

CRIAÇÃO DE SITUAÇÕES DE ENSINO-APRENDIZAGEM DE MATEMÁTICA: ESTRATÉGIAS UTILIZANDO A MODELAGEM MATEMÁTICA AUXILIADA PELO SOFTWARE GEOGEBRA

Recebido em: 18/02/2026

Aceito em: 24/07/2026

DOI: 10.25110/educere.v26i1.2026-12637



Jackson Henrique Braga da Silva¹
Francisco Jucivanio Felix de Sousa²
Mariana Baraldi Silva Silvino³
Tiago Gadelha de Sousa⁴
Bruno Coelho Alves⁵

RESUMO: Este artigo apresenta o desenvolvimento, implementação e avaliação de situações de ensino-aprendizagem em Matemática, fundamentadas na Modelagem Matemática e mediadas pelo software GeoGebra, com foco no estudo de funções. A pesquisa, de abordagem qualitativa e intervencionista, foi conduzida no formato de pesquisa-ação em uma turma do primeiro semestre do curso Técnico em Automação Industrial do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, campus Maracanaú. A metodologia compreendeu levantamento teórico, diagnóstico inicial com os estudantes, elaboração de atividades contextualizadas, aplicação em sala de aula e interpretação dos dados por meio da Análise de Conteúdo. Os resultados evidenciam que a intervenção promoveu elevado engajamento, motivação e participação ativa dos alunos, favorecendo a aprendizagem significativa dos conceitos de função e estimulando habilidades investigativas, críticas e colaborativas. Observou-se também que o uso do GeoGebra potencializou a visualização dinâmica, a experimentação e a compreensão de fenômenos reais. Os resultados indicam que a abordagem adotada possui potencial para fortalecer práticas pedagógicas inovadoras e eficazes, alinhadas às diretrizes da BNCC.

PALAVRAS-CHAVE: Estudo de Funções; GeoGebra; Modelagem Matemática.

¹ Doutor em Engenharia de Teleinformática pela Universidade Federal do Ceará. Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará.

E-mail: jackson.h.b.silva@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9354-8133>

² Mestre em Gestão e Avaliação da Educação Pública pela Universidade Federal de Juiz de Fora. Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – IFCE.

E-mail: jucivanio.felix@ifce.edu.br, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0011-6690>

³ Professora dos cursos de Licenciatura em Química/Matemática do Instituto Federal do Ceará – Campus Maracanaú, Brasil.

E-mail: mariana.silvino@ifce.edu.br, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1064-6142>

⁴ Doutor em Matemática pela Universidade Federal do Ceará. Docente do IFCE, campus Maracanaú.

E-mail: tiago.gadelha@ifce.edu.br, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1425-8059>

⁵ Mestre em Matemática pela Universidade Federal de Goiás - UFG. Docente do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Brasília.

E-mail: bruno.coelho@ifb.edu.br, ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-3953-0937>

CREATION OF MATHEMATICS TEACHING-LEARNING SITUATIONS: STRATEGIES USING MATHEMATICAL MODELING SUPPORTED BY GEOGEBRA SOFTWARE

ABSTRACT: This article presents the development, implementation, and evaluation of teaching-learning situations in Mathematics based on Mathematical Modeling and mediated by the GeoGebra software, focusing on the study of functions. The research, of a qualitative and interventionist nature, was conducted as action research in a first-semester class of the Industrial Automation Technician program at the Federal Institute of Education, Science and Technology of Ceará, Maracanaú campus. The methodology comprised a theoretical review, an initial diagnostic assessment with the students, the design of contextualized activities, classroom implementation, and data interpretation through Content Analysis. The results show that the intervention promoted high levels of engagement, motivation, and active participation among students, fostering meaningful learning of function concepts and stimulating investigative, critical, and collaborative skills. It was also observed that the use of GeoGebra enhanced dynamic visualization, experimentation, and the understanding of real phenomena. The findings indicate that the adopted approach has the potential to strengthen innovative and effective pedagogical practices aligned with the guidelines of the Brazilian National Common Curricular Base (BNCC).

KEYWORDS: GeoGebra; Mathematical Modeling; Study of Functions.

CREACIÓN DE SITUACIONES DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DE MATEMÁTICAS: ESTRATEGIAS UTILIZANDO LA MODELIZACIÓN MATEMÁTICA ASISTIDA POR EL SOFTWARE GEOGEBRA

RESUMEN: Este artículo presenta el desarrollo, implementación y evaluación de situaciones de enseñanza-aprendizaje en Matemáticas, fundamentadas en la Modelización Matemática y mediadas por el software GeoGebra, con foco en el estudio de funciones. La investigación, de enfoque cualitativo e intervencionista, se llevó a cabo en formato de investigación-acción en un grupo del primer semestre del curso Técnico en Automatización Industrial del Instituto Federal de Educación, Ciencia y Tecnología de Ceará, campus Maracanaú. La metodología comprendió la revisión teórica, el diagnóstico inicial con los estudiantes, la elaboración de actividades contextualizadas, la aplicación en el aula y la interpretación de los datos mediante el Análisis de Contenido. Los resultados evidencian que la intervención promovió un alto compromiso, motivación y participación activa de los alumnos, favoreciendo el aprendizaje significativo de los conceptos de función y estimulando habilidades investigativas, críticas y colaborativas. Se observó también que el uso de GeoGebra potencializó la visualización dinámica, la experimentación y la comprensión de fenómenos reales. Los resultados indican que el enfoque adoptado posee potencial para fortalecer prácticas pedagógicas innovadoras y eficaces, alineadas con las directrices de la BNCC.

PALABRAS CLAVE: Estudio de Funciones; GeoGebra; Modelización Matemática.

1. INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, a Educação Matemática tem buscado romper com práticas pedagógicas tradicionais centradas na memorização de fórmulas e resolução mecânica de exercícios. Nesse contexto, abordagens metodológicas como a Modelagem Matemática vêm ganhando destaque por promoverem um ensino mais significativo, crítico e contextualizado (Góes; Góes, 2023).

Paralelamente, o avanço das tecnologias digitais tem aberto novas possibilidades para o ensino de Matemática, especialmente por meio de softwares como o GeoGebra, que permitem a exploração dinâmica de conceitos matemáticos. A integração de recursos tecnológicos ao ensino contribui para tornar a aprendizagem mais interativa e significativa, ao possibilitar representações múltiplas, simulações e visualizações dinâmicas de conceitos abstratos (Borba; Penteado, 2024). Quando bem aplicadas, essas ferramentas favorecem a construção ativa do conhecimento, promovem maior engajamento dos estudantes e ampliam as oportunidades para o desenvolvimento do pensamento crítico e da autonomia intelectual dos alunos (Borba *et al.*, 2025).

Este trabalho propõe a criação de situações de ensino-aprendizagem baseadas em Modelagem Matemática tais como a criação de modelos do crescimento populacional de uma dada região, mediadas pelo uso do software GeoGebra, com o objetivo de potencializar a compreensão de conteúdos matemáticos (como o estudo de funções) e desenvolver nos alunos habilidades de investigação, análise crítica e resolução de problemas.

Dentre as diversas metodologias de ensino, neste trabalho, optou-se pela Modelagem Matemática por sua capacidade de aproximar a Matemática do cotidiano dos estudantes, tornando-a mais compreensível, útil e atrativa. Além disso, quando integrada ao uso de tecnologias como o GeoGebra, facilita a construção de modelos e proporciona um ambiente interativo de aprendizagem.

Este trabalho tem como objetivo desenvolver, implementar e avaliar situações de ensino-aprendizagem em Matemática utilizando modelagem matemática com o apoio do software GeoGebra, visando promover uma aprendizagem mais significativa. Estes objetivos estão alinhados com os princípios da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e com as demandas contemporâneas por metodologias ativas e integradoras no ensino de Ciências e Matemática.

Ao propor um trabalho pedagógico interdisciplinar e baseado na realidade dos alunos, pretende-se contribuir para a formação de sujeitos mais críticos, autônomos e participativos. Espera-se, ainda, que este estudo possa subsidiar a prática de futuros docentes de Matemática, oferecendo referenciais teórico-metodológicos e exemplos concretos de atividades que articulem Modelagem Matemática e tecnologias digitais, favorecendo a reflexão sobre o planejamento didático, a mediação pedagógica e a construção de ambientes de aprendizagem mais investigativos e colaborativos.

2. A MODELAGEM MATEMÁTICA E O USO DE TECNOLOGIAS DIGITAIS

A História mostra que muitas ideias matemáticas surgiram da necessidade de resolver problemas práticos da sociedade. Além disso, conceitos já existentes foram, ao longo do tempo, utilizados em contextos distintos daqueles para os quais foram originalmente desenvolvidos. Isso permitiu diferentes formas de explicar fenômenos e solucionar problemas do mundo real.

A prática de aplicar a Matemática para compreender fenômenos e resolver problemas em diversas áreas do conhecimento exige habilidades específicas. Entre elas, destacam-se a capacidade de representar o problema em linguagem matemática – utilizando números, gráficos, tabelas e equações – e a competência para encontrar soluções que possam ser interpretadas em termos da situação original, conduzindo a conclusões e tomadas de decisão (Bassanezi, 2023). Esse processo de transformar situações reais em problemas matemáticos, resolvê-los e interpretar suas soluções no contexto original é conhecido como Modelagem Matemática (Góes; Góes, 2023). No ensino da Matemática, essa abordagem estimula o pensamento crítico e a criatividade, ao mesmo tempo que desenvolve conhecimentos e habilidades de aplicação dos conceitos (Almeida; Silva; Vertuan, 2024).

Segundo Almeida *et al.* (2024), nas duas últimas décadas do século XX, começou-se o delineamento de uma perspectiva na área de Educação Matemática que estrutura práticas pedagógicas sobre o ensino e aprendizagem baseada em problemas, que vão além dos conceitos próprios da Matemática, com o objetivo de atrair o aluno e despertar seu interesse por essa disciplina.

Nesse contexto, a Modelagem Matemática destaca-se como uma das principais tendências educacionais. Conforme apontam Góes e Góes, (2023), essa abordagem contribui não apenas para a compreensão dos conteúdos matemáticos, mas também para

o desenvolvimento de habilidades como senso crítico, argumentação e tomada de decisões. Tais competências estão alinhadas às diretrizes da BNCC, que visam à formação de indivíduos mais autônomos e atuantes na sociedade.

Paralelamente, o avanço das tecnologias digitais tem aberto novas possibilidades para o ensino de Matemática. Softwares como o GeoGebra possibilitam uma apresentação interativa e dinâmica dos conceitos, favorecendo um aprendizado mais significativo, crítico e contextualizado (Juandi *et al.*, 2021). Segundo Borba *et al.* (2025), o uso de tecnologias digitais, como o GeoGebra, permite ampliar as formas de representação e investigação matemática, promovendo um ambiente de aprendizagem mais exploratório e colaborativo. Os autores destacam que essas tecnologias transformam a sala de aula em um espaço em movimento, onde alunos podem construir significados por meio de interações dinâmicas com os conteúdos matemáticos.

Nesse cenário, Munyaruhengeri *et al.* (2025), em pesquisa realizada com 218 professores que utilizaram o GeoGebra como ferramenta de apoio didático, destacaram o potencial desse recurso para estimular a criatividade, o pensamento crítico, a argumentação e até mesmo o desenvolvimento emocional dos estudantes. Os autores ressaltam também o impacto positivo na promoção do engajamento, da empatia e da compreensão cultural em sala de aula.

Nas últimas décadas, diversas pesquisas têm explorado o uso da Modelagem Matemática e das tecnologias digitais como estratégias de ensino. Estudos como o de Gürel (2023) indicam que a modelagem ainda carece de investigações que aprofundem seu potencial pedagógico em ambientes escolares. Já Fajri *et al.* (2025) incentivam o desenvolvimento de estudos que integrem ferramentas digitais com o objetivo de tornar o processo de ensino-aprendizagem mais eficiente e promover uma aprendizagem mais significativa.

3. A METODOLOGIA

Para os objetivos deste trabalho, adotou-se uma abordagem metodológica mista, com predominância quantitativa, de natureza aplicada e caráter intervencionista, caracterizando-se como uma pesquisa-ação, uma vez que visa intervir em um contexto educacional real (Bogdan; Biklen, 1994). Essa opção metodológica justifica-se pela necessidade de compreender e intervir em um contexto educacional real, buscando

promover melhorias no processo de ensino e aprendizagem da Matemática por meio da Modelagem Matemática associada ao uso do software GeoGebra.

A investigação foi desenvolvida no contexto de atividades pedagógicas regulares em ambiente escolar, observando os princípios éticos aplicáveis à pesquisa em educação e o respeito aos direitos dos participantes. Antes do início das atividades, os estudantes e seus responsáveis legais foram informados acerca dos objetivos da investigação, dos procedimentos adotados, dos possíveis riscos e benefícios da participação, bem como do caráter voluntário da participação e do direito de desistência a qualquer momento, sem qualquer prejuízo acadêmico. A participação foi autorizada mediante assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) pelos responsáveis legais. Para assegurar a privacidade e a confidencialidade das informações, todos os dados utilizados para fins de análise e divulgação científica foram tratados de forma anonimizada, sendo suprimidos quaisquer elementos que possibilitassem a identificação dos participantes.

3.1 Etapas

Iniciou-se o trabalho com um levantamento teórico sobre Modelagem Matemática, tecnologias digitais no ensino e, especialmente, o uso do GeoGebra como ferramenta pedagógica. Em seguida, definiu-se o ambiente de intervenção, sendo escolhido a disciplina de Matemática Aplicada da turma de 2025.2 do primeiro semestre do curso Técnico em Automação Industrial, uma turma com 23 alunos, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE). Escolheu-se essa turma por estar sob a regência do autor do trabalho e pela instituição de ensino dispor de um Laboratório de Matemática equipado com computadores como acesso à internet suficientes para acomodar todos os alunos e possibilitar o uso adequado do GeoGebra, na sua versão *online*.

Realizou-se um breve diagnóstico com os alunos, por meio de aplicação de um questionário eletrônico, com o objetivo de identificar percepções, experiências e expectativas em relação ao uso de tecnologias no ensino da Matemática, bem como o grau de familiaridade com o GeoGebra.

Com base nesse levantamento, foram elaboradas atividades de ensino-aprendizagem fundamentadas na Modelagem Matemática e voltadas ao estudo de funções, estruturadas em dez aulas de 50 minutos, distribuídas ao longo de cinco encontros presenciais. As atividades foram contextualizadas a partir de situações reais ou

simuladas, tais como o consumo de energia elétrica, as variações de temperatura e o crescimento populacional, buscando aproximar os conceitos matemáticos do cotidiano dos estudantes. O software GeoGebra foi empregado como recurso mediador para a construção, visualização e análise de modelos matemáticos, favorecendo processos de experimentação, interpretação de dados e validação das soluções propostas.

As atividades foram aplicadas em sala de aula pelo professor regente com o auxílio de uma estagiária da Instituição de Ensino, aluna do curso de Licenciatura em Matemática da própria Instituição. Após a intervenção, realizou-se uma avaliação qualitativa a partir da observação da participação dos alunos e da coleta de relatos dos envolvidos. Os dados obtidos foram analisados com base na Análise de Conteúdo, conforme Valle (2025), buscando identificar evidências de aprendizagem, apropriação do uso do software e o desenvolvimento de habilidades associadas à Modelagem Matemática.

4. DESENVOLVIMENTO DA INTERVENÇÃO

Com as informações coletadas por meio do questionário de diagnósticos, identificou-se que 65% dos alunos já haviam utilizado computador ou celular em alguma aula de Matemática e apenas 20% já tinha ouvido falar do GeoGebra. Com esse diagnóstico, também foi possível obter uma perspectiva da pré-disposição dos alunos para aprender Matemática, como é possível se inferir da Figura 1.

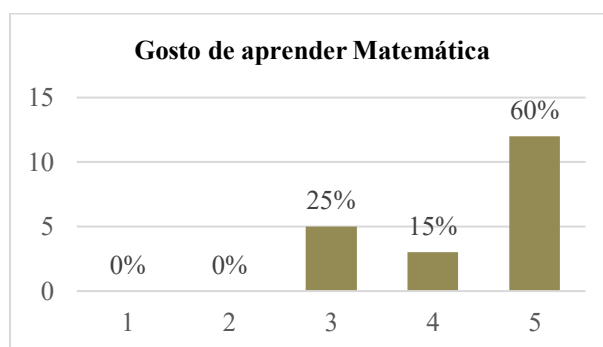


Figura 1: Concordância dos alunos com a afirmação.
 Fonte: elaborado pelos autores.

Apesar de os dados terem sido coletados por meio de uma escala do tipo Likert, na qual as respostas variam de 1 a 5 conforme o nível de concordância com as afirmações apresentadas, sua análise foi conduzida sob uma perspectiva qualitativa e interpretativa, fundamentada na Análise de Conteúdo (Valle, 2025). Buscou-se, nesse processo,

identificar regularidades, tendências e evidências relacionadas aos objetivos deste trabalho.

Para fins de interpretação, os dados foram organizados da seguinte forma: os valores 1 e 2 indicam discordância em relação à afirmação; o valor 3 representa uma posição de neutralidade; e os valores 4 e 5 indicam concordância com a afirmação. Assim, nota-se que 75% dos alunos concordam com a afirmação da Figura 1: “Gosto de aprender Matemática”.

De modo geral, os dados apresentados nas Figura 2 permitem inferir que os alunos demonstram uma percepção majoritariamente favorável ao uso de tecnologias digitais no contexto educacional, bem como abertura para metodologias de ensino que rompam com práticas tradicionais. Essa predisposição indica um cenário propício para a implementação de propostas baseadas em Modelagem Matemática, especialmente quando mediadas por recursos tecnológicos, como o GeoGebra. Tais evidências reforçam a pertinência da abordagem adotada neste estudo, uma vez que apontam para a possibilidade de maior engajamento, participação ativa e construção significativa do conhecimento matemático por parte dos estudantes.

Com base nos dados apresentados na Figura 2, observa-se que as experiências prévias e as percepções dos alunos, levantadas por meio do formulário de diagnóstico, estão em consonância com os resultados apontados pela literatura da área. Os participantes demonstram um perfil de estudante que aprecia aprender Matemática, que reconhece maior facilidade de compreensão quando há o uso de figuras, gráficos e representações visuais, e que percebe as tecnologias digitais como um recurso pedagógico relevante e atrativo. Além disso, os dados indicam que os alunos se sentem relativamente à vontade no uso de computadores e dispositivos móveis como ferramentas de apoio à aprendizagem, o que reforça a viabilidade da implementação de propostas didáticas baseadas na Modelagem Matemática mediada pelo software GeoGebra.

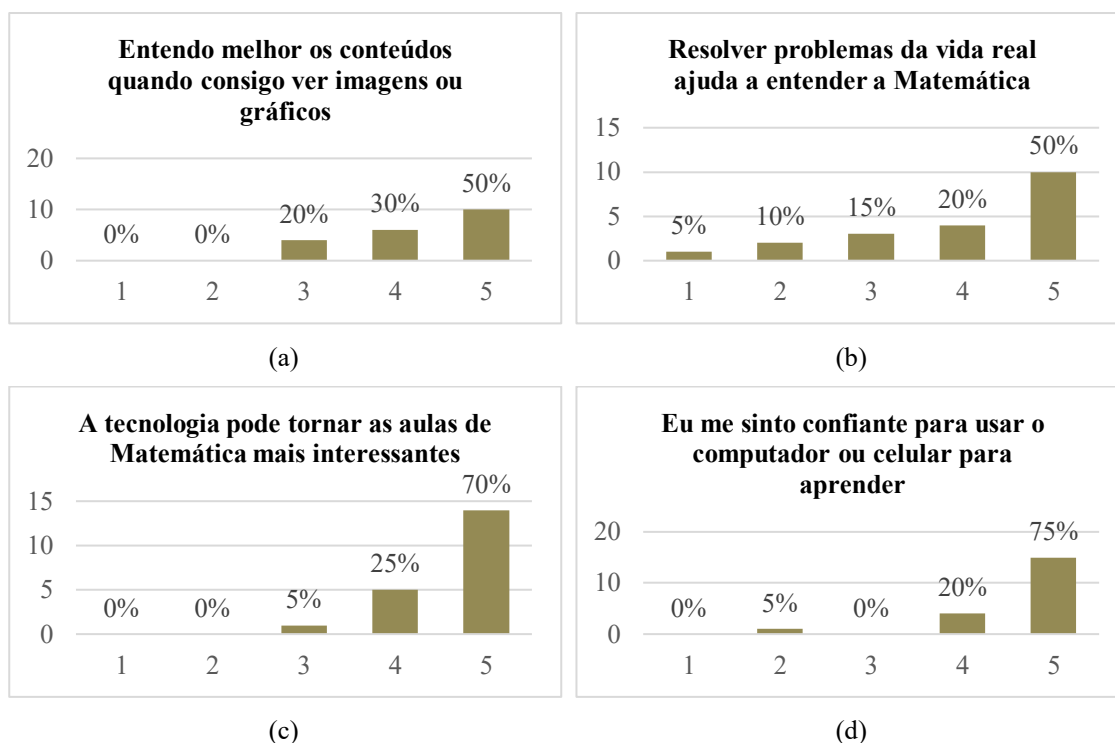


Figura 2: Diagnóstico das experiências e percepções dos alunos em relação ao uso de tecnologia.

Fonte: elaborado pelos autores.

À luz desse diagnóstico e considerando a predisposição dos alunos ao uso de tecnologias digitais e a metodologias de ensino mais interativas, desenvolveu-se, como produto deste trabalho, uma sequência didática estruturada em 10 aulas de 50 minutos, distribuídas ao longo de cinco encontros presenciais. Essa sequência foi planejada com base nos princípios da Modelagem Matemática e integra, de forma sistemática, o uso do software GeoGebra como recurso central para a investigação, construção e análise de modelos matemáticos.

O material elaborado compreende notas de aula organizadas e disponibilizadas aos estudantes, contendo explicações teóricas, procedimentos detalhados para a utilização das ferramentas digitais, situações-problema contextualizadas e orientações para a realização das atividades práticas. Cada encontro foi concebido de modo a favorecer uma progressão didática coerente, que parte da mobilização e discussão dos conhecimentos prévios dos alunos, avança para a construção de modelos matemáticos e culmina na análise crítica e validação das soluções obtidas.

A sequência didática foi especialmente adaptada ao contexto do Curso Técnico em Automação Industrial, articulando conteúdos matemáticos – como funções afins, quadráticas e exponenciais – a situações reais características de ambientes industriais, tais

como o controle de máquinas, a análise do rendimento de processos e a interpretação de dados técnicos. Essa articulação contribuiu de forma significativa para aproximar a Matemática da prática profissional dos estudantes, favorecendo uma aprendizagem mais significativa e contextualizada.

Dessa forma, o produto educacional desenvolvido configura-se como um recurso pedagógico completo, ao integrar fundamentação teórica, atividades práticas, exploração de tecnologias digitais e orientações metodológicas. Além de atender aos objetivos desta pesquisa, o material apresenta potencial de aplicação por outros docentes interessados em incorporar a Modelagem Matemática e o uso do GeoGebra ao ensino de Matemática, em especial no estudo de funções. Na subseção a seguir, são descritas as atividades de modelagem matemática propostas, explicitando seus objetivos, etapas de desenvolvimento e o papel do GeoGebra em cada uma delas.

4.1 Descrição das Atividades de Modelagem

As atividades da sequência didática proposta foram organizadas de forma progressiva em quatro etapas, iniciando pela exploração de conceitos fundamentais e avançando para a construção e análise de modelos matemáticos mais elaborados. A organização da Modelagem Matemática adotada neste trabalho, estruturada em quatro etapas (descritas a seguir), tem como base o método de resolução de problemas de (Polya, 2006), adaptado a partir das diretrizes apresentadas por autores da Educação Matemática, como Almeida, Silva e Vertuan (2024).

Etapa 1 – Compreensão da situação-problema: a primeira etapa consiste na apresentação e compreensão da situação-problema, contextualizada a partir de fenômenos ou situações próximas à realidade dos estudantes, especialmente aquelas relacionadas ao contexto industrial. Nessa fase, busca-se promover a leitura, a interpretação e a discussão coletiva do problema, incentivando os alunos a identificar os objetivos da atividade, as variáveis envolvidas, as grandezas relevantes e as informações disponíveis. O papel do professor é atuar como mediador, estimulando questionamentos e auxiliando os alunos na explicitação de hipóteses iniciais, sem antecipar soluções. Essa etapa é fundamental para mobilizar conhecimentos prévios e estabelecer conexões entre a Matemática e o contexto real, criando condições para uma aprendizagem significativa.

Etapa 2 – Análise e modelagem matemática: na segunda etapa, os alunos são conduzidos à análise da situação-problema e à construção do modelo matemático. A partir das hipóteses formuladas, realiza-se a simplificação da realidade, definindo suposições e estabelecendo relações entre as variáveis identificadas. Nessa fase, ocorre a tradução do problema para a linguagem matemática, por meio de tabelas, gráficos, expressões algébricas ou funções, com destaque para o uso do software GeoGebra como ferramenta de apoio à visualização e à exploração dos dados. O ambiente dinâmico proporcionado pelo GeoGebra favorece a investigação, permitindo que os alunos testem diferentes representações e analisem o comportamento do modelo construído, fortalecendo a compreensão dos conceitos matemáticos envolvidos.

Etapa 3 – Solução da situação-problema: a terceira etapa corresponde à resolução do modelo matemático elaborado. Os alunos aplicam procedimentos matemáticos adequados para obter soluções, utilizando estratégias algébricas, gráficas ou numéricas, com o suporte do GeoGebra sempre que pertinente. Nessa fase, busca-se interpretar os resultados obtidos em termos da situação-problema original, verificando se as soluções respondem às questões inicialmente propostas. A discussão dos resultados, individualmente ou em grupo, é incentivada, favorecendo a argumentação matemática, a troca de ideias e a consolidação dos conhecimentos construídos ao longo da atividade.

Etapa 4 – Validação e generalização do modelo matemático: na última etapa, realiza-se a validação do modelo matemático, analisando sua adequação e suas limitações frente à situação real estudada. Os alunos são incentivados a comparar os resultados do modelo com dados reais ou estimados, refletindo sobre a coerência das soluções obtidas e sobre possíveis ajustes no modelo. Além disso, busca-se promover a generalização do modelo, discutindo sua aplicabilidade a outras situações semelhantes e identificando padrões ou regularidades. Essa etapa contribui para o desenvolvimento do pensamento crítico e para a compreensão do caráter não absoluto dos modelos matemáticos, reforçando a ideia de que a Matemática é uma ferramenta para interpretar e compreender a realidade, e não apenas um conjunto de procedimentos formais.

Com base nessa estrutura, neste trabalho, desenvolveram-se as seguintes intervenções didáticas:

- **No primeiro encontro**, a situação-problema foi estruturada a partir do monitoramento da variação de temperatura de uma máquina ao longo do tempo, um cenário comum em ambientes industriais automatizados. O objetivo dessa atividade foi introduzir o conceito de função como uma relação entre grandezas, ao mesmo tempo em que se familiarizava os alunos com o uso inicial do GeoGebra. A importância dessa situação reside no fato de permitir que os estudantes compreendessem a ideia de dependência entre variáveis a partir de um fenômeno concreto, favorecendo a leitura, a organização e a interpretação de dados.
- **No segundo encontro**, a situação-problema envolveu a regulação da velocidade de uma esteira transportadora controlada por um inversor de frequência, estabelecendo uma relação linear entre frequência e velocidade. O objetivo principal foi aprofundar o estudo das funções afins, com ênfase na interpretação dos coeficientes angular e linear em um contexto técnico real. Essa atividade foi relevante por evidenciar a aplicabilidade direta da Matemática em processos de automação, permitindo aos alunos compreenderem o significado físico dos parâmetros do modelo.
- **No terceiro encontro**, a situação-problema proposta tratou do ajuste da intensidade de iluminação em uma máquina de inspeção óptica, cuja qualidade do processo depende de uma relação quadrática entre corrente elétrica e qualidade da imagem. O objetivo dessa atividade foi explorar funções quadráticas e o conceito de ponto ótimo, associado ao máximo da parábola. A relevância pedagógica dessa situação está na possibilidade de relacionar o conceito matemático de vértice a decisões práticas de eficiência e qualidade em processos industriais. Ao percorrer integralmente as etapas da modelagem matemática, os alunos puderam compreender as limitações do modelo, interpretar os resultados e discutir sua adequação ao contexto real.
- **No quarto encontro**, a situação-problema foi construída a partir da análise do crescimento populacional de um município, utilizando dados reais disponibilizados por órgãos oficiais. O objetivo foi trabalhar funções exponenciais e discutir o significado da taxa de crescimento, bem como

suas implicações sociais e econômicas. A importância dessa atividade está na ampliação do escopo da modelagem, conectando a Matemática a problemas de relevância social e promovendo uma reflexão crítica sobre previsões e limites dos modelos matemáticos.

- **No quinto encontro**, foi proposta uma situação-problema integradora, na qual os alunos, organizados em grupos, analisaram diferentes fenômenos relacionados à automação industrial, envolvendo funções afins, quadráticas ou exponenciais. O objetivo dessa atividade foi consolidar os conhecimentos construídos ao longo da sequência didática e promover maior autonomia na escolha, construção e validação dos modelos matemáticos. Essa etapa final foi fundamental para estimular a socialização dos resultados, a argumentação matemática e a reflexão crítica sobre o processo de modelagem como um todo.

De modo geral, a organização das situações-problema ao longo dos encontros garantiu que todas as etapas da Modelagem Matemática fossem vivenciadas de forma recorrente, favorecendo não apenas a aprendizagem dos conteúdos matemáticos, mas também o desenvolvimento de habilidades como análise crítica, tomada de decisão e trabalho colaborativo. Esses aspectos refletiram diretamente no envolvimento dos estudantes com as atividades propostas, tema que será aprofundado na subseção seguinte, dedicada à análise do engajamento e da participação dos alunos.

4.2 Engajamento e Participação dos Estudantes

Ao longo da intervenção, observou-se, de modo geral, um envolvimento positivo dos estudantes nas atividades propostas, com aumento gradual do engajamento ao longo dos encontros. No início da sequência didática, especialmente no primeiro encontro, verificou-se certa dispersão dos alunos no ambiente de informática, principalmente devido ao uso de jogos e redes sociais, o que demandou do professor estratégias de mediação pedagógica para direcionar a atenção ao conteúdo didático trabalhado.

À medida que as atividades de Modelagem Matemática foram sendo desenvolvidas, o uso do software GeoGebra mostrou-se um elemento central para a ampliação do engajamento dos discentes. As possibilidades de manipulação interativa e de visualização imediata dos efeitos da variação de parâmetros nos modelos matemáticos

despertaram o interesse e a curiosidade dos estudantes, favorecendo uma postura mais ativa durante as aulas.

Além disso, os alunos demonstraram maior motivação ao trabalhar com situações-problema próximas de sua realidade, bem como ao utilizar o laboratório de informática como espaço de aprendizagem ativa. A dinâmica das atividades favoreceu a colaboração entre os estudantes, a troca de ideias e a construção coletiva do conhecimento. Relatos dos estudantes indicam que a abordagem pedagógica adotada possibilitou uma compreensão mais intuitiva e concreta dos conceitos trabalhados, com destaque para o estudo de funções. Essas percepções, aliadas às observações realizadas durante a intervenção, apontam para indícios de aprendizagem que vão além do engajamento, os quais são analisados de forma mais sistemática na subseção seguinte, dedicada à apresentação das evidências de aprendizagem.

4.3 Evidências de Aprendizagem

Durante as intervenções, o professor regente e a auxiliar identificaram diversas evidências de aprendizagem significativa por parte dos discentes, incluindo a compreensão conceitual aprimorada dos parâmetros das funções abordadas, o entendimento das definições de variáveis dependentes e independentes e a capacidade de associar essas variáveis a grandezas em situações práticas da vida profissional e a fenômenos reais. Observou-se, ainda, que os estudantes demonstraram conhecimento satisfatório sobre a representação de uma função e compreensão de seu comportamento gráfico, bem como o desenvolvimento de habilidades tecnológicas relacionadas ao uso de computadores e softwares didáticos. Notou-se um progresso significativo na utilização do GeoGebra, incluindo a manipulação de objetos gráficos, a criação de planilhas de dados, o uso da janela de álgebra e a aplicação de ferramentas de regressão, evidenciando a integração entre aprendizagem conceitual e prática tecnológica.

Para complementar essas observações, na Figura 3 apresentam-se os dados de um formulário aplicado aos estudantes ao final das aulas/intervenções, no qual eles avaliaram sua percepção sobre as atividades desenvolvidas.

A análise das respostas às perguntas apresentadas nas Figura 3 e Figura 4 permite evidenciar a percepção positiva dos discentes em relação à metodologia adotada, destacando o impacto das atividades e do uso de tecnologias digitais no processo de aprendizagem. Esses resultados indicam que a sequência didática favoreceu não apenas a aprendizagem de conteúdos matemáticos, mas também o desenvolvimento de competências previstas na BNCC, como resolução de problemas, uso de tecnologias digitais e comunicação matemática.

4.4 Discussão com Base na Literatura

Aplicando a perspectiva da Análise de Conteúdo, baseada nas diretrizes de Valle (2025), é possível classificar os dados apresentados na Figura 3 em quatro categorias de percepção dos alunos em relação às atividades e ao uso do GeoGebra: i) interesse e engajamento nas atividades; ii) aprendizagem conceitual sobre funções; iii) uso de tecnologias digitais (GeoGebra); e iv) motivação para aprender Matemática. A Análise de Conteúdo, ao focar em evidências qualitativas derivadas de dados quantitativos, permite interpretar o conteúdo considerando a frequência e a intensidade das respostas obtidas.

Os resultados indicam que 87% dos alunos atribuíram notas 4 ou 5 à questão sobre o interesse nas atividades, evidenciando elevado engajamento. A predominância das respostas mais altas sugere que a maioria percebeu as atividades como relevantes e atrativas, enquanto a menor incidência de nota 3 (13%) reflete uma percepção neutra, sem sinais de rejeição ou desinteresse.

No que se refere à aprendizagem, 69% das respostas concentraram-se nas notas 4 e 5, indicando que as atividades contribuíram significativamente para a compreensão de conceitos de função. Entretanto, 31% das respostas com nota 3 revelam que nem todos os alunos experimentaram ganhos máximos, sinalizando a necessidade de estratégias pedagógicas complementares para atender diferentes estilos de aprendizagem.

Quanto à utilização do GeoGebra, 82% dos alunos atribuíram notas 4 ou 5, demonstrando que o software foi eficaz na compreensão dos conceitos. Nenhum aluno avaliou negativamente, o que reforça a percepção de que a tecnologia facilitou a visualização e manipulação de funções, promovendo uma aprendizagem mais ativa.

A motivação apresentou a intensidade positiva mais expressiva, com 94% dos alunos atribuindo notas 4 ou 5. Esses dados indicam que o uso do computador/celular como ferramenta pedagógica aumentou significativamente o interesse e a disposição para

aprender Matemática, evidenciando que a motivação é um efeito direto da integração entre atividades práticas e recursos tecnológicos.

A nuvem de palavras (Figura 4) revelou que, de modo geral, os estudantes destacaram ter aprendido a utilizar o GeoGebra como ferramenta para visualizar e compreender melhor funções e gráficos, com ênfase na função afim, passando a reconhecer a Matemática como uma área mais prática, visual e dinâmica. A turma ressaltou o desenvolvimento da compreensão conceitual, do raciocínio lógico e da capacidade de aplicar funções na modelagem de situações reais, bem como de identificar variáveis e interpretar resultados. O uso do software foi percebido como um facilitador do processo de aprendizagem, contribuindo para tornar os conteúdos mais claros, além de favorecer a compreensão das equações, dos coeficientes e do comportamento gráfico das funções.

Essa síntese representativa da turma foi construída a partir da recorrência semântica dos termos mais frequentes identificados na nuvem de palavras (GeoGebra, função, gráficos, compreender, prática, visual, aprender), os quais expressam o sentido coletivo atribuído pelos estudantes à experiência vivenciada. Conforme Valle (2025), esse procedimento caracteriza-se como uma síntese categorial interpretativa, na qual as unidades de registro são reorganizadas em um discurso único que representa a percepção predominante do grupo. Desse modo, a análise qualitativa das respostas abertas confirma e aprofunda os achados das análises quantitativas, evidenciando que a integração entre Modelagem Matemática e GeoGebra promoveu aprendizagem significativa, maior engajamento discente e uma percepção positiva em relação ao ensino de Matemática, fortalecendo o caráter contextualizado, visual e investigativo da proposta pedagógica.

Esses resultados corroboram com os estudos de Almeida, Silva e Vertuan (2024), que destacam que a Modelagem Matemática promove aprendizagem significativa ao engajar o estudante ativamente no processo investigativo. Confirmam também a perspectiva de Góes e Góes (2023), segundo a qual a modelagem contribui para o desenvolvimento de habilidades cognitivas superiores e para a formação de estudantes críticos e participativos.

Do ponto de vista tecnológico, os achados dialogam com Borba *et al.* (2025), que afirmam que ferramentas digitais tornam o ambiente de aprendizagem mais dinâmico e exploratório. Os alunos aprimoraram sua compreensão ao visualizar e manipular representações no GeoGebra, reforçando os resultados de Juandi *et al.* (2021) e

Munyaruhengeri *et al.* (2025) sobre o potencial do software para estimular criatividade, engajamento e pensamento crítico.

Adicionalmente, constatou-se que a integração entre Modelagem Matemática e tecnologias digitais ampliou as oportunidades de investigação, permitindo análises mais aprofundadas e interpretação mais consistente dos fenômenos estudados. Essas constatações estão em consonância com as recomendações de Fajri *et al.* (2025), que enfatizam a importância de unir recursos digitais e metodologias ativas para potencializar a aprendizagem.

5. CONCLUSÃO

O presente trabalho teve como objetivo desenvolver, implementar e avaliar situações de ensino-aprendizagem em Matemática utilizando a Modelagem Matemática mediada pelo software GeoGebra. A intervenção realizada em uma turma do curso Técnico em Automação Industrial evidenciou que essa abordagem favorece a aprendizagem significativa, promove maior engajamento dos estudantes e potencializa a compreensão de conceitos matemáticos, especialmente no estudo de funções.

À luz da Análise de Conteúdo, as categorias identificadas – interesse, aprendizagem, uso de tecnologias e motivação – demonstram que a metodologia adotada foi eficaz. A predominância de respostas positivas (notas 4 e 5) e a baixa incidência de respostas medianas (nota 3) refletem um impacto consistente das intervenções, indicando que a integração entre atividades práticas e ferramentas digitais promove não apenas o entendimento conceitual, mas também estimula a participação ativa e o interesse contínuo no aprendizado.

Os resultados corroboram a literatura especializada, indicando que a Modelagem Matemática aliada ao uso de tecnologias digitais, como o GeoGebra, constitui uma estratégia pedagógica capaz de tornar o ensino da Matemática mais contextualizado, significativo e interativo (Almeida; Silva; Vertuan, 2024; Borba *et al.*, 2025; Góes e Góes, 2023). Observou-se que os alunos não apenas compreenderam conceitos matemáticos, mas também desenvolveram habilidades associadas à análise crítica, à resolução de problemas e à exploração tecnológica, confirmando a relevância de metodologias ativas e investigativas no processo de ensino-aprendizagem.

Adicionalmente, a intervenção evidenciou que o uso de situações-problema contextualizadas, combinadas com recursos digitais, contribui para aproximar a

Matemática da realidade dos estudantes e da prática profissional, fortalecendo a percepção de utilidade e aplicabilidade do conhecimento. Esse aspecto é fundamental para o desenvolvimento de competências previstas na BNCC, como autonomia, pensamento crítico e tomada de decisões fundamentadas.

Embora a maioria dos estudantes tenha indicado ganhos expressivos de aprendizagem, evidenciados pelos 69% de respostas concentradas nas notas 4 e 5, a presença de 31% de avaliações com nota 3 revela que parte da turma não alcançou níveis máximos de compreensão. Esse resultado não diminui a relevância da proposta, mas evidencia a complexidade do processo educativo e a necessidade de ampliar e diversificar estratégias pedagógicas. Tal constatação constitui um importante incentivo para novos estudos que investiguem adaptações da Modelagem Matemática e do uso do GeoGebra a diferentes perfis de estudantes, contemplando estilos de aprendizagem variados, ritmos distintos e formas alternativas de mediação didática, de modo a potencializar os efeitos da abordagem para um público ainda mais amplo.

Por fim, recomenda-se que pesquisas futuras explorem a aplicação desta abordagem em diferentes níveis de ensino, em outros conteúdos matemáticos e em contextos variados, incluindo turmas de maior heterogeneidade e ambientes escolares distintos. Também é pertinente investigar impactos a médio e longo prazo, especialmente quanto à retenção de conceitos, ao desenvolvimento de habilidades cognitivas superiores e à motivação contínua dos alunos.

A integração entre Modelagem Matemática e tecnologias digitais, especialmente por meio do GeoGebra, revela-se elemento central para a inovação pedagógica no ensino de Matemática, pois articula a dimensão investigativa da modelagem com as potencialidades de visualização, simulação e experimentação proporcionadas pelo software. Essa junção favorece a construção de significados pelos estudantes, ao permitir que formulem hipóteses, testem modelos, analisem representações gráficas e validem resultados de forma dinâmica e interativa. Assim, a convergência dessas metodologias não apenas amplia a eficácia do ensino, mas também fortalece o protagonismo discente, o pensamento crítico e a capacidade de aplicar conceitos matemáticos a situações reais, constituindo-se como um eixo estratégico para práticas mais contextualizadas, reflexivas e transformadoras.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Lourdes Maria Werle de; SILVA, Karina Pessoa da; VERTUAN, Rodolfo Eduardo. **Modelagem Matemática na educação básica**. São Paulo: Contexto, 2024.

BASSANEZI, Rodney Carlos. **Modelagem matemática: teoria e prática**. São Paulo: Contexto, 2023.

BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. **Pesquisa qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Porto: Porto Editora, 1994.

BORBA, M. C.; PENTEADO, M. G. **Informática e educação matemática**. 6. ed. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2024.

BORBA, M. C.; SILVA, R. S. R.; GADANIDIS, G. **Fases das tecnologias digitais na educação matemática: sala de aula e internet em movimento**. 3. ed. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2025.

FAJRI, H. M.; MARINI, A.; SUYONO. Trends and patterns in realistic mathematics education research in elementary schools: A bibliometric approach. **Social Sciences & Humanities Open**, Elsevier, v. 12, p. 1-12, 2025.

GÓES, Anderson Roges Teixeira; GÓES, Heloiza Colaço. **Modelagem matemática: teoria, pesquisa e práticas pedagógicas**. 2. ed. Curitiba: Editora Intersaberes, 2023.

GÜREL, Z. C. Teaching mathematical modeling in the classroom: Analyzing the scaffolding methods of teachers. **Teaching and Teacher Education**, Elsevier, v. 132, p. 1-13, 2023.

JUANDI, D.; KUSUMAH, Y. S.; TAMUR, M.; PERBOWO, K. S.; WIJAYA, T. T. A meta-analysis of Geogebra software decade of assisted mathematics learning: what to learn and where to go? **Heliyon**, Elsevier, v. 7, p. 1-8, 2021.

MUNYARUHENGGERI, J. P. A.; UMUGIRANEZA, O.; NDAGIJIMANA, J. B.; HAKIZIMANA, T. Exploring Teachers' Perceptions of GeoGebra's Usefulness for Learning Limits and Continuity: A Gender Perspective. **Social Sciences & Humanities Open**, Elsevier, v. 11, p. 1-7, 2025.

POLYA, George. **A arte de resolver problemas**. Rio de Janeiro: Interciência, 2006.

VALLE, Paulo Roberto Dalla; FERREIRA, Jacques de Lima. Análise de conteúdo na perspectiva de Bardin: contribuições e limitações para a pesquisa qualitativa em educação. **Educação em Revista**, SciELO, v. 41, p. 1-21, 2025.

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA

Jackson Henrique Braga da Silva: Administração do Projeto, Análise Formal, Conceituação, Escrita – Primeira Redação, Investigação, Supervisão, Validação e Visualização.

Francisco Jucivania Felix de Sousa: Administração do Projeto, Análise Formal, Conceituação, Escrita – Primeira Redação, Investigação, Supervisão, Validação e Visualização.

Mariana Baraldi Silva Silvino: Curadoria de Dados, Escrita –Revisão e Edição e Metodologia.

Tiago Gadelha de Sousa: Curadoria de Dados, Escrita –Revisão e Edição e Metodologia.

Bruno Coelho Alves: Supervisão; Conceituação; Análise Formal.