



Ambientes matemáticos dinâmicos e a aprendizagem de funções: uma análise reflexiva com o uso do GeoGebra no ensino superior

Dynamic mathematical environments and the learning of functions: a reflective analysis of GeoGebra integration in higher education

Rivelinho Manuel Mohamade¹

Submetido: 08/05/2026 Aprovado: 27/06/2026 Publicação: 17/07/2026

RESUMO

Este estudo analisa como a utilização do GeoGebra contribui para a aprendizagem de funções no ensino superior, com enfoque na articulação entre representações algébricas e gráficas. A experiência foi desenvolvida numa instituição pública de ensino superior em Moçambique, envolvendo 52 estudantes de um curso de licenciatura da área de Gestão. O trabalho insere-se no campo da Educação Matemática e discute a aprendizagem de funções a partir da coordenação entre diferentes registos de representação e dos processos de mediação pedagógica em ambientes digitais. Metodologicamente, trata-se de um relato de experiência com abordagem qualitativa e orientação interpretativa, sustentado em observação participante, notas de campo, interações verbais e produções desenvolvidas no GeoGebra. Os resultados evidenciam que o ambiente dinâmico favoreceu a exploração de propriedades das funções e ampliou as possibilidades de articulação entre representações algébricas e gráficas. Contudo, a visualização não conduziu automaticamente à compreensão conceptual, permanecendo dependente de processos de discussão, interpretação e sistematização matemática..

Palavras-chave: Educação Matemática. GeoGebra. Funções. Representações matemáticas. Ensino Superior.

ABSTRACT

This study analyzes how the use of GeoGebra contributes to the learning of functions in higher education, focusing on the articulation between algebraic and graphical representations. The experience was carried out at a public higher education institution in Mozambique and involved 52 undergraduate students enrolled in a management program. The study is situated within the field of Mathematics Education and discusses function learning through the coordination of different representation registers and pedagogical mediation processes in digital environments. Methodologically, the study is characterized as an experience report with a qualitative and interpretive approach, based on participant observation, field notes, verbal interactions, and productions developed in GeoGebra. The findings indicate that the dynamic environment supported the exploration of function properties and expanded possibilities for articulating algebraic and graphical representations. However, visualization did not automatically lead to conceptual understanding, which remained dependent on processes of discussion, interpretation, and mathematical systematization.

Keywords: Mathematics Education. GeoGebra. Functions. Mathematical representations. Higher Education.

¹ Doutorando em Educação em Ciências e Matemática pela Universidade Pedagógica de Maputo. Mestre em Educação/Ensino de Matemática. Docente da Universidade Rovuma (UniRovuma) – Instituto Superior de Transportes, Logística e Telecomunicações (ISTLT), membro do Núcleo de Pesquisa em Métodos Quantitativos Aplicados (MEQUA). mohamade@unirovuma.ac.mz

1. Introdução

A aprendizagem de funções ocupa um lugar central na formação matemática, tanto pela sua presença recorrente nos currículos quanto pelo papel que desempenha na compreensão de tópicos como limites, derivadas e modelação. Apesar dessa importância, observa-se frequentemente que muitos estudantes operam com expressões funcionais sem estabelecer relações consistentes entre diferentes formas de representação matemática.

Essa dificuldade ultrapassa o domínio meramente técnico. De Andrade e Pontes (2023) assinalam que, nas aulas de Matemática, é frequente observar inquietação quando se discutem o desempenho e o empenho dos alunos, sobretudo porque muitos se revelam desmotivados, inseguros e com dificuldades em acompanhar, de forma efectiva, a progressão dos conteúdos matemáticos ao longo dos anos escolares. Conforme discute Duval (1993), a compreensão matemática depende da coordenação entre diferentes registos de representação, sendo precisamente nessa articulação que se localizam obstáculos persistentes à aprendizagem. No estudo das funções, a passagem entre representações algébricas e gráficas tende a ocorrer de forma fragmentada, muitas vezes apoiada em procedimentos mecanizados que limitam a construção de significados matemáticos mais consistentes.

No contexto moçambicano, essa problemática assume características específicas. Pontes et al. (2025) observam que o ensino da Matemática tem sido frequentemente marcado por abordagens lineares, centradas na transmissão de conteúdos e na reprodução de procedimentos algorítmicos, modelo que, embora favoreça a resolução de exercícios padronizados, revela limitações no desenvolvimento de competências cognitivas mais complexas, como a autonomia intelectual, a criatividade e a capacidade investigativa. As desigualdades no acesso a recursos educacionais e as trajetórias escolares heterogêneas interferem directamente nas condições de aprendizagem dos estudantes, incluindo a apropriação de conceitos matemáticos mais abstractos. Dados apresentados pelo Instituto Nacional de Estatística indicam que essas assimetrias continuam a marcar o sistema educativo moçambicano, reflectindo-se também no ensino superior (MOÇAMBIQUE, 2022). De forma semelhante, relatórios recentes apontam desafios persistentes relacionados com o acesso equitativo às condições de aprendizagem, contribuindo para a diversidade de percursos formativos presentes nas salas de aula universitárias (UNESCO; ADEA; UNIÃO AFRICANA, 2024).

Nesse cenário, a integração de tecnologias digitais tem ocupado espaço crescente no ensino da Matemática. Mais do que incorporar novos recursos técnicos, trata-se de introduzir formas diferenciadas de interacção com os objectos matemáticos. Nascimento, Silva Júnior e Silva (2025) destacam que o ensino da Matemática enfrenta, de modo recorrente, obstáculos

relacionados com a participação dos alunos e com a compreensão de conceitos abstractos, razão pela qual as actividades práticas e experimentais em laboratórios de ensino se apresentam como estratégias relevantes para promover a aprendizagem activa e a motivação discente. Borba e Penteadó (2016) afirmam que as tecnologias digitais ampliam possibilidades de visualização, experimentação e exploração matemática. Nesse contexto, ambientes como o GeoGebra permitem manipular simultaneamente expressões algébricas e representações gráficas, favorecendo a observação de relações que, em abordagens mais tradicionais, tendem a permanecer menos evidentes.

Entretanto, a utilização de tecnologias digitais não garante, por si só, a compreensão matemática. Estudos recentes indicam que ambientes dinâmicos podem favorecer a identificação de regularidades e padrões, mas nem sempre conduzem à sua explicitação conceptual. Pinto, Nurhasanah e Usodo (2025) observam que estudantes frequentemente reconhecem comportamentos matemáticos sem conseguir justificá-los formalmente, enquanto Recto (2025) aponta dificuldades persistentes na articulação entre interpretação gráfica e argumentação algébrica. Essa tensão aproxima-se da distinção proposta por Skemp (1976) entre compreensão instrumental e compreensão relacional, evidenciando que manipular representações não implica necessariamente compreender as relações matemáticas envolvidas.

No ensino superior moçambicano, a integração de tecnologias digitais ocorre em condições marcadas por limitações infraestruturais e pela necessidade de reorganização das práticas pedagógicas. Estudos recentes sobre metodologias ativas no contexto universitário moçambicano mostram que a incorporação de abordagens inovadoras envolve desafios relacionados tanto aos recursos disponíveis quanto às dinâmicas de ensino e aprendizagem (Mohamade e Novela, 2026).

Embora existam diferentes estudos sobre tecnologias digitais na Educação Matemática, ainda são necessárias análises situadas que permitam compreender como os estudantes articulam diferentes representações matemáticas durante actividades desenvolvidas em ambientes dinâmicos, bem como o papel desempenhado pelas interações e mediações pedagógicas nesse processo.

É nesse contexto que se insere o presente relato de experiência, desenvolvido numa instituição pública de ensino superior em Moçambique, no âmbito de uma disciplina da área da Matemática em um curso de licenciatura. A experiência envolveu a utilização do GeoGebra no estudo de funções lineares e quadráticas, considerando as condições concretas de funcionamento do contexto institucional.

A questão que orienta o trabalho pode ser formulada nos seguintes termos: como a interação com um ambiente matemático dinâmico contribui para a articulação entre representações algébricas e gráficas durante a aprendizagem de funções?

A partir dessa questão, o objetivo do trabalho consiste em analisar como estudantes do ensino superior articulam representações algébricas e gráficas durante atividades desenvolvidas com o GeoGebra. Busca-se, assim, refletir sobre as possibilidades e limites da utilização de ambientes matemáticos dinâmicos em contextos de formação universitária marcados por condições materiais e pedagógicas específicas.

2. Metodologia

O presente texto configura-se como um relato de experiência pedagógica com abordagem qualitativa e orientação interpretativa, centrado na análise reflexiva de práticas desenvolvidas com o uso do GeoGebra no ensino superior. A opção por essa abordagem decorre da necessidade de compreender processos de aprendizagem produzidos em contexto, considerando as interações entre os estudantes, as formas de mobilização das representações matemáticas e as dinâmicas construídas durante as atividades. Conforme assinalam Denzin e Lincoln (2018), abordagens qualitativas permitem analisar fenômenos educativos em sua complexidade contextual, enquanto Creswell (2014) destaca a pertinência dessas abordagens para estudos relacionados a experiências de aprendizagem em contextos reais.

A experiência foi desenvolvida numa instituição pública de ensino superior em Moçambique, no âmbito de uma disciplina da área da Matemática num curso de licenciatura da área de Gestão. Participaram 52 estudantes, com idades entre 19 e 42 anos, inscritos no primeiro semestre de 2026. As atividades concentraram-se no estudo de funções lineares e quadráticas, conteúdos que envolvem a articulação entre representações algébricas e gráficas.

A proposta pedagógica integrou o GeoGebra como parte das atividades realizadas em sala de aula. As tarefas envolveram exploração do ambiente digital, manipulação de expressões funcionais, observação de transformações gráficas e momentos de discussão coletiva. As atividades foram organizadas de modo a favorecer a relação entre diferentes formas de representação matemática durante o desenvolvimento das tarefas.

As observações produzidas durante a experiência constituíram a principal fonte de análise. Foram considerados registos das situações de aula, notas de campo, interações verbais entre estudantes, produções desenvolvidas no GeoGebra e observações relacionadas às dinâmicas de trabalho em grupo. Os excertos de fala apresentados ao longo do texto foram transcritos e ajustados apenas para fins de clareza textual, preservando-se o sentido das interações observadas.

A análise concentrou-se em episódios nos quais se tornaram mais evidentes processos de interpretação, comparação e articulação entre representações matemáticas. A seleção desses episódios não seguiu critérios de frequência, mas a sua relevância para compreender momentos

de dúvida, reformulação interpretativa e construção de significados durante as atividades.

A leitura das situações observadas foi desenvolvida em diálogo com referenciais da Educação Matemática relacionados às representações semióticas e à compreensão matemática. A noção de registos de representação, discutida por Duval (1993), contribuiu para analisar as relações estabelecidas entre representações algébricas e gráficas, enquanto a distinção entre compreensão instrumental e relacional, proposta por Skemp (1976), auxiliou na interpretação das formas de apropriação conceptual evidenciadas pelos estudantes.

A consistência analítica do trabalho foi sustentada pela articulação entre diferentes fontes de observação e pela explicitação das opções interpretativas adotadas ao longo da sistematização da experiência. Além disso, a posição do investigador enquanto docente responsável pelas atividades foi considerada durante o processo analítico, reconhecendo-se que essa inserção integra o próprio contexto da experiência, conforme discutem Hammersley e Atkinson (2007).

Do ponto de vista ético, foram assegurados o anonimato dos participantes e a confidencialidade das informações produzidas durante as atividades. Os estudantes foram informados sobre os objetivos académicos da sistematização da experiência e autorizaram a utilização pedagógica das interações observadas. A experiência decorreu no âmbito das atividades letivas regulares, sem interferir nos processos formais de avaliação da disciplina.

Por fim, importa reconhecer o carácter situado da experiência analisada. O trabalho procura compreender processos desenvolvidos num contexto específico de ensino superior, sem pretensão de produzir generalizações estatísticas. Nesse sentido, a experiência é tomada como possibilidade de reflexão sobre práticas pedagógicas mediadas por tecnologias digitais em contextos concretos de formação universitária.

3. Descrição da Experiência

A experiência pedagógica foi desenvolvida no primeiro semestre de 2026, no âmbito de uma disciplina da área da Matemática num curso de licenciatura da área de Gestão, numa instituição pública de ensino superior em Moçambique. As atividades ocorreram no laboratório de informática da instituição, que dispunha de acesso limitado a computadores em funcionamento, levando à organização dos estudantes em grupos de dois a quatro participantes por equipamento. Embora concentrada em dois encontros presenciais de duas horas cada, a experiência envolveu momentos adicionais de exploração e discussão ao longo do período letivo.

A integração do GeoGebra ocorreu de forma gradual, acompanhando o desenvolvimento dos conteúdos matemáticos e a familiarização dos estudantes com o ambiente digital. O software foi utilizado como espaço de exploração matemática, permitindo manipular representações,

observar transformações gráficas, testar hipóteses e discutir interpretações produzidas durante as atividades.

A experiência foi organizada em etapas articuladas, conforme apresentado no Quadro 1.

Quadro 1 – Organização das atividades desenvolvidas durante a experiência pedagógica

Etapa	Conteúdo trabalhado	Atividades desenvolvidas	Objetivo pedagógico
1	Familiarização com o GeoGebra	Introdução à interface, inserção de expressões e utilização de controles deslizantes	Desenvolver autonomia inicial no uso do ambiente digital
2	Funções lineares	Exploração dinâmica da função $f(x)=ax+b$ com variação dos coeficientes	Relacionar coeficientes algébricos e comportamento gráfico
3	Funções quadráticas	Manipulação dos parâmetros da função $f(x)=ax^2+bx+c$	Observar concavidade, vértice e interseções
4	Discussão coletiva e sistematização	Socialização das observações e interpretação matemática das transformações	Articular exploração visual e formalização conceptual

Fonte: Elaboração própria (2026)

Nos encontros iniciais, o contacto com o GeoGebra revelou dificuldades relacionadas à utilização do ambiente digital. Alguns estudantes demonstravam insegurança diante da interface, especialmente durante a inserção de expressões algébricas e a interpretação das alterações produzidas nos gráficos. Em determinado momento, um estudante comentou: *“professor, acho que escrevi certo... mas a reta não apareceu”*. Em outra situação, um estudante perguntou ao colega: *“é aqui que mexe ou é nessa parte?”*. Esses episódios indicavam que parte da atenção ainda estava voltada para a compreensão do funcionamento do software.

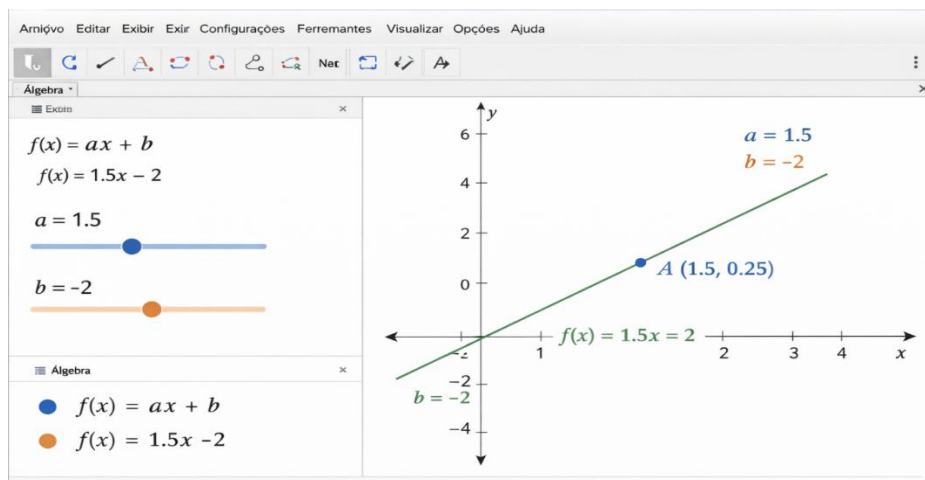
Durante os primeiros exercícios, observou-se que alguns estudantes confundiam a janela algébrica com a área gráfica ou apagavam involuntariamente objetos construídos anteriormente. Em certos grupos, apenas um participante assumia inicialmente o controlo do computador, enquanto os demais observavam e comentavam as ações realizadas. Progressivamente, essa dinâmica tornou-se mais participativa, à medida que os estudantes ganhavam maior confiança para testar comandos e manipular os objetos matemáticos.

Após esse momento inicial, as atividades passaram a concentrar-se na exploração de funções lineares. Os estudantes utilizaram controles deslizantes para variar os parâmetros da expressão $f(x)=ax+b$ e observar alterações relacionadas à inclinação e à posição da reta.

As interações produzidas durante essas atividades evidenciaram tentativas de relacionar expressão algébrica e representação gráfica. Em um dos grupos, um estudante afirmou: *“acho que quando aumenta esse número a reta sobe mais rápido”*. Outro respondeu: *“não é subir... parece que inclina mais”*. Em seguida, uma colega acrescentou: *“e esse b muda onde começa”*. Em outro momento, ao atribuir valor zero ao coeficiente angular, um estudante comentou: *“olha, agora ficou reta mesmo...”*

não sobe nem desce”. A Figura 1 apresenta uma das representações utilizadas durante a exploração das funções lineares.

Figura 1 – Exploração de funções lineares em ambiente GeoGebra.



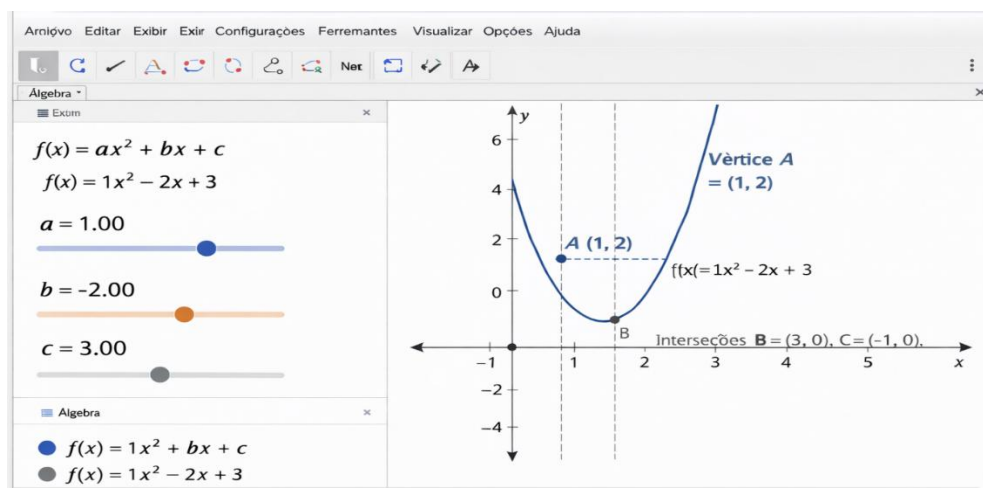
Fonte: Dados da experiência (2026).

Em diferentes situações, os estudantes recorriam à alteração gradual dos parâmetros para comparar comportamentos gráficos e verificar interpretações produzidas durante a atividade. Um estudante, enquanto ajustava lentamente um coeficiente, dizia ao colega: *“espera aí... deixa mudar devagar para ver”*. Em outro grupo, os estudantes repetiam pequenas alterações nos parâmetros enquanto discutiam se a reta *“girava”* ou *“subia”*.

Posteriormente, as atividades passaram a envolver funções quadráticas. A introdução da função $f(x) = ax^2 + bx + c$ ampliou a complexidade das interpretações produzidas pelos estudantes.

Em uma das atividades, ao alterar o sinal do coeficiente a , um estudante afirmou: *“quando fica negativo a curva vira para baixo”*. Outro acrescentou: *“parece uma bacia ao contrário”*. Em outro grupo, um estudante manipulava lentamente o parâmetro b enquanto perguntava: *“por que agora o meio saiu do centro?”*. Em determinado momento, após alterar simultaneamente diferentes coeficientes, ouviu-se: *“agora misturou tudo... já não estou a perceber”*. A Figura 2 ilustra uma das situações exploradas durante o estudo das funções quadráticas.

Figura 2 – Exploração de funções quadráticas com variação dinâmica de parâmetros no GeoGebra.



Fonte: Dados da experiência (2026)

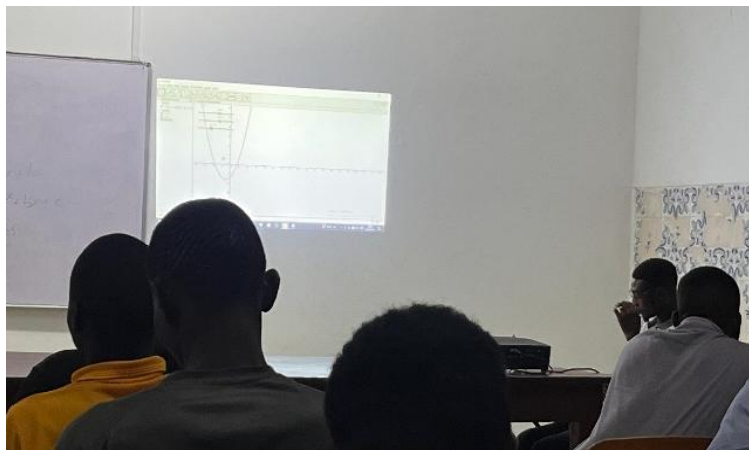
As limitações de acesso aos equipamentos favoreceram uma dinâmica colaborativa. Como vários estudantes partilhavam o mesmo computador, tornou-se frequente a negociação coletiva das ações realizadas durante as explorações. Comentários como *“move mais devagar”*, *“volta no valor anterior”* e *“deixa comparar outra vez”* tornaram-se recorrentes ao longo das atividades.

Em alguns momentos, os estudantes utilizaram os próprios telemóveis para fotografar construções realizadas no GeoGebra e continuar a discussão fora da sala de informática. Também se observou que alguns grupos passaram a antecipar comportamentos gráficos antes de modificar os parâmetros, tentando prever as alterações que seriam produzidas na curva.

Além das atividades em grupo, foram promovidos momentos de discussão coletiva conduzidos pelo professor. Nessas situações, procurou-se relacionar as observações produzidas durante as explorações com interpretações matemáticas mais formais. Em uma dessas discussões, após um estudante afirmar que *“a reta inclina mais”*, o professor questionou: *“como podemos explicar isso usando a expressão algébrica e não apenas olhando o gráfico?”*. Em outra ocasião, durante o estudo das funções quadráticas, perguntou-se: *“o que exatamente muda quando alteramos o valor de a ?”*.

A Figura 3 apresenta um dos momentos de trabalho colaborativo observados durante a experiência.

Figura 3 – Interação entre estudantes durante atividade colaborativa com uso do GeoGebra.



Fonte: Dados da experiência (2026).

Os momentos de sistematização coletiva desempenharam papel importante ao longo da experiência, sobretudo porque permitiram reorganizar interpretações inicialmente apoiadas apenas na observação visual. Em vários episódios, os estudantes conseguiam identificar alterações gráficas, mas apresentavam dificuldades em explicá-las matematicamente. As discussões conduzidas em sala procuraram estabelecer relações entre aquilo que era observado no ambiente digital e os conceitos formais relacionados ao estudo das funções.

A curta duração da experiência impôs limites ao aprofundamento conceptual das atividades desenvolvidas. Ainda assim, as interações observadas permitiram identificar movimentos de exploração, comparação, dúvida e tentativa de interpretação matemática produzidos durante o trabalho com o GeoGebra.

4. Análise e Reflexão

A análise da experiência concentrou-se nas interações produzidas durante as atividades com o GeoGebra, nos modos de utilização do ambiente digital e nas interpretações matemáticas construídas pelos estudantes ao longo das explorações realizadas. Procurou-se compreender não apenas aquilo que os estudantes observavam no ambiente dinâmico, mas também como essas observações eram progressivamente relacionadas às representações algébricas e gráficas das funções.

Um primeiro aspecto evidenciado pela experiência refere-se à alteração da forma como os estudantes passaram a interagir com o conceito de função. A possibilidade de manipular parâmetros e observar, em tempo real, as alterações produzidas nos gráficos favoreceu uma dinâmica baseada em exploração, comparação e formulação de hipóteses. Diferentemente de

abordagens centradas apenas em procedimentos algorítmicos, as atividades permitiram aos estudantes experimentar diferentes comportamentos das funções e acompanhar visualmente as transformações produzidas.

Esse movimento tornou-se particularmente visível em situações nas quais os estudantes modificavam gradualmente os parâmetros das funções enquanto observavam as alterações gráficas correspondentes. Comentários como *“espera aí... deixa mudar devagar para ver”* ou *“volta no valor anterior”* revelam tentativas de compreender relações matemáticas a partir da observação contínua das transformações. Nesses episódios, o gráfico deixou de funcionar apenas como representação final para assumir um papel ativo no processo de exploração matemática.

As interações observadas também evidenciaram aproximações iniciais entre elementos algébricos e propriedades gráficas das funções. Durante a exploração das funções lineares, surgiram interpretações como *“acho que quando aumenta esse número a reta sobe mais rápido”* ou *“esse b muda onde começa”*. Embora formuladas em linguagem informal, essas observações indicam esforços de articulação entre diferentes registos de representação. Conforme discute Duval (1993), a compreensão matemática depende precisamente da coordenação entre representações distintas de um mesmo objeto matemático.

Entretanto, a experiência mostrou que essa articulação não ocorreu de forma imediata. Em vários momentos, os estudantes conseguiam reconhecer alterações gráficas sem conseguir explicá-las matematicamente. Essa dificuldade tornou-se mais evidente durante a exploração das funções quadráticas. Ao modificar simultaneamente diferentes coeficientes da função, um estudante afirmou: *“agora misturou tudo... já não estou a perceber”*. O episódio sugere que a visualização favorecia a percepção das mudanças na curva, mas não garantia, por si só, a compreensão das relações matemáticas envolvidas.

Essa observação aproxima-se das discussões apresentadas por Recto (2025), ao indicar que ambientes dinâmicos podem favorecer a identificação de regularidades sem assegurar automaticamente a sua formalização conceptual. Na experiência analisada, a exploração visual funcionou sobretudo como elemento desencadeador de dúvidas, comparações e tentativas de interpretação produzidas coletivamente pelos estudantes.

Ao mesmo tempo, os episódios observados sugerem que o ambiente digital produziu alterações importantes no envolvimento dos estudantes com as atividades matemáticas. A manipulação direta das representações, associada à possibilidade de testar hipóteses em tempo real, favoreceu maior participação durante as tarefas e ampliou o interesse pelas explorações realizadas. Resultados semelhantes são apresentados por Romero Albaladejo e García López (2024), ao discutirem transformações nas atitudes dos estudantes diante da Matemática após a introdução do GeoGebra em contextos escolares. Contudo, tal como evidenciado na presente

experiência, maior envolvimento e atitudes mais positivas perante as atividades não implicam, necessariamente, aprofundamento conceitual automático. Em diferentes momentos, a participação ativa coexistiu com dificuldades persistentes relacionadas à interpretação matemática das relações observadas.

A distinção proposta por Skemp (1976) entre compreensão instrumental e compreensão relacional contribui para interpretar esses episódios. Em diversas situações, os estudantes conseguiam reconhecer padrões gráficos e manipular adequadamente os parâmetros das funções, mas apresentavam dificuldades em justificar matematicamente aquilo que observavam. Expressões como *“a curva vira para baixo”* ou *“a reta sobe mais”* evidenciam interpretações apoiadas predominantemente na observação visual imediata.

Outro aspecto relevante refere-se à articulação entre os registos algébrico e gráfico. Durante as atividades, os estudantes alternavam constantemente entre essas representações, utilizando uma como suporte para interpretar a outra. Contudo, essa coordenação mostrou-se gradual e marcada por sucessivas reformulações interpretativas. Em diferentes momentos, os estudantes recorriam a alterações repetidas nos coeficientes para tentar compreender comportamentos específicos das funções, revelando que a conversão entre representações exigia um trabalho contínuo de comparação e interpretação.

No estudo das funções quadráticas, a presença simultânea de múltiplos parâmetros ampliou a complexidade das interpretações produzidas. Ainda assim, surgiram indícios importantes de compreensão das propriedades das funções. Afirmarções como *“quando fica negativo a curva vira para baixo”* indicam aproximações relevantes relativamente à relação entre o sinal do coeficiente e a concavidade da parábola. Resultados semelhantes são apresentados por Sebsibe e Abdella (2025), ao discutirem o contributo do GeoGebra para a compreensão de propriedades estruturais das funções quadráticas.

As interações desenvolvidas nos pequenos grupos também desempenharam papel importante ao longo da experiência. A limitação do número de computadores fez com que os estudantes precisassem negociar ações, discutir interpretações e decidir coletivamente quais alterações realizar durante as atividades. Comentários como *“move mais devagar”*, *“deixa comparar outra vez”* ou *“acho que mudou por causa desse número”* evidenciam uma dinâmica de exploração mais partilhada e discursiva.

Nesse contexto, a restrição de equipamentos não atuou apenas como limitação operacional. Embora tenha reduzido o tempo de manipulação individual do software, também favoreceu momentos de discussão e negociação interpretativa entre os estudantes. A atividade matemática assumiu, assim, um carácter mais colaborativo, construído a partir das condições concretas da experiência.

Apesar disso, as interações entre os estudantes nem sempre conduziam a interpretações matematicamente mais elaboradas. Em vários momentos, os grupos limitavam-se a descrever transformações observadas nos gráficos sem conseguir justificar essas alterações de forma consistente. Nesses episódios, a intervenção do professor desempenhou papel importante na reorganização das interpretações produzidas.

Ao questionar *“como podemos explicar isso usando a expressão algébrica?”*, o professor deslocava a atenção da simples observação visual para a necessidade de argumentação matemática. Esse movimento evidencia que a mediação pedagógica constituiu elemento central no desenvolvimento da experiência, sobretudo na articulação entre exploração visual e interpretação conceptual.

A experiência também mostrou que a utilização do GeoGebra favoreceu maior participação dos estudantes durante as atividades. A manipulação direta das representações matemáticas ampliou o envolvimento dos grupos, especialmente quando comparada a situações mais centradas na resolução mecânica de exercícios. Contudo, tal como discutem Wang e Yang (2026), participação e compreensão não correspondem necessariamente ao mesmo processo. Embora os estudantes demonstrassem interesse e envolvimento nas atividades, permaneceram dificuldades relacionadas à formalização e à explicação matemática das relações observadas.

De forma geral, a experiência evidenciou que ambientes matemáticos dinâmicos ampliam as possibilidades de exploração e visualização das relações envolvidas no estudo das funções. Ao mesmo tempo, mostrou que a compreensão matemática depende de processos de interpretação, discussão e mediação pedagógica que ultrapassam a simples manipulação do software.

As interpretações apresentadas resultam de uma experiência situada, desenvolvida em condições específicas de ensino superior, marcadas por limitações infraestruturais e tempo reduzido de intervenção. Ainda assim, os episódios analisados oferecem elementos relevantes para compreender possibilidades e desafios associados ao uso de ambientes matemáticos dinâmicos em contextos universitários de formação matemática.

5. Conclusões

O estudo permitiu analisar, em uma experiência desenvolvida numa instituição pública de ensino superior em Moçambique, as condições sob as quais a utilização do GeoGebra intervém na aprendizagem de funções, particularmente na articulação entre representações algébricas e gráficas. As interações observadas evidenciaram que o ambiente dinâmico favoreceu formas de exploração baseadas na manipulação contínua de parâmetros, na comparação entre representações e na formulação de hipóteses sobre o comportamento das funções.

Os resultados mostram que o GeoGebra ampliou as possibilidades de visualização e experimentação matemática, permitindo que os estudantes identificassem regularidades e relações entre coeficientes e características gráficas das funções. Contudo, a experiência também evidenciou que a identificação dessas regularidades não conduz automaticamente à compreensão conceptual. Em diversos momentos, os estudantes conseguiam reconhecer transformações gráficas sem conseguir explicá-las matematicamente de forma consistente, revelando dificuldades na coordenação entre diferentes registos de representação.

Nesse sentido, o estudo evidencia uma tensão importante no uso de tecnologias digitais em Educação Matemática. Embora ambientes matemáticos dinâmicos ampliem o campo de exploração das relações matemáticas, a passagem entre observar, interpretar e compreender depende de processos de mediação pedagógica capazes de reorganizar as observações produzidas pelos estudantes em estruturas matemáticas mais elaboradas. A mediação docente mostrou-se, assim, elemento central para a transformação da exploração empírica em compreensão conceptual.

A experiência também mostrou que as condições materiais do contexto influenciaram diretamente a dinâmica das atividades. A limitação de recursos tecnológicos levou à organização do trabalho em pequenos grupos, favorecendo interações, negociações e discussões coletivas durante as explorações realizadas no GeoGebra. Dessa forma, o estudo evidencia que restrições infraestruturais não atuam apenas como obstáculos, podendo igualmente favorecer formas colaborativas de construção do conhecimento.

Do ponto de vista científico, o trabalho contribui ao explicitar processos intermédios através dos quais os estudantes transitam entre manipulação, visualização, interpretação e tentativa de formalização matemática em ambientes digitais. Além disso, acrescenta elementos para a compreensão da integração de tecnologias no ensino superior em contextos ainda pouco representados na literatura sobre Educação Matemática.

As limitações do estudo decorrem do seu carácter situado, do tempo reduzido de intervenção e da ausência de instrumentos formais de avaliação da aprendizagem. Ainda assim, a análise das interações permitiu compreender dimensões importantes dos processos de aprendizagem mediados por tecnologias digitais.

De forma geral, a experiência analisada mostra que ambientes matemáticos dinâmicos ampliam as possibilidades de exploração das relações que estruturam o conceito de função, mas não substituem o trabalho conceptual necessário à compreensão matemática. A compreensão das relações entre representações e comportamento das funções depende de processos de interpretação, interação e mediação construídos no interior da prática pedagógica.

Referências

- BORBA, Marcelo de Carvalho; PENTEADO, Miriam Godoy. **Informática e Educação Matemática**. 5. ed. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2016.
- CRESWELL, John Ward. **Research design: qualitative, quantitative, and mixed methods approaches**. 4. ed. Thousand Oaks: SAGE Publications, 2014.
- DE ANDRADE, Helloyne Roberta Eloi Moura; PONTES, Edel Alexandre Silva. Uma sugestão metodológica no processo de ensino e aprendizagem de Matemática na Educação Básica: Método RICA (Raciocínio Lógico, Inteligência Matemática, Criatividade e Aprendizagem). **Rebena-Revista Brasileira de Ensino e Aprendizagem**, v. 7, p. 456-467, 2023.
- DENZIN, Norman Kent; LINCOLN, Yvonna Sessions (org.). **The SAGE handbook of qualitative research**. 5. ed. Thousand Oaks: SAGE Publications, 2018.
- DO NASCIMENTO, Arlyson Alves; DA SILVA JÚNIOR, Manoel Joaquim; DA SILVA, Sara Jamily Firmino. Experimentação e Descoberta: Desenvolvimento de Atividades Experimentais para o Aprendizado Ativo no Laboratório de Ensino de Matemática. **Rebena-Revista Brasileira de Ensino e Aprendizagem**, v. 12, p. 193-204, 2025.
- DUVAL, Raymond. Registres de représentation sémiotique et fonctionnement cognitif de la pensée. **Annales de Didactique et de Sciences Cognitives**, Strasbourg, n. 5, p. 37–65, 1993.
- HAMMERSLEY, Martyn; ATKINSON, Paul. **Ethnography: principles in practice**. 3. ed. London: Routledge, 2007.
- MOÇAMBIQUE. Instituto Nacional de Estatística. **Indicadores sociais de Moçambique**. Maputo: INE, 2022. Disponível em: <https://www.ine.gov.mz>. Acesso em: 6 mar. 2026.
- MOHAMADE, Rivelinho Manuel; NOVELA, Agnes Clotilde. Active learning methodologies in natural sciences and mathematics in Mozambican higher education: implementation levels, challenges, and emerging trends. **International Journal of Innovative Science and Research Technology**, v. 11, n. 3, p. 3990–4000, mar. 2026.
- PINTO, Amelia Ancella; NURHASANAH, Farida; USODO, Budi. A systematic literature review: implementation of GeoGebra mathematical software on students' mathematical abilities in learning mathematics. **KnE Social Sciences**, v. 10, n. 11, 2025.
- PONTES, Edel Alexandre Silva et al. O Hipertexto Matemático como estratégia pedagógica na educação profissional e tecnológica: uma proposta conceitual a partir do Hipermat no ensino de progressões aritméticas. **Revista Alagoana de Ensino de Matemática**, v. 1, p. 81-90, 2025.
- RECTO, Oscar Soco. Enhancing students' understanding of functions and graphs through GeoGebra-based instruction. **International Journal of Research and Innovation in Social Science**, v. 9, n. 10, p. 8595–8603, 2025.
- ROMERO, Isabel María; GARCÍA, María Mercedes. Mathematical attitudes transformation when introducing GeoGebra in the secondary classroom. **Education and Information Technologies**, Dordrecht, v. 29, n. 8, p. 10277-10302, 2024.

SEBSIBE, Ashebir Sidelil; ABDELLA, Neja Muzea. The effect of GeoGebra integrated instruction on students' learning of the quadratic function concept. **F1000Research**, v. 14, p. 671, 2025.

SKEMP, Richard Rowland. Relational understanding and instrumental understanding. **Mathematics Teaching**, London, n. 77, p. 20–26, 1976.

UNESCO; ASSOCIATION FOR THE DEVELOPMENT OF EDUCATION IN AFRICA; UNIÃO AFRICANA. **Holofote sobre a conclusão do ensino básico e a aprendizagem fundamental: Moçambique**. Paris: UNESCO, 2024.

WANG, Bing; YANG, Xiaodan. Research on teaching function continuity in the GeoGebra environment. **Education Reform and Development**, v. 8, n. 1, 2026.