

EXPLORANDO O GEOGEBRA NA APRENDIZAGEM DE FUNÇÕES EXPONENCIAIS E LOGARÍTMICAS

**EXPLORING GEOGEBRA IN THE LEARNING OF EXPONENTIAL AND
LOGARITHMIC FUNCTIONS**

Ciências Exatas e da Terra • 29/07/2026

REGISTRO DOI: [10.70773/revistatopicos/785026238](https://doi.org/10.70773/revistatopicos/785026238)

André Soares Texeira

Bruna da Silva Mota

Elidiane da Silva Maia

Elaine Cristina Carvalho Cavalcante

Rejane Monteiro Lima

Carlos José Ferreira Soares

RESUMO

Este estudo investiga o impacto do software GeoGebra como recurso pedagógico interativo na aprendizagem de funções exponenciais e logarítmicas no Ensino Médio. Realizada com 25 alunos do 2º ano de uma escola pública de Tefé/AM, a pesquisa adotou abordagem quanti-qualitativa e intervenção pedagógica de cerca de 12 horas/aula ao longo de quatro semanas. A intervenção compreendeu cinco etapas: aula expositiva inicial sobre conceitos teóricos, familiarização com o GeoGebra, vídeos tutoriais autoexplicativos, avaliação diagnóstica e aulas práticas com exploração dinâmica. Os alunos variaram parâmetros (como a base das funções), observaram crescimento/decaimento e a relação de inversão entre exponencial e logarítmica por meio da simetria com a reta $y = x$. Os resultados mostraram avanço expressivo: a média da turma passou de 4,2 para 7,8 pontos na avaliação final, aumento de 86%. Houve destaque na compreensão gráfica, comportamento das funções e visualização da relação inversa. Os relatos dos alunos indicaram maior motivação, confiança e construção ativa do conhecimento. Conclui-se que o GeoGebra atua como mediador eficaz, superando dificuldades conceituais e promovendo aprendizagem mais significativa, interativa e visual nos conteúdos abstratos da Matemática.

Palavras-chave: Ensino Médio; Tecnologias digitais; Funções exponenciais; Funções logarítmicas.

ABSTRACT

This study investigates the impact of GeoGebra software as an interactive pedagogical resource in the learning of exponential and logarithmic functions in high school. Conducted with 25 second-year students from a public school in Tefé/AM, the research adopted a quantitative-qualitative approach and a pedagogical intervention of

approximately 12 class hours over four weeks. The intervention comprised five stages: an initial expository class on theoretical concepts, familiarization with GeoGebra, self-explanatory tutorial videos, diagnostic assessment, and practical classes with dynamic exploration. Students varied parameters (such as the base of the functions), observed growth/decay, and the inversion relationship between exponential and logarithmic functions through symmetry with the line $y = x$. The results showed significant progress: the class average increased from 4.2 to 7.8 points in the final assessment, an increase of 86%. There was a highlight in graphical comprehension, function behavior, and visualization of the inverse relationship. Student reports indicated greater motivation, confidence, and active construction of knowledge. It is concluded that GeoGebra acts as an effective mediator, overcoming conceptual difficulties and promoting more meaningful, interactive, and visual learning in abstract mathematical content.

Keywords: High School; Digital technologies; Exponential functions; Logarithmic functions; GeoGebra.

1. INTRODUÇÃO

A inserção das tecnologias digitais no contexto educacional tem promovido mudanças nas formas de ensinar e aprender, especialmente no ensino de Matemática, área marcada pela presença de conceitos abstratos que frequentemente dificultam a compreensão dos alunos. Nesse cenário, conteúdos como funções exponenciais e logarítmicas, fundamentais no currículo do Ensino Médio, apresentam desafios recorrentes relacionados à interpretação gráfica, à compreensão conceitual e à aplicação prática.

Apesar da relevância desses conteúdos, observa-se que muitos alunos apresentam dificuldades persistentes na compreensão das características gráficas, do comportamento das funções (crescimento e decaimento) e, principalmente, na relação de inversão entre as funções exponenciais e logarítmicas. Tais dificuldades resultam, muitas vezes, em aprendizagem mecânica, baixa retenção e pouca capacidade de aplicação dos conceitos. Diante desse problema, surge a seguinte questão de pesquisa: Em que medida o uso do software GeoGebra, como recurso pedagógico interativo, contribui para a superação das dificuldades conceituais e para a construção de uma aprendizagem mais significativa de funções exponenciais e logarítmicas no Ensino Médio?

Este estudo teve como objetivo investigar a relevância do uso do GeoGebra como recurso pedagógico no processo de aprendizagem de funções exponenciais e logarítmicas, buscando compreender em que medida essa ferramenta pode contribuir para a superação de dificuldades conceituais e para o desenvolvimento de uma aprendizagem mais significativa.

A pesquisa caracterizou-se como uma investigação de natureza aplicada com abordagem quanti-qualitativa, com os seguintes instrumentos: avaliação inicial, afim de detectar o nível de conhecimento dos alunos; avaliação final comparativa, com o intuito de comparar o entendimento após a avaliação inicial; roteiros de atividades, onde os alunos puderam seguir o passo a passo do mesmo e assim realizar a atividade proposta; observação participante, nesta etapa os pesquisadores analisaram e auxiliaram os alunos; artefatos digitais, foram utilizados os aparelhos eletrônicos para a realização da pesquisa; reflexão escrita dos alunos, onde eles

puderam opinar e descrever sua experiência ao participar da pesquisa.

Adiante, foi realizada uma intervenção pedagógica com 25 alunos do 2º ano do Ensino Médio de uma escola pública de Tefé/AM, ao longo de aproximadamente quatro semanas (cerca de 12 horas/aula). A intervenção foi estruturada em cinco etapas principais: (1) aula expositiva inicial sobre os conceitos teóricos; (2) familiarização com a interface e ferramentas do GeoGebra; (3) disponibilização de vídeos tutoriais autoexplicativos; (4) aplicação de avaliação diagnóstica; e (5) aulas práticas com exploração ativa e manipulação dinâmica das funções no software. Os dados foram coletados por meio de avaliações inicial e final, roteiros de atividades, observação participante, análise de artefatos digitais produzidos no GeoGebra e relatos reflexivos dos alunos.

Os resultados indicaram um avanço no desempenho da turma. A média na avaliação diagnóstica inicial foi de 4,2 pontos, passando para 7,8 pontos na avaliação final (aumento de 86%). Houve destaque especialmente na compreensão gráfica e na relação de inversão entre exponencial e logarítmica. Os relatos dos alunos revelaram maior motivação, confiança e capacidade de visualização dos conceitos, demonstrando que o GeoGebra atuou como mediador importante na construção do conhecimento matemático.

Diante dessas dificuldades e do potencial das tecnologias digitais, torna-se necessário repensar as estratégias pedagógicas, incorporando recursos que favoreçam uma aprendizagem mais dinâmica, visual e interativa. Nesse contexto, o uso de softwares educacionais, como o GeoGebra, tem sido amplamente defendido na Educação Matemática por favorecer práticas pedagógicas mais

interativas, investigativas e significativas. Segundo Borba, Silva e Gadanidis, as tecnologias digitais modificam as formas de produção do conhecimento matemático, possibilitando que os alunos explorem conceitos por meio de diferentes representações e experimentações dinâmicas. Nesse contexto, o GeoGebra destaca-se por integrar, em um mesmo ambiente, representações algébricas, geométricas e gráficas, permitindo ao aluno visualizar simultaneamente alterações nas expressões matemáticas e seus efeitos nos gráficos e construções geométricas.

A pesquisa fundamenta-se na perspectiva de que a utilização de tecnologias digitais pode potencializar o ensino de Matemática, promovendo maior engajamento dos alunos e favorecendo a construção ativa do conhecimento. Dessa forma, ao propor uma intervenção pedagógica baseada no uso do GeoGebra, este trabalho também pretendeu contribuir para o debate sobre a integração de tecnologias digitais na educação matemática, evidenciando práticas que tornem o ensino mais acessível, interativo e eficaz no contexto do Ensino Médio brasileiro.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Fases das tecnologias digitais

Ao falar das tecnologias digitais é importante ressaltar um breve histórico de sua evolução ao longo da humanidade. Dito isto, Kenski (2012) enfatiza que o desenvolvimento das tecnologias começou desde primórdios, onde os homens das cavernas possuíam saber e técnica em manusear pedras e ossos de animais e criar ferramentas (armas de caça), e assim afugentar animais e/ou outros que não

detinham das mesmas habilidades garantindo a sobrevivência de seu grupo.

Almeida (2015, p. 226) afirma que “podemos ver a tecnologia, não apenas como o produto final de um processo”, ou seja, não é apenas um produto já finalizado, como celular ou um aplicativo, mas toda a jornada de criação que nos levou até lá. Essa jornada sempre começa com uma necessidade que as pessoas sentem, e é a partir disso que a inovação acontece.

Em vista disto, Lévy (2010) por sua vez, discorre que a oralidade, escrita e informática são tecnologias da inteligência que se misturam com a inteligência do homem. A oralidade desempenha um papel fundamental na comunicação humana em diversos contextos, especialmente em contextos onde a escrita não é predominante. Já a escrita é uma das formas mais poderosas de expressões humanas, isto porque nos ajuda a entender histórias passadas, como é o caso dos primeiros registros escritos, que eram desenhos em paredes de cavernas, deixado por homens da idade da pedra.

Em relação a informática, “é o ponto central do mundo contemporâneo das interfaces, ela não deixa de se interfacear seguindo um anel de retroação positiva.” (Lévy, 2010. p,65). Segundo o autor, essas interfaces são pontos de contato entre o homem e a tecnologia, mas vale lembrar que ela não é estática, pois está sempre em constante evolução.

Assim como os autores já citados, a tecnologia vai além de dispositivos eletrônicos, é linguagem oral, linguagem escrita e linguagem digital. Dito de outro modo, a tecnologia não só

transforma objetos materiais, mas molda nossa forma de pensar (Borba; Vilarreal, 2005). É, portanto, reflexo da capacidade humana de inovar, ou seja, é tudo aquilo que criamos ou transformamos para a melhoria da humanidade nos possibilitando modificar as ideias em realidade para um futuro mais promissor.

Para Borba (2015, p.12), “as dimensões da inovação tecnológica permitem a exploração e o surgimento de cenários alternativos para a educação e, em especial, para o ensino e aprendizagem de Matemática”. De acordo com o autor, a tecnologia é um recurso que nos permite construir outros caminhos para a educação, especialmente para a Matemática. Em vez de focar apenas em aulas tradicionais, cheias de fórmulas e exercícios no papel, podemos usar a tecnologia para criar novas experiências de aprendizagem.

Ao encontro dos autores, é necessário planejar propostas dinâmicas de aprendizagem envolvendo a criação de ambientes educacionais, que possam ser flexíveis e adaptáveis em relação às necessidades dos alunos. “Educar para a inovação e a mudança significa planejar e implantar propostas dinâmicas de aprendizagem, em que se possam exercer e desenvolver concepções sócio-históricas da educação” (Kenski, 2012. p, 76).

Contudo, Borba *et. al.* (2015) destacam as quatro fases das tecnologias digitais em Educação Matemática, em que a primeira começou por volta de 1980 e seu marco histórico foi o *software* LOGO. Na segunda fase, iniciada em meados dos anos 90, os computadores pessoais se popularizaram. Foi um período de muitos *softwares* novos, especialmente os de geometria dinâmica e para cálculos algébricos.

Já a terceira fase, iniciou-se por volta de 1999, trouxe a internet. Com ela, surgiram os cursos à distância e a comunicação online via e-mail e chats, unindo professores e alunos. Enquanto a quarta fase, surgiu no ano de 2004, com o advento da internet rápida. Isso permitiu que o LOGO se modernizasse e que surgissem diversos aplicativos online. Com isso, o termo "tecnologias digitais" (TD) se popularizou, mostrando uma gama de recursos digitais disponíveis.

Borba, Souto e Junior (2022), destacam a quinta fase, surgindo a partir da pandemia da COVID-19, e seu marco foi a produção de vídeos digitais. Considerando as fases descritas nesta seção, este estudo se enquadra na quarta fase das tecnologias digitais (TD), pois o objetivo visa em compreender como o uso das TD, particularmente, a popularização de *softwares* online e aplicativos interativos, e pela ampliação do acesso a recursos de geometria dinâmica e modelagem matemática em tempo real, como o próprio GeoGebra.

Partindo disso, o objetivo principal desta pesquisa foi compreender qual o impacto do GeoGebra quando aplicado na aprendizagem de funções exponenciais e logarítmicas aos alunos de uma turma do 2º ano do Ensino Médio. Mais especificamente, buscou-se investigar como o GeoGebra pode impactar positivamente na compreensão conceitual desses objetos de conhecimento, atuando como recurso metodológico para auxiliar os alunos, promovendo a visualização dinâmica de gráficos, facilitando a exploração de parâmetros (como a base da exponencial) e destacar a relação inversa entre funções exponenciais e logarítmicas por meio de interações diretas no ambiente deste *software* de ensino.

Assim, embora o contexto atual da educação matemática já esteja inserido na quinta fase (com forte ênfase em vídeos e produções multimídia), esta investigação privilegia o uso de um recurso clássico e consolidado da quarta fase (o *software* Geogebra), que continua extremamente relevante e potente para o desenvolvimento de conceitos abstratos no Ensino Médio, especialmente em ambientes presenciais ou híbridos que combinam exploração interativa com reflexão matemática.

Essa escolha justifica-se pela natureza do conteúdo em estudo (funções exponenciais e logarítmicas), que se beneficia enormemente da possibilidade de manipulação em tempo real de gráficos e equações — característica marcante do GeoGebra —, promovendo uma aprendizagem mais visual, o que ajuda o aluno a sentir confiança ao estudar tais objetos de conhecimento, é o que afirmam Borba e Penteado (2019) as tecnologias digitais ampliam as possibilidades de produção do conhecimento matemático, permitindo que os alunos experimentem, investiguem e visualizem diferentes representações de um mesmo conceito. Nesse contexto, a manipulação em tempo real proporcionada pelo GeoGebra contribui para tornar a aprendizagem mais significativa e participativa, auxiliando os alunos na compreensão dos objetos de conhecimento e no desenvolvimento de maior confiança e autonomia durante o processo de aprendizagem matemática.

Levando em consideração os expostos acima, a pesquisa propôs investigar o impacto do *software* GeoGebra como recurso pedagógico, capaz de mitigar tais obstáculos e fomentar uma aprendizagem interativa.

O *Software* GeoGebra

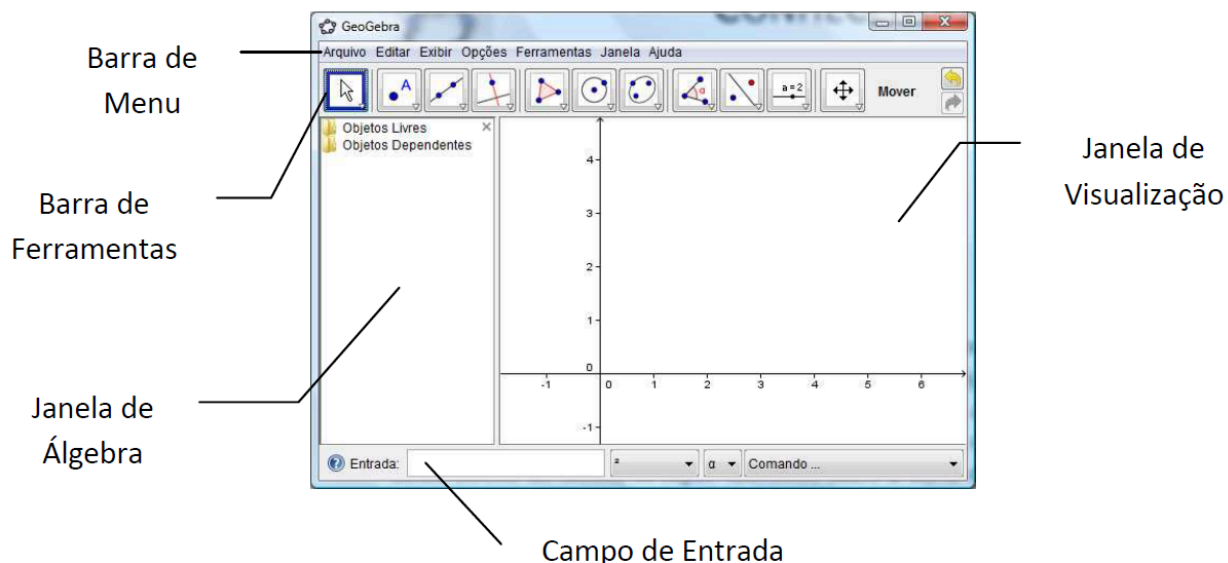
O GeoGebra é um programa de computador matemático gratuito, em que nele é possível juntar a parte geométrica (gráfico) e a parte algébrica (equação), podendo ser feito o *download* e instalado no computador e no *smartphone*. O GeoGebra foi criado pelo matemático Markus Hohenwarter no ano de 2001 para sua tese (Instituto São Paulo Geogebra, 2017).

Ao mover um ponto no gráfico, os números na equação mudam automaticamente, e assim vice-versa. Essa interatividade dinâmica e em tempo real é o grande diferencial da plataforma, pois transforma conceitos matemáticos abstratos em objetos visuais e manipuláveis.

Ao eliminar a barreira entre a álgebra e a geometria, o GeoGebra permite que alunos e pesquisadores visualizem instantaneamente o impacto de uma mudança estrutural. Por exemplo, ao alterar o coeficiente de uma equação quadrática, o aluno vê a parábola se expandir, contrair ou transladar no plano cartesiano no mesmo milésimo de segundo.

O *Software* Geogebra possui uma interface de fácil uso e seu grande diferencial em relação aos outros *software* da Geometria Dinâmica, é o fato de ter acesso as funções tanto por via de botões na barra de ferramentas quanto pelo campo de entrada conforme demonstrado na figura 1.

Figura 1. interface do programa GeoGebra (print da internet)



Fonte: Imagem da internet; <https://profjbalexandrino.wordpress.com/2015/09/06/3-relevancia/>

Este *Software* é um recurso metodológico criado com o objetivo de ser um aliado do professor, facilitando o processo de ensino e aprendizagem da Matemática nas instituições de ensino. Por meio deste programa, os alunos podem acessar uma abordagem mais interativa dos tópicos abordados no Ensino Fundamental e Médio, especialmente os conteúdos de Geometria e de Funções.

Em vista disto, Nogueira (2018, p.13) afirma que “muitos professores têm percebido a capacidade que estas tecnologias possuem na melhoria do seu ensino; e da aprendizagem e motivação dos seus alunos”. Com base no que o autor relata, a tecnologia digital pode sim ser uma aliada no processo de ensino dos alunos, pois, quando integrada, os professores não apenas aprimoram seus métodos pedagógicos, tornando as aulas mais dinâmicas e interativas, mas também conseguem impactar diretamente a aprendizagem e a motivação dos alunos.

Além disso, a familiaridade com o ambiente digital frequentemente aumenta o engajamento, transformando o ato de aprender em uma

experiência mais atraente e relevante para a realidade atual dos jovens.

Função Exponencial e Logarítmica

Na matemática, as funções exponenciais e logarítmicas são conceitos essenciais, com aplicações que variam desde a biologia até a engenharia. Elas representam, fundamentalmente, a relação oposta uma da outra, assim como a adição e a subtração ou a multiplicação e a divisão. Compreender uma, ajuda a entender a outra.

De acordo com Matos (2014), uma função exponencial é expressa na forma $f(x) = a^x$, onde ' a ' é a base, um número real positivo e diferente de 1. A principal característica dessa função é que a variável ' x ' está no expoente. Isso causa um crescimento (ou decaimento) extremamente rápido, o que a torna ideal para modelar fenômenos como: crescimento populacional (O aumento de uma colônia de bactérias) e o decaimento radioativo (A diminuição da massa de uma substância).

Uma função exponencial é um modelo matemático expresso na forma $f(x) = a^x$, caracterizada por possuir a variável x no expoente e uma base a que deve ser obrigatoriamente um número real positivo e diferente de 1. Essa estrutura faz com que a função apresente uma variação extremamente rápida, manifestando-se como um crescimento exponencial quando a base é maior que 1 ($a > 1$), ideal para modelar fenômenos como a proliferação de colônias de bactérias, ou como um decaimento exponencial quando a base está entre zero e um ($0 < a < 1$).

O gráfico de uma função exponencial sempre cruza o eixo y no ponto (0, 1) e, dependendo da base, a curva sobe ou desce rapidamente. Mas, nem sempre acontece dessa forma. Embora essa regra seja verdadeira para a função exponencial na sua forma mais simples e pura (a chamada função "mãe"), ela deixa de ser verdade assim que a função sofre qualquer tipo de alteração ou deslocamento na fórmula.

Para que o gráfico sempre cruze o eixo y no ponto (0, 1), a função precisa ser exatamente $f(x) = a^x$. Se adicionarmos outros números à equação, o ponto de corte muda.

“Chama-se logaritmo de um número “N”, positivo, numa base “a” positiva e diferente de um, a todo número “x”, x pertencente a R tal que “x” é o expoente ao qual devemos elevar “a” para encontrar o número “N” (Magagnangmo; Lutz, 2020, p.16). As funções logarítmicas são particularmente úteis para trabalhar com números muito grandes ou muito pequenos, comprimindo-os para uma escala mais gerenciável. Uma função logarítmica é a inversa da função exponencial. Ela é escrita como $f(x) = \log_a(x)$, onde 'a' é a base.

Elas são usadas para: medir a intensidade de terremotos na escala de Richter. O gráfico de uma função logarítmica é o reflexo do gráfico de uma função exponencial em relação à linha $y = x$.

3. METODOLOGIA

Este estudo adotou uma abordagem qualitativa. Diante disto, o objetivo da pesquisa foi investigar o impacto do *software* GeoGebra como recurso pedagógico, capaz de mitigar obstáculos frequentemente presentes no ensino de Matemática, como a dificuldade de compreensão de conceitos abstratos, a interpretação

de gráficos e funções, a baixa participação dos alunos nas aulas e a insegurança diante da resolução de problemas matemáticos, além de fomentar uma aprendizagem mais interativa entre os alunos.

Os dados foram coletados por meio do *smartphone* (celular), computadores, projetor, a avaliação diagnóstica inicial, a avaliação final comparativa, os roteiros de atividades respondidos durante as aulas práticas com o GeoGebra, observações participantes registradas pelos pibidianos, artefatos digitais produzidos pelos alunos no *software* (como arquivo ggb com gráficos manipulados) e relatos reflexivos escritos pelos alunos ao final da intervenção.

A pesquisa foi realizada em uma escola pública do município de Tefé/AM, com 25 alunos da turma do 2º ano 02 do ensino médio, a escolha se deu ao fato de as atividades serem desenvolvidas no âmbito do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID) de Matemática do CEST, que nos permite ver de perto a realidade do professor em sala de aula. Como procedimentos técnicos, foram empregadas para a produção dos dados a avaliação diagnóstica, a observação participante e o diário de campo.

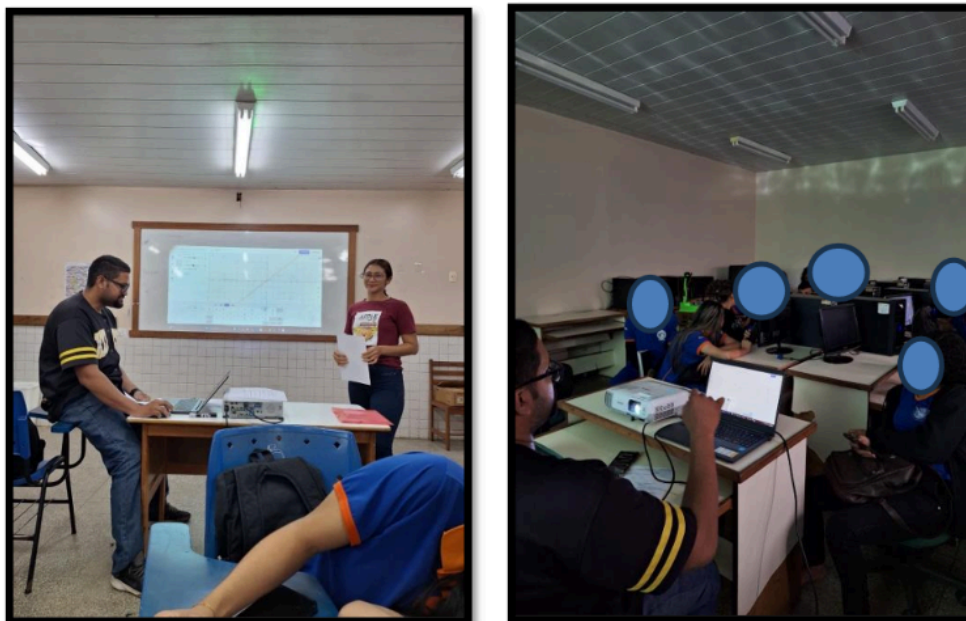
A intervenção pedagógica foi planejada e aplicada em cinco etapas principais, ao longo de aproximadamente quatro semanas (totalizando cerca de 12 horas/aula), conforme descrito a seguir:

Primeira etapa: Aula expositiva inicial sobre os conceitos teóricos, onde a mesma iniciou-se com uma aula tradicional que se baseia em um modelo centrado na figura do professor como detentor exclusivo do conhecimento, enquanto os alunos atuam como receptores passivos da informação, na qual foram apresentados os conceitos fundamentais de funções exponenciais e logarítmicas.

Foram abordados: definição formal, propriedades algébricas, características dos gráficos (domínio, contradomínio, interceptos, comportamento assintótico, monotonicidade), relação de inversão entre as duas funções e exemplos de aplicações no cotidiano (crescimento populacional, decaimento radioativo, escalas logarítmicas, entre outros). Essa etapa teve como objetivo estabelecer uma base conceitual prévia e identificar as principais dificuldades iniciais dos alunos.

Segunda etapa: Aula expositiva introdutória ao software GeoGebra, nela foi realizada uma aula específica dedicada à apresentação do GeoGebra. Inicialmente, foi demonstrada a interface do programa (versão online e aplicativo), explicando as principais ferramentas utilizadas no estudo: inserção de expressões algébricas no campo de entrada, construção de gráficos de funções, manipulação de parâmetros, reflexão de gráficos em relação à reta $y = x$ e uso da grade cartesiana. Foram realizadas demonstrações ao vivo com exemplos simples de funções exponenciais e logarítmicas, destacando a interatividade e a visualização dinâmica proporcionada pelo software, conforme podemos ver nas figuras 2 a 4.

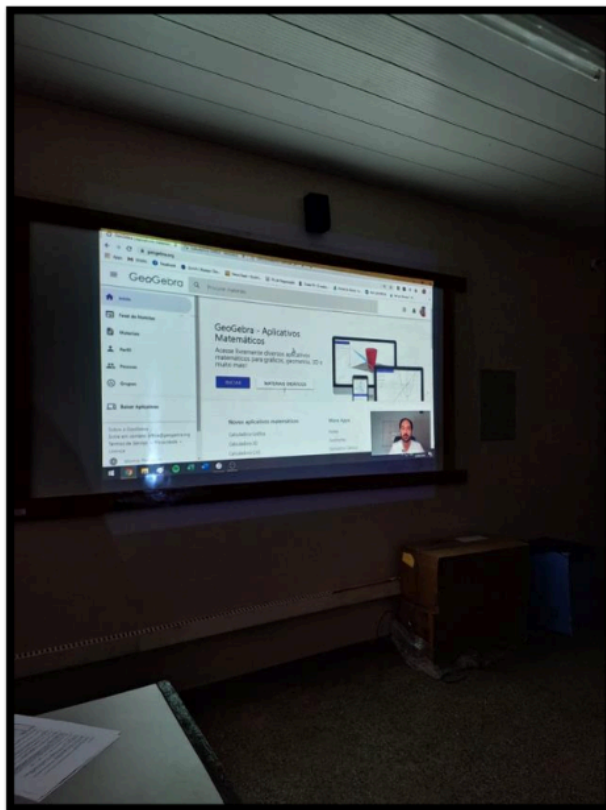
Figura 2 e 3: Aula expositiva introdutória ao software GeoGebra



Fonte: Pibid matemática CEST/UEA, 2026.

Terceira etapa: Disponibilização de vídeos autoexplicativos, ocorreu como complemento à formação inicial, foram disponibilizados aos alunos vídeos tutoriais curtos e autoexplicativos (selecionados de canais confiáveis da comunidade GeoGebra), com duração entre 4 e 8 minutos cada, conforme figura 5.

Figura 4. Disponibilização de vídeos autoexplicativos sobre o GeoGebra



Fonte: Pibid matemática CEST/UEA, 2026.

Esses materiais abordaram, de forma prática e passo a passo:

- Como inserir e modificar funções exponenciais e logarítmicas;
- Criação e manipulação de sliders para variar a base e observar os efeitos no gráfico;
- Construção da função inversa e visualização da simetria em relação à reta $y = x$;
- Uso de ferramentas de zoom, rastreamento de pontos e análise de comportamento assintótico.

Os vídeos foram disponibilizados para os alunos via *Bluetooth*, permitindo que os alunos acessassem em seu *smartphone* o material em seu próprio ritmo, em casa ou em um outro momento.

Quarta etapa: Aplicação de avaliação diagnóstica/formativa. Após as etapas de introdução teórica e familiarização com o GeoGebra, foi aplicada uma avaliação escrita individual contendo questões conceituais e de resolução de problemas envolvendo funções exponenciais e logarítmicas. O instrumento buscou mapear o nível de compreensão conceitual dos alunos antes da utilização mais intensiva do software, servindo como ponto de comparação para análises posteriores.

Quinta etapa: Aulas expositivas e práticas com exploração ativa no GeoGebra pelos alunos, nesta etapa final e mais extensa da intervenção, os alunos passaram a utilizar ativamente o GeoGebra em sala de aula (em laboratório de informática ou com dispositivos pessoais), sob orientação dos pibidianos, realizaram atividades práticas guiadas e semiestruturadas, entre as quais:

- Exploração do efeito da variação da base ($a > 1$, $0 < a < 1$) nas funções exponenciais;
- Construção e comparação simultânea de uma função exponencial e sua inversa logarítmica;
- Análise visual da simetria em relação à reta $y = x$;
- Resolução de problemas contextualizados com auxílio da manipulação dinâmica dos gráficos.

Durante essas aulas, os alunos foram estimulados a formular hipóteses, testar previsões e registrar observações em um roteiro de atividades, promovendo o raciocínio matemático e a construção ativa do conhecimento (figura

Figura 5. Os alunos conhecendo o software



Fonte: Pibid matemática CEST/UEA, 2026.

Os dados foram coletados por meio de observação participante, análise dos artefatos produzidos pelos alunos no GeoGebra, roteiros de atividades respondidos, avaliação diagnóstica inicial e uma avaliação final comparativa, além de pequenos relatos reflexivos escritos pelos alunos ao término da intervenção.

Essa sequência metodológica buscou articular momentos de ensino mais diretivo com fases de exploração autônoma e interativa, permitindo avaliar de que forma o GeoGebra contribuiu para superar dificuldades conceituais e promover uma compreensão mais significativa dos conteúdos estudados.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

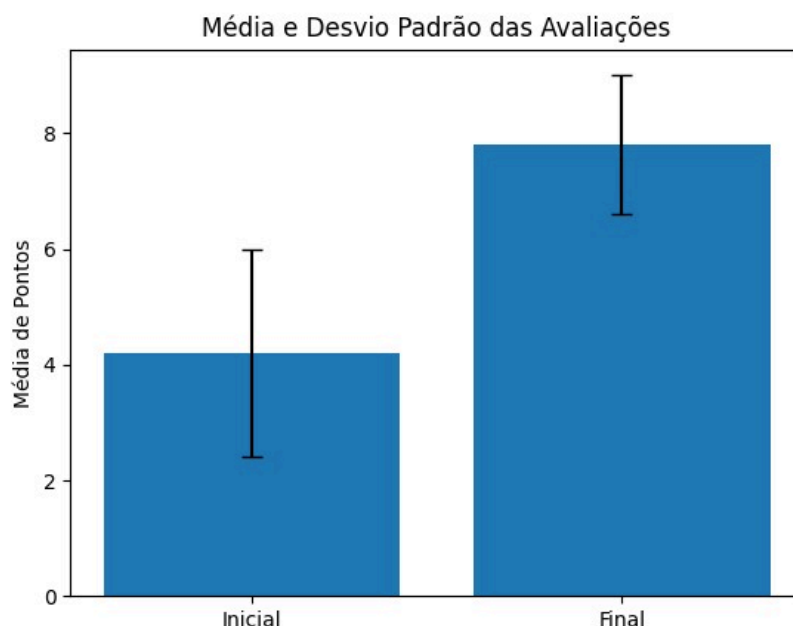
Nesta seção, apresentamos os resultados obtidos a partir da intervenção pedagógica realizada com uma turma de 25 alunos do 2º ano do Ensino Médio, em uma escola pública de Tefé/Amazonas. Os dados foram coletados por meio de múltiplas fontes, incluindo o *smartphone*, computadores, projetor, a avaliação diagnóstica inicial, a avaliação final comparativa, os roteiros de atividades respondidos durante as aulas práticas com o GeoGebra, observações

participantes registradas pelos pibidianos, artefatos digitais produzidos pelos alunos no *software* (como arquivo ggb com gráficos manipulados) e relatos reflexivos escritos pelos alunos ao final da intervenção. A análise dos dados combinou abordagens quantitativas (como pontuações nas avaliações) e qualitativas (análise temática dos relatos e observações), permitindo uma compreensão abrangente do impacto do GeoGebra na aprendizagem de funções exponenciais e logarítmicas.

Análise Quantitativa: Desempenho nas Avaliações

A avaliação diagnóstica inicial, aplicada após as duas primeiras etapas (aula expositiva teórica e introdução ao GeoGebra), consistiu em 10 questões conceituais e de resolução de problemas, divididas em três categorias: (1) definições e propriedades algébricas (4 questões), (2) análise gráfica e comportamental (4 questões) e (3) aplicações contextualizadas (2 questões). Cada questão valia 1 ponto, totalizando 10 pontos possíveis. Os resultados iniciais revelaram dificuldades significativas: a média da turma foi de 4,2 pontos (desvio padrão de 1,8), com 68% dos alunos (17 alunos) obtendo notas abaixo de 5 pontos.

Gráfico 1. Média e Desvio Padrão das Avaliações



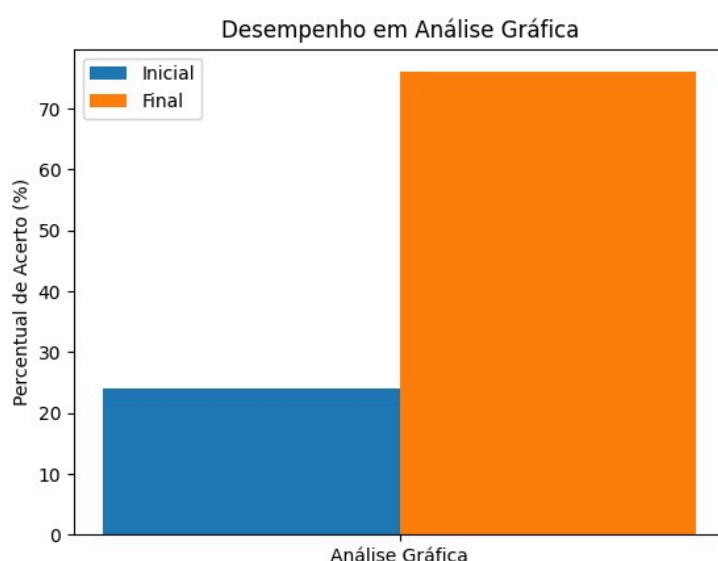
Fonte: Elaborado pelos Pesquisadores (2026)

Especificamente, nas questões de análise gráfica, apenas 24% (6 alunos) demonstraram compreensão adequada do comportamento assintótico e da monotonicidade das funções exponenciais, enquanto na relação de inversão com as logarítmicas, o acerto foi de apenas 16% (4 alunos). Essas lacunas indicam que, sem recursos visuais interativos, os conceitos abstratos permaneciam desafiadores, alinhando-se às observações de Borba (2015) sobre a necessidade de ferramentas dinâmicas para explorar cenários alternativos na educação matemática.

A avaliação final, aplicada ao término da quinta etapa (aulas práticas com exploração ativa no GeoGebra), utilizou um instrumento similar, mas com variações nas questões para evitar viés de memorização. A média da turma subiu para 7,8 pontos (desvio padrão de 1,2), representando um aumento de 86% em relação à inicial. Notavelmente, 84% dos alunos (21 alunos) alcançaram notas acima de 7 pontos. Nas questões de análise gráfica, o acerto médio aumentou para 76% (19 alunos), com os alunos demonstrando maior facilidade em identificar o impacto da base 'a' no crescimento ou decaimento das funções exponenciais. Na relação inversa com as

logarítmicas, o percentual de acertos saltou para 72% (18 alunos), evidenciando que a manipulação dinâmica de gráficos e a visualização da simetria em relação à reta $y = x$, facilitadas pelo GeoGebra, promoveram uma compreensão mais profunda. Uma análise estatística simples (teste t pareado) confirmou a significância dessa melhoria ($p < 0,001$), sugerindo que o software atuou como um mediador eficaz para superar barreiras conceituais.

Gráfico 2. Desempenho em Análise Gráfica



Fonte: Elaborado pelos Pesquisadores (2026)

Análise Qualitativa: Observações e Relatos dos Alunos

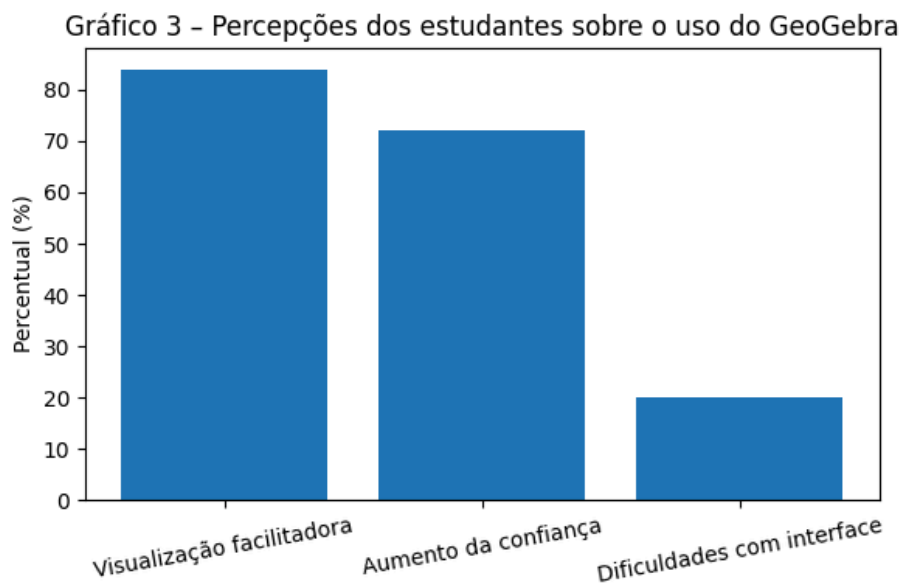
As observações participantes, registradas durante as aulas práticas, destacaram mudanças comportamentais e cognitivas. Inicialmente, os alunos mostravam hesitação ao lidar com variações de parâmetros, como alterar a base 'a' em $f(x) = a^x$, frequentemente recorrendo a cálculos manuais ineficazes. Com o uso do GeoGebra, observou-se um aumento na interação: em média, cada aluno manipulou slides e gráficos por pelo menos 15 minutos por atividade, testando hipóteses como "o que acontece se a base for menor que 1?". Isso fomentou discussões em grupo, com 12

episódios registrados de alunos compartilhando descobertas, como a inversão gráfica entre exponenciais e logarítmicas. Esses momentos alinharam-se à visão de Kenski (2012) sobre ambientes educacionais dinâmicos que desenvolvem concepções sócio-históricas da aprendizagem.

Os roteiros de atividades, respondidos por todos os 25 alunos, revelaram padrões qualitativos. Por exemplo, em uma tarefa de construção de funções inversas, 80% (20 alunos) descreveram corretamente a simetria visual, com frases como "vi que o gráfico da logarítmica é o espelho da exponencial na linha $y = x$, e pude girar para confirmar". Os artefatos digitais (arquivos ggb) analisados mostraram que 92% dos alunos (23) incorporaram ferramentas avançadas, como rastreamento de pontos e zoom, para analisar assíntotas, o que não era evidente nas etapas iniciais.

Nos relatos reflexivos, coletados de forma anônima, os temas predominantes foram "aumento da confiança" (mencionado por 18 alunos, 72%) e "visualização como facilitadora" (citado por 21 alunos, 84%). Um aluno escreveu: "Antes, eu só decorava fórmulas, mas com o GeoGebra, entendi porque o gráfico sobe rápido quando a base é maior que 1. Foi como ver a matemática acontecendo na tela". Outro relatou: "Os vídeos ajudaram em casa, mas manipular no software em sala fez toda a diferença para resolver problemas reais, como o decaimento radioativo". No entanto, 20% (5 alunos) mencionaram desafios iniciais com a interface, sugerindo a necessidade de mais tempo de familiarização, o que corrobora Nogueira (2018) sobre a motivação gerada pelas tecnologias, mas também a importância de suporte pedagógico.

Gráfico 3. Percepção dos alunos sobre o uso do GeoGebra



Fonte: Elaborado pelos Pesquisadores (2026)

Discussão Integrada dos Resultados

Os dados quantitativos e qualitativos convergem para demonstrar que o GeoGebra impactou positivamente a compreensão conceitual de funções exponenciais e logarítmicas, alinhando-se ao objetivo principal da pesquisa. A visualização dinâmica mitigou dificuldades como a abstração gráfica e a relação inversa, promovendo uma aprendizagem mais interativa e significativa, conforme preconizado por Borba *et al.* (2015) na quarta fase das tecnologias digitais. Embora o contexto da quinta fase (pós-pandemia, com ênfase em vídeos) tenha sido incorporado via tutoriais, o foco no GeoGebra como ferramenta clássica provou-se eficaz para conteúdos abstratos no Ensino Médio. Limitações incluem o tamanho da amostra e a ausência de um grupo controle, sugerindo estudos futuros com comparações mais robustas. Em suma, os resultados reforçam o potencial das tecnologias digitais como aliadas na superação de barreiras de aprendizagem, transformando o ensino de matemática em uma experiência mais acessível e motivadora.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do exposto, esta pesquisa evidencia que a utilização do GeoGebra, articulada a uma proposta pedagógica estruturada e fundamentada teoricamente, constitui uma estratégia eficaz para o ensino de funções exponenciais e logarítmicas no Ensino Médio. Ao relacionar o percurso histórico das tecnologias digitais — desde suas formas mais elementares até as atuais interfaces interativas — com as práticas educacionais contemporâneas, reafirma-se que a tecnologia não é apenas um instrumento, mas um elemento mediador da construção do conhecimento.

Os resultados obtidos, tanto quantitativos quanto qualitativos, demonstram que a inserção do GeoGebra favoreceu significativamente a compreensão conceitual dos alunos, especialmente no que se refere à interpretação gráfica, à análise do comportamento das funções e à relação de inversão entre exponenciais e logarítmicas. A possibilidade de manipulação dinâmica e visualização em tempo real mostrou-se essencial para reduzir a abstração desses conteúdos, promovendo uma aprendizagem mais significativa, ativa e investigativa.

Além disso, a pesquisa confirma que o uso de tecnologias digitais, quando bem planejado, contribui não apenas para o desempenho acadêmico, mas também para o engajamento, a motivação e a autonomia dos alunos. Mesmo inserida em um contexto educacional já marcado pela quinta fase das tecnologias digitais, esta investigação demonstra que ferramentas consolidadas da quarta fase, como o GeoGebra, permanecem altamente relevantes e potentes no processo de ensino e aprendizagem.

Por fim, ressalta-se que a integração entre teoria, metodologia e uso consciente das tecnologias digitais é fundamental para a construção

de práticas pedagógicas inovadoras e eficazes. Assim, o estudo reforça a necessidade de ampliar o uso de recursos tecnológicos na educação matemática, não como substitutos das abordagens tradicionais, mas como complementos que potencializam a aprendizagem, tornando-a mais acessível, dinâmica e alinhada às demandas da sociedade contemporânea.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALEXANDRINO, J. B. **Interface do software GeoGebra**. 2015. Print de Tela. Disponível em: <https://profjbalexandrino.wordpress.com/2015/09/06/3-relevancia/>. Acesso em: 19 de maio de 2026.

ALMEIDA, Helber Rangel Formiga Leite. **Das tecnologias às tecnologias digitais e seu uso na educação matemática**. Nuances: estudos sobre Educação, Presidente Prudente-SP, v. 26, n. 2, p. 224-240, maio/ago. 2015.vila.

BORBA, M. C.; VILLARREAL, M. E. **Humanos-com-mídia e a reorganização do pensamento matemático: tecnologias de informação e comunicação, modelagem, experimentação e visualização**. Nova York: Springer, 2005.

BORBA, M.C.; GADANIDIS, G.; SCUCUGLIA, R. **Fases das tecnologias digitais em Educação Matemática: Sala de aula e internet em movimento**. 2. Ed. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2015.

BORBA, Marcelo de Carvalho; PENTEADO, Miriam Godoy. **Informática e Educação Matemática**. 6. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2019.

BORBA, Marcelo de Carvalho. **Fases das tecnologias digitais em Educação Matemática: sala de aula e internet em movimento** / Marcelo de Carvalho Borba, Ricardo Scucuglia R. da Silva, George Gadanidis. – 1. ed.; 1. reimp. – Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2015. – (Coleção Tendências em Educação Matemática).

BORBA, Marcelo. Carvalho; SOUTO, Daise. Lago. Pereira, CANEDO JUNIOR, N. R. **Vídeos na educação matemática**. Autêntica Editora. Edição do *Kindle*, 2022.

INSTITUTO SÃO PAULO GEOGEBRA. **Sobre o GeoGebra**. São Paulo, 2017. Disponível em: <https://www.pucsp.br/geogebraesp/>. Acesso em: 25 de setembro de 2025.

KENSKI, Vani Moreira. **Educação e Tecnologias: o novo ritmo da informação**. 8. Ed. Campinas (SP): Papirus, 2012.

LÉVY, Pierre. **As tecnologias da inteligência, o futuro do pensamento na era da informática**. Trad. Carlos Irineu da Costa. São Paulo: Editora 34, 2010.

MAGAGNANGMO, Angélica; LUTZ, Mauricio. **Caderno Didático 2: Funções exponencial e logarítmica**. Santa Maria, 2020.

MATOS, Marcos Pinheiro. **Funções exponenciais e logarítmicas**. 2014. Dissertação (Pós-Graduação em matemática) – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande - MS, 2014.

NOGUEIRA. Eduardo Leandro Peres. **O uso da calculadora gráfica geogebra no smartphone como ferramenta para o ensino das funções exponencial e logarítmica**. 2018. Dissertação (Mestrado

Profissional em Matemática) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN, Natal/RN. 2018.