nos eixos centrais da pesquisa (GeoGebra e *escape room*) em comparação com as strings 1 e 4. Diante dessa análise comparativa, optou-se por tomar as strings 1 e 4 como ponto de partida para o levantamento bibliográfico.

Após a aplicação das strings 1 e 4, procedeu-se à triagem manual dos resultados, com base na leitura de títulos e resumos, para identificar os trabalhos diretamente relacionados aos eixos centrais da pesquisa (GeoGebra, *escape room* e função quadrática). Foram aplicados os seguintes critérios de inclusão: (i) trabalhos que abordassem o ensino de funções quadráticas; (ii) que utilizassem o GeoGebra como recurso pedagógico ou discutissem o *escape room* educacional no ensino de Matemática; (iii) que fossem dissertações de mestrado (profissional ou acadêmico) ou teses de doutorado. Foram excluídos os trabalhos que: (i) não se referiam ao Ensino Médio; (ii) abordavam funções quadráticas apenas de forma periférica; (iii) não apresentavam produto educacional ou sequência didática (no caso dos mestrados profissionais)

ou contribuição teórica relevante (no caso de teses e dissertações acadêmicas).

Após o refinamento das strings de busca – que consistiu em adicionar o termo "função quadrática" à string 4 original e o termo "*escape room*" à string 1 original –, as duas strings foram aplicadas no Google Acadêmico com o filtro temporal 2015-2025. O Quadro 6 apresenta os resultados obtidos para cada string.

Quadro 6 - Resultados das buscas refinadas no Google Acadêmico (período 2015-2025)

String	Descrição	Resultados
String 1 refinada	("GeoGebra") AND ("função polinomial do 2º grau" OR "função quadrática" OR "quadratic function") AND ("ensino médio" OR "high school" OR "secondary education") AND "escape room"	10
String 4 refinada	("escape room" OR "educational escape room" OR "breakout edu") AND ("função quadrática" OR "quadratic function") AND ("matemática" OR "mathematics")	27
Relação	Os 10 trabalhos da string 1 estão contidos nos 27 da string 4	String 1 $\subset$ String 4

Fonte: Elaborado pelo autor (2026).

Verificou-se que todos os 10 trabalhos recuperados pela string 1 refinada estão contidos no conjunto de 27 trabalhos da string 4 refinada, ou seja, a string 1 é um subconjunto da string 4. Essa relação indica que a string 4, por ser mais abrangente (não exige a presença do termo "GeoGebra"), captura um espectro mais amplo de pesquisas sobre *escape room* no ensino de função quadrática, enquanto a string 1 refina esse universo para os trabalhos que mencionam explicitamente o GeoGebra. A sobreposição total entre os trabalhos da string 1 e a string 4 demonstra a consistência metodológica das buscas, uma vez que os trabalhos mais específicos (*GeoGebra* + *escape room*) são naturalmente um subconjunto dos trabalhos mais abrangentes (*escape room* + função quadrática).

Ao final, considerando a string 4 refinada como base para o levantamento por sua maior

abrangência, foram identificados 27 trabalhos diretamente relacionados aos eixos centrais da pesquisa, os quais foram submetidos à triagem manual para seleção daqueles mais pertinentes à análise aprofundada.

A partir da aplicação dos critérios de inclusão e exclusão definidos na metodologia, foram selecionados 13 trabalhos para análise aprofundada, sendo 11 recuperados pelas strings de busca e dois adicionais incluídos por sua elevada relevância temática, os quais são apresentados no Quadro 7. Os trabalhos adicionais são Oliveira (2023) e Araujo (2025): o primeiro aborda a construção de *escape rooms* educacionais no Google Forms; o segundo investiga o uso do GeoGebra e do Kahoot no ensino de funções quadráticas. Essas referências complementam o levantamento por dialogarem diretamente com os eixos centrais da pesquisa.

Quadro 7 - Trabalhos selecionados no levantamento bibliográfico (período 2015-2025)

Autor	Título	Tipo	Ano
De Moraes, F. D.; Ellensohn, R. M.; Barin, C. S.	Ilha das funções quadráticas: um jogo digital desenvolvido com o uso do genially	Artigo	2022
Ferauche, Victor	Ensino e aprendizagem do pensamento algébrico no Ensino Médio: desafios e estratégias	Dissertação	2025
Caldas, Janini Gomes	Gamificação em aulas de matemática: um processo de integração de tecnologias digitais ao currículo	Dissertação	2022
Cruz, Paulo Fernando Costa da	A visualização matemática em jogos educacionais digitais no Brasil	Dissertação	2025
Quevedo Gutiérrez, E.; Zapatera Llinares, A.	Assessment of scratch programming language as a didactic tool to teach functions	Artigo	2021
Silva, Adriano dos Santos da	O livro-jogo como ferramenta lúdica, matemática e tecnológica no desenvolvimento de habilidades	Dissertação	2022

Harter, F. V.; Harter, F. A. V.; Alves, R. S.	"O poder das funções" – Um Escape Room educativo na formação docente contribuindo para o ensino de matemática	Artigo	2025
Maaß, Katja ICSE	A key-competence approach to teaching standard topics in STEM	Artigo em anais	2023
Lewis-Davis, Celita Marie	A Descriptive Qualitative Study on Algebra I Teachers' Perceptions of Math Literacy	Tese	2022
Morgado, L.; Beck, D.; O'Shea, P	Bridging the gaps: an updated mapping of the uses of immersive learning environments	Artigo	2025
Teixeira, João Afonso Martins	Mudança de Perspetiva: De Aluno a Professor	Dissertação	2024
Oliveira, Rafael Marques de	Construção de produtos educacionais na forma de jogos digitais no Google forms no estilo Escape Room	Dissertação	2023
Araujo, Evaldo Gonçalves de	Aprendizagem de funções quadráticas apoiada nas tecnologias digitais Geogebra e Kahoot	Dissertação	2025

Fonte: Elaborado pelo autor (2026).

A partir dos 13 trabalhos selecionados no levantamento bibliográfico, é possível identificar algumas tendências e lacunas na produção acadêmica sobre o ensino de funções quadráticas com tecnologias digitais, no período de 2015 a 2025.

Quanto ao tipo de publicação, predominam as dissertações de mestrado (7), seguidas por artigos de periódicos (5) e uma tese de doutorado (1). A presença significativa de dissertações, especialmente do PROFMAT, indica que a pesquisa sobre o uso de tecnologias digitais no ensino de funções quadráticas e áreas afins tem sido fortemente impulsionada por programas de mestrado profissional em Matemática.

Quanto às tecnologias utilizadas, observa-se uma diversidade de ferramentas. O GeoGebra é mencionado direta ou indiretamente em trabalhos como os de De Moraes et al.

(2022), Cruz (2025), Teixeira (2024) e Araujo (2025), evidenciando sua consolidação como *software* de geometria dinâmica no ensino de Matemática. O Kahoot aparece como ferramenta de gamificação em Araujo (2025). O Scratch é utilizado por Quevedo Gutiérrez & Zapatera Llinares (2021) para o ensino de funções. A gamificação e os jogos digitais são centrais nos trabalhos de Caldas (2022), Silva (2022) e Cruz (2025). Os *escape rooms* educacionais aparecem explicitamente nos trabalhos de Ferauche (2025), Harter, Harter & Alves (2025), Teixeira (2024) e Oliveira (2023), sendo esta uma temática emergente na área.

Quanto ao foco temático, seis trabalhos (DE MORAES et al., 2022; FERAUCHE, 2025; QUEVEDO GUTIÉRREZ & ZAPATERA LLINARES, 2021; HARTER, HARTER & ALVES, 2025; MAAß, 2023; LEWIS-DAVIS, 2022) abordam diretamente o ensino de funções (incluindo funções quadráticas ou pensamento algébrico). Os demais trabalhos (CALDAS, 2022; CRUZ, 2025; SILVA, 2022; MORGADO, BECK & O'SHEA, 2025; TEIXEIRA, 2024; OLIVEIRA, 2023; ARAUJO, 2025) tratam de temas correlatos – gamificação, jogos digitais, ambientes imersivos, *escape rooms*, formação de professores e uso do GeoGebra em dispositivos móveis – que contribuem para a fundamentação teórica e metodológica da pesquisa.

Quanto à articulação entre os eixos centrais da pesquisa (GeoGebra + escape room + função quadrática), observa-se que nenhum dos trabalhos recuperados combina esses três elementos simultaneamente. Harter, Harter & Alves (2025) e Ferauche (2025) abordam escape room e funções, mas não mencionam o GeoGebra. De Moraes et al. (2022), Cruz (2025) e Araujo (2025) abordam GeoGebra/jogos digitais e funções, mas não mencionam escape room. Teixeira (2024) aborda GeoGebra e escape room, mas não especificamente funções quadráticas. Oliveira (2023) aborda escape room no Google Forms, mas não especificamente funções quadráticas. Essa lacuna evidencia a originalidade da presente pesquisa, que articula os três eixos – GeoGebra, escape room educacional e função quadrática – em uma sequência didática aplicada no Ensino Médio.

Quanto ao nível de ensino, a maioria dos trabalhos é voltada para o Ensino Médio ou equivalente (3º ciclo do Ensino Básico/Secundário). Um trabalho (MORGADO, BECK & O'SHEA, 2025) aborda ambientes imersivos de forma geral, sem especificar nível de ensino. Uma tese (LEWIS-DAVIS, 2022) investiga a percepção de professores de Álgebra I (equivalente ao 9º ano/1ª série do Ensino Médio). Essa convergência indica que o Ensino Médio é o principal lócus de pesquisa sobre o uso de tecnologias digitais no ensino de funções.

Por fim, destaca-se que o período de publicação dos trabalhos selecionados (2021-2025) coincide com o aumento da produção acadêmica sobre gamificação, tecnologias digitais e metodologias ativas no ensino de Matemática, impulsionado pelo contexto pós-pandemia e pela consolidação da BNCC, que enfatiza o uso de tecnologias digitais e a resolução de problemas no currículo do Ensino Médio.

O Quadro 8 sintetiza as principais tendências identificadas a partir da análise dos 13 trabalhos selecionados, organizando-as por categorias.

Quadro 8 - Síntese do levantamento bibliográfico (período 2015-2025)

Categoria	Observação
Tipos de publicação	7 dissertações, 5 artigos, 1 tese
Tecnologias mais utilizadas	GeoGebra (7), gamificação/jogos digitais (5), escape room (4), Scratch (1), Kahoot (1)
Foco temático predominante	Funções / pensamento algébrico (6), geometria (2), gamificação geral (2), escape room (4)
Articulação dos três eixos (GeoGebra + escape room + função quadrática)	Nenhum trabalho combina os três eixos simultaneamente – lacuna identificada
Nível de ensino predominante	Ensino Médio (10)

Fonte: Elaborado pelo autor (2026).

A síntese apresentada no Quadro 8 evidencia que as pesquisas recentes sobre o ensino de Matemática com tecnologias digitais têm se concentrado, predominantemente, em dissertações de mestrado, especialmente vinculadas a programas de formação docente e ao desenvolvimento de produtos educacionais. Observa-se também a centralidade do GeoGebra como ferramenta tecnológica mais recorrente, o que sugere sua consolidação como recurso amplamente reconhecido para favorecer a visualização e a exploração de conceitos matemáticos. Paralelamente, a presença de estudos sobre gamificação, jogos digitais e *escape rooms* indica um crescente interesse por metodologias que promovam maior engajamento e

participação dos estudantes nos processos de aprendizagem. Em relação aos conteúdos abordados, verifica-se a predominância de pesquisas voltadas para funções e pensamento algébrico, o que demonstra a relevância desses temas na Educação Matemática contemporânea. Entretanto, apesar da recorrência dos três elementos centrais desta investigação — GeoGebra, *escape room* e função quadrática — os trabalhos analisados os abordam de forma isolada ou parcialmente articulada. A ausência de estudos que integrem simultaneamente esses três eixos evidencia uma lacuna na literatura e reforça a originalidade e a pertinência da presente pesquisa, que busca justamente explorar as potencialidades dessa articulação no contexto do Ensino Médio.

2.5 Síntese

A análise dos estudos revisados evidencia uma tendência consistente na Educação Matemática contemporânea: a valorização da integração intencional de tecnologias digitais e metodologias ativas como estratégias para promover maior engajamento, participação e compreensão conceitual dos estudantes. Tanto as pesquisas que abordam a gamificação (CALDAS, 2022), quanto aquelas que investigam jogos educacionais digitais (CRUZ, 2025; DE MORAES et al., 2022) e o uso do GeoGebra no ensino de Matemática (ARAUJO, 2025; TEIXEIRA, 2024), convergem ao indicar que a tecnologia, quando articulada a objetivos pedagógicos claros e mediada pelo professor, favorece a construção de significados matemáticos e o desenvolvimento do raciocínio dos alunos.

Um achado recorrente nas pesquisas analisadas é o papel central da mediação docente. Em todos os estudos, a eficácia das propostas não é atribuída à tecnologia em si, mas à forma como ela é incorporada ao planejamento didático e à condução das atividades. Destaca-se, assim, a compreensão do professor como sujeito reflexivo, capaz de articular recursos digitais, estratégias lúdicas e objetivos curriculares, conforme evidenciado nas investigações de Teixeira (2024) e Ferauche (2025), que enfatizam a dimensão formativa e identitária do trabalho docente. A incorporação de tecnologias digitais aparece, portanto, não apenas como inovação metodológica, mas como elemento que provoca transformações na prática pedagógica e na identidade profissional.

No que se refere especificamente ao ensino da função quadrática, observa-se uma convergência em torno da importância da visualização dinâmica e da articulação entre representações algébricas e gráficas. O uso do GeoGebra, presente em diferentes estudos

(ARAUJO, 2025; DE MORAES et al., 2022), mostra-se particularmente potente para favorecer a compreensão de conceitos como vértice, concavidade, raízes e deslocamentos da parábola, permitindo que os estudantes explorem relações entre parâmetros e comportamento gráfico de forma investigativa. Essa dimensão visual e experimental é apontada como elemento que contribui para tornar a aprendizagem mais significativa e menos centrada na memorização de fórmulas.

Como aspecto peculiar, destacam-se as pesquisas que articulam tecnologias digitais a narrativas lúdicas, como a gamificação e o escape room educativo. Ferauche (2025), Harter, Harter & Alves (2025), Oliveira (2023) e Teixeira (2024) investigaram o potencial do escape room educacional no ensino de Matemática, apontando benefícios como engajamento, colaboração e desenvolvimento do pensamento crítico. Essas abordagens ampliam a dimensão motivacional da aprendizagem, inserindo os conteúdos matemáticos em contextos desafiadores que exigem colaboração, tomada de decisões e protagonismo discente. Ao mesmo tempo, os estudos apontam desafios recorrentes, como limitações de infraestrutura tecnológica, necessidade de formação docente específica e dificuldades iniciais dos estudantes na organização dos procedimentos matemáticos.

De modo geral, a literatura revisada evidencia um movimento de transição de práticas centradas na transmissão de conteúdos para propostas que valorizam a investigação, a interação e a construção coletiva do conhecimento. Contudo, ainda se observam lacunas no que diz respeito à sistematização de sequências didáticas que integrem, de forma articulada, três eixos centrais: visualização dinâmica (GeoGebra), narrativa gamificada (escape room educacional) e análise formativa da aprendizagem no ensino presencial. Conforme evidenciado no levantamento realizado, nenhum dos trabalhos recuperados articula simultaneamente esses três eixos – GeoGebra, escape room e função quadrática – em uma sequência didática aplicada no Ensino Médio.

Nesse sentido, a presente pesquisa busca contribuir para esse campo ao propor e analisar uma sequência didática que combina o uso do GeoGebra e a metodologia de *escape room* no ensino da função quadrática, dialogando com as tendências identificadas e aprofundando discussões sobre mediação docente e aprendizagem significativa.

Diante das tendências identificadas na literatura e das lacunas apontadas quanto à articulação sistemática entre tecnologias digitais, metodologias lúdicas e mediação docente no

ensino da função quadrática, torna-se pertinente investigar de que modo uma proposta didática que integre o GeoGebra e a metodologia de escape room pode contribuir para a aprendizagem significativa dos estudantes do Ensino Médio. Assim, esta pesquisa orienta-se pelos objetivos de analisar como os alunos mobilizam conhecimentos matemáticos nesse contexto, identificar avanços e dificuldades conceituais emergentes da experiência e compreender o papel da mediação docente na condução de práticas que associam visualização dinâmica, resolução colaborativa de desafios e contextualização dos conteúdos matemáticos. A partir desse direcionamento, o estudo busca não apenas implementar uma sequência didática inovadora, mas também produzir conhecimento sobre suas implicações pedagógicas no ensino da função quadrática.

CAPÍTULO III – METODOLOGIA

Este capítulo apresenta os procedimentos metodológicos que orientaram o desenvolvimento da presente pesquisa, evidenciando as escolhas teóricas e práticas que sustentam a investigação. Inicialmente, discute-se a pesquisa-ação com intervenção pedagógica como abordagem metodológica, destacando suas etapas e contribuições para o planejamento, implementação e análise da sequência didática proposta. Em seguida, são apresentadas a caracterização da pesquisa e os procedimentos adotados ao longo do estudo. Posteriormente, descreve-se o lócus da pesquisa e os participantes, bem como os instrumentos de coleta de dados utilizados na análise das produções dos estudantes. Por fim, são explicitados os procedimentos de análise dos dados.

3.1 Pesquisa-ação com intervenção pedagógica

A pesquisa se fundamenta na metodologia da pesquisa-ação com intervenção pedagógica, conforme proposta por Thiollent (2011) e Damiani et al. (2013). Essa abordagem é amplamente utilizada em pesquisas educacionais que envolvem a atuação direta do pesquisador na realidade investigada, com o objetivo de promover transformações na prática pedagógica e produzir conhecimento sobre o processo de ensino e aprendizagem.

A pesquisa-ação caracteriza-se por um movimento cíclico e reflexivo que envolve planejamento, ação, observação e reflexão, permitindo ajustes contínuos durante o processo. No contexto educacional, a intervenção pedagógica insere-se como um momento estruturado de ação do professor-pesquisador, que implementa uma sequência didática planejada, observa seus efeitos e reflete sobre os resultados, retroalimentando a prática (DAMIANI et al., 2013).

No âmbito desta pesquisa, o pesquisador atuou como professor-pesquisador, desenvolvendo e aplicando uma sequência didática em formato de escape room educacional para o ensino de função quadrática no 1º ano do Ensino Médio. A pesquisa-ação orientou as seguintes etapas, adaptadas ao contexto educacional:

Análises preliminares: compreensão do contexto, do público-alvo, do conteúdo matemático e da literatura;

Planejamento da intervenção: elaboração da sequência didática, definição dos objetivos, das tarefas, dos recursos e das hipóteses sobre as possíveis estratégias e dificuldades dos alunos;

Implementação da intervenção: aplicação da sequência didática em sala de aula, com coleta de dados por meio de observação, registros escritos e capturas de tela;

Análise dos resultados e reflexão sobre a prática: avaliação das escolhas didáticas, identificação de avanços e dificuldades, e validação da proposta.

Para uma melhor compreensão, destacam-se a seguir as etapas da pesquisa-ação com intervenção pedagógica adotadas neste estudo.

3.1.1 Análises preliminares

Na perspectiva da pesquisa-ação, as análises preliminares constituem a fase inicial da investigação e têm como finalidade compreender o contexto no qual a proposta será desenvolvida, bem como os elementos teóricos, curriculares e didáticos relacionados ao objeto de estudo. Nessa etapa, busca-se analisar o conteúdo matemático envolvido, as características do público-alvo, o contexto escolar e as contribuições da literatura, de modo a subsidiar a elaboração da sequência didática.

No presente estudo, as análises preliminares envolveram:

- o estudo do ensino de função quadrática no Ensino Médio, considerando dificuldades recorrentes, tais como a compreensão dos coeficientes da função, a interpretação gráfica e a resolução algébrica;
- a análise dos documentos curriculares oficiais, como a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), com o objetivo de verificar as orientações relacionadas ao ensino de funções e ao uso de tecnologias digitais no ensino de Matemática;
- o levantamento das potencialidades das tecnologias digitais, em especial do *software* GeoGebra, como ferramenta de apoio à visualização e exploração de conceitos matemáticos;
- o estudo das contribuições das metodologias ativas, destacando-se o *escape room* educacional como estratégia didática capaz de promover o engajamento, a colaboração e o protagonismo dos estudantes.

Essas análises permitiram identificar elementos relevantes para o planejamento da intervenção pedagógica, orientando as escolhas didáticas adotadas nas etapas seguintes.

3.1.2 Planejamento da intervenção pedagógica

A fase de planejamento da intervenção pedagógica corresponde à estruturação da sequência didática, na qual são definidas as escolhas didáticas, os objetivos de aprendizagem, as tarefas propostas e os recursos utilizados, bem como as hipóteses sobre as possíveis estratégias, dificuldades e produções dos alunos. Essa etapa assume papel central, pois permite antecipar situações de aprendizagem e orientar a organização da intervenção a ser implementada.

No presente estudo, o planejamento da intervenção fundamentou-se na elaboração de uma sequência didática em formato de *escape room* educacional, estruturada para o ensino de função quadrática a alunos do 1º ano do Ensino Médio. A escolha dessa estratégia teve como objetivo promover o engajamento dos estudantes, favorecer o trabalho colaborativo e estimular o protagonismo discente na resolução de desafios matemáticos.

A sequência foi organizada em três atividades principais, planejadas para serem desenvolvidas de forma progressiva, envolvendo situações-problema relacionadas à interpretação algébrica e gráfica da função quadrática. O uso do *software* GeoGebra foi planejado como recurso tecnológico central da proposta, com a finalidade de possibilitar a exploração dinâmica dos gráficos e a visualização das variações nos parâmetros da função quadrática. Pressupôs-se que essa ferramenta contribuiria para a compreensão conceitual dos conteúdos abordados, ao permitir que os alunos testassem hipóteses, comparassem representações e refletissem sobre os resultados obtidos durante o desenvolvimento das atividades do *escape room*.

Foram definidas, ainda, as estratégias de organização da turma durante a intervenção, prevendo a realização das atividades em grupos e duplas, de modo a favorecer a interação, a discussão e a cooperação entre os estudantes. Ao professor-pesquisador coube a função de mediador do processo de aprendizagem, intervindo pontualmente para orientar as discussões, esclarecer dúvidas e promover reflexões, conforme as necessidades observadas.

3.1.3 Implementação da intervenção pedagógica

A fase de implementação da intervenção pedagógica corresponde à aplicação da sequência didática no contexto real da sala de aula, permitindo observar as interações entre

alunos, professor e objeto de conhecimento. Nessa etapa, o planejamento elaborado na fase anterior é colocado em prática, possibilitando a coleta de dados que subsidiarão as análises posteriores.

A implementação ocorreu em uma turma do 1º ano do Ensino Médio, no contexto da aplicação do produto educacional desenvolvido nesta pesquisa. Inicialmente, foram realizadas aulas de sondagem diagnóstica com o objetivo de identificar os conhecimentos prévios dos estudantes acerca da função quadrática, o que contribuiu para orientar a condução das atividades subsequentes. Em seguida, foi implementada a sequência didática em formato de *escape room* educacional, composta por três atividades, desenvolvidas de forma progressiva.

A primeira atividade foi realizada em grupos, visando estimular a interação e a colaboração entre os estudantes na resolução dos desafios propostos.

As atividades seguintes foram desenvolvidas em duplas, favorecendo uma participação mais ativa e um acompanhamento mais próximo das estratégias utilizadas pelos alunos.

Durante toda a implementação, os estudantes utilizaram Chromebooks, o *software* GeoGebra e o caderno de anotações como apoio para a resolução das tarefas, explorando representações algébricas e gráficas da função quadrática.

O papel do professor-pesquisador, durante a implementação, foi o de mediador do processo de aprendizagem, acompanhando as ações dos alunos, observando suas estratégias, registrando dificuldades recorrentes e intervindo pontualmente quando necessário. Essas intervenções tiveram como objetivo favorecer a reflexão matemática, orientar o uso adequado dos recursos tecnológicos e promover discussões coletivas, sem comprometer o protagonismo discente.

Ao longo da implementação, foram coletados dados por meio da observação das interações em sala, dos registros escritos produzidos pelos alunos e das resoluções realizadas no GeoGebra. Esses dados constituíram o material de análise para a etapa seguinte, possibilitando confrontar as hipóteses iniciais com as produções efetivamente observadas durante a aplicação da sequência didática.

3.1.4 Análise dos resultados e reflexão sobre a prática

A etapa de análise dos resultados e reflexão sobre a prática permite avaliar a pertinência

das escolhas didáticas realizadas, bem como identificar avanços, dificuldades e ajustes necessários à proposta desenvolvida. Na pesquisa-ação, essa etapa é fundamental para retroalimentar o processo, gerando conhecimento sobre a prática e subsídios para novas intervenções.

A análise dos resultados foi conduzida por meio da análise de conteúdo (BARDIN, 2011), com categorização das respostas dos alunos e dos registros do diário de campo em torno de eixos temáticos predefinidos: (i) compreensão conceitual da função quadrática; (ii) articulação entre representações algébricas e gráficas mediada pelo GeoGebra; (iii) engajamento e colaboração durante o *escape room*; e (iv) dificuldades e potencialidades identificadas.

A validação da proposta ocorreu a partir da análise qualitativa das produções dos estudantes, das observações realizadas pelo professor-pesquisador e das interações estabelecidas durante o desenvolvimento das atividades. Os resultados foram organizados e confrontados com as hipóteses estabelecidas no planejamento da intervenção, permitindo avaliar a eficácia da sequência didática e identificar pontos de melhoria para futuras aplicações.

A partir da compreensão da pesquisa-ação com intervenção pedagógica como abordagem metodológica que orienta o planejamento, a implementação e a análise da sequência didática, torna-se necessário explicitar as características da presente investigação. Nesse sentido, a seção seguinte apresenta a caracterização da pesquisa, destacando sua natureza, abordagem e os principais elementos que a definem no contexto do ensino de Matemática.

3.2 Caracterização da Pesquisa

Esta pesquisa caracteriza-se como aplicada, uma vez que busca propor e analisar uma intervenção pedagógica voltada à melhoria do processo de ensino e aprendizagem de Matemática. Quanto à abordagem, trata-se de uma pesquisa qualitativa, com a utilização de elementos quantitativos, quando necessário, para complementar a análise dos dados.

Do ponto de vista dos objetivos, a pesquisa é de natureza exploratória e descritiva, pois busca investigar as contribuições de uma proposta didática inovadora para o ensino de função quadrática, bem como descrever o desenvolvimento e os resultados dessa intervenção em sala de aula.

Quanto aos procedimentos técnicos, a pesquisa combina elementos de levantamento bibliográfico, pesquisa documental (análise de documentos curriculares) e pesquisa de campo (implementação e avaliação de sequências didáticas em sala de aula). Esta triangulação metodológica visa garantir maior robustez aos resultados, permitindo confrontar perspectivas teóricas, diretrizes curriculares e evidências empíricas obtidas na prática.

O design metodológico proposto estrutura-se em três fases principais, alinhadas às etapas da pesquisa-ação com intervenção pedagógica:

Diagnóstico e planejamento: compreender o levantamento bibliográfico, a análise curricular e o planejamento da sequência didática em formato de *escape room* educacional, com definição dos objetivos, das tarefas, dos recursos (GeoGebra, Chromebooks, envelopes numerados) e das hipóteses sobre as possíveis estratégias e dificuldades dos alunos.

Implementação e coleta de dados: consiste na aplicação da sequência didática no contexto real de sala de aula, com documentação sistemática do processo por meio de diário de campo, registros escritos dos alunos, capturas de tela do GeoGebra e questionário de avaliação.

Análise, reflexão e refinamento: envolveu a interpretação dos dados coletados com base na análise de conteúdo, a avaliação da eficácia da intervenção e o refinamento do produto educacional resultante.

Uma vez que já temos o desenho das características gerais da pesquisa, faz-se necessário detalhar os procedimentos adotados para sua realização. Assim, a próxima seção descreve as etapas desenvolvidas ao longo da investigação, evidenciando a organização das atividades e a condução da sequência didática.

3.3 Procedimentos da Pesquisa

Os procedimentos adotados nesta pesquisa foram organizados em três etapas inter-relacionadas, alinhadas às fases da pesquisa-ação com intervenção pedagógica descritas anteriormente. As etapas de revisão sistemática da literatura e análise documental foram detalhadas no Capítulo II (itens 2.4 e 2.5).

1) Design da sequência didática

A primeira etapa envolveu a elaboração da sequência didática para o ensino de funções

quadráticas, integrando o *software* GeoGebra e a metodologia do *escape room* educacional. Foram desenvolvidos os seguintes materiais didáticos:

- roteiros de atividades para os alunos;
- applets específicos no GeoGebra para exploração dinâmica da função quadrática;
- *escape room* educacional estruturado em envelopes numerados, nos quais os estudantes, organizados em grupos de 2 a 3 pessoas, avançavam de etapa mediante o acerto da questão atual;
- fichas de registro das observações e resoluções dos alunos.

2) Implementação em sala de aula

A segunda etapa consistiu na aplicação da sequência didática em uma turma do 1º ano do Ensino Médio (aproximadamente 30 estudantes), ao longo de 6 aulas, utilizando Chromebooks com acesso ao GeoGebra. Durante a implementação, foram realizados:

- registros audiovisuais das aulas (mediante autorização dos participantes);
- a coleta das produções escritas dos estudantes (fichas de atividades, resoluções dos envelopes);
- a coleta dos arquivos digitais gerados nas atividades com GeoGebra.

O professor-pesquisador atuou como mediador do processo, acompanhando as ações dos alunos, observando suas estratégias, registrando dificuldades recorrentes e intervindo pontualmente quando necessário.

3) Coleta e análise de dados

Os dados coletados durante a implementação (registros audiovisuais, produções escritas e arquivos digitais do GeoGebra) foram submetidos à análise de conteúdo (BARDIN, 2011), com categorização baseada no referencial teórico, conforme detalhado na seção 3.6. Além disso, foi aplicado um questionário de avaliação ao final da intervenção para levantar a percepção dos alunos sobre o uso do GeoGebra e do *escape room* educacional.

3.4 Aspectos éticos

A pesquisa seguiu os princípios éticos rigorosos, conforme as diretrizes da Resolução CNS nº 510/2016. Foram adotados os seguintes procedimentos:

- obtenção de consentimento informado dos participantes (ou de seus responsáveis legais, no caso de menores) por meio do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e do Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE);
- garantia de anonimato e confidencialidade das respostas e das produções dos estudantes;
- retorno dos resultados da pesquisa à comunidade escolar envolvida.

O projeto foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal Rural do Rio Janeiro (UFRRJ), sendo aprovado sob o parecer nº 8.170.097 no dia 12 de fevereiro de 2026.

Considerando os procedimentos adotados, torna-se necessário apresentar o contexto no qual a pesquisa foi desenvolvida. Dessa forma, a seção a seguir descreve o lócus da investigação, contemplando aspectos relacionados à instituição, aos participantes e ao ambiente de aplicação da proposta.

3.5 Lócus da pesquisa

A pesquisa foi realizada no CIEP 156 Dr. Albert Sabin, localizado no município de Seropédica, estado do Rio de Janeiro. A escola é de horário integral (manhã e tarde), contando também com o ensino regular noturno, e atendeu aproximadamente 500 alunos no ano de 2025.

A instituição integra o programa E-TEC (Escola de Novas Tecnologias e Oportunidades), o que lhe confere uma infraestrutura tecnológica diferenciada para uma escola pública. Para o desenvolvimento desta pesquisa, foram utilizados os Chromebooks disponíveis na escola, com acesso à internet e ao *software* GeoGebra, sendo as atividades realizadas na própria sala de aula. As demais atividades (*escape room* com envelopes numerados) também foram realizadas na sala de aula, sem dependência de equipamentos eletrônicos adicionais.

O corpo docente da área de matemática é composto por oito professores, dos quais três possuem especialização em Educação Matemática ou áreas afins. A escola participa de

iniciativas como a Olimpíada Brasileira de Matemática das Escolas Públicas (OBMEP) e desenvolve projetos interdisciplinares que favorecem a integração de tecnologias digitais.

3.6 Participantes da pesquisa

Participaram da pesquisa alunos do 1º ano do Ensino Médio de uma turma da escola, com faixa etária entre 15 e 16 anos. A turma apresentava heterogeneidade em termos de desempenho escolar e familiaridade com as tecnologias digitais, refletindo a diversidade típica das escolas públicas do Rio de Janeiro. O número total de participantes foi de aproximadamente 30 estudantes.

Participou também, de forma indireta, a coordenação pedagógica da escola, que ofereceu suporte logístico e pedagógico à implementação do projeto.

3.7 Diagnóstico inicial

Antes da implementação da sequência didática, foram realizadas aulas de sondagem diagnóstica com o objetivo de identificar os conhecimentos prévios dos estudantes acerca da função quadrática, bem como suas dificuldades e possíveis "bloqueios" em relação à Matemática. Essas aulas com o auxílio de recursos multimídia (Chromebooks, projetor interativo) e atividades diagnósticas (testes, trabalhos, discussões em grupo).

O diagnóstico permitiu identificar desníveis de conhecimento entre os alunos e orientar a condução das atividades subsequentes, com foco no nivelamento dos pré-requisitos necessários para o estudo da função quadrática. Buscou-se, com essa etapa, amenizar os impactos da aprendizagem tardia de alunos com baixo interesse na disciplina, ao mesmo tempo em que, para aqueles com bom desempenho, as atividades diagnósticas contribuíram para o amadurecimento crítico em relação à Matemática.

3.8 Papel do professor-pesquisador

O pesquisador atua como professor de Matemática na rede estadual de educação do Rio de Janeiro há mais de 15 anos, sendo o professor regente da turma participante da pesquisa. Essa condição favoreceu a implementação da sequência didática em condições naturais de sala de aula, permitindo uma relação de confiança com os estudantes e um acompanhamento mais próximo de suas dificuldades e estratégias de aprendizagem.

No âmbito da pesquisa-ação, o professor-pesquisador assumiu o papel de mediador do processo de aprendizagem, planejando e aplicando a sequência didática, observando as interações dos alunos, registrando dificuldades recorrentes e intervindo pontualmente quando necessário. Essa atuação reflexiva e contínua está alinhada aos princípios da pesquisa-ação, que prevê a transformação da prática a partir da própria ação do pesquisador.

A caracterização do contexto da pesquisa possibilita compreender as condições em que a investigação foi realizada. Os instrumentos utilizados para a coleta de dados, mencionados ao longo das seções anteriores, foram organizados e sistematizados para a etapa de análise, conforme descrito a seguir.

3.9 Instrumentos de coleta de dados

Para a produção dos dados ao longo da pesquisa, foram utilizados os seguintes instrumentos:

- Diário de campo: registros escritos do professor-pesquisador sobre as observações das aulas, interações dos alunos, dificuldades emergentes e reflexões sobre a prática.
- Registros audiovisuais: gravações em áudio e vídeo de algumas aulas (mediante autorização dos participantes), utilizadas para análise das interações e estratégias dos alunos.
- Produções escritas dos alunos: fichas de atividades e resoluções dos envelopes do *escape room*, coletadas ao final de cada etapa.
- Arquivos digitais do GeoGebra: capturas de tela e construções realizadas pelos alunos durante as atividades.
- Questionário de avaliação: aplicado ao final da intervenção para levantar a percepção dos alunos sobre o uso do GeoGebra e do *escape room* educacional.
- Aulas de sondagem diagnóstica: discussões em grupo para identificação dos conhecimentos prévios.

Diante dos procedimentos metodológicos descritos, o Capítulo IV apresenta o produto educacional desenvolvido no âmbito desta pesquisa, constituído por uma sequência didática

que integra o *software* GeoGebra e a metodologia do *escape room* educacional para o ensino de funções quadráticas no 1º ano do Ensino Médio.

CAPÍTULO IV - PRODUTO EDUCACIONAL - “DESVENDANDO A PARÁBOLA: UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA COM GEOGEBRA E ESCAPE ROOM PARA O ENSINO DA FUNÇÃO QUADRÁTICA”

Este capítulo apresenta o produto educacional desenvolvido no âmbito desta pesquisa, intitulado "desvendando a parábola: uma sequência didática com GeoGebra e *escape room* para o ensino da função quadrática". trata-se de uma sequência didática estruturada em três atividades principais, que integra o *software* GeoGebra e a metodologia do *escape room* educacional, voltada para o ensino de função quadrática a alunos do 1º ano do ensino médio.

4.1 Justificativa

A função polinomial do 2º grau é um dos tópicos mais importantes da Matemática escolar, com amplas aplicações em diversas áreas do conhecimento. No entanto, muitos estudantes apresentam dificuldades em compreender seus conceitos, especialmente na transição entre as representações algébrica e gráfica. A sequência didática proposta busca investigar estratégias inovadoras, incluindo o uso de tecnologias digitais e metodologias ativas, para melhorar o ensino e a aprendizagem desse conteúdo, conectando-o a problemas reais e a outros conceitos matemáticos.

4.2 Objetivos

Apresentar o conceito de função quadrática em contexto lúdico;
Utilizar conceitos de função quadrática com suporte de tecnologias digitais;
Estimular a curiosidade dos estudantes por meio do GeoGebra, do *escape room* educativo e do Google Forms.

4.3 Público-alvo e recursos

A sequência didática foi desenvolvida para alunos do 1º ano do ensino médio, na faixa etária de 15 a 16 anos. foram utilizados os seguintes recursos: projetor interativo (ou datashow), computador, chromebooks, folhas de papel, quadro branco, acesso à internet e ao *software* GeoGebra.

4.4 Estrutura da sequência didática

A sequência didática foi organizada em três atividades principais, distribuídas em 6 aulas de 50 minutos cada (2 aulas por dia), conforme detalhado no Quadro 9.

Quadro 9 - Estrutura da sequência didática

Atividade	Conteúdo	Duração
Atividade 1	Imersão no escape room educativo: identificação de coeficientes, cálculo de delta, valor máximo e valor mínimo da função quadrática.	2 aulas (1h40)
Atividade 2	Construção de gráficos da função quadrática com o GeoGebra: influência dos coeficientes a, b e c; estudo da forma canônica $f(x) = a(x - m)^2 + n$.	2 aulas (1h40)
Atividade 3	Análise de imagens do cotidiano dos alunos no GeoGebra: modelagem de parábolas a partir de fotografias; uso do comando “Polinomio” para obtenção da equação quadrática.	2 aulas (1h40)

Fonte: Elaborado pelo autor (2026).

4.5 Competências e habilidades mobilizadas

A sequência didática foi planejada considerando as competências e habilidades da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e suas adequações para o estado do Rio de Janeiro (RIO DE JANEIRO, 2026). Entre as habilidades trabalhadas, destacam-se:

- (EM13MAT302.RJ01) Interpretar os zeros das funções polinomiais de 1º ou 2º graus em situações do cotidiano;
- (EM13MAT402.RJ01) Associar representações algébricas de funções polinomiais do 2º grau a representações gráficas no plano cartesiano, utilizando ou não *softwares*;
- (EM13MAT402.RJ02) Interpretar gráficos de funções polinomiais do 2º grau por meio de problemas do cotidiano, utilizando ou não jogos lúdicos e recursos digitais;
- (EM13MAT503.RJ01) Apresentar o conceito de máximo e mínimo de funções quadráticas, relacionando-os com problemas de receita máxima e mínima, ponto de

inflexão e áreas.

4.6 Descrição geral das atividades

Atividade 1 – Imersão no *escape room* educativo

A primeira atividade tem como objetivo introduzir o conceito de função quadrática de forma lúdica e contextualizada. Inicialmente, são apresentadas duas perguntas que relacionam formatos presentes no cotidiano (arremesso de bola, arco de ponte, jato de fonte, antena parabólica) a gráficos de funções quadráticas. Em seguida, os alunos, organizados em grupos, recebem envelopes numerados contendo enigmas sobre coeficientes, delta e vértice da função quadrática. Cada grupo só avança ao envelope seguinte mediante o acerto da questão atual. Ao final, os alunos respondem a um questionário no Google Forms para sistematização dos conhecimentos.

Atividade 2 – Construção de gráficos com o GeoGebra

A segunda atividade é dividida em duas partes. Na Parte 1, os alunos utilizam o GeoGebra para explorar, por meio de controles deslizantes, a influência dos coeficientes a , b e c no gráfico da função quadrática $f(x) = ax^2 + bx + c$. Na Parte 2, os alunos exploram a forma canônica $f(x) = a(x - m)^2 + n$, observando o papel dos parâmetros m e n nas coordenadas do vértice. Ao final, os alunos respondem a um questionário no Google Forms para registro das conclusões.

Atividade 3 – Imagens do cotidiano e modelagem no GeoGebra

A terceira atividade propõe que os alunos tragam antecipadamente uma fotografia (tirada por eles mesmos ou pesquisada na internet) de um objeto ou construção que apresente um formato parabólico. Em sala de aula, os alunos inserem a imagem no GeoGebra, ajustam sua posição no plano cartesiano, marcam três pontos sobre a curva e utilizam o comando “Polinomio” (ponto1, ponto2, ponto3) para obter uma equação quadrática que modele a curva da imagem. A atividade estimula a conexão entre a matemática escolar e o mundo real, além de desenvolver habilidades de modelagem e experimentação.

4.7 Avaliação

A avaliação ocorreu de forma contínua, considerando:

- a participação ativa dos estudantes durante as atividades;
- a resolução dos enigmas do *escape room*;
- a análise das respostas aos questionários aplicados ao final de cada aula (via Google Forms);
- a correção e a reflexão sobre os exercícios de aprofundamento propostos.

4.8 Considerações sobre a aplicação

A sequência didática foi aplicada ao longo de 3 encontros, totalizando 6 aulas. Os estudantes demonstraram engajamento nas atividades, especialmente na dinâmica do *escape room* e na exploração do GeoGebra. As dificuldades observadas foram registradas em diário de campo e serviram de base para ajustes na condução das atividades, conforme os princípios da pesquisa-ação com intervenção pedagógica.

O detalhamento completo da sequência didática – incluindo roteiros passo a passo, figuras, comandos do GeoGebra, códigos de acesso e questões de aprofundamento – encontra-se no Apêndice A.

CAPÍTULO V - ANÁLISES⁵

Apresentam-se e analisam-se, neste capítulo, os dados produzidos durante a implementação do produto educacional desenvolvido nesta pesquisa, cujo foco foi o ensino de função quadrática por meio da articulação entre o uso do *software* GeoGebra e a metodologia de *escape room* educativo. As análises realizadas buscam compreender como os estudantes mobilizaram conhecimentos matemáticos, interagiram entre si e se apropriaram dos conceitos trabalhados ao longo das atividades propostas.

A implementação do produto educacional ocorreu em outubro de 2025, com aproximadamente 30 alunos do 1º ano do Ensino Médio do CIEP 156 – Dr. Albert Sabin (Seropédica/RJ). Foram realizados 5 encontros, estruturados em: sondagem inicial, exploração no GeoGebra, desafios no formato *escape room* e atividade de modelagem.

O corpus de análise é composto por:

Registros escritos dos alunos (atividades individuais e em grupo);

Capturas de tela do GeoGebra (produzidas pelos estudantes);

Diário de campo com observações pontuais;

Fotografias e vídeos das interações.

A análise é qualitativa e está organizada em três eixos: (1) apropriação do conceito de função quadrática; (2) papel do GeoGebra na visualização; (3) dinâmica colaborativa do *escape room*.

O Quadro 10 organiza a sequência didática por encontro, associando cada etapa aos objetivos de aprendizagem e aos instrumentos de coleta. Observa-se que os procedimentos foram diferenciados conforme a natureza da atividade: registros escritos estiveram presentes em todos os encontros, enquanto capturas de tela, áudio, vídeo e registro fotográfico foram utilizados a partir do 3º encontro, quando se intensificaram as dinâmicas colaborativas do *escape room* e as explorações no GeoGebra.

⁵ No processo de análise usaremos nomes fictícios.

Quadro 10 - Estrutura da sequência didática e procedimentos de coleta de dados

Encontro	Etapas	Objetivos de aprendizagem	Instrumentos de coleta de dados
1	Sondagem	Identificar a forma geral da função quadrática ($y = ax^2 + bx + c$); Relembrar o conceito de discriminante (Δ) e aplicar a fórmula de Bháskara na determinação das raízes da função quadrática; Análise de gráficos; Compreender o vértice como ponto de máximo ou mínimo da parábola.	Diário de campo
2	Ambientação com o “GeoGebra”	Familiarizar-se com o ambiente do GeoGebra, suas ferramentas e funcionalidades básicas.	Diário de campo
3	Imersão no <i>escape room</i> educativo em sala de aula	Identificar os coeficientes de uma função quadrática, valor de delta, valor máximo e valor mínimo.	Fichas e registros dos alunos; Gravação em áudio e vídeo; Capturas de tela dos Chromebooks; Registro fotográfico; Google Forms.
4	Construção de gráficos da função polinomial do 2º grau com o GeoGebra	Explorar, por meio do <i>GeoGebra</i> , gráficos de uma função quadrática utilizando controle deslizante.	(mesmos do encontro 3)
5	Imagens do cotidiano dos alunos e a função quadrática no Geogebra	Explorar a construção de função quadrática utilizando imagens do dia a dia.	(mesmos do encontro 3)

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

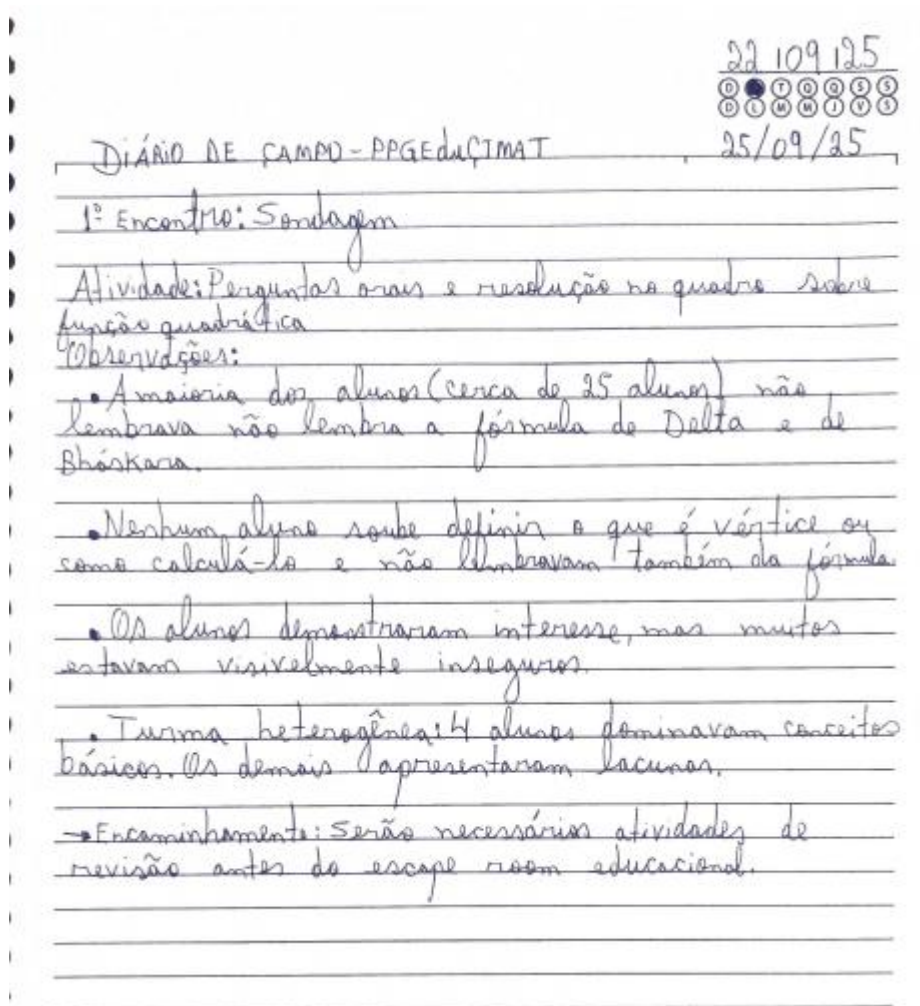
A sondagem (Encontro 1) foi realizada em dois momentos não consecutivos (22/9/25 e 25/9/25), totalizando 4 horas-aula, devido à necessidade de reforço nos pré-requisitos. Ambos os momentos seguiram os mesmos objetivos e procedimentos de coleta (diário de campo), sendo tratados como um único encontro no Quadro 10.

5.1 Primeiro encontro – Sondagem inicial

O primeiro encontro foi dedicado à sondagem dos conhecimentos prévios dos alunos sobre função quadrática. As atividades consistiram em discussão oral, perguntas dirigidas e resolução coletiva de exemplos no quadro. Não foram produzidos registros escritos individuais,

uma vez que o objetivo era levantar o perfil da turma no conteúdo abordado. As anotações do diário de campo (Figura 7) sintetizam as observações do pesquisador.

Figura 7 - Página do diário de campo referente ao 1º encontro



Legenda: Minhas anotações indicam que a maioria dos alunos não lembrava a fórmula de Delta e a fórmula quadrática, nenhum soube definir vértice e a turma demonstrou interesse, mas insegurança.

Fonte: Acervo pessoal do autor (2025).

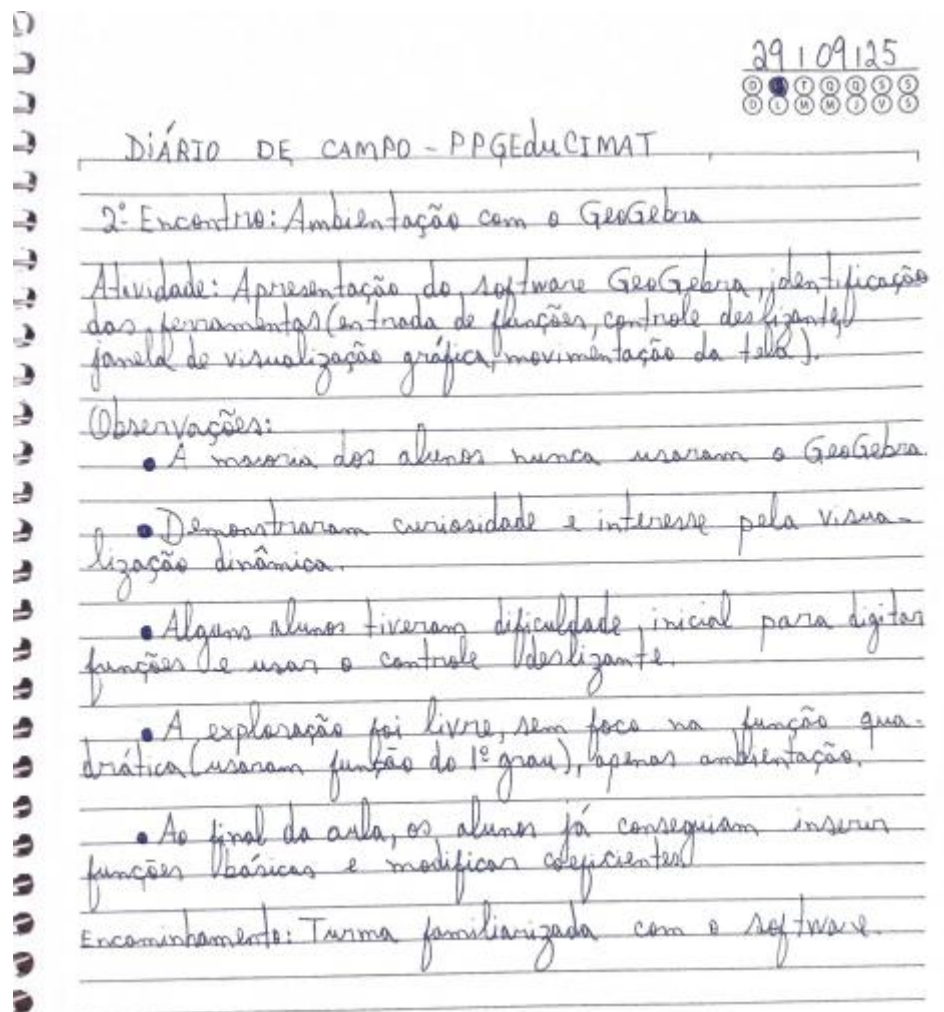
5.2 Segundo encontro – Ambientação com o GeoGebra

O segundo encontro foi destinado à familiarização dos alunos com o *software* GeoGebra. Foram apresentadas as principais ferramentas: campo de entrada de funções, controle deslizante, janela de visualização gráfica e recursos de zoom e movimentação. Os

alunos exploraram livremente o ambiente, inserindo funções variadas e observando os gráficos gerados, sem aprofundamento específico na função quadrática.

Não foram coletados registros escritos ou capturas de tela com intencionalidade analítica, uma vez que o objetivo exclusivo foi a ambientação. As anotações do diário de campo (Figura 8) registram as observações do pesquisador.

Figura 8 - Página do diário de campo referente ao 2º encontro



Legenda: Anotações indicam que a maioria dos alunos nunca havia utilizado o GeoGebra, demonstraram curiosidade, mas alguns tiveram dificuldades iniciais com as ferramentas.

Fonte: Acervo pessoal do autor (2025).

Apesar das dificuldades técnicas iniciais, ao final do encontro os alunos já conseguiam inserir funções e modificar coeficientes. Essa ambientação foi essencial para os encontros 4 e

5, quando o GeoGebra seria articulado ao estudo da função quadrática, uma vez que o 3º encontro foi dedicado exclusivamente ao *escape room*.

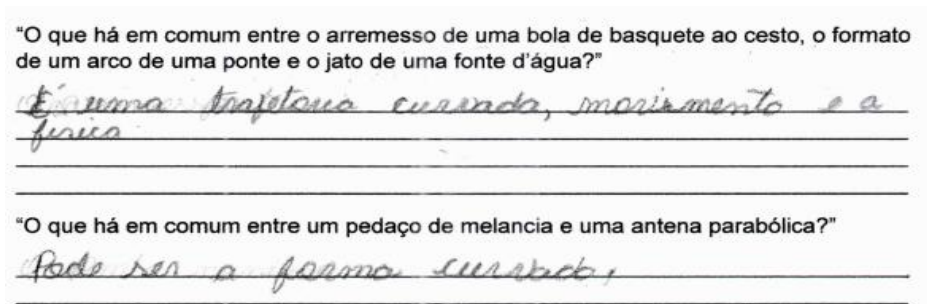
5.3 Terceiro encontro – Imersão no Escape Room

O 3º encontro foi organizado em dois momentos, conforme o produto educacional (Apêndice A).

Primeiro momento – Imagens e vídeo

Os alunos participaram de uma discussão inicial a partir de imagens cotidianas (arremesso de basquete, arco de ponte, jato d'água, pedaço de melancia e antena parabólica), respondendo por escrito à pergunta: "O que há em comum entre essas imagens?". As Figuras 9 a 12 apresentam as respostas selecionadas.

Figura 9 - Resposta do aluno Wallace

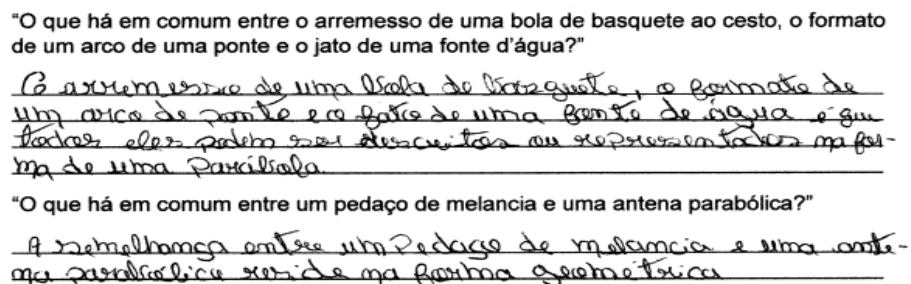


Legenda: Wallace escreveu que as imagens lembram "algo curvado".

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Análise: O aluno reconheceu a forma parabólica no plano visual, mas não mobilizou terminologia matemática, indicando compreensão intuitiva ainda não formalizada.

Figura 10 - Resposta da aluna Larissa

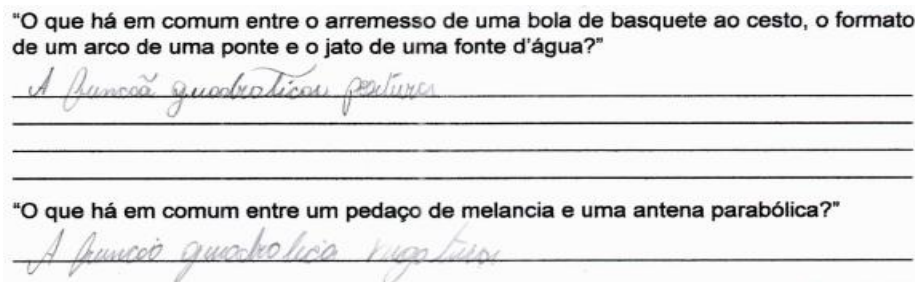


Legenda: Na primeira pergunta, Larissa descreveu bem que tem “forma de parábola”; na segunda, associou à “forma geométrica”.

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Análise: A anotação sugere que a aluna reconheceu o termo em um contexto, mas não transferiu o conceito para outra imagem, indicando apropriação parcial.

Figura 11 - Resposta da aluna Talita

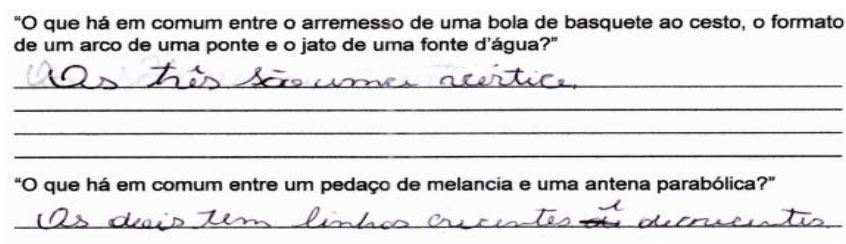


Legenda: Talita associou a primeira imagem à "função quadrática positiva" e a segunda à "função quadrática negativa".

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Análise: A aluna demonstrou memória do conceito de função quadrática e da existência de diferentes sinais do coeficiente "a". No entanto, a associação direta entre o tipo de imagem e o sinal de "a" (positivo/negativo) não está correta do ponto de vista matemático – a concavidade não é determinada pelo objeto representado, mas pelo coeficiente na expressão algébrica. Esse equívoco indica que Talita recorda parcialmente o conceito, mas necessita de mediação para compreender que o sinal de "a" não está vinculado ao contexto da imagem, e sim à representação algébrica da função. A resposta revela potencial para avançar, desde que corrigida a generalização incorreta.

Figura 12 - Resposta da aluna Raissa



Legenda: Na primeira pergunta, Raissa respondeu que os três exemplos "são um vértice". Na segunda, afirmou que "têm linhas crescentes e decrescentes".

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Análise: A aluna mobilizou conceitos matemáticos relevantes: vértice e crescimento/decrescimento da função. Na primeira resposta, ela associou corretamente as imagens ao conceito de vértice (ponto de máximo ou mínimo da parábola), demonstrando compreensão da ideia central. Na segunda resposta, ao mencionar "linhas crescentes e decrescentes", a aluna parece referir-se aos ramos da parábola, que sobem e descem em relação ao vértice. Embora a linguagem seja informal ("linhas"), a resposta indica apropriação significativa dos conceitos, especialmente quando comparada a outros alunos que se restringiram a descrições visuais ou geométricas genéricas. Raissa demonstra potencial para avançar na formalização matemática com mediação adequada.

As respostas analisadas (Figuras 9 a 12) evidenciam diferentes níveis de apropriação do conceito de parábola associado à função quadrática. O aluno Wallace reconheceu visualmente a forma, mas sem formalização (Figura 9). A aluna Larissa identificou "forma geométrica", sem especificar a parábola (Figura 10). A aluna Talita demonstrou memória dos sinais do coeficiente "a", mas com associação incorreta ao contexto das imagens (Figura 11). A aluna Raissa, por sua vez, mobilizou corretamente os conceitos de vértice e crescimento/decrescimento, ainda que com linguagem informal (Figura 12). Essa heterogeneidade orientou a mediação do pesquisador nos momentos seguintes do encontro, com atenção diferenciada aos alunos que apresentaram maiores lacunas.

Na sequência, ainda no primeiro momento, os alunos assistiram ao vídeo⁶ "Esse tal de Bhaskara" (YouTube, ≈ 12 min), que aborda a origem histórica da função quadrática. A Figura 13 registra o momento da exibição.

Figura 13 - Alunos assistindo ao vídeo "Esse tal de Bhaskara"



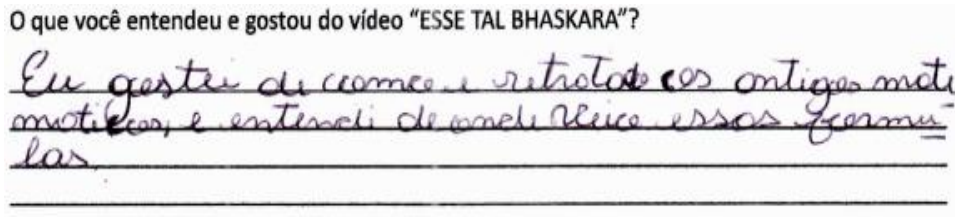
6 <https://www.youtube.com/watch?v=pozKHQxvFS0&t=703s>

Legenda: Turma acompanhando a exibição do vídeo sobre a história da função quadrática.

Fonte: Acervo pessoal do autor (2025).

Após o vídeo, os alunos registraram por escrito o que entenderam. As Figuras 14 e 15 apresentam dois registros selecionados.

Figura 14 - Registro da aluna Raissa sobre o vídeo

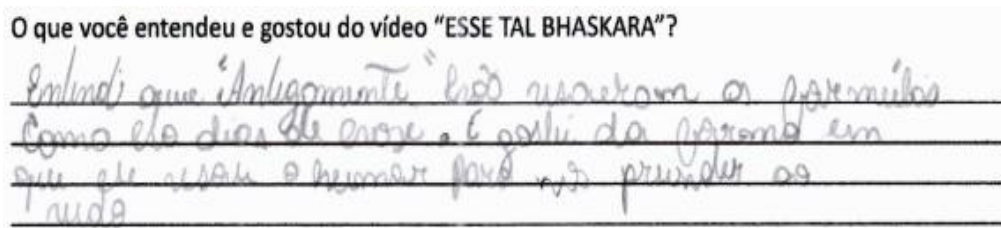


Legenda: A aluna escreveu que gostou "de como é retratado os antigos matemáticos" e entendeu "de como veio essas fórmulas".

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Análise: O registro revela dois aspectos importantes da recepção do vídeo: (1) o interesse pela dimensão histórica da matemática, evidenciado pela menção aos "antigos matemáticos"; (2) a compreensão da origem das fórmulas, um dos objetivos do vídeo. A linguagem informal ("como veio essas fórmulas") indica apropriação significativa do conteúdo, ainda que sem formalismo técnico, o que era esperado neste momento de contextualização.

Figura 15 - Registro da aluna Talita sobre o vídeo "Esse tal de Bhaskara"



Legenda: A aluna escreveu que entendeu que "antigamente não usavam as fórmulas como nos dias de hoje" e gostou "da forma em que ele usou o humor para nos prender ao vídeo".

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Análise: O registro revela dois aspectos significativos: (1) a compreensão da evolução histórica do conhecimento matemático, evidenciada pela comparação entre passado e presente; (2) a valorização do aspecto lúdico e comunicativo do vídeo, mencionando o "humor" como elemento de engajamento. Essa resposta indica que o vídeo cumpriu tanto o papel de

contextualização histórica quanto o de despertar o interesse dos alunos, aspectos fundamentais para a sequência didática.

Os dois registros (Figuras 14 e 15) indicam que o vídeo "Esse tal de Bhaskara" atingiu seus objetivos de contextualização histórica e engajamento. Ambos os alunos mencionaram aspectos históricos (a origem das fórmulas, as diferenças entre passado e presente), e um deles destacou explicitamente o uso do humor como elemento de prender a atenção. Esses indícios sugerem que o vídeo contribuiu para despertar o interesse dos alunos antes dos desafios mais conceituais do *escape room*.

Segundo momento – Enigmas do *escape room* educacional

Na sequência, os alunos resolveram os enigmas do *escape room* educativo, que envolviam identificação de coeficientes, cálculo de delta e determinação do vértice. A Figura 16 registra o momento da atividade em sala de aula, com os alunos organizados em grupos resolvendo os desafios.

Figura 16 - Alunos realizando os enigmas do *escape room* em sala de aula



Legenda: Estudantes em colaboração na resolução dos desafios utilizando materiais impressos no envelope.

Fonte: Acervo pessoal do autor (2025).

Enigma 1 – Identificação dos coeficientes

No primeiro enigma, os alunos receberam o Envelope 1 contendo fragmentos para montar a função quadrática e um registro impresso para registrar o código secreto (junção dos

fragmentos). Eles deveriam identificar os coeficientes a , b e c como senha. A Figura 17 apresenta a resolução do Grupo 1 (mais rápido) e a Figura 18 a do Grupo 7 (último a entregar).

Figura 17 - Resolução do Enigma 1 pelo Grupo 1 (mais rápido)

ENIGMA 1	RESPOSTA	CÓDIGO SECRETO
	$y = 2x^2 + 4x - 6$	$a=2 \ b=4 \ c=-6$

Legenda: O grupo escreveu a função $y = 2x^2 + 4x - 6$ e identificou os coeficientes $a = 2$, $b = 4$, $c = -6$ como código secreto.

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Análise: O grupo demonstrou domínio do conceito de coeficientes da função quadrática, associando corretamente a forma algébrica ($y = ax^2 + bx + c$) aos valores numéricos da equação dada. A rapidez na resolução sugere fluência na identificação dos parâmetros, um pré-requisito essencial para as etapas seguintes do *escape room*.

Figura 18 - Resolução do Enigma 1 pelo Grupo 7 (último a entregar)

ENIGMA 1	RESPOSTA	CÓDIGO SECRETO
	$y = 2x^2 + 4x - 6$	$a=2 \ b=4 \ c=6$

Legenda: O grupo escreveu a função $y = 2x^2 + 4x - 6$, mas registrou o código secreto como $a = 2$, $b = 4$, $c = 6$ (ignorando o sinal negativo de c).

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Análise: A demora do grupo não se deve a dificuldade na identificação dos coeficientes, mas ao fato de que não observaram inicialmente os fragmentos da função quadrática dentro do envelope, o que atrasou o início da resolução. Quando finalmente encontraram os fragmentos, montaram corretamente a equação, mas erraram o sinal do coeficiente c ao transcrever o código secreto (registraram 6 em vez de -6). Esse erro sugere atenção parcial à leitura da equação, possivelmente influenciada pela pressão do tempo ou pela falta de revisão da resposta antes de entregar. O caso evidencia a importância da mediação do professor para orientar estratégias de organização e verificação dos resultados.

A comparação entre o Grupo 1 (Figura 17) e o Grupo 7 (Figura 18) revela que a rapidez na resolução não foi o único fator determinante para o acerto. Enquanto o Grupo 1 demonstrou fluência e atenção aos detalhes (incluindo o sinal de c), o Grupo 7, embora tenha conseguido montar a equação corretamente, cometeu um erro no sinal do coeficiente c , possivelmente por

não ter revisado a resposta. Além disso, a dificuldade inicial do Grupo 7 em localizar os fragmentos dentro do envelope aponta para a necessidade de orientações mais claras sobre a organização dos materiais, aspecto que pode ser aprimorado em futuras aplicações do produto educacional.

Enigma 2 – Cálculo do discriminante (Δ)

No segundo enigma, os alunos receberam o Envelope 2 contendo a função quadrática $h(t) = -4t^2 + 16t + 20$, que modela a trajetória de um foguete, e deveriam calcular o valor de Δ . As Figuras 19 e 20 apresentam registros de dois grupos.

Figura 19 - Resolução do Enigma 2 pelo Grupo 3 (mais rápido)

ENIGMA 2	RESPOSTA	CÓDIGO SECRETO
	☒ $\Delta > 0$ ☐ $\Delta = 0$ ☐ $\Delta < 0$	576 4, 16, 20

Legenda: O grupo marcou corretamente $\Delta > 0$ e registrou o código secreto como 576 (valor correto do discriminante).

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Análise: O grupo demonstrou domínio tanto do conceito de discriminante (classificando corretamente $\Delta > 0$) quanto do procedimento de cálculo (obtendo o valor 576). A rapidez na resolução, aliada à precisão dos registros, indica fluência nos conhecimentos pré-requisitos para as etapas seguintes do *escape room*. Esse desempenho contrasta com o erro observado no Enigma 1 pelo Grupo 7, evidenciando diferentes ritmos de aprendizagem na turma.

Figura 20 - Resolução do Enigma 2 pelo Grupo 7 (último a entregar)

ENIGMA 2	RESPOSTA	CÓDIGO SECRETO
	☒ $\Delta > 0$ ☐ $\Delta = 0$ ☐ $\Delta < 0$	576

Legenda: O grupo marcou corretamente $\Delta > 0$ e registrou o código secreto como 576 (valor correto do discriminante).

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Análise: Diferentemente do desempenho no Enigma 1, onde o grupo teve dificuldades para localizar os fragmentos e cometeu erro no sinal do coeficiente c , no Enigma 2 o Grupo 7 demonstrou compreensão tanto do conceito de discriminante quanto do procedimento de

cálculo, acertando integralmente a tarefa. A demora na entrega, segundo observação do pesquisador, deveu-se à necessidade de ajuda para interpretar o enunciado, e não a dificuldades matemáticas propriamente ditas. Esse caso ilustra como fatores externos à competência matemática (como interpretação de texto e organização do grupo) podem influenciar o ritmo de resolução, mesmo quando o conteúdo conceitual foi compreendido.

Os dois grupos analisados acertaram completamente o Enigma 2, tanto na classificação de Δ quanto no cálculo numérico. A diferença entre eles esteve no ritmo: enquanto o Grupo 3 foi rápido e preciso, o Grupo 7, embora tenha acertado, demandou mais tempo e apoio na interpretação do enunciado. Esse padrão sugere que as dificuldades do Grupo 7 estão mais associadas a habilidades de leitura e organização do que a lacunas no conhecimento matemático específico sobre discriminante.

Enigma 3 – Determinação do vértice (ponto de máximo)

No terceiro enigma, os alunos receberam o Envelope 3 com a função $h(t) = -5t^2 + 20t + 1$, que modela o lançamento de uma bola, e deveriam determinar: (a) o instante da altura máxima; (b) a altura máxima alcançada. As Figuras 21 e 22 apresentam registros de dois grupos.

Figura 21 - Resolução do Enigma 3 pelo Grupo 3

ENIGMA 3	RESPOSTA	CÓDIGO SECRETO
	$X_v = -\frac{b}{2a} = -\frac{20}{2 \cdot (-5)} = 2$ $Y_v = -\frac{\Delta}{4a} = -\frac{420}{4 \cdot (-5)} = 21$	2, 21

Legenda: O grupo registrou os cálculos para determinar o vértice e a altura máxima da função $h(t) = -5t^2 + 20t + 1$.

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Análise: Embora a caligrafia do grupo tenha dificultado a leitura dos registros, os valores apresentados ($X_v = 2$, $Y_v = 21$ e $\Delta = 420$) estão corretos. O grupo demonstrou domínio dos conceitos de vértice e discriminante, aplicando corretamente as fórmulas $X_v = -b/2a$ e $Y_v = -\Delta/4a$. A rapidez e precisão observadas no Enigma 2 mantiveram-se nesta etapa final, indicando consistência na aprendizagem dos conteúdos trabalhados no *escape roo* educacional.

Figura 22 - Resolução do Enigma 3 pelo Grupo 7

ENIGMA 3	RESPOSTA	CÓDIGO SECRETO
	$X_v = 2 \text{ seg}$	221
	$Y_v = 21 \text{ m}$	

Legenda: O grupo registrou $X_v = 2 \text{ seg}$ (correto), $Y_v = 21 \text{ m}$ (correto) e código secreto 221.

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Análise: O Grupo 7, que havia demonstrado dificuldades no Enigma 1 (erro no sinal do coeficiente c) e surpreendido com acerto no Enigma 2, finalizou o Enigma 3 de forma completamente correta, determinando tanto o instante da altura máxima ($X_v = 2 \text{ seg}$) quanto o valor da altura máxima ($Y_v = 21 \text{ m}$). A demora na entrega, segundo observação do pesquisador, foi uma consequência do atraso acumulado no primeiro enigma, e não por dificuldade específica neste conteúdo. O grupo mostrou-se capaz de aplicar corretamente os conceitos de vértice e altura máxima, consolidando a aprendizagem ao longo da atividade. Esse caso ilustra como o ritmo de resolução pode ser afetado por dificuldades iniciais, mesmo quando o grupo demonstra compreensão dos conceitos nas etapas finais.

Os dois grupos analisados no Enigma 3 acertaram completamente os cálculos do vértice e da altura máxima. O Grupo 3 manteve a rapidez e precisão observadas nos enigmas anteriores, resolvendo a tarefa de forma ágil e correta. O Grupo 7, embora tenha finalizado corretamente ($X_v = 2 \text{ seg}$, $Y_v = 21 \text{ m}$), apresentou tempo superior devido ao atraso acumulado no Enigma 1. Esse padrão sugere que dificuldades iniciais podem comprometer o ritmo nas etapas seguintes, mesmo quando o grupo demonstra domínio conceitual posterior. Ambos os grupos, no entanto, evidenciaram consolidação da aprendizagem ao final do *escape room* educacional.

Ao final dos três enigmas, os grupos reuniram as respostas para compor a senha final do *escape room* educacional. Os sete grupos participantes concluíram as atividades propostas. A Figura 23 apresenta o tempo registrado por cada grupo para a finalização das atividades.

Figura 23 - Tempo de execução por grupo no *escape room* educacional

Grupo	Tempo (minutos)
3	10
6	15
1	19
4	22
2	24
5	26
7	35

Legenda: Tempo total (em minutos) registrado para a conclusão dos três enigmas por cada um dos sete grupos.

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Análise: Os tempos de execução variaram de 10 a 35 minutos. O Grupo 3, que demonstrou rapidez e precisão em todos os enigmas, foi o mais rápido (10 min). O Grupo 7, que apresentou dificuldade inicial no Enigma 1 (erro no sinal do coeficiente c), foi o último a entregar (35 min). Observa-se uma correlação entre o desempenho no primeiro enigma e o tempo total: grupos que acertaram rapidamente o Enigma 1 (Grupos 3, 6, 1) ocuparam as primeiras posições, enquanto aqueles que apresentaram dificuldades iniciais tenderam a demorar mais, mesmo tendo acertado os enigmas seguintes. Esse padrão sugere que obstáculos iniciais podem comprometer o ritmo nas etapas posteriores, independentemente do domínio conceitual demonstrado ao final.

Atividade de fechamento – Google Forms

Ao final do primeiro encontro da implementação do produto educacional (3º encontro da pesquisa, realizado em 02/10/2025), os alunos foram convidados a responder no Google Forms à pergunta aberta: "O que você aprendeu na aula de hoje?". A maioria respondeu em casa, como no caso do registro apresentado na Figura 24, enviado às 19h49 do mesmo dia.

Figura 24 - Resposta da aluna Letícia no Google Forms

PPGEduCIMAT-UFRRJ-CIEP156

Perguntas Respostas 2/ Configurações

RESPONDA: O que aprendi na aula de hoje? *

Aqui está um pequeno texto juntando os três temas que você pediu:

—

A fórmula de Bhaskara é um dos métodos mais conhecidos para resolver equações do 2º grau, ajudando a encontrar as raízes de uma função quadrática. Essas funções têm a forma $y = ax^2 + bx + c$, e seu gráfico é uma parábola, que pode se abrir para cima ou para baixo dependendo do valor de a .

Além de aprender matemática, também é importante desenvolver habilidades sociais, como trabalhar em grupo. O trabalho em equipe facilita a troca de ideias, fortalece o aprendizado e ensina a respeitar diferentes pontos de vista, mostrando que juntos podemos chegar a melhores resultados.

Eu aprendi/entendi isso.

Enviada: 02/10/2025, 19:49

Legenda: Letícia escreveu um texto articulando a fórmula de Bhaskara, a forma geral da função quadrática $y = ax^2 + bx + c$, a representação gráfica como parábola (abertura determinada pelo coeficiente a) e a importância do trabalho em equipe para a troca de ideias e o fortalecimento da aprendizagem.

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Análise: A resposta é significativamente representativa dos objetivos do produto educacional. O aluno demonstrou compreensão de três aspectos centrais: (1) o conhecimento matemático formal (fórmula de Bhaskara, estrutura da função quadrática, relação entre coeficiente a e concavidade da parábola); (2) a articulação entre diferentes representações (algébrica e gráfica); (3) as habilidades socioeducacionais desenvolvidas pelo escape room (trabalho em equipe, troca de ideias, respeito a diferentes pontos de vista). A menção explícita ao trabalho em grupo como facilitador do aprendizado evidencia que a metodologia ativa adotada contribuiu não apenas para a apropriação conceitual, mas também para o desenvolvimento de competências colaborativas. Essa resposta corrobora as análises apresentadas ao longo deste capítulo, indicando que o produto educacional atingiu seus objetivos de promover aprendizagem significativa da função quadrática por meio da articulação entre tecnologia, metodologia ativa e interação social.

5.4 Quarto encontro – Construção de gráficos com GeoGebra

No quarto encontro, os alunos exploraram, em duplas, a relação entre a expressão algébrica e a representação gráfica da função quadrática utilizando o GeoGebra. A Figura 25 registra o momento da atividade.

Figura 25 - Alunos manipulando o GeoGebra nos Chromebooks



Legenda: Estudantes explorando o comportamento da função $f(x) = ax^2$ no GeoGebra enquanto registram observações no caderno.

Fonte: Acervo pessoal do autor (2025).

Primeiro momento – Influência dos coeficientes a , b e c

Coeficiente a

Os alunos manipularam o coeficiente a na função $f(x) = ax^2$ e registraram suas observações. As Figuras 26 e 27 apresentam registros selecionados.

Figura 26 - Registro da Dupla 13 sobre a influência do coeficiente a

A abertura da concavidade da parábola quando a está em um valor negativo fica para baixo, já quando está positiva a concavidade fica para cima, e igual a 0 fica em cima da linha do gráfico.

Legenda: A dupla escreveu: "A abertura da concavidade da parábola quando a está em um valor negativo fica para baixo, já quando está positiva a concavidade fica para cima, e igual a 0 fica em cima da linha do gráfico".

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Análise: A Dupla 13 demonstrou compreensão correta da relação entre o sinal do coeficiente a e a concavidade, incluindo o caso limite $a = 0$ (função linear).

Figura 27 - Registro da Dupla 9 sobre a influência do coeficiente a

Ao mover o controle a , a parábola fica mais aberta ou mais fechada. Se for negativo, ela se inverte.

Legenda: A dupla escreveu: "Ao mover o controle a , a parábola fica mais aberta ou mais fechada. Se for negativo, ela se inverte."

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

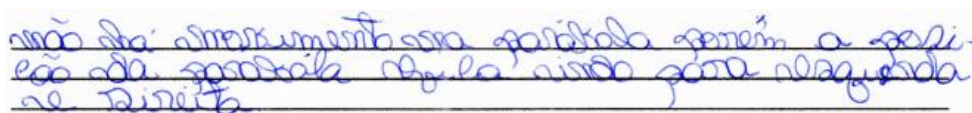
Análise: A Dupla 9 demonstrou compreensão correta de dois aspectos fundamentais: (1) a relação entre o valor absoluto de a e a abertura da parábola (quanto maior a , mais fechada; quanto menor a , mais aberta); (2) o efeito do sinal de a sobre a concavidade (a positivo $\rightarrow$ concavidade para cima; a negativo $\rightarrow$ concavidade para baixo), expresso pela ideia de "inversão". A linguagem utilizada, embora informal ("inverte"), indica apropriação significativa do conceito, articulando observações visuais obtidas pela manipulação do controle deslizante no GeoGebra.

Os registros das Duplas 13 e 9 (Figuras 26 e 27) evidenciam que a manipulação dinâmica do coeficiente a no GeoGebra favoreceu a compreensão de seu efeito sobre a concavidade e a abertura da parábola. Ambas as duplas identificaram corretamente que a negativo inverte a concavidade, e a Dupla 9 avançou ao relacionar o valor absoluto de a à abertura. A Dupla 13, por sua vez, demonstrou compreensão adicional ao mencionar o caso $a = 0$ (função linear). Esses achados indicam que a exploração visual contribuiu para a apropriação conceitual, independentemente do nível de formalismo da linguagem utilizada.

Coeficiente b

Na sequência, os alunos manipularam o coeficiente b na função $f(x) = x^2 + bx + 1$ e registraram suas observações. As Figuras 28 e 29 apresentam registros selecionados.

Figura 28 - Registro da Dupla 6 sobre a influência do coeficiente b

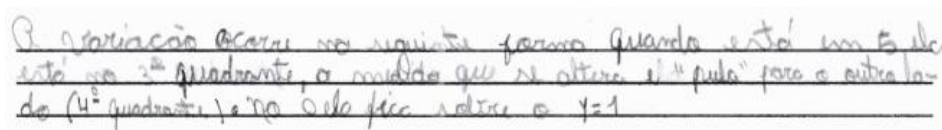


Legenda: A dupla escreveu: "Não há movimento na parábola, porém a posição da parábola fica vindo para esquerda e direita."

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Análise: A Dupla 6 identificou corretamente que o coeficiente b não altera a abertura da parábola ("não há movimento"), mas afeta sua posição horizontal ("vindo para esquerda e direita"). Essa observação está conceitualmente correta: o parâmetro b desloca o vértice da parábola no plano cartesiano, sem modificar sua concavidade ou abertura. A linguagem utilizada, embora informal ("vindo para"), indica apropriação significativa do conceito a partir da manipulação dinâmica do controle deslizante no GeoGebra.

Figura 29 - Registro do aluno Caio (individual)



A variação ocorre na seguinte forma quando está em 5 ela está no 3º quadrante, a medida que se altera e "pula" para o outro lado (4º quadrante). No 0 ela fica sobre o $y=1$.

Legenda: O aluno escreveu: "A variação ocorre na seguinte forma, quando está em 5 ela está no 3º quadrante, a medida que se altera e 'pula' para o outro lado (4º quadrante). No 0 ela fica sobre o $y=1$."

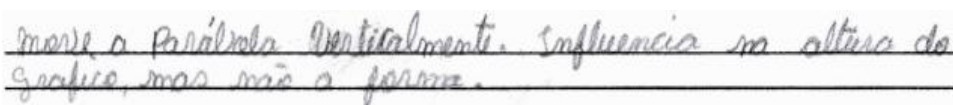
Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Análise: O aluno Caio demonstrou compreensão do deslocamento da parábola ao variar o coeficiente b , observando a mudança de posição entre quadrantes. A menção a " $y = 1$ " quando $b = 0$ está correta, pois a função $f(x) = x^2 + bx + 1$ com $b = 0$ se reduz a $f(x) = x^2 + 1$, cujo vértice está sobre o eixo y no ponto $(0,1)$. A linguagem visual ("pula") indica que a manipulação dinâmica no GeoGebra favoreceu a percepção da mudança de posição. O fato de o aluno ter optado por trabalhar sozinho não comprometeu sua compreensão do conceito, como evidencia o registro.

Os registros da Dupla 6 e do aluno Caio (Figuras 28 e 29) evidenciam que ambos perceberam o deslocamento horizontal da parábola causado pela variação do coeficiente b . A Dupla 6 destacou que a parábola "vem para esquerda e direita", enquanto Caio observou a passagem entre quadrantes e a posição sobre $y = 1$ quando $b = 0$. Nenhum dos dois mencionou alteração na abertura, indicando que compreenderam que b afeta apenas a posição. Esses achados mostram que a exploração dinâmica no GeoGebra favoreceu a percepção do papel do coeficiente b , independentemente do trabalho em dupla ou individual.

Coeficiente c

Em seguida, os alunos manipularam o coeficiente c na função $f(x) = x^2 + 2x + c$ e registraram suas observações. As Figuras 30 e 31 apresentam registros selecionados.

Figura 30 - Registro da Dupla 7 sobre a influência do coeficiente c


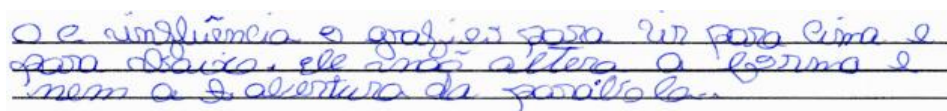
move a parábola verticalmente. influencia na altura do gráfico, mas não a forma.

Legenda: A dupla escreveu: "Move a parábola verticalmente. Influencia na altura do gráfico, mas não a forma."

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Análise: A Dupla 7 identificou corretamente o papel do coeficiente c como termo independente que desloca a parábola verticalmente, sem alterar sua forma (abertura e concavidade). Essa observação está conceitualmente precisa: c determina a interseção da parábola com o eixo y (ponto $(0, c)$) e desloca todo o gráfico para cima ($c > 0$) ou para baixo ($c < 0$). A clareza da resposta indica apropriação significativa do conceito a partir da manipulação dinâmica do controle deslizante no GeoGebra.

Figura 31 - Registro da Dupla 6 sobre a influência do coeficiente c



Legenda: A dupla escreveu: "O c influencia o gráfico para ir para cima e para baixo. Ele não altera a forma e nem a abertura da parábola."

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

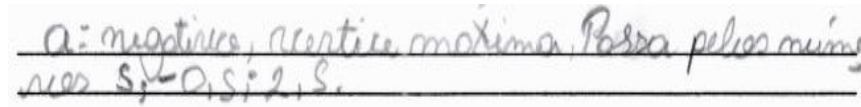
Análise: A Dupla 6 demonstrou compreensão correta do papel do coeficiente c como termo independente que desloca a parábola verticalmente ("para cima e para baixo"), sem alterar sua forma ou abertura. A resposta é conceitualmente precisa e se alinha ao observado pela Dupla 7 (Figura 30). Esse padrão de acertos indica que a manipulação dinâmica do controle deslizante no GeoGebra favoreceu a apropriação do conceito pela maioria dos grupos.

Os registros das Duplas 7 e 6 (Figuras 30 e 31) evidenciam que ambos os grupos compreenderam corretamente o papel do coeficiente c como termo independente que desloca a parábola verticalmente, sem modificar sua forma ou abertura. A consistência das respostas observada nos demais grupos (não apresentados por repetição) sugere que a exploração dinâmica no GeoGebra favoreceu a apropriação generalizada desse conceito.

Relação entre a , b e c

Por fim, os alunos utilizaram os três controles deslizantes para ajustar os coeficientes a , b e c na função $f(x) = ax^2 + bx + c$ até obterem o gráfico correspondente a $a = -2$, $b = 4$ e $c = 3$. Em seguida, registraram suas observações sobre concavidade, posição no plano cartesiano e outras características do gráfico. As Figuras 32 e 33 apresentam registros selecionados.

Figura 32 - Registro da Dupla 8 sobre a função $f(x) = -2x^2 + 4x + 3$



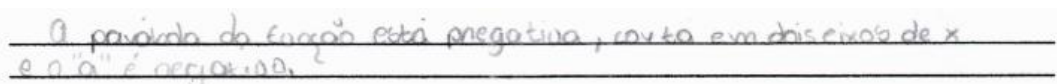
a: negativo, vértice máximo. Passa pelos números 5; -0,5; 2,5.

Legenda: A dupla escreveu: "a = negativo, vértice máximo, passa pelos números 5; -0,5; 2,5."

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Análise: A Dupla 8 identificou corretamente a concavidade para baixo (a negativo) e o vértice como ponto de máximo. Os valores -0,5 e 2,5 correspondem às raízes da função, calculadas corretamente. O valor 5 mencionado pela dupla não corresponde a nenhum elemento imediato da função (possivelmente erro de digitação ou referência ao valor de c?). Apesar desse equívoco, a resposta demonstra compreensão dos conceitos centrais: relação entre sinal de a e concavidade, e identificação das raízes.

Figura 33 - Registro da Dupla 13 sobre a função $f(x) = -2x^2 + 4x + 3$



A parábola da função está negativa, corta em dois eixos de x e o 'a' é negativo.

Legenda: A dupla escreveu: "A parábola da função está negativa, corta em dois eixos de x e o 'a' é negativo."

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Análise: A Dupla 13 identificou corretamente que o coeficiente a é negativo e que a concavidade da parábola é para baixo ("parábola está negativa"). A expressão "corta em dois eixos de x" indica a compreensão de que a função possui duas raízes reais distintas, o que está correto para esta função ($\Delta = 40 > 0$). A resposta, embora concisa, demonstra apropriação dos conceitos essenciais trabalhados na atividade de síntese.

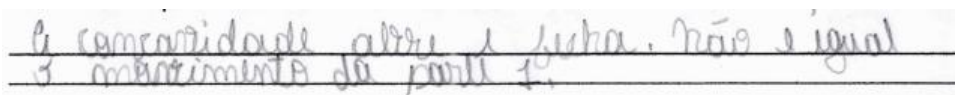
As respostas das Duplas 8 e 13 (Figuras 32 e 33) evidenciam que ambas compreenderam os conceitos centrais da função quadrática analisada. Ambas identificaram corretamente que o coeficiente a é negativo (concavidade para baixo) e que a função possui duas raízes reais. A Dupla 8 acrescentou a identificação do vértice como ponto de máximo, enquanto a Dupla 13 destacou a interseção com o eixo x em dois pontos. Esses registros indicam que a atividade de síntese, articulando os três coeficientes no GeoGebra, contribuiu para a consolidação da aprendizagem.

Segundo momento – Função na forma $f(x) = a(x - m)^2 + n$

Coeficiente a (forma canônica)

Os alunos manipularam o coeficiente a na forma canônica e compararam com os efeitos observados no primeiro momento. As Figuras 34 e 35 apresentam registros selecionados.

Figura 34 - Registro da Dupla 10 sobre o coeficiente a na forma canônica



Legenda: A dupla escreveu: "A concavidade abre e fecha. Não é igual o movimento da parte 1."

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Análise: A Dupla 10 identificou corretamente que o coeficiente a na forma canônica mantém a mesma função observada na forma geral: controlar a abertura e a concavidade da parábola ("abre e fecha"). No entanto, a afirmação "Não é igual o movimento da parte 1" indica uma percepção equivocada, pois o efeito de a é exatamente o mesmo em ambas as representações. Esse equívoco pode ter origem na manipulação simultânea de outros coeficientes (m e n) ou na dificuldade de transferir a compreensão de uma representação para outra. O caso evidencia a necessidade de mediação para consolidar a equivalência entre as formas algébricas da função quadrática.

Figura 35 - Registro da Dupla 6 sobre o coeficiente a na forma canônica



Legenda: A dupla escreveu: "ele se abre e fecha, igual ao gráfico da primeira questão do gráfico 1."

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

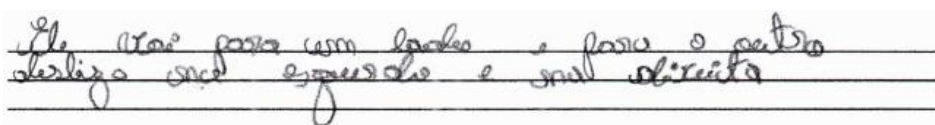
Análise: A Dupla 6 identificou corretamente que o coeficiente a na forma canônica mantém a mesma função observada na forma geral: controlar a abertura e a concavidade da parábola ("abre e fecha"). Diferentemente da Dupla 10 (Figura 34), a Dupla 6 estabeleceu corretamente a equivalência entre as duas representações ("igual ao gráfico da primeira questão"), demonstrando compreensão mais consistente da relação entre as formas algébricas da função quadrática.

Os registros das Duplas 10 e 6 (Figuras 34 e 35) evidenciam que ambas compreenderam o papel do coeficiente a na forma canônica como controlador da abertura e concavidade. No entanto, enquanto a Dupla 6 estabeleceu corretamente a equivalência com a forma geral ("igual ao gráfico da primeira questão"), a Dupla 10 manifestou dúvida ao afirmar "Não é igual o movimento da parte 1". Esse contraste indica que, para alguns grupos, a transição entre as representações algébricas da função quadrática não foi imediata, necessitando de mediação adicional para consolidar a equivalência.

Coeficientes m e n (translação horizontal e vertical)

Na sequência, os alunos manipularam os coeficientes m e n na forma canônica, observando os deslocamentos horizontal (m) e vertical (n) da parábola. As Figuras 36 e 37 apresentam registros selecionados.

Figura 36 - Registro da Dupla 5 sobre o coeficiente m (translação horizontal)

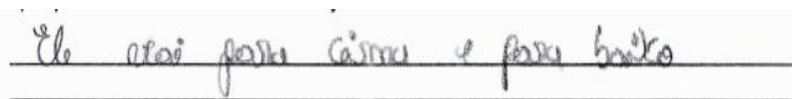


Legenda: A dupla escreveu sobre o coeficiente m : "Ele vai para um lado e para o outro, desliza no esquerdo e na direita."

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Análise: A Dupla 5 identificou corretamente que o coeficiente m desloca a parábola horizontalmente ("esquerdo e direita"). Essa observação está conceitualmente correta: m determina a coordenada x do vértice ($X_v = m$), deslocando o gráfico para a esquerda (m negativo) ou direita (m positivo). A linguagem utilizada, embora informal, indica compreensão do efeito da translação horizontal a partir da manipulação dinâmica no GeoGebra.

Figura 37 - Registro da Dupla 5 sobre o coeficiente n (translação vertical)



Legenda: A dupla escreveu sobre o coeficiente n : "ele vai para cima e para baixo."

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Análise: A Dupla 5 identificou corretamente que o coeficiente n desloca a parábola verticalmente ("cima e baixo"). Essa observação está conceitualmente correta: n determina a coordenada y do vértice ($Y_v = n$), deslocando o gráfico para cima (n positivo) ou para baixo (n negativo). A resposta, embora concisa, demonstra compreensão clara do efeito da translação vertical.

Os registros da Dupla 5 (Figuras 36 e 37) evidenciam que os alunos compreenderam corretamente os papéis dos coeficientes m e n na forma canônica da função quadrática: m desloca a parábola horizontalmente ("esquerdo e direita") e n desloca verticalmente ("cima e baixo"). A clareza e precisão das respostas, mesmo com linguagem informal, indicam que a exploração dinâmica no GeoGebra favoreceu a percepção dos efeitos de translação horizontal e vertical associados aos parâmetros m e n .

5.5 Quinto encontro – Imagens do cotidiano e função quadrática no GeoGebra

No quinto encontro, os alunos utilizaram o GeoGebra para construir funções quadráticas que se aproximassem de formas parabólicas presentes em imagens do cotidiano. Os alunos receberam um esquema orientador para a marcação de pontos no GeoGebra (mediação do pesquisador), necessária para viabilizar a atividade dentro do tempo limitado do escape room. A Figura 38 apresenta, à esquerda, a foto de uma taça (objeto do cotidiano) e, à direita, a tela do GeoGebra com a modelagem da forma parabólica.

Figura 38 - Modelagem de uma forma parabólica realizada por uma dupla



Legenda: À esquerda, foto de uma taça (objeto do cotidiano escolhido pela dupla). À direita, tela do GeoGebra com pontos marcados e função quadrática gerada pelo recurso "Polinômio".

Fonte: Acervo pessoal e elaborado pelo autor (2025).

Análise: A imagem evidencia a articulação entre o contexto real (foto da taça) e a modelagem matemática no GeoGebra, realizada em dupla. Os alunos identificaram a forma parabólica no objeto cotidiano, transportaram-na para o ambiente digital e, com a mediação do pesquisador, marcaram pontos sobre a curva e utilizaram a ferramenta "Polinômio" para obter a função quadrática correspondente. Esse processo demonstra apropriação do conceito de modelagem matemática, articulando três representações: visual (foto), gráfica (pontos e parábola no GeoGebra) e algébrica (função gerada). A atividade, realizada dentro da dinâmica do *escape room* com tempo limitado, exigiu das duplas organização e capacidade de síntese para concluir a tarefa.

Preferência dos alunos entre GeoGebra e caderno

Após as atividades, os alunos manifestaram sua preferência entre o uso do GeoGebra e as atividades realizadas no caderno. As Figuras 39 e 40 apresentam os registros selecionados.

Figura 39 - Preferência dos alunos pelo GeoGebra

Registros de algumas duplas	Transcrição
	"GeoGebra, é mais prático e divertido".
	"GeoGebra, mais praticidade e animação".
	"No GeoGebra, pois é mais interessante e dinâmico e mais prático".

Legenda: Registros de três duplas que preferiram o GeoGebra, mencionando "mais prático e divertido", "mais praticidade e animação" e "mais interessante e dinâmico".

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Análise: A maioria dos alunos manifestou preferência pelo GeoGebra, associando o *software* a praticidade, dinamismo e motivação. Essas percepções indicam que o uso da tecnologia contribuiu para o engajamento e a participação ativa dos estudantes nas atividades propostas.

Figura 40 - Preferência de duas duplas pelo caderno

Registros de algumas duplas	Transcrição
<u>No caderno, porque tenho menos dificuldade</u>	“No caderno, porque tenho menos dificuldade”.
<u>Porque no caderno aprendemos com os erros e trabalha muito o subconsciente do aluno.</u>	“Porque no caderno aprendemos com os erros e trabalha muito o subconsciente do aluno”.

Legenda: Registros de duas duplas que preferiram o caderno, mencionando "tenho menos dificuldade" e "no caderno aprendemos com os erros e trabalha muito o subconsciente do aluno".

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Análise: As duas duplas que manifestaram preferência pelo caderno valorizaram aspectos como familiaridade ("menos dificuldade") e o papel do erro como parte do processo de aprendizagem ("aprendemos com os erros"). Essas justificativas indicam que, para alguns alunos, o registro manual ainda é percebido como um espaço de reflexão e segurança. Esse contraste com a preferência majoritária pelo GeoGebra (Figura 39) sugere que diferentes abordagens (tecnológica e tradicional) podem coexistir de forma complementar no processo de ensino-aprendizagem.

As respostas analisadas nas Figuras 39 e 40 evidenciam que, embora a maioria dos alunos tenha preferido o GeoGebra por sua praticidade e dinamismo, uma minoria ainda valoriza o registro manual no caderno. Esse resultado indica que o uso de tecnologias digitais não substitui integralmente as práticas tradicionais, mas pode atuar de forma complementar, respeitando diferentes estilos e preferências de aprendizagem.

Avaliação da sequência didática pelos alunos

Como fechamento da implementação, os alunos avaliaram o conjunto da atividade proposta. A Figura 41 apresenta registros selecionados.

Figura 41 - Avaliação dos alunos sobre a atividade proposta

Registros de algumas duplas
Educativa, muito interessante. BN nos estimula a fazermos mais.
Acredito que para incluir o GeoGebra no ensino, é necessário ensinar também no caderno para não causar dependência e estimular a capacidade de raciocínio dos alunos.
Interessante e dinâmica, uma ótima atividade para os alunos praticarem.

Legenda: Os alunos avaliaram a atividade como: "Educativa e muito interessante, pois nos estimula a fazermos mais"; "Acredito que para incluir o GeoGebra no ensino, é necessário ensinar também no caderno para não causar dependência e estimular a capacidade de raciocínio dos alunos"; "Interessante e dinâmica, uma ótima atividade para os alunos praticarem".

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Análise: Os registros indicam uma avaliação predominantemente positiva da atividade, com termos como "interessante", "dinâmica" e "educativa". Um dos registros destaca uma reflexão mais aprofundada sobre a articulação entre GeoGebra e caderno, sugerindo que o uso da tecnologia não deve substituir completamente as práticas tradicionais, mas sim complementá-las para evitar dependência e estimular o raciocínio. Essa percepção reforça a importância de propostas pedagógicas que integrem diferentes estratégias no ensino da função quadrática.

5.6 Síntese

As análises desenvolvidas ao longo deste capítulo apontam que a proposta didática implementada contribuiu para o engajamento dos estudantes e para a mobilização de conhecimentos matemáticos relacionados às funções quadráticas. A articulação entre o uso do GeoGebra e a metodologia de *escape room* possibilitou a criação de um ambiente de aprendizagem dinâmico, investigativo e colaborativo, no qual os alunos assumiram um papel ativo na construção do conhecimento.

Os registros analisados revelam indícios de avanços na compreensão dos conceitos

matemáticos abordados, especialmente no que se refere à relação entre parâmetros algébricos e representações gráficas, ao significado do vértice da parábola e à interpretação do comportamento da função quadrática em diferentes contextos. A linguagem inicialmente informal utilizada pelos estudantes mostrou-se um elemento relevante do processo de aprendizagem, funcionando como ponto de partida para a construção de significados matemáticos mais elaborados, mediada pela visualização, experimentação e discussão coletiva.

No que diz respeito à metodologia do *escape room*, os resultados ressaltam que o fator tempo atuou como um elemento pedagógico mobilizador, favorecendo a cooperação entre os grupos, a negociação de estratégias e a tomada de decisões conjuntas. As diferenças observadas nos ritmos de resolução permitiram ao professor identificar dificuldades recorrentes e potencialidades dos estudantes, reforçando o caráter formativo da proposta e seu potencial para orientar intervenções pedagógicas mais direcionadas.

De modo geral, as análises apresentadas neste capítulo sustentam a relevância do produto educacional desenvolvido, ressaltando que a integração entre tecnologias digitais e metodologias ativas pode tornar o ensino da função quadrática mais significativo, contextualizado e alinhado às demandas contemporâneas da Educação Matemática. No capítulo seguinte, serão sistematizadas as contribuições do produto educacional e apresentadas as considerações finais desta pesquisa, a partir do percurso investigativo realizado.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa, configurada como pesquisa-ação com intervenção pedagógica, teve como objetivo investigar e transformar a prática de ensino da função quadrática no 1º ano do Ensino Médio por meio de uma sequência didática estruturada a partir da metodologia de *escape room* educacional e integrada ao *software* GeoGebra. O percurso investigativo articulou ação e reflexão, com o professor-pesquisador atuando como mediador direto nas atividades.

Os resultados indicam que a articulação entre desafios matemáticos, narrativa e recursos tecnológicos favoreceu o engajamento dos estudantes e estimulou o raciocínio matemático. O GeoGebra mostrou-se útil para a visualização e exploração de conceitos como coeficientes, concavidade, discriminante (Δ) e vértice. A metodologia do *escape room* promoveu a resolução colaborativa de problemas, o protagonismo dos alunos e a contextualização dos conteúdos.

Quanto à mobilização de conhecimentos prévios, as atividades de sondagem (primeiro encontro) revelaram que os alunos apresentavam lacunas significativas, como o não domínio da fórmula quadrática e dificuldades na associação entre coeficiente a e concavidade. Esses conhecimentos prévios, identificados no início da intervenção, serviram como ponto de partida para a mediação pedagógica ao longo dos encontros seguintes, conforme se observa nas análises dos registros dos alunos (Figuras 13 a 16).

Sobre a identificação das raízes da função quadrática, as análises dos Enigmas 1 e 3 (Figuras 17 a 22) evidenciaram que os alunos conseguiram, com mediação, determinar as raízes e associá-las à interseção da parábola com o eixo X . No Enigma 1, o Grupo 7 apresentou dificuldade inicial com o sinal do coeficiente c , mas evoluiu ao longo da intervenção, acertando os enigmas seguintes.

A mediação docente, prevista nas hipóteses iniciais da pesquisa, foi necessária especialmente nos conceitos de vértice, discriminante e relação entre coeficientes. As hipóteses levantadas na fase de concepção da sequência didática – de que os alunos teriam dificuldades na interpretação dos parâmetros e na articulação entre representações – confirmaram-se ao longo da intervenção, demandando estratégias como demonstrações no GeoGebra, discussões coletivas e orientações individualizadas. A pesquisa-ação permitiu ao professor-pesquisador ajustar a mediação em tempo real, o que não seria possível em um delineamento meramente observacional.

Como contribuição, destaca-se o produto educacional desenvolvido: uma sequência didática que integra desafios, narrativa e orientações para aplicação em sala de aula, com ênfase na mediação docente e na reflexão sobre a prática. O material apresenta potencial de adaptação e replicabilidade em diferentes contextos escolares.

Esta pesquisa apresenta limitações, como o tempo restrito de aplicação e o número específico de participantes, o que não permite generalizações amplas. No entanto, os dados obtidos oferecem indícios relevantes sobre as possibilidades de uso do escape room educacional aliado ao GeoGebra no ensino de Matemática, dentro do paradigma da pesquisa-ação.

Por fim, considera-se que a proposta atende aos pressupostos da pesquisa-ação e da Engenharia Didática, configurando-se como alternativa pedagógica viável para o ensino da função quadrática no Ensino Médio. Como desdobramentos futuros, sugere-se a aplicação da proposta em outras turmas e níveis de ensino, bem como a investigação de sua adaptação para outros conteúdos matemáticos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, Lynn; MINHO, Marcelle; DINIZ, Marcelo. Gamificação: diálogos com a educação. In: FADEL, Luciane Maria et al. (Org.). **Gamificação na educação**. São Paulo: Pimenta Cultural, 2014. p. 74-97.

ARAUJO, Evaldo Gonçalves de. **Aprendizagem de funções quadráticas apoiada nas tecnologias digitais Geogebra e Kahoot**. 2025. 170 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional – PROFMAT) – Centro de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2025. Disponível em: [repositório da UFRN]. Acesso em: 9 maio 2026.

BAIRRAL, Marcelo Almeida. **Ambiência & Redes Online: interações para o ensino, pesquisa e formação docente**. São Paulo: LF livraria da física, 2020.

BAIRRAL, Marcelo Almeida. **Tecnologias móveis, neurocognição e aprendizagem matemática**. 1. ed. Campinas: Mercado de Letras, 2021.

BAIRRAL, Marcelo; ASSIS, Aline; SILVA, B. C. D. **Mãos em ação em dispositivos touchscreen na educação matemática**. Seropédica: Edur, 2015.

BARDELLA, Ronald Fernandes. **O uso de tecnologias digitais na prática educacional de matemática na educação básica**. *International Integralize Scientific*, São Paulo, v. 5, n. 47, maio 2025. DOI: doi.org/10.63391/992462. Disponível em: <https://iiscientific.com/artigos/992462/>. Acesso em: 6 maio 2026.

BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. Tradução: Reto, Luís Antero e Pinheiro, Augusto. 1. ed. Lisboa: Edições 70, 2011. 281 p.

BORBA, Marcelo Carvalho; SCUCUGLIA, Ricardo Rodrigues; GADANIDIS, George. **Fases das tecnologias digitais em Educação Matemática: sala de aula e internet em movimento**. 3. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2020.

BRASIL. INEP. **Relatório Brasil no PISA 2018**. Brasília: INEP, 2020. Disponível em: https://download.inep.gov.br/publicacoes/institucionais/avaliacoes_e_exames_da_educacao_basica/relatorio_brasil_no_pisa_2018.pdf. Acesso em: 25 junho 2025.

BRASIL. INEP. **Relatório Brasil no PISA 2022**. Brasília: INEP, 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/inep/pt-br/centrais-de-conteudo/noticias/acoes-internacionais/divulgados-os-resultados-do-pisa-2022>. Acesso em: 25 junho 2025.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2018. Disponível em: https://www.gov.br/mec/pt-br/escola-em-tempo-integral/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal.pdf. Acesso em: 25 junho 2025.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio – Matemática**. Brasília: MEC, 2000. Disponível em: <https://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf>. Acesso em: 25 junho 2025.

BRASIL. Ministério da Educação. *Portaria Normativa nº 2, de 26 de janeiro de 2010. Dispõe sobre o Sistema de Seleção Unificada – SISU*. Brasília: MEC, 2009/2010.

BRASIL. Secretaria de Educação Básica. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: MEC, SEB, 2006. 135 p. (Orientações curriculares para o ensino médio; volume 2). ISBN 85-98171-43-3.

CALDAS, Janini Gomes. **Gamificação em aulas de matemática: um processo de integração de tecnologias digitais ao currículo**. 2022. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2022. Disponível em: <https://repositorio.ufms.br/handle/123456789/4631>. Acesso em: 25 junho 2025.

CRUZ, Paulo Fernando Costa da. **A visualização matemática em jogos educacionais digitais no Brasil**. 2025. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente, 2025. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/entities/publication/b1d3f76b-0f6b-433a-a1dd-c2fad06e2c0d>. Acesso em: 9 maio 2026.

DAMIANI, Magda Floriana et al. Discutindo pesquisas do tipo intervenção pedagógica. **Cadernos de Educação**, Pelotas, n. 45, p. 57-67, maio/ago. 2013. Disponível em: <https://periodicos.ufpel.edu.br/index.php/caduc/article/view/3822>. Acesso em: 10 maio 2026.

DE MORAES, Francéli Dalberto; ELLEN SOHN, Ricardo Machado; BARIN, Claudia Smaniotto. Ilha das funções quadráticas: uma proposta de jogo digital com o uso do Genially. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática**, Passo Fundo, v. 5, ed. especial, p. 192-208, 2022. DOI: <https://doi.org/10.5335/rbecm.v5iespecial.12936>. Disponível em: <https://ojs.upf.br/index.php/rbecm/article/view/12936>. Acesso em 9 maio 2026.

FARDO, Marcelo Luis. **A gamificação como estratégia pedagógica: estudo de elementos dos games aplicados em processos de ensino e aprendizagem**. 2013. 104 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul, 2013. Disponível em: <https://repositorio.ucs.br/items/2730f1ee-498f-4d10-8ad1-e809fce07f22>. Acesso em 14 fevereiro 2026.

FERAUCHE, Victor. **Ensino e aprendizagem do pensamento algébrico no ensino médio: desafios e estratégias**. 2025. 150 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação) – Universidade Municipal de São Caetano do Sul, São Caetano do Sul, 2025. Disponível em: <https://repositorio.uscs.edu.br/items/d2901bb4-ced6-4089-8702-05c7ae364777>. Acesso em: 10 maio 2026.

HARTER, Fabiane Valente; HARTE, Fernando Alonso Valente; ALVES, Rozane da Silveira. "O poder das funções" – Um Escape Room educativo na formação docente contribuindo para o ensino de matemática. **REVISTA DELOS**, v. 18, n. 67, p. e5020-e5020, 2025. Disponível em: https://guaiaca.ufpel.edu.br/bitstream/handle/prefix/19669/Disserta%C3%A7%C3%A3o_Fabiane%20Valente%20H%C3%A4rter.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 12 maio 2026.

LEWIS-DAVIS, Celita Marie. **A Descriptive Qualitative Study on Algebra I Teachers' Perceptions of Math Literacy**. 2022. Tese (Doutorado) – Trident University International, 2022.

MAAß, Katja ICSE. **A key-competence approach to teaching standard topics in STEM**. In: *Conference Book*, 2023. Disponível em: <https://icse.eu/wp->

content/uploads/2023/05/Conference-Book_March_2023_new.pdf#page=28. Acesso em: 12 maio 2026.

MACIEL, Marivaldo Duarte. A Educação na Era Digital – Percepções e Aprendizagem dos Nativos Digitais. **International Integralize Scientific**. v. 5, n. 45, Março/2025 ISSN/3085-654X. Disponível em: <https://iiscientific.com/artigos/ee589b/> Acesso em: 10 maio 2026.

MORGADO, Leonel; BECK, Dennis; O'SHEA, Patrick. Bridging the gaps: an updated mapping of the uses of immersive learning environments. **Virtual Reality**, v. 29, n. 3, p. 134, 2025. DOI: 10.1007/s10055-025-01208-y.

NEGROMONTE, Maria; COUTINHO, Alessandra. Fracasso escolar em Matemática no Ensino Médio: causas e consequências. **Revista Brasileira de Educação em Matemática**, v. 23, n. 60, p. 88–106, 2019.

NICHOLSON, Scott. **Emergence or Convergence? Exploring the Precursors of Escape Room Design**. *Analog Game Studies*, v. 3, n. 6, 2016. Disponível em: <https://analoggamestudies.org/tag/history/page/10/>. Acesso em: 9 maio 2026.

OLIVEIRA, Edvaldo Ramalho de; CUNHA, Douglas da Silva. **O uso da tecnologia no ensino da Matemática: contribuições do software GeoGebra no ensino da função do 1º grau**. Revista Educação Pública, v. 21, nº 36, 28 de setembro de 2021. Disponível em: <https://educacaopublica.cecierj.edu.br/artigos/21/36/o-uso-da-tecnologia-no-ensino-da-matematica-contribicoes-do-isofwarei-geogebra-no-ensino-da-funcao-do-1-grau> acesso em 14 fevereiro 2026.

OLIVEIRA, Rafael Marques de. **Construção de produtos educacionais na forma de jogos digitais no Google Forms no estilo Escape Room**. / Rafael Marques de Oliveira. – Salvador, 2023. Disponível em: <https://repositorio.ufba.br/handle/ri/37828>. Acesso em: 25 junho 2025.

ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO (OCDE). **Education at a Glance 2019: OECD Indicators**. Paris: OECD Publishing, 2019. Disponível em: https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2019/09/education-at-a-glance-2019_892e172e/f8d7880d-en.pdf. Acesso em: 25 junho 2025.

ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO (OCDE). **Princípios de Governança Corporativa do G20 e da OCDE 2023**. Paris: OECD Publishing, 2023. Disponível em: https://www.oecd.org/content/dam/oecd/pt/publications/reports/2023/09/g20-oecd-principles-of-corporate-governance-2023_60836fcb/58478f0f-pt.pdf. Acesso em: 25 junho 2025.

PACHECO, Luana; ANDREIS, Robson. Dificuldades de aprendizagem em Matemática no Ensino Médio: uma análise a partir da percepção de alunos e professores. **Revista Educação Matemática em Foco**, v. 11, n. 17, p. 145–162, 2018.

PRENSKY, Marc. Digital Natives, Digital Immigrants. **On the Horizon**, v. 9, n. 5, out. 2001.

QUEVEDO GUTIÉRREZ, Eduardo; ZAPATERA LLINARES, Alberto. Assessment of Scratch Programming Language as a Didactic Tool to Teach Functions. **Education Sciences**, Basel, v. 11, n. 9, p. 499, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/educsci11090499>.

RIO DE JANEIRO. Secretaria de Estado de Educação. **Componente curricular Matemática: ensino fundamental anos finais e ensino médio**. Rio de Janeiro: SEEDUC-RJ, 2026. Disponível em: <https://sites.google.com/educa.rj.gov.br/ementas2024/orienta%C3%A7%C3%B5es-curriculares/curr%C3%ADculos-seeduc-rj>. Acesso em: 25 junho 2025.

SILVA, Adriano dos Santos da. **O livro-jogo como ferramenta lúdica, matemática e tecnológica no desenvolvimento de habilidades**. 2022. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional – PROFMAT) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2022. Disponível em: <https://www.bdt.d.uerj.br:8443/handle/1/21821>. Acesso em: 10 maio 2026.

SOUSA SOARES, Rogervan de et al. O Mistério da Caixa: Atividade Tecnológica e Educacional Interdisciplinar. **Revista BOEM**, v. 12, n. 23, p. e0102, 2025. DOI: 10.5965/2357724X12232024e0102.

SOUZA, Nara Souza e; FREITAS, Silvia Regina Sampaio; PEREIRA, Marta Regina Silva; SILVA, Vanessa Coelho da; OLIVEIRA, Raimundo Correa de. **Plataformas educacionais digitais: uma revisão sistemática sobre a gamificação aplicada na educação básica**. Caderno Pedagógico, v. 22, n. 7, 2025. DOI: <https://doi.org/10.54033/cadpedv22n7-257>. Disponível em: <https://ojs.studiespublicacoes.com.br/ojs/index.php/cadped/article/view/16556>. Acesso em: 6 maio 2026.

TEIXEIRA, João Afonso Martins. **Mudança de Perspetiva: De Aluno a Professor**. 2024. Relatório de Estágio (Mestrado) – Universidade de Coimbra, Coimbra, 2024. Disponível em: <https://estudogeral.uc.pt/handle/10316/116599>. Acesso em: 14 fevereiro 2026.

TEIXEIRA, Tatiane Gonçalves Ramos. **Interação professor-aluno e tecnologias: Um novo olhar para o ensino da matemática**. International Integralize Scientific, São Paulo, v. 5, n. 47, maio 2025. DOI: doi.org/10.63391/8E24EF. Disponível em: <https://iiscientific.com/artigos/8e24ef/>. Acesso em: 6 maio 2026.

THIOLLENT, Michel. **Metodologia da pesquisa-ação**. 18. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

TRINDADE, Karine Ferreira dos Santos. **A teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel no ensino da matemática**. 2022. 40 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Matemática) – Universidade Estadual de Goiás, Anápolis, 2022. Disponível em: https://repositorio.ueg.br/jspui/bitstream/riueg/862/2/KARINE_FERREIRA%20DOS%20SANTOS%20TRINDADE_TCC_MAT.pdf. Acesso em: 14 fevereiro 2026.

VIANNA, Ysmar; VIANNA, Maurício; MEDINA, Bruno; TANAKA, Samara; KRUG, Márcio. Gamification, Inc. - **Como reinventar empresas a partir de jogos**. 2ª ed. Rio de Janeiro: MJV Press, 2013.

APÊNDICES

APÊNDICE A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – RESPONSÁVEL LEGAL

Prezado(a) responsável,

Seu filho(a) está sendo convidado(a) a participar da pesquisa intitulada **“Uso do GeoGebra e Escape Room: Ferramentas que orientam processos educativos”**, desenvolvida no Mestrado Profissional pelo Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática (PPGEduCIMAT) da Universidade Federal Rural do Rio De Janeiro (UFRRJ). O pesquisador responsável por esta pesquisa é o mestrando Antônio Marcos da Silva, ele é professor do Ciep 156 – Dr. Albert Sabin.

A seguir, as informações do projeto de pesquisa com relação a sua participação neste projeto:

1. Esta pesquisa tem como objetivo geral desenvolver um estudo sobre o ensino de funções quadráticas que adote recursos de tecnologia digital em perspectiva gamificadora por meio de uma abordagem com Escape Room e o GeoGebra.
2. A proposta visa engajar os alunos por meio da resolução de enigmas contextualizados, que exigem raciocínio lógico, interpretação e uso de recursos digitais interativos com foco em promover o protagonismo estudantil, a aprendizagem significativa e a superação das lacunas conceituais.
3. A pesquisa será realizada durante as aulas de Matemática.
4. O estudo será feito da seguinte maneira: pesquisa qualitativa e a coleta de dados se dará por meio de questionários, resoluções de enigmas com abordagem Escape Room e utilização de tecnologias digitais no que se refere a função quadrática, todas as atividades serão feitas em dupla ou grupos.
5. A sua participação será autorizar a participação do menor sob sua responsabilidade na pesquisa.
6. Os incômodos e possíveis riscos à saúde física e/ou mental do menor sob sua responsabilidade na pesquisa são: alguns alunos podem se sentir inseguros ou ansiosos diante de enigmas ou atividades mais desafiadoras, principalmente se apresentarem dificuldades prévias em Matemática. Podem ocorrer dificuldades técnicas relacionadas ao uso do GeoGebra ou de dispositivos digitais (computadores, tablets, internet), gerando atrasos ou frustrações. Em dinâmicas colaborativas como o Escape Room, pode haver situações de desconforto para alunos mais tímidos. Na movimentação em sala, eventualmente pode ocorrer um risco físico ou de segurança. Para tornar mínimo o risco citado, O professor planejará atividades progressivas e colaborativas, oferecendo orientação contínua e um ambiente acolhedor, onde o erro seja parte do aprendizado. As atividades serão testadas previamente nos equipamentos e haverá um plano impresso alternativo, garantindo continuidade mesmo com falhas técnicas, além de suporte imediato do professor. Os grupos serão organizados de forma equilibrada, serão orientados a permanecer em seus lugares, para realizar as variadas tarefas e as formas de participação, enquanto o professor mediará para assegurar colaboração e espaço para todos.
7. Todos os dados coletados serão usados apenas para fins acadêmicos. O nome e a identidade do(a) aluno(a) serão preservados e são de caráter sigiloso e os participantes serão codificados (E1, E2, E3, e assim por diante).
8. A abordagem favorece maior compreensão da função quadrática por meio do GeoGebra e de problemas contextualizados, enquanto o Escape Room aumenta o engajamento. As atividades colaborativas desenvolvem cooperação, comunicação e gestão do tempo. O uso de tecnologias amplia estratégias de aprendizagem e contribui para inovações no ensino de Matemática no Ensino Médio.
9. A participação é opcional. Seu filho(a) poderá desistir a qualquer momento, sem prejuízo escolar.
10. O estudo não acarretará nenhuma despesa para você.
11. Caso a pesquisa resulte em dano pessoal ao menor sob sua responsabilidade, o ressarcimento e indenizações previstos em lei poderão ser requeridos pelo participante.
12. Você receberá uma via do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido assinado por todos.

Caso você tenha qualquer dúvida com relação à pesquisa, entre em contato com o pesquisador através do telefone **(21) 982014599**, pelo e-mail: **antoniomarcosrj78@gmail.com**.

Este estudo foi analisado e aprovado por um Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) sob o registro CAAE 93075725.2.0000.0311, disponibilizado a partir da aprovação do projeto pelo CEP sob o parecer de número 8.170.097.

O CEP é responsável pela avaliação e acompanhamento dos aspectos éticos de pesquisas envolvendo seres humanos, visando garantir o bem-estar, a dignidade, os direitos e a segurança de participantes de pesquisa; bem como assegurando a participação do(a) pesquisador(a) sob os mesmos aspectos éticos.

Caso você tenha dúvidas e/ou perguntas sobre seus direitos como participante deste estudo, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, situada na BR 465, km 7, Seropédica, Rio de Janeiro, pelo telefone (21) 2681-4749 de segunda a sexta, das 09:00 às 16:00h, pelo e-mail: eticacep@ufrj.br ou pessoalmente às terças e quintas das 09:00 às 16:00h.

No caso de aceitar participar da pesquisa, você e o pesquisador devem rubricar todas as páginas e assinar as duas vias deste documento. Uma via é sua e a outra via ficará com o(a) pesquisador(a).

Para mais informações sobre os direitos dos participantes de pesquisa, leia a Cartilha dos Direitos dos Participantes de Pesquisa elaborada pela Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (Conep), disponível no site: http://conselho.saude.gov.br/images/comissoes/conep/img/boletins/Cartilha_Direitos_Participantes_de_Pesquisa_2020.pdf

Declaração do responsável

Eu, _____, responsável legal pelo aluno(a) _____, declaro que fui informado(a) sobre os objetivos e procedimentos da pesquisa. Autorizo a participação de meu(minha) filho(a) de forma voluntária, sabendo que ele(a) poderá desistir a qualquer momento. Informo que recebi uma via deste documento com todas as páginas rubricadas e assinadas por mim e pelo Pesquisador Responsável.

Local e data: _____

Assinatura do(a) responsável: _____

Declaração do pesquisador

Declaro que obtive de forma apropriada e voluntária, o Consentimento Livre e Esclarecido deste participante (ou representante legal) para a participação neste estudo. Declaro ainda que me comprometo a cumprir todos os termos aqui descritos.

Nome do Pesquisador: Antônio Marcos da Silva

Assinatura: _____

Local/data: _____

APÊNDICE B - TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TALE)

TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TALE)

Você está sendo convidado a participar da pesquisa intitulada **“Uso do GeoGebra e Escape Room: Ferramentas que orientam processos educativos”**, desenvolvida no Mestrado Profissional pelo Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática (PPGEduCIMAT) da Universidade Federal Rural do Rio De Janeiro (UFRRJ). O pesquisador responsável por esta pesquisa é Antônio Marcos da Silva, ele é professor do Ciep 156 – Dr. Albert Sabin. A pesquisa será realizada durante as aulas de Matemática. Seus pais permitiram que você participe.

Esta pesquisa tem como objetivo geral desenvolver um estudo sobre o ensino de funções quadráticas que adote recursos de tecnologia digital em perspectiva gamificadora por meio de uma abordagem com Escape Room e o GeoGebra.

Você só precisa participar da pesquisa se quiser, é um direito seu e não terá nenhum problema se desistir. Os adolescentes que irão participar desta pesquisa têm entre 15 a 16 anos de idade.

A pesquisa será feita no Ciep 156 – Dr. Albert Sabin, onde os adolescentes utilizarão por meio de Chromebooks disponível na escola a utilizar o *software* GeoGebra para aprendizagem de funções quadráticas com manipulações em atividades elaboradas, usaremos o formato de Escape Room para tarefas em grupos e em tarefas de duplas usaremos o modelo de manipulação e visualização para um melhor conhecimento dentro do contexto de funções quadráticas. Para isso, será usado Chromebooks com o Geogebra, projetor, questionários com perguntas relativas ao que estaremos fazendo. A pesquisa é considerado(a) seguro(a), mas é possível ocorrer alguns riscos como: alguns alunos podem se sentir inseguros ou ansiosos diante de enigmas ou atividades mais desafiadoras, principalmente se apresentarem dificuldades prévias em Matemática. Podem ocorrer dificuldades técnicas relacionadas ao uso do GeoGebra ou de dispositivos digitais (computadores, tablets, internet), gerando atrasos ou frustrações. Em dinâmicas colaborativas como o Escape Room, pode haver situações de desconforto para alunos mais tímidos. Na movimentação em sala, eventualmente pode ocorrer um risco físico ou de segurança. Para tornar mínimo o risco citado, O professor planejará atividades progressivas e colaborativas, oferecendo orientação contínua e um ambiente acolhedor, onde o erro seja parte do aprendizado. As atividades serão testadas previamente nos equipamentos e haverá um plano impresso alternativo, garantindo continuidade mesmo com falhas técnicas, além de suporte imediato do professor. Os grupos serão organizados de forma equilibrada, serão orientados a permanecer em seus lugares, para realizar as variadas tarefas e as formas de participação, enquanto o professor mediará para assegurar colaboração e espaço para todos. Essas atividades podem ajudar a obter uma melhor compreensão da função quadrática por meio da visualização dinâmica no GeoGebra e da resolução de problemas contextualizados. O uso do Escape Room e da gamificação pode aumentar o interesse dos alunos pela Matemática e reduzir a percepção de que a disciplina é “difícil” ou “abstrata”, o contato com ferramentas tecnológicas pode potencializar a aprendizagem, ampliando o repertório de estratégias de estudo dos alunos(as).

Ninguém saberá que você está participando da pesquisa; não falaremos a outras pessoas, nem daremos a estranhos as informações que você nos der. Os resultados da pesquisa serão publicados, mas sem identificar os adolescentes que participaram, no PPGEduCIMAT (Programa de Pós Graduação em Educação em Ciências e Matemática) da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, onde o professor Antônio Marcos da Silva é mestrando. Caso você tenha qualquer dúvida com relação à pesquisa, entre em contato com o pesquisador através do telefone **(21) 982014599**, pelo e-mail: **antoniomarcosrj78@gmail.com**.

Este estudo foi analisado e aprovado por um Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) sob o registro CAAE 93075725.2.0000.0311, disponibilizado a partir da aprovação do projeto pelo CEP sob o parecer de número 8.170.097.

O CEP é responsável pela avaliação e acompanhamento dos aspectos éticos de pesquisas envolvendo seres humanos, visando garantir o bem-estar, a dignidade, os direitos e a segurança de participantes de pesquisa; bem como assegurando a participação do(a) pesquisador(a) sob os mesmos aspectos éticos.

Caso você tenha dúvidas e/ou perguntas sobre seus direitos como participante deste estudo, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro,

situada na BR 465, km 7, Seropédica, Rio de Janeiro, pelo telefone **(21) 2681-4749** de **segunda a sexta, das 09:00 às 16:00h**, pelo **e-mail: eticacep@ufrjr.br** ou pessoalmente às terças e quintas das 09:00 às 16:00h.

No caso de aceitar participar da pesquisa, você e o pesquisador devem rubricar todas as páginas e também assinar as duas vias deste documento. Uma via é sua e a outra via ficará com o(a) pesquisador(a).

Para mais informações sobre os direitos dos participantes de pesquisa, leia a Cartilha dos Direitos dos Participantes de Pesquisa elaborada pela Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (Conep), disponível no

site:
http://conselho.saude.gov.br/images/comissoes/conep/img/boletins/Cartilha_Direitos_Participantes_de_Pesquisa_2020.pdf

Assentimento do Participante

Eu _____ aceito participar da pesquisa **“Uso do GeoGebra e Escape Room: Ferramentas que orientam processos educativos”**.

Entendi os riscos e os benefícios que podem acontecer. Entendi como é a pesquisa, tirei dúvidas com o professor/pesquisador e aceito participar, sabendo que posso desistir a qualquer momento, mesmo depois de iniciar a pesquisa. Autorizo a divulgação dos dados obtidos neste estudo, desde que mantida em sigilo minha identidade. Informo que recebi uma via deste documento com todas as páginas assinadas por mim e pelo Pesquisador Responsável.

Li o documento e concordo em participar da pesquisa.

Assinatura: _____

Local/data: _____

Declaração do pesquisador

Declaro que obtive de forma apropriada e voluntária, o Termo de Assentimento Livre e Esclarecido deste participante para a participação neste estudo. Declaro ainda que me comprometo a cumprir todos os termos aqui descritos.

Nome do Pesquisador: Antônio Marcos da Silva

Assinatura: _____

Local/data: _____

ANEXOS

ANEXO A - PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

UNIVERSIDADE FEDERAL
RURAL DO RIO DE JANEIRO
(UFRRJ)



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: USO DO GEOGEBRA E ESCAPE ROOM: FERRAMENTAS QUE ORIENTAM PROCESSOS EDUCATIVOS

Pesquisador: ANTONIO MARCOS DA SILVA

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 93075725.2.0000.0311

Instituição Proponente: UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 8.170.097

Apresentação do Projeto:

Apresentação do projeto:

O pesquisador relata:

A sala de aula, em especial, na educação pública, nos mostra as diversas variedades de alunos que são recebidas pelas redes de ensino anualmente sem filtros de conhecimentos prévios adquiridos pelos estudantes. As notas avaliativas do ano anterior são deixadas para trás, bem como o grau que atingiram de habilidades e competências, no âmbito da aprendizagem do componente curricular relacionado à Matemática, que muitas vezes são incompatíveis com o aprendizado construído não apenas ao longo do ano letivo anterior, como de toda a fase de formação escolar. Considere-se, portanto, que anualmente encontramos alunos com boa formação para o ano/série para o/a qual foram promovidos; outros, com pouca habilidade na disciplina e há aqueles que não conseguiram chegar ao mínimo conhecimento, à mínima formação necessários para que o professor consiga uma interação adequada no processo de ensino-aprendizagem em relação à relevância das habilidades e competências preconizadas para a educação em Matemática. Além disso, todos estão inseridos em uma mesma turma de aprendizagem para o ano corrente. Percebemos daí, que temos diferentes níveis de conhecimentos que são muito diferentes entre si e com isso afetando na qualidade de ensino, ou seja, enquanto teremos alunos com excelente aprendizagem, existirá aquele (a) aluno (a) que infelizmente entrará na

Endereço: BR 465, KM 7, Zona Rural, Biblioteca Central, 2º andar

Bairro: ZONA RURAL

CEP: 23.897-000

UF: RJ

Município: SEROPEDICA

Telefone: (21)2681-4749

E-mail: eticacep@ufrrj.br

UNIVERSIDADE FEDERAL
RURAL DO RIO DE JANEIRO
(UFRRJ)



Continuação do Parecer: 8.170.097

desmotivação por falta de conhecimentos prévios e continuação de aprendizagem, já que a matemática é uma disciplina contínua. Vale ressaltar também que os resultados das avaliações externas da educação brasileira não são satisfatórios. Um exemplo a ser considerado é a avaliação do Programa Internacional de Avaliação dos Estudantes (PISA) que é uma iniciativa da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) onde visa avaliar a cada três anos os conhecimentos e habilidades de estudantes com 15 anos de idade em diversos países, incluindo o Brasil, que por sua vez participa desde o ano 2000 que foi quando iniciou este tipo de avaliação. Vale lembrar que o PISA avalia em matemática competências como o uso de raciocínio lógico, a interpretação de dados, o domínio de conceitos básicos e a habilidade de resolver situações-problema. No entanto, o Brasil sempre ocupa as últimas posições, mostrando que para melhorar o desempenho há de ter uma ótima política educacional. Para se ter uma ideia em matemática no ano de 2018, o Brasil fez 384 pontos. Já no ano 2022 (devido a pandemia não houve a realização da avaliação no ano de 2021) fez 379 pontos, onde a média da OCDE geralmente fica por volta de 489 pontos, ou seja, não melhoramos nosso desempenho a nível nacional, mas iremos evoluir bastante, uma vez que só precisa de incentivo e apoio a educação de qualidade com intuito de atingir certos objetivos. Outra avaliação de larga escala no Brasil é o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) que foi criado em 1998 pelo Ministério da Educação e Cultura (MEC) para avaliar o nível de conhecimentos dos conteúdos de todo o ensino médio como também dos anos finais do ensino fundamental. No ano de 2004 passou a ser ingresso por meio de bolsas, integral ou parcial, em cursos superiores de faculdades particulares pelo Programa Universidade para Todos (ProUni). No ano de 2009 foi criado o Sistema de Seleção Unificada (SISU) que passou a ofertar vagas aos candidatos participantes do ENEM. O ENEM por sua vez, nos dias atuais na área de matemática, é considerada como uma disciplina de grau alto de dificuldade para muitos alunos da educação básica. No entanto, existem muitos tópicos que são pouco cobrados nessa avaliação e que no ensino médio são até retirados da grade curricular, porém, em outros tipos de concursos se torna pré-requisito. Da mesma maneira que com outros alunos em outras escolas estaduais, os alunos com os quais convivo encontram dificuldades que se relacionam com a sua chegada ao ensino médio, já agregando questões que remontam ainda ao ensino fundamental e que se agravam com os conteúdos propostos no ensino médio. Não raramente, testemunhamos alunos que se frustram e ficam cada vez mais descredibilizados em si mesmos, acreditando que não têm competência para estudar matemática.

Venho tentando contornar estas questões e construir junto com eles uma confiança e conforto

Endereço: BR 465, KM 7, Zona Rural, Biblioteca Central, 2º andar

Bairro: ZONA RURAL

CEP: 23.897-000

UF: RJ

Município: SEROPEDICA

Telefone: (21)2681-4749

E-mail: eticacep@ufrrj.br

UNIVERSIDADE FEDERAL
RURAL DO RIO DE JANEIRO
(UFRRJ)



Continuação do Parecer: 8.170.097

no estudo dessa disciplina, o que perpassa por questões que envolvem o reconhecimento e a abordagem das dificuldades que eles já trazem para a sala de aula no ensino médio, assim como também pelo próprio aprender a estudar, aprender a ter autonomia, identificar dúvidas, pedir auxílio e buscar ajuda e apoio, bem como oferecer também o suporte naquilo que lhes couber. Com toda essa percepção voltada aos discentes, entendo e defendo que a adoção de estratégias e metodologias que desestereotipizem a sala de aula de matemática clássica, tradicional, como um lugar de insucesso, fracasso, perda e medo, contribuindo para que os alunos encontrem nesse local o conforto para estar a partir do acolhimento, da resposta às suas dúvidas sempre de maneira gentil e respeitosa e com apoio em recursos amigáveis e acolhedores é o que entendo ser a forma de contribuir com o crescimento desses alunos. Adotar recursos que envolvam o uso de tecnologias digitais, de jogos e de atividades que lhes permitam um envolvimento que transcenda o livro, lousa, caderno e lápis puramente, e que possa agregar envolvimento afetivo-cognitivo de maneira mais efetiva é o que desejamos desenvolver ao longo deste trabalho.

O pesquisador apresenta a seguinte equipe de pesquisa:

Antonio Marcos da Silva - Responsável Principal

Gisela Pinto - Equipe de Pesquisa

Trata-se de um projeto de pesquisa intitulada de Uso do GeoGebra e escape room: ferramentas que orientam processos educativos tem como proposta o engajamento de alunos do 1º ano do ensino médio de uma escola pública por meio da resolução de enigmas contextualizados que exigem raciocínio lógico, interpretação e uso de recursos digitais interativos com foco em promover o protagonismo estudantil, a aprendizagem significativa e a superação das lacunas conceituais. Primeiro, na introdução abordo as dificuldades de alunos que se relacionam com a sua chegada ao ensino médio, já agregando questões que remontam ainda ao ensino fundamental e que se agravam com os conteúdos propostos no ensino médio. Não raramente, testemunhamos alunos que se frustram e ficam cada vez mais descredibilizados em si mesmos, acreditando que não têm competência para estudar

Endereço: BR 465, KM 7, Zona Rural, Biblioteca Central, 2º andar

Bairro: ZONA RURAL

CEP: 23.897-000

UF: RJ

Município: SEROPEDICA

Telefone: (21)2681-4749

E-mail: eticacep@ufrrj.br

UNIVERSIDADE FEDERAL
RURAL DO RIO DE JANEIRO
(UFRRJ)



Continuação do Parecer: 8.170.097

matemática. O propósito na introdução é mostrar que o importante é aprender a estudar, aprender a ter autonomia, identificar dúvidas, pedir auxílio e buscar ajuda e apoio, bem como oferecer o suporte naquilo que lhes couber. O Objetivo Geral da pesquisa é desenvolver uma sequência didática voltada para o ensino de funções quadráticas que adote recursos de tecnologia digital em perspectiva gamificadora por meio de uma abordagem com escape room. Para alcançar esse objetivo, elencamos como objetivos específicos: (1) relacionar o uso de tecnologias digitais, gamificação e escape room com ensino de matemática; (2) realizar levantamento de literatura em pesquisas de dissertação de mestrado profissional que se voltem para o ensino de funções quadráticas envolvendo o uso de tecnologias digitais nos últimos 5 anos e (3) Analisar possibilidades de uso de escape room em ambientes que adotem GeoGebra para ensinar funções quadráticas. Na fundamentação teórica, falo sobre as tecnologias digitais na educação matemática bem como a experimentação digital, a modelagem computacional e a simulação de fenômenos através da integração tecnológica. Seguindo o caminho de tecnologias digitais cito o aplicativo geogebra que é uma ferramenta pedagógica versátil, que integra recursos de álgebra, geometria, estatística e cálculo em um único ambiente dinâmico e interativo favorecendo o desenvolvimento do pensamento lógico e da autonomia na resolução de problemas. Para ampliar o conhecimento falo sobre a gamificação que serve como participação e engajamento dos envolvidos com objetivos de alcançar resultados satisfatórios educacionais ou até mesmo com melhorias de desempenhos escolares e uma comparação entre gamificação com aplicação em sala de aula. Finalizando a fundamentação teórica trago as principais vantagens pedagógicas dos escape rooms digitais que incluem: promoção da aprendizagem colaborativa pois as equipes tentam resolver os desafios; desenvolvimento do pensamento crítico e estratégico; contextualização dos conceitos matemáticos em situações problema; feedback imediato sobre o raciocínio empregado; e estímulo à perseverança diante de obstáculos, característica essencial do pensamento matemático. Busco realizar também um levantamento de literatura nos últimos 5 anos de mestrado profissional sobre o assunto função quadrática, geogebra, gamificação e escape room educativo bem como verificar na BNCC e nos PCNs os assuntos abordados. Na metodologia faço uma investigação de natureza aplicada, com abordagem predominantemente qualitativa e objetivos exploratório-descritivos. Configura-se como uma pesquisa-ação, uma vez que tenho atuação no contexto educacional com o propósito simultâneo de transformar a prática pedagógica e produzir conhecimento sobre essa transformação. Farei a pesquisa toda no Ciep156 Dr. Albert Sabin que é a escola

Endereço: BR 465, KM 7, Zona Rural, Biblioteca Central, 2º andar

Bairro: ZONA RURAL

CEP: 23.897-000

UF: RJ

Município: SEROPEDICA

Telefone: (21)2681-4749

E-mail: eticacep@ufrrj.br

UNIVERSIDADE FEDERAL
RURAL DO RIO DE JANEIRO
(UFRRJ)



Continuação do Parecer: 8.170.097

onde trabalho desde o ano 2011. Para os procedimentos da pesquisa adorei: Revisão sistemática da literatura que é o levantamento e análise de dissertações, teses e artigos científicos sobre ensino de funções quadráticas com tecnologias digitais, particularmente o GeoGebra.

Metodologia de análise:

Pesquisa qualitativa com Análise e Aplicação de instrumentos diagnósticos pré e pós-intervenção para avaliar a evolução da compreensão conceitual. Realização de entrevistas semiestruturadas com uma amostra dos estudantes. Análise qualitativa dos dados utilizando técnicas de análise de conteúdo, com categorização baseada no referencial teórico. A pesquisa segue princípios éticos rigorosos, incluindo obtenção de consentimento informado dos participantes (ou responsáveis, no caso de menores), garantia de confidencialidade e retorno dos resultados à comunidade escolar envolvida.

Desfecho primário:

Dados qualitativos podem indicar uma aprendizagem mais efetiva e significativa com Melhoria no desempenho matemático em funções quadráticas com uso de tecnologias.

Desfecho Secundário:

Engajamento, motivação, habilidades tecnológicas e atitudes em relação a matemática são desfechos esperados.

Critérios de inclusão:

turmas do 1º ano do Ensino Médio de uma escola pública.

Endereço: BR 465, KM 7, Zona Rural, Biblioteca Central, 2º andar

Bairro: ZONA RURAL **CEP:** 23.897-000

UF: RJ **Município:** SEROPEDICA

Telefone: (21)2681-4749

E-mail: eticacep@ufrj.br

UNIVERSIDADE FEDERAL
RURAL DO RIO DE JANEIRO
(UFRRJ)



Continuação do Parecer: 8.170.097

Crerérrios de exclusão:

ALUNOS de 2º E 3º ANOS

Objetivo da Pesquisa:

O proponente descreve como objetivos:

Objetivo geral/primário:

Desenvolver uma sequência didática voltada para o ensino de funções quadráticas que adote recursos de tecnologia digital em perspectiva gamificadora por meio de uma abordagem com escape room.

Objetivos específicos/secundários:

- (1) relacionar o uso de tecnologias digitais, gamificação e escape room com ensino de matemática;
- (2) realizar levantamento de literatura em pesquisas de dissertação de mestrado profissional que se voltem para o ensino de funções quadráticas envolvendo o uso de tecnologias digitais nos últimos 5 anos e
- (3) Analisar possibilidades de uso de escape room em ambientes que adotem GeoGebra para ensinar funções quadráticas.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

O proponente descreve:

Riscos:

Operacional e organizacional / Alguns alunos podem se sentir inseguros ou ansiosos diante de enigmas ou atividades mais desafiadoras, principalmente se apresentarem dificuldades prévias em Matemática / Para mitigar o risco, as atividades serão planejadas de forma progressiva, com desafios de diferentes níveis de complexidade, promovendo o trabalho em grupo para que os estudantes se apoiem mutuamente. Além disso, o professor/pesquisador oferecerá orientação constante, de modo a sempre estimular um ambiente acolhedor, em que os erros sejam entendidos como parte natural do processo de aprendizagem; Tecnológicos / Podem ocorrer dificuldades técnicas relacionadas ao uso do GeoGebra ou de dispositivos digitais (computadores, tablets, internet), gerando atrasos ou frustrações / Para mitigar o risco, as atividades serão previamente testadas em todos os equipamentos utilizados na atividade, garantindo que o software esteja instalado e funcionando. Além disso, será preparado uma

Endereço: BR 465, KM 7, Zona Rural, Biblioteca Central, 2º andar

Bairro: ZONA RURAL

CEP: 23.897-000

UF: RJ

Município: SEROPEDICA

Telefone: (21)2681-4749

E-mail: eticacep@ufrrj.br

**UNIVERSIDADE FEDERAL
RURAL DO RIO DE JANEIRO
(UFRRJ)**



Continuação do Parecer: 8.170.097

proposta alternativa em formato impresso, possibilitando a continuidade de realização da atividade com os alunos, caso ocorra alguma falha técnica.

Sempre que necessário, o professor/pesquisador oferecerá suporte imediato, evitando que as dificuldades tecnológicas comprometam a experiência de aprendizagem. Emocional e comportamental / Em dinâmicas colaborativas como o Escape Room, pode haver situações de desconforto para alunos mais tímidos / Para mitigar o risco, o professor/pesquisador organizará os grupos de forma equilibrada, incentivando a colaboração e o respeito mútuo. Serão propostas tarefas com diferentes perfis de participação (resolução escrita, observação, manipulação de recursos, explicação oral), permitindo que cada estudante contribua conforme suas habilidades e preferências. Além disso, o professor atuará como mediador, garantindo que todos tenham o espaço de fala e se valorize igualmente as contribuições dos alunos; Físico e de segurança / Na movimentação em sala de aula

eventualmente pode ocorrer algum tropeço ou eventualmente algum objeto pequeno que caia no chão, como um lápis e ao pisar possa causar o desequilíbrio / Para mitigar o risco, os alunos serão orientados a ficarem em seus lugares.

Benefícios:

Maior compreensão da função quadrática por meio da visualização dinâmica no GeoGebra e da resolução de problemas contextualizados. O uso do escape room e da gamificação pode aumentar o interesse dos alunos pela Matemática e reduzir a percepção de que a disciplina é difícil ou abstrata. Cooperação, comunicação, tomada de decisão e gerenciamento do tempo são estimulados nas atividades colaborativas. Contato com ferramentas tecnológicas que potencializam a aprendizagem, ampliando o repertório de estratégias de estudo dos estudantes. Contribuição para novas formas de ensinar Matemática no Ensino Médio, podendo beneficiar não apenas os alunos da pesquisa, mas também a prática docente da escola.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Incluir informações sobre a tramitação do projeto:

- Em 30/09/2025 o projeto é submetido para avaliação do CEP/UFRRJ;
- Em 02/10/2025 o projeto é retornado ao pesquisador com a seguinte solicitação;
- + Incluir Riscos no PB_ Informações Básicas do Projeto
- + Anexar TALE

Endereço: BR 465, KM 7, Zona Rural, Biblioteca Central, 2º andar

Bairro: ZONA RURAL

CEP: 23.897-000

UF: RJ

Município: SEROPEDICA

Telefone: (21)2681-4749

E-mail: eticacep@ufrrj.br

UNIVERSIDADE FEDERAL
RURAL DO RIO DE JANEIRO
(UFRRJ)



Continuação do Parecer: 8.170.097

- Em 13/10/2025 retorna para avaliação do CEP/UFRRJ;
- Em 21/10/2025 é aceita a documentação e indicada a Relatoria;
- Em 21/10/2025 é confirmada a indicação da relatoria;
- Em 21/11/2025 parecer do Colegiado liberado;
- Em 03/12/2025 o projeto é submetido para avaliação do CEP/UFRRJ;
- Em 11/12/2025 é aceita a documentação e indicada a Relatoria;
- Em 11/12/2025 é confirmada a indicação da relatoria;

Número de participantes da pesquisa: 30

O protocolo de pesquisa apresentado possui os elementos necessários à apreciação ética.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Todos os documentos apresentados no protocolo de pesquisa pelo proponente não possuem pendência, segundo as normas vigentes.

Recomendações:

Recomenda-se que o pesquisador acompanhe a tramitação do projeto de pesquisa na Plataforma Brasil com regularidade, atentando-se às diferentes fases do processo e seus prazos:

- a) quando da aprovação, o pesquisador deverá submeter relatórios parciais a cada semestre;
- b) quando da necessidade de emendas ou notificações no projeto, consultar a Norma Operacional 001/2013 - Procedimentos para Submissão e Tramitação de Projetos.
- c) quando da finalização do projeto, submeter relatório final.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

A adequação à RESOLUÇÃO Nº 466 de 12 de dezembro de 2012, foi plenamente atendida pelo pesquisador.

A adequação à RESOLUÇÃO Nº 510 de 24 de maio de 2016, foi plenamente atendida pelo pesquisador.

Endereço: BR 465, KM 7, Zona Rural, Biblioteca Central, 2º andar

Bairro: ZONA RURAL

CEP: 23.897-000

UF: RJ

Município: SEROPEDICA

Telefone: (21)2681-4749

E-mail: eticacep@ufrj.br

**UNIVERSIDADE FEDERAL
RURAL DO RIO DE JANEIRO
(UFRRJ)**



Continuação do Parecer: 8.170.097

Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_2617769.pdf	03/12/2025 21:38:33		Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_detalhado_comite_de_etica_antoniomarcos_modificado.pdf	03/12/2025 21:36:34	ANTONIO MARCOS DA SILVA	Aceito
Outros	TALE_ciep156_antoniomarcos_modificado.pdf	03/12/2025 21:36:00	ANTONIO MARCOS DA SILVA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_CIEP156_ANTONIOMARCOS_modificado.pdf	03/12/2025 21:33:06	ANTONIO MARCOS DA SILVA	Aceito
Folha de Rosto	FolhaRosto_ANTONIO_MARCOSassinado.pdf	30/09/2025 20:37:59	ANTONIO MARCOS DA SILVA	Aceito
Outros	TAI_antoniomarcos.pdf	19/09/2025 18:17:03	ANTONIO MARCOS DA SILVA	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

SEROPEDICA, 12 de Fevereiro de 2026

Assinado por:
Valeria Nascimento Lebeis Pires
(Coordenador(a))

Endereço: BR 465, KM 7, Zona Rural, Biblioteca Central, 2º andar

Bairro: ZONA RURAL

CEP: 23.897-000

UF: RJ

Município: SEROPEDICA

Telefone: (21)2681-4749

E-mail: eticacep@ufrj.br

Desvendando a Parábola

Uma sequência didática com GeoGebra e Escape Room para o ensino da função quadrática

Autor: Antônio Marcos da Silva

Orientadora: Prof. Dr. Gisela Maria da Fonseca Pinto

Co-Orientador: Prof. Dr. Alexandre Rodrigues Assis



PPG Edu CIMAT

PRODUTO EDUCACIONAL

Desvendando a Parábola

Uma sequência didática com GeoGebra e Escape Room para o ensino da função quadrática

Autor

Antônio Marcos da Silva

Orientadora

Prof. Dra. Gisela Maria da
Fonseca Pinto

Coorientador

Prof. Dr. Alexandre
Rodrigues de Assis

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – UFRRJ · Instituto de Educação
Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática – PPGEduCIMAT · 2026

Bem-vindo(a) a esta apostila! 🖐️

O ensino da Matemática no Ensino Médio apresenta desafios recorrentes relacionados à diversidade de conhecimentos prévios dos estudantes, às dificuldades de mobilização de conceitos matemáticos em situações-problema e ao baixo engajamento observado em determinadas práticas pedagógicas. No caso específico das funções quadráticas, observa-se que muitos estudantes reconhecem expressões algébricas ou nomenclaturas associadas ao conteúdo, mas apresentam dificuldades em compreender propriedades, interpretar gráficos e estabelecer relações entre diferentes formas de representação matemática.

❶ Este produto educacional — **Desvendando a Parábola** — foi elaborado no âmbito do PPGEduCIMAT/UFRRJ, a partir dos pressupostos da **Aprendizagem Significativa** de David Ausubel, articulando tecnologias digitais, metodologias ativas e estratégias gamificadas.

O produto organiza atividades investigativas envolvendo o software **GeoGebra** e desafios estruturados em formato de **Escape Room educativo**, buscando aproximar os estudantes de conceitos relacionados às funções quadráticas por meio de situações contextualizadas, experimentação, visualização e trabalho colaborativo. Mais do que apresentar atividades isoladas, a proposta pretende oferecer ao professor um percurso pedagógico estruturado que possa ser adaptado a diferentes contextos escolares.

SUMÁRIO



O que você vai encontrar aqui

01

Contexto de desenvolvimento

Por que este produto foi criado e quais dificuldades ele busca superar.

02

Conceitos-chave

Sequência didática, gamificação e Escape Room educativo explicados de forma clara.

03

Considerações de aplicação

Como adaptar o produto a diferentes contextos escolares e turmas.

04

Atividade 1 – Escape Room

Imersão ao escape room educativo: coeficientes, delta, vértice.

05

Atividade 2 – GeoGebra (Gráficos)

Construção e exploração de gráficos da função polinomial do 2º grau.

06

Atividade 3 – Imagens do cotidiano

Modelagem de parábolas a partir de fotografias do dia a dia no GeoGebra.

07

Considerações finais e referências

Reflexões sobre o produto e leituras recomendadas para aprofundamento.

Contexto de desenvolvimento do produto

O desenvolvimento deste produto educacional surgiu da observação de dificuldades frequentemente encontradas em turmas do 1º ano do Ensino Médio, especialmente no que se refere à consolidação de conhecimentos matemáticos fundamentais para a compreensão de conteúdos mais complexos. No caso das funções quadráticas, identificou-se que muitos estudantes apresentavam dificuldades relacionadas à interpretação gráfica, à compreensão do significado dos coeficientes e à articulação entre representações algébricas e geométricas.

Dificuldades identificadas

- Interpretação gráfica da parábola
- Compreensão do significado dos coeficientes a , b e c
- Articulação entre representações algébricas e geométricas
- Baixo engajamento em práticas tradicionais

Estratégias adotadas

- **GeoGebra:** visualização dinâmica e manipulação de objetos matemáticos
- **Escape Room:** colaboração, resolução de problemas e protagonismo estudantil
- Aproximação com formas contemporâneas de interação digital

Considerando que os alunos vivenciam cotidianamente interações mediadas por tecnologias digitais e experiências que envolvem desafios, jogos e ambientes interativos, buscou-se desenvolver uma proposta capaz de aproximar o ensino de Matemática dessas formas contemporâneas de interação.



Conceitos Fundamentais desta Proposta

Sequência Didática

Conjunto organizado de atividades planejadas de forma **articulada e progressiva**, estruturadas para favorecer a aprendizagem de determinados conteúdos ou conceitos.

Diferente de atividades isoladas, a sequência estabelece relações entre diferentes momentos pedagógicos, permitindo que conhecimentos sejam retomados, ampliados e aprofundados.

Gamificação 🎮

Utilização de **elementos presentes em jogos** em contextos que originalmente não possuem caráter lúdico, como a educação.

Inclui: desafios, objetivos, regras, narrativas, recompensas, feedback imediato e progressão por etapas. *Não é transformar a aula em jogo, mas usar componentes do jogo com intencionalidade pedagógica.*

Escape Room Educativo 🔑

Adaptação pedagógica das tradicionais salas de fuga: os participantes resolvem **desafios sequenciais** para avançar em uma narrativa e atingir determinado objetivo.

Desenvolve: resolução de problemas, tomada de decisão, comunicação e trabalho colaborativo.

Considerações sobre a aplicação do produto

A implementação do produto educacional permitiu observar aspectos relacionados à sua adequação como recurso pedagógico para o ensino de funções quadráticas. A estrutura organizada em etapas progressivas mostrou-se adequada para favorecer a articulação entre momentos de exploração conceitual, visualização matemática e resolução colaborativa de desafios.

1

Etapas progressivas

A combinação entre atividades no GeoGebra e a dinâmica do Escape Room contribuiu para diversificar as formas de interação com o conteúdo, evitando a resolução mecânica de exercícios.

2

Flexibilidade da proposta

Embora desenvolvida para o 1º ano do Ensino Médio, a sequência pode ser adaptada a diferentes contextos educacionais, considerando nível de complexidade, tempo, recursos tecnológicos e características das turmas.

3

Orientação ao professor

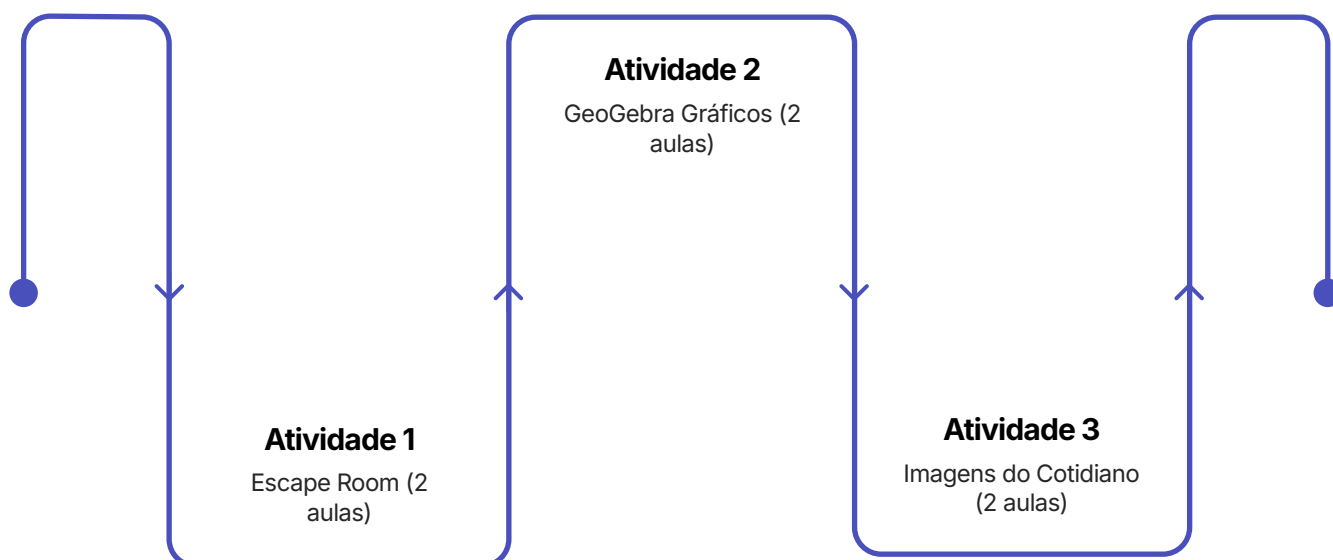
A organização em sequência didática favorece sua utilização por outros professores, pois apresenta orientações detalhadas, objetivos definidos e possibilidades de aprofundamento.

- ✓ Este produto não se limita a uma experiência específica de aplicação — constitui uma **proposta aberta à reelaboração e à adaptação**, respeitando a autonomia docente e as necessidades de diferentes realidades escolares.



Plano Geral da Sequência

Escola	_____
Disciplina	Matemática
Professor(a)	_____
Série / Turma	1ª EM · Turma: _____
Nº de aulas	6 a 8 tempos (50 min cada)
Conteúdo	Função polinomial do 2º grau
Tema	Aprendizagem de função quadrática no Ensino Médio mediada por Escape Room Educacional e GeoGebra



Imersão ao Escape Room Educativo em Sala de Aula

Público-alvo	Conteúdo abordado	Duração
1º ano do Ensino Médio	Coeficientes da função quadrática, valor de delta, valor máximo e mínimo	2 aulas (1h40)

1º Momento – Discussão inicial

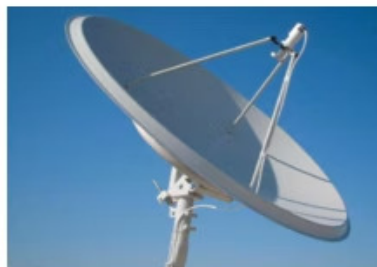
Apresente os seguintes desafios para a turma:

"O que há em comum entre o arremesso de uma bola de basquete ao cesto, o formato de um arco de ponte e o jato de uma fonte d'água?"

"O que há em comum entre um pedaço de melancia e uma antena parabólica?"

Levante hipóteses com os alunos. Em seguida, são apresentadas imagens e um vídeo relacionados à função quadrática.

Figura A1 – Imagens que remetem a parábolas



Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

Vídeo sugerido: <https://www.youtube.com/watch?v=pozKHQxvFSo&t=703s>

2º Momento – Escape Room Educativo

-  Os alunos, organizados em grupos de 2 a 3 pessoas, receberão envelopes numerados contendo os enigmas. **Cada grupo só avança ao envelope seguinte mediante o acerto da questão atual.**

1

Envelope 1 – Primeiro Enigma

Um cientista deixou pistas em fragmentos. **Junte os pedaços da equação**, descubra a função quadrática completa e os coeficientes dessa função (valores de a , b , c).

Alunos receberão cartões com os termos embaralhados:

2

Envelope 2 – Segundo Enigma

Um astronauta descobriu que um foguete está seguindo a trajetória: $h(t) = -4t^2 + 16t + 20$, onde $h(t)$ é a altura (em km) e t é o tempo (em segundos).

Calcule o valor de delta (Δ).

3

Envelope 3 – Terceiro Enigma

Um aluno lançou uma bola para cima. A altura é dada por: $h(t) = -5t^2 + 20t + 1$

1. Determine o instante em que a bola atinge a altura máxima.
2. Qual é a altura máxima alcançada pela bola?



Enigma 1 – Detalhamento

Alunos receberão cartões com os termos embaralhados para montar a equação:

$y =$	$2x^2$	$+ 4x$	$- 6$
-------	--------	--------	-------

- ☐ Código de acesso ao próximo enigma: A sequência correta associada aos coeficientes **a, b e c** é a senha (código secreto) que destrava um cadeado físico ou virtual.

✓ Resposta

Função: $y = 2x^2 + 4x - 6$

Senha: "2, 4, -6"

🎯 Objetivo de aprendizagem

Identificar os coeficientes a, b e c de uma função quadrática expressa na forma padrão.



Enigma 2 – Detalhamento

Função: $h(t) = -4t^2 + 16t + 20$

- ☐ Código de acesso ao próximo enigma: A sequência correta associada aos algarismos do valor de delta destrava um cadeado físico ou virtual.

✓ Resposta

$\Delta = b^2 - 4ac = 16^2 - 4 \cdot (-4) \cdot 20 = 256 + 320 = 576$

Senha: "5, 7, 6"

🎯 Objetivo de aprendizagem

Calcular o discriminante (Δ) de uma função quadrática a partir dos coeficientes.

Enigma 3 – Detalhamento

Função: $h(t) = -5t^2 + 20t + 1$

-  Código de acesso: A sequência correta associada aos valores de x e y do vértice da função destrava um cadeado físico ou virtual.

Resposta

Vértice: $t = -b/2a = -20/(2 \cdot (-5)) = 2$ segundos

$h(2) = -5 \cdot 4 + 20 \cdot 2 + 1 = -20 + 40 + 1 = 21$
metros

Senha: "2, 2, 1"

Objetivo de aprendizagem

Determinar as coordenadas do vértice da parábola e interpretar o valor máximo da função.

Questões de aprofundamento (após os enigmas)

Dada a função $f: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$, definida por $f(x) = x^2 - 8x + 10$, determine:

- Os coeficientes da equação que representa essa função;
- Calcule o valor de Delta (Δ);
- Determine as coordenadas do vértice.



Avaliação da Atividade 1 – Autoavaliação

Ao final da atividade, o professor pode solicitar aos alunos que respondam a um questionário de autoavaliação (impresso ou em ferramenta digital como Google Forms ou até mesmo no caderno), com perguntas como:



O que eu aprendi?

"O que eu aprendi na aula de hoje?"



Minhas dificuldades

"Que dificuldades encontrei durante os enigmas?"



Como melhorar?

"O que eu poderia fazer para melhorar meu desempenho?"



O objetivo é promover a **reflexão dos estudantes** sobre o próprio aprendizado, além de fornecer ao professor subsídios para ajustar as próximas atividades.

Construção de Gráficos da Função Polinomial do 2º Grau com o GeoGebra

Público-alvo	Conteúdo abordado	Duração
1º ano do Ensino Médio	Gráficos de uma função quadrática	2 aulas (1h40)

Parte 1 – Exploração da forma $f(x) = ax^2 + bx + c$

Com o aplicativo GeoGebra aberto, os alunos deverão realizar as seguintes tarefas:

1 Digite $f(x) = ax^2$

O GeoGebra criará um controle deslizante para o valor **a**. Movimente esse controle deslizante.

 Pergunta: O que acontece com a "abertura" (concavidade) da parábola quando o valor de **a** muda?

2 Digite $f(x) = x^2 + bx + 1$

O GeoGebra criará um controle deslizante para **b**. Movimente o controle deslizante.

 Pergunta: Como o termo **b** modifica a posição da parábola? Há alteração na "abertura"?

3 Digite $f(x) = x^2 + 2x + c$

O GeoGebra criará um controle deslizante para **c**. Movimente o controle deslizante.

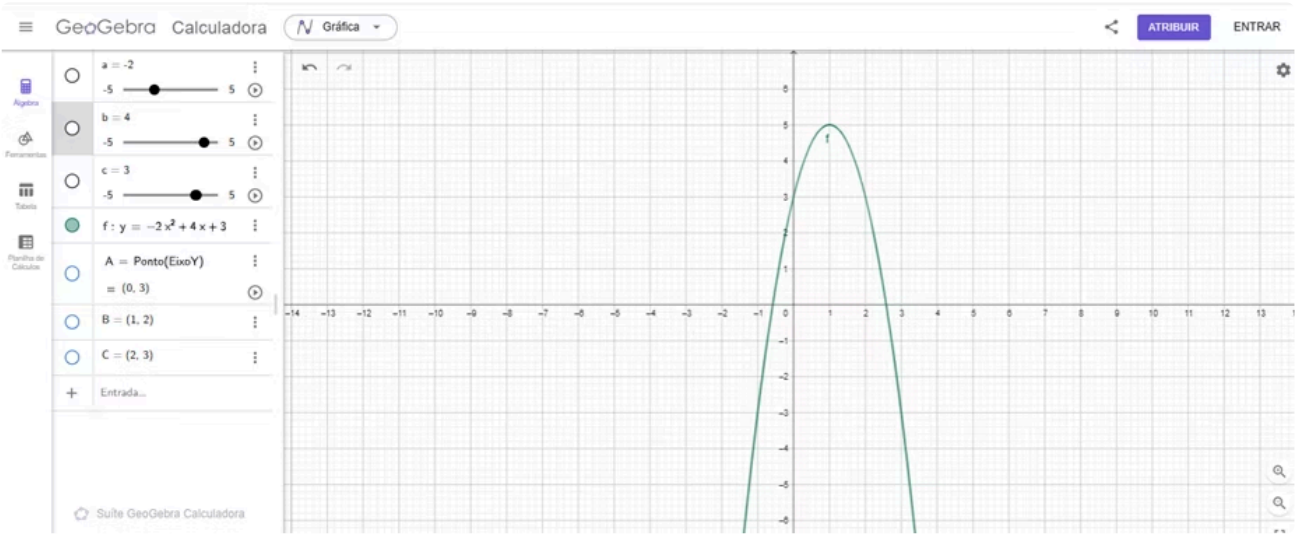
 Pergunta: De que forma a variação de **c** influencia o gráfico?

4 Digite $f(x) = ax^2 + bx + c$

Movimente os controles até obter **a = -2**, **b = 4** e **c = 3**.

 Pergunta: Faça uma análise da função quadrática encontrada.

Figura A2 – Ajuste dos coeficientes da função quadrática por meio dos controles deslizantes



Fonte: Elaborado pelo autor no GeoGebra (2025).

 **DESAFIO EM DUPLAS:** O professor pode criar uma função quadrática e esboçar seu gráfico no GeoGebra, compartilhando com a turma para análise dos coeficientes, delta, vértice, crescimento e decrescimento.

Parte 2 – Exploração da forma canônica $f(x) = a(x - m)^2 + n$

Em uma tela nova no GeoGebra, digite a função $f(x) = a(x - m)^2 + n$. O GeoGebra criará controles deslizantes para a, m e n.

Figura A3 – Inserção da função na forma canônica $f(x) = a(x - m)^2 + n$ no GeoGebra



Fonte: Elaborado pelo autor no GeoGebra (2025).

Movimente os controles a, m e n, um de cada vez. Responda:

- **a)** O que acontece com a movimentação do controle deslizante **a**? É o mesmo que foi observado na Parte 1?
- **b)** O que acontece com a movimentação do controle deslizante **m**? E com o **n**?

Com base nisso, escreva uma síntese sobre o que você experimentou na Parte 1 e na Parte 2.

Questão de aprofundamento – Atividade 2

Dada a função quadrática $f(x) = x^2 - 2x - 3$, que também pode ser representada por $f(x) = (x - 1)^2 - 4$, responda:

- A concavidade da parábola está para cima ou para baixo? Justifique.
- Quais são as coordenadas do vértice dessa função?
- Sem usar o GeoGebra, **desenhe à mão livre** o gráfico dessa função, considerando o vértice, o valor de c e a concavidade.
- Corrija seu desenho plotando o gráfico no GeoGebra. Você acertou ou errou? Se errou, tente descobrir qual foi o seu engano.

Avaliação da Atividade 2 – Autoavaliação

O que aprendi?

"O que eu aprendi sobre a influência dos coeficientes a , b e c no gráfico da função quadrática?"

Principal dificuldade

"Qual foi a principal dificuldade que encontrei ao explorar o GeoGebra?"

Ainda tenho dúvidas

"O que eu ainda tenho dúvidas sobre vértice, concavidade ou raízes da função quadrática?"

Imagens do Cotidiano e a Função Quadrática no GeoGebra

Público-alvo	Conteúdo abordado	Duração
1º ano do Ensino Médio	Função quadrática e gráficos	2 aulas (1h40)

  **Preparação prévia:** O professor solicita aos alunos, antecipadamente, que tirem uma fotografia (ou façam um print de tela) de um objeto ou construção que apresente um **formato parabólico** (pode ser em casa, na escola, em uma praça, ou qualquer outro local). A foto deve ser enviada ao professor por meio de um Google Forms. Alternativamente, pode ser usada uma imagem pesquisada na internet.

Passo a passo em sala de aula

01

Abrir o GeoGebra

Em sala de aula, os alunos se reúnem em duplas com Chromebooks e abrem o aplicativo GeoGebra.

02

Inserir a fotografia

O aluno (ou dupla) insere a fotografia que foi enviada anteriormente (o professor pode armazenar as imagens em um pendrive para agilizar a atividade).

03

Caminho para inserir imagem

Clique em "**Ferramentas**", role a tela para baixo, selecione "**Mídia**" e depois "**Inserir imagem**".

04

Fazer upload da imagem

Abrirá uma caixa de diálogo. Clique em "**Navegador**" e selecione o arquivo com a imagem desejada. A imagem aparecerá na área gráfica do GeoGebra.

05

Ajustar a transparência

Com a imagem selecionada, clique em "**Configurações**" e ajuste a transparência para visualizar a malha do plano cartesiano.

06

Posicionar e modelar

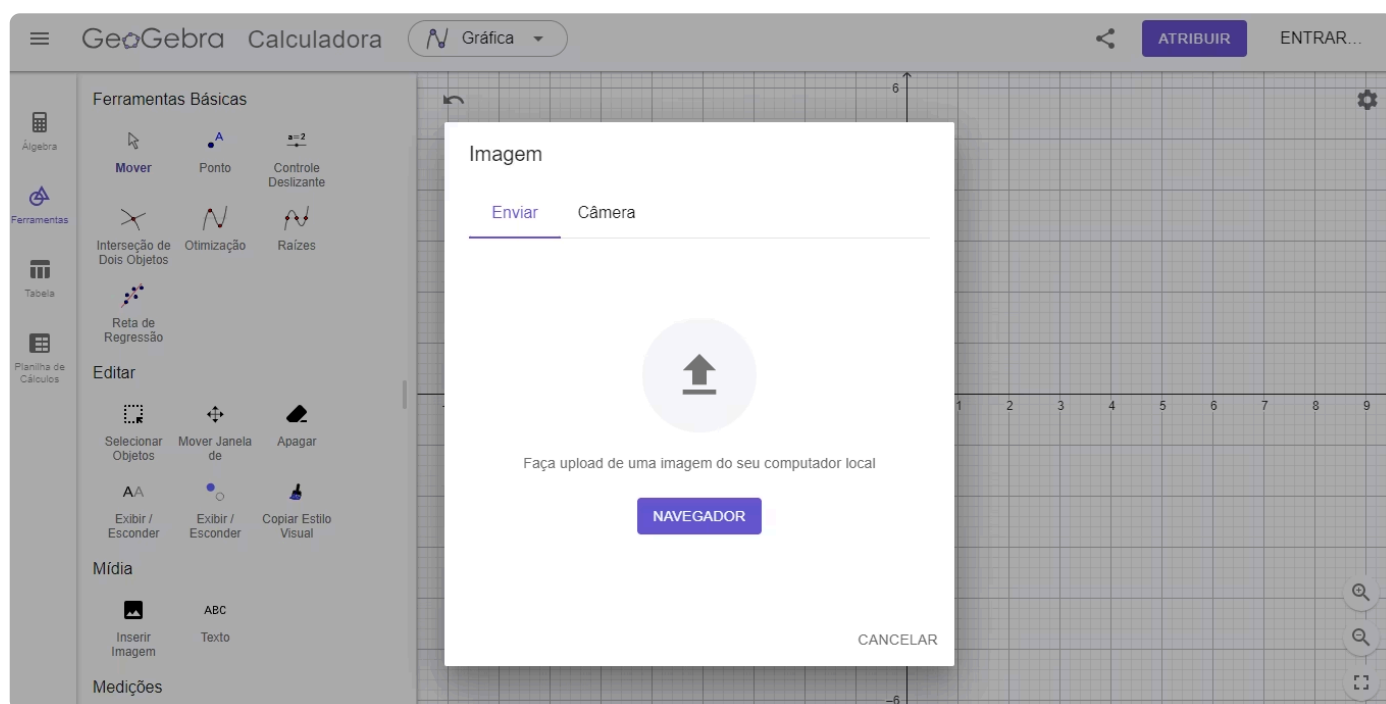
Estimule os alunos a posicionar a imagem na região do plano cartesiano mais adequada e marcar três pontos sobre a curva da imagem.

Inserindo a imagem no GeoGebra

Figura A4 – Onde encontrar a Mídia no GeoGebra

Fonte: Elaborado pelo autor no GeoGebra (2025).

Figura A5 – Carregar o upload da fotografia

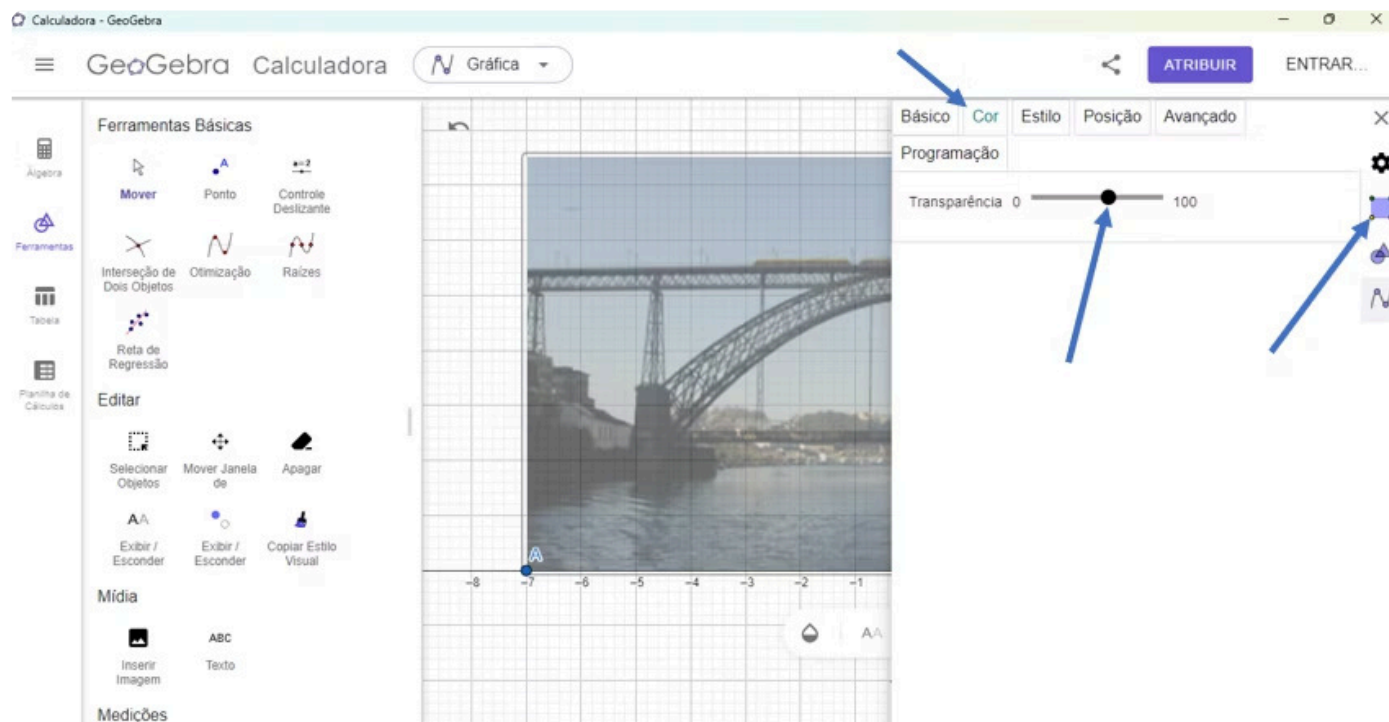


Fonte: Elaborado pelo autor no GeoGebra (2025).

 **Observação:** Em algumas versões do GeoGebra, o comando "**Copiar/Colar**" substitui esse caminho (ex: selecionar uma imagem da tela do computador com PRINT SCREEN e colar diretamente no GeoGebra).

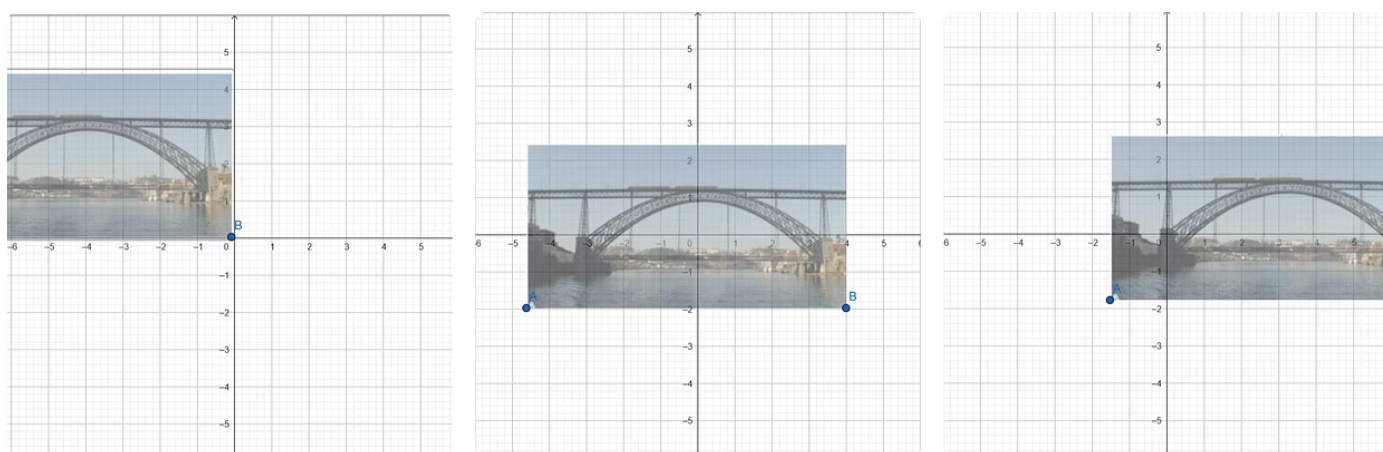
Ajustando a transparência e posicionando a imagem

Figura A6 – Ajuste de transparência da imagem para visualizar a malha no GeoGebra



Fonte: Elaborado pelo autor no GeoGebra (2025).

Figura A7 – Possibilidades de posicionamento da imagem no plano cartesiano

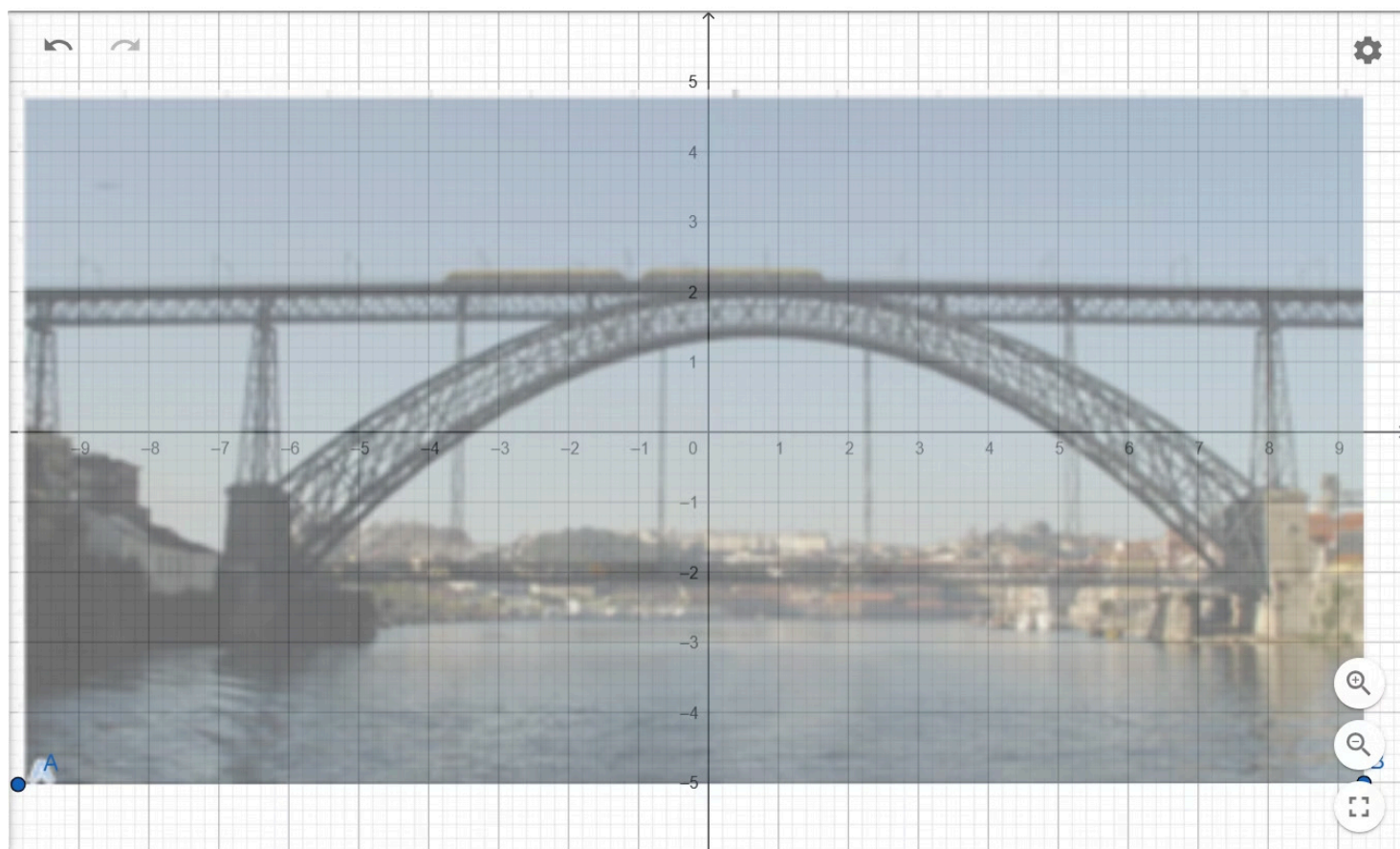


Fonte: Elaborado pelo autor no GeoGebra (2025).

Para ajustar a imagem no plano cartesiano, utilizam-se pontos de controle localizados nas extremidades inferiores da imagem. Os pontos **A** e **B** permitem redimensionar ou rotacionar a imagem.

Marcando pontos e gerando a curva

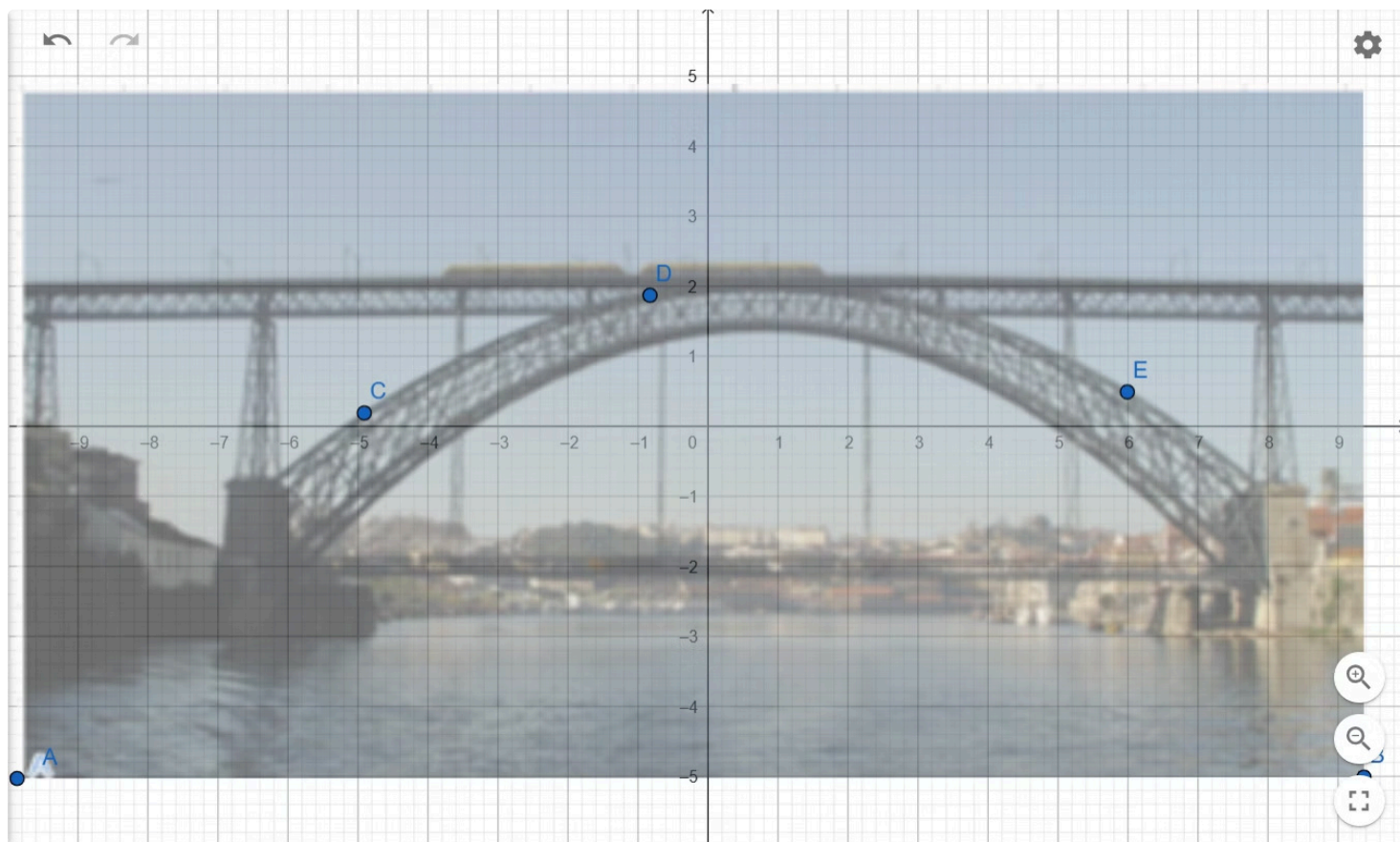
Figura A8 – Pontos A e B que permitem rotacionar ou redimensionar a imagem



Fonte: Elaborado pelo autor no GeoGebra (2025).

Após ajustar a imagem na posição desejada, oriente o aluno a marcar **três pontos** sobre a curva da imagem.

Figura A9 – Exemplo de marcação de três pontos sobre a curva da imagem inserida no GeoGebra

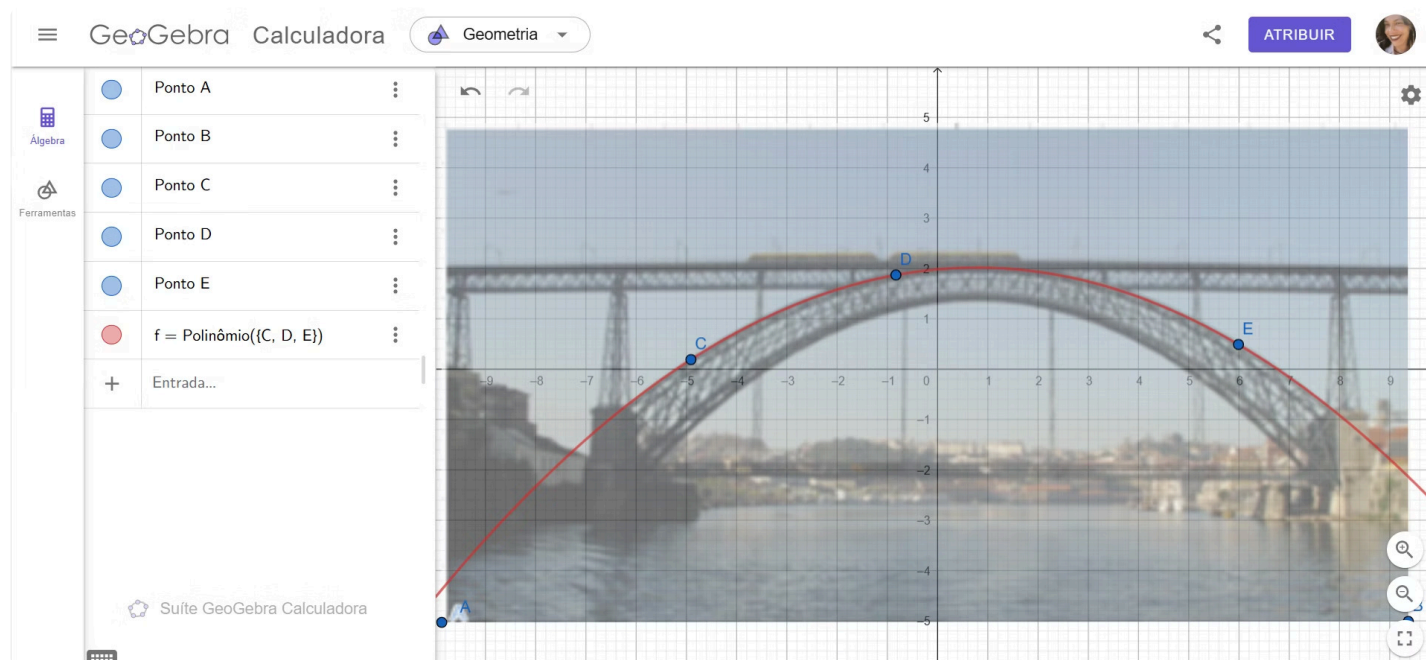


Fonte: Elaborado pelo autor no GeoGebra (2025).

- ④ Na **Janela da Álgebra**, no campo "Entrada", digite o comando `POLINOMIO(C, D, E)` – sendo C, D e E os nomes dos pontos criados. Ao pressionar Enter, o GeoGebra esboçará uma curva associada a uma equação do segundo grau.

Resultado: a curva gerada pelo GeoGebra

Figura A10 – Curva gerada pelo comando Polinômio(C,D,E) a partir dos três pontos marcados na imagem



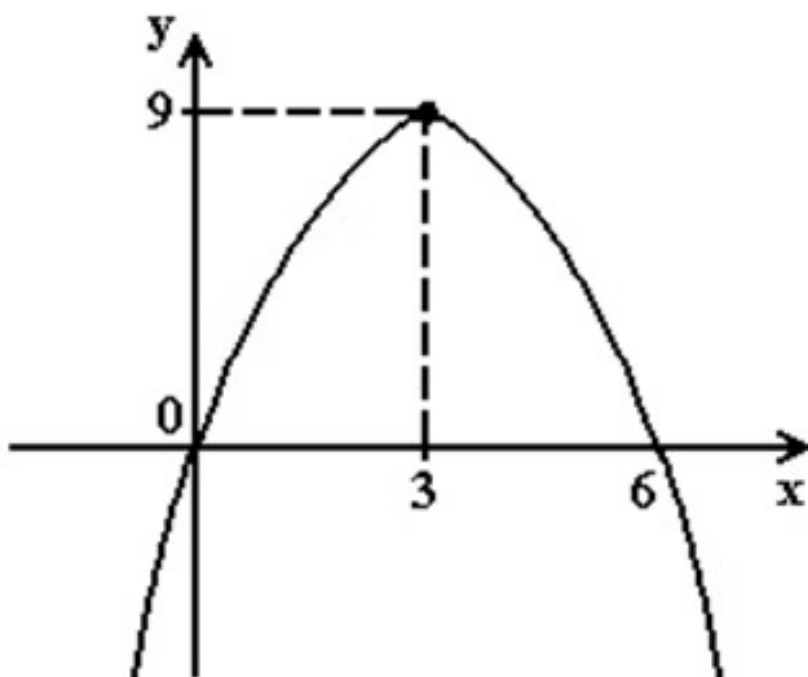
Fonte: Elaborado pelo autor no GeoGebra (2025).

 **Observação importante:** Usando dois pontos, obtém-se uma função polinomial de 1º grau; com **três pontos, uma de 2º grau**; com quatro pontos, uma de 3º grau; e assim sucessivamente. Os alunos podem movimentar os pontos C, D e E para ajustes mais finos no modelo, observando as alterações nos coeficientes da equação.

Questão de aprofundamento – Atividade 3

O gráfico da função $y = ax^2 + bx + c$ é a parábola apresentada na figura a seguir. Determine a função quadrática correspondente.

Figura A11 – Representação gráfica de uma parábola para determinação da função quadrática



Fonte: Adaptada de questão do vestibular da UFPE (s.d.)



Avaliação da Atividade 3 – Autoavaliação

Ao final da atividade, o professor pode solicitar aos alunos que respondam a um questionário de autoavaliação (impresso ou em plataforma digital de livre escolha, como Google Forms ou até mesmo no caderno), com perguntas reflexivas como:



O que aprendi?

"O que eu aprendi na aula de hoje ao modelar uma parábola a partir de uma imagem do cotidiano?"



Experiência com o GeoGebra

"Como foi a experiência de usar o GeoGebra para encontrar a equação da minha imagem?"



Conexão com o mundo

"Que relação eu consigo estabelecer entre a matemática estudada em sala de aula e o mundo ao meu redor?"



O objetivo é promover a **reflexão dos estudantes** sobre o próprio aprendizado e identificar lacunas conceituais que possam ser retomadas em aulas subsequentes.

Considerações Finais

O produto educacional **Desvendando a Parábola** foi desenvolvido com a intenção de ampliar possibilidades para o ensino da função quadrática por meio da articulação entre tecnologias digitais, metodologias ativas e estratégias lúdicas. Mais do que apresentar uma sequência de atividades, a proposta busca oferecer ao professor um conjunto estruturado de experiências pedagógicas que favoreçam a investigação, a participação ativa e a construção de significados matemáticos.



GeoGebra + Escape Room

A integração entre GeoGebra e Escape Room educativo mostrou-se adequada para promover diferentes formas de interação com os conceitos matemáticos, possibilitando a exploração dinâmica de representações gráficas, a resolução colaborativa de desafios e a mobilização de conhecimentos prévios.



Flexibilidade e adaptação

A estrutura do material permite adaptações quanto ao tempo de aplicação, aos recursos disponíveis e às especificidades de cada contexto escolar.



Além de uma experiência isolada

Compreende-se que nenhum recurso ou metodologia, isoladamente, é capaz de responder às múltiplas demandas presentes na sala de aula. Entretanto, propostas que integrem diferentes estratégias pedagógicas podem contribuir para ambientes mais investigativos e significativos.

Espera-se que este produto educacional possa servir como fonte de inspiração para outros professores, incentivando a elaboração de novas práticas e adaptações que considerem as realidades de seus estudantes e ampliem as possibilidades de ensino e aprendizagem da Matemática.



Para Saber Mais

Tecnologias Digitais e Educação Matemática

- BORBA, M. C.; SCUCUGLIA, R.; GADANIDIS, G. *Fases das Tecnologias Digitais em Educação Matemática: sala de aula e internet em movimento*. Belo Horizonte: Autêntica, 2020.
 - BAIRRAL, M. A. *Tecnologias digitais e Educação Matemática: interações, práticas e aprendizagens*. Curitiba: CRV, 2021.
-

Aprendizagem Significativa

- AUSUBEL, D. P. *Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva*. Lisboa: Plátano, 2003.
 - MOREIRA, M. A. *Aprendizagem Significativa: teoria e textos complementares*. São Paulo: Livraria da Física, 2011.
-

Gamificação e Jogos

- ALVES, L.; MINHO, M.; DINIZ, M. *Gamificação: diálogos com a educação*. São Paulo: Pimenta Cultural, 2014.
 - KAPP, K. M. *The Gamification of Learning and Instruction*. San Francisco: Pfeiffer, 2012.
-

GeoGebra e Ensino de Funções

- GOULART, R. F. P.; MALACARNE, A. Estudo da função quadrática utilizando o software GeoGebra: relato de uma experiência no Ensino Médio. In: BIANCHESSI, C. (Org.). *Tecnologias digitais na educação: dos limites às possibilidades*. 2024.
- BRASIL. *Base Nacional Comum Curricular (BNCC)*. Brasília: MEC, 2018.