



OS BENEFÍCIOS DA METODOLOGIA ATIVA NO APRENDIZADO DE ABSTRAÇÃO EM ÁLGEBRA

THE BENEFITS OF ACTIVE LEARNING METHODOLOGY IN ABSTRACTION IN ALGEBRA

LOS BENEFICIOS DE LA METODOLOGÍA DE APRENDIZAJE ACTIVO EN LA ABSTRACCIÓN EN ÁLGEBRA



10.56238/bocav25n78-025

Lorrayne Cristina Silva Ferreira

RESUMO

O presente artigo tem como objetivo analisar os benefícios das metodologias ativas no aprendizado da abstração em álgebra, considerando produções científicas recentes que abordam aprendizagem baseada em problemas, investigação, discussão matemática, tecnologias digitais, jogos, inteligência artificial e recursos interativos aplicados ao ensino algébrico. A metodologia adotada corresponde a uma revisão bibliográfica de abordagem qualitativa, construída a partir de estudos publicados nos últimos cinco anos, com foco em pesquisas relacionadas à aprendizagem de álgebra, pensamento algébrico, generalização, demonstração, resolução de problemas e mediação tecnológica. Os resultados indicam que as metodologias ativas favorecem o aprendizado da abstração algébrica ao ampliar a participação discente, estimular a formulação de conjecturas, promover a comparação de estratégias, fortalecer a argumentação matemática e aproximar conceitos simbólicos de situações contextualizadas. Observou-se também que tecnologias digitais, ambientes interativos, aplicativos móveis, trilhas matemáticas, jogos e inteligência artificial podem contribuir para a aprendizagem quando integrados a uma proposta pedagógica planejada e conceitualmente coerente. Conclui-se que a abstração em álgebra não se consolida pela simples memorização de regras, mas por experiências em que o estudante interpreta estruturas, justifica procedimentos, reconhece regularidades e transforma situações particulares em relações gerais.

Palavras-chave: Metodologia Ativa. Álgebra. Abstração. Pensamento Algébrico. Aprendizagem Matemática.

ABSTRACT

This article aims to analyze the benefits of active methodologies in learning abstraction in algebra, considering recent scientific studies on problem-based learning, inquiry, mathematical discussion, digital technologies, games, artificial intelligence, and interactive resources applied to algebra teaching. The methodology consists of a qualitative bibliographic review based on studies published in the last five years, focusing on algebra learning, algebraic thinking, generalization, proof, problem solving, and technological mediation. The results indicate that active methodologies support algebraic abstraction by increasing student participation, encouraging conjecture formulation, promoting strategy comparison, strengthening mathematical argumentation, and connecting symbolic concepts to contextualized situations. The review also shows that digital technologies, interactive environments, mobile applications, mathematical trails, games, and artificial intelligence may improve learning when

integrated into a planned and conceptually coherent pedagogical proposal. It is concluded that abstraction in algebra is not consolidated through memorization of rules, but through experiences in which students interpret structures, justify procedures, recognize regularities, and transform particular situations into general relations.

Keywords: Active Methodology. Algebra. Abstraction. Algebraic Thinking. Mathematics Learning.

RESUMEN

Este artículo analiza los beneficios de las metodologías activas en el aprendizaje de la abstracción algebraica, considerando las recientes publicaciones científicas que abordan el aprendizaje basado en problemas, la investigación, la discusión matemática, las tecnologías digitales, los juegos, la inteligencia artificial y los recursos interactivos aplicados a la enseñanza del álgebra. La metodología empleada corresponde a una revisión bibliográfica cualitativa, construida a partir de estudios publicados en los últimos cinco años, centrada en la investigación relacionada con el aprendizaje del álgebra, el pensamiento algebraico, la generalización, la demostración, la resolución de problemas y la mediación tecnológica. Los resultados indican que las metodologías activas favorecen el aprendizaje de la abstracción algebraica al ampliar la participación del alumnado, estimular la formulación de conjeturas, promover la comparación de estrategias, fortalecer la argumentación matemática y acercar los conceptos simbólicos a situaciones contextualizadas. Asimismo, se observó que las tecnologías digitales, los entornos interactivos, las aplicaciones móviles, las rutas matemáticas, los juegos y la inteligencia artificial pueden contribuir al aprendizaje cuando se integran en una propuesta pedagógica planificada y conceptualmente coherente. Se concluye que la abstracción en álgebra no se consolida mediante la simple memorización de reglas, sino a través de experiencias en las que el estudiante interpreta estructuras, justifica procedimientos, reconoce regularidades y transforma situaciones particulares en relaciones generales.

Palabras clave: Metodología Activa. Álgebra. Abstracción. Pensamiento Algebraico. Aprendizaje Matemático.

1 INTRODUÇÃO

A aprendizagem da álgebra envolve uma passagem cognitiva complexa, na qual o estudante deixa de operar apenas com números e procedimentos imediatos para compreender relações, estruturas, símbolos, variáveis e propriedades gerais que exigem raciocínio abstrato (Khasawneh *et al.*,2023). Essa passagem se torna mais exigente quando o ensino permanece centrado na exposição de regras, pois a compreensão algébrica requer interpretação, argumentação, generalização e capacidade de justificar procedimentos matemáticos (Durkin *et al.*,2023).

As metodologias ativas surgem como alternativas relevantes para esse cenário porque deslocam o estudante da recepção passiva para experiências de investigação, discussão, resolução de problemas, comparação de estratégias e construção coletiva de significados (Mairing,2021). No campo da álgebra, essas metodologias ganham força porque permitem que o aluno trabalhe com situações que exigem formulação de hipóteses, análise de padrões, validação de respostas e compreensão progressiva da linguagem simbólica (Barbosa *et al.*,2022).

A abstração algébrica não se limita ao uso de letras ou à aplicação de algoritmos, pois envolve reconhecer regularidades, identificar relações invariantes, transformar casos particulares em regras gerais e compreender o sentido das expressões construídas (Baccaglini-Frank *et al.*,2024). Nesse processo, ambientes digitais interativos, discussões assíncronas, aplicativos educacionais, jogos e inteligência artificial podem ampliar as possibilidades de aprendizagem quando articulados a objetivos conceituais claros (Gagliani Caputo; Branchetti; Cusi,2025).

O problema que orienta este artigo está relacionado à necessidade de compreender de que modo as metodologias ativas contribuem para o aprendizado da abstração em álgebra, especialmente diante das limitações de práticas baseadas apenas na explicação do professor e na repetição de exercícios. Essa questão se justifica porque estudos recentes indicam que os estudantes apresentam melhor desempenho e maior engajamento quando participam de atividades que exigem colaboração, investigação, resolução de problemas e reflexão sobre os próprios procedimentos.

O objetivo geral deste artigo é analisar os benefícios das metodologias ativas no aprendizado da abstração em álgebra, considerando estudos recentes que abordam Álgebra Abstrata, Álgebra Linear, álgebra universitária, expressões algébricas e pensamento algébrico em ambientes presenciais e digitais. De modo específico, busca-se discutir como a aprendizagem baseada em problemas, a investigação, a comparação de estratégias, a discussão matemática, a tecnologia digital, os jogos e a inteligência artificial podem contribuir para a construção do raciocínio algébrico abstrato.

O artigo organiza-se em revisão da literatura, metodologia, quadro de contribuições dos estudos selecionados, resultados e discussão, considerações finais, resumo e abstract, de modo a articular os achados das pesquisas selecionadas com o tema proposto. Essa organização permite observar que os benefícios das metodologias ativas não se restringem ao aumento do desempenho, pois alcançam

também a autonomia intelectual, a argumentação, a colaboração e a capacidade de atribuir sentido às estruturas algébricas.

2 REVISÃO DA LITERATURA

A abstração em álgebra pode ser compreendida como um processo de construção de relações gerais a partir de situações particulares, envolvendo símbolos, propriedades, estruturas e formas de representação que ultrapassam o cálculo imediato (Baccaglioni-Frank *et al.*,2024). Essa construção exige que o estudante compreenda a linguagem algébrica como meio de expressar generalidades, e não apenas como um conjunto de regras para manipulação simbólica (Barbosa *et al.*,2022).

Mairing (2021) investigou a aprendizagem baseada em problemas integrada a vídeos e folhas de atividades no ensino de Álgebra Abstrata, demonstrando que a resolução de problemas de prova pode melhorar a capacidade de estudantes em lidar com níveis adequados de abstração, O estudo indicou que a turma experimental apresentou desempenho superior ao grupo de controle e menor incidência de redução inadequada do nível de abstração nas demonstrações.

A aprendizagem baseada em investigação também se destaca por colocar o estudante diante de problemas que exigem análise, colaboração e justificativa, favorecendo a passagem do raciocínio concreto para formas mais abstratas de pensamento algébrico. No estudo de Khasawneh *et al.* (2023), os estudantes que participaram da abordagem investigativa obtiveram desempenho superior ao grupo tradicional, evidenciando que a participação ativa favorece a aprendizagem em álgebra universitária.

A comparação e a discussão de múltiplas estratégias constituem uma via importante para ampliar a compreensão algébrica, pois permitem que os estudantes analisem diferentes caminhos de resolução e compreendam a razão matemática de cada procedimento, essa abordagem aumentou a flexibilidade procedimental dos estudantes em equações lineares, habilidade diretamente associada à leitura estrutural das expressões e à adaptação de estratégias (Durkin *et al.*,2023).

As trilhas matemáticas móveis contribuem para o pensamento algébrico ao aproximar padrões, sequências e generalizações de objetos presentes no ambiente real, essa abordagem favorece a abstração porque o estudante observa regularidades, constrói relações, interpreta representações e avança gradualmente para formas mais gerais de raciocínio (Barbosa *et al.*,2022).

O ambiente digital eXpresser, analisado por Baccaglioni-Frank *et al.* (2024), mostra como a interação com padrões visuais e regras simbólicas pode favorecer a passagem da contagem direta para a formulação de expressões gerais, o caso estudado revela que o estudante aprende a reconhecer variantes e invariantes quando percebe que uma resposta numérica fixa não funciona para todos os casos de um padrão dinâmico.

As discussões matemáticas digitais e assíncronas investigadas por Gagliani Caputo, Branchetti e Cusi (2025) demonstram que a linguagem algébrica pode ser trabalhada como ferramenta de prova

e argumentação, mostra que chats com maior interação favorecem a construção coletiva do pensamento algébrico, especialmente quando os estudantes retomam ideias, fazem perguntas, discordam, reorganizam procedimentos e justificam transformações simbólicas.

A implementação de aprendizagem ativa em cursos universitários de matemática, com foco em uma disciplina de álgebra linear baseada em provas e atividades curtas, como perguntas conceituais e questões de verdadeiro ou falso, podem favorecer a participação dos estudantes sem comprometer o rigor matemático exigido por disciplinas avançadas (Johnson *et al.*,2025).

A aprendizagem baseada em problemas associada a aplicativos móveis também contribui para o ensino de conteúdos algébricos, pois permite que os estudantes analisem situações contextualizadas, consultem recursos digitais, discutam procedimentos e apliquem métodos de resolução, a média dos estudantes aumentou após a intervenção com o aplicativo EQUALINEALES, indicando melhora no aprendizado de sistemas de equações lineares (Martínez-Gómez; Nicolalde,2025).

A aprendizagem baseada em jogos analisada por Szilágyi *et al.* (2025) demonstra que atividades lúdicas podem favorecer o engajamento e o desempenho em Álgebra Linear, especialmente quando os elementos do jogo mantêm vínculo direto com o conteúdo matemático. O jogo DETERminator exigiu que os estudantes calculassem determinantes, verbalizassem respostas e recebessem validação imediata, criando uma dinâmica de participação, cooperação e verificação conceitual.

O uso de inteligência artificial conversacional no ensino de Álgebra Abstrata, discutido por Mrope, amplia a reflexão sobre metodologias ativas mediadas por tecnologia (Mrope,2024). O autor mostra que o ChatGPT pode apoiar a compreensão de conceitos de teoria dos grupos, oferecer explicações personalizadas, propor exemplos e auxiliar na resolução de problemas envolvendo grupos de permutação.

A construção de um e-módulo para expressões algébricas baseado na *Realistic Mathematics Education*, com recursos digitais e atividades contextualizadas aponta que o grupo experimental obteve desempenho superior ao controle, indicando que a passagem do contexto real para representações formais pode melhorar a compreensão de símbolos, variáveis e operações algébricas (Johar *et al.*,2025).

A aprendizagem da abstração algébrica depende de experiências que envolvam participação, mediação docente, uso de representações variadas, resolução de problemas e explicitação do raciocínio (Durkin *et al.*,2023). A metodologia ativa não se resume ao uso de recursos diferenciados, pois exige planejamento, coerência conceitual e oportunidades reais de interpretação, justificação e generalização (Johnson *et al.*,2025).

Os estudos também evidenciam que a tecnologia pode ampliar o alcance das metodologias ativas quando funciona como ambiente de exploração e não apenas como suporte de transmissão de

conteúdo (Baccaglioni-Frank *et al.*,2024). Aplicativos, trilhas digitais, e-módulos, jogos e inteligência artificial favorecem a aprendizagem quando estimulam o estudante a tomar decisões, testar hipóteses, revisar erros e construir relações entre o concreto, o visual e o simbólico (Johar *et al.*,2025).

3 METODOLOGIA

O presente artigo foi desenvolvido por meio de revisão bibliográfica de abordagem qualitativa, considerando estudos científicos publicados nos últimos cinco anos e diretamente relacionados ao tema dos benefícios das metodologias ativas no aprendizado da abstração em álgebra. A pesquisa bibliográfica permite reunir, analisar e interpretar contribuições teóricas e empíricas já publicadas sobre determinado tema, sendo adequada para construir uma compreensão fundamentada do objeto investigado, conforme Gil (2019).

A seleção dos estudos considerou produções publicadas entre 2021 e 2025, com foco em metodologias ativas aplicadas ao ensino de álgebra, pensamento algébrico, Álgebra Abstrata, Álgebra Linear, generalização simbólica, resolução de problemas, tecnologias digitais, jogos, inteligência artificial e discussões matemáticas. Foram priorizados artigos de acesso aberto, com aderência temática ao objetivo do trabalho e com resultados capazes de contribuir para a análise da aprendizagem da abstração em álgebra.

A análise do material foi realizada por leitura interpretativa dos artigos selecionados, identificando objetivos, métodos, resultados, contribuições, limitações e relação direta com o tema proposto. A organização dos dados seguiu procedimento analítico-comparativo, articulando os estudos entre si para construir uma discussão coerente, procedimento compatível com a orientação metodológica de Lakatos e Marconi (2021) sobre análise, seleção e ordenação crítica de fontes científicas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Antes da discussão dos resultados, apresenta-se uma tabela com os autores selecionados e suas principais contribuições para o tema, permitindo visualizar como cada estudo colabora para a compreensão dos benefícios das metodologias ativas no aprendizado da abstração em álgebra.

Tabela 1 – Principais contribuições dos artigos selecionados para a discussão

Autor (ano)	Principais contribuições
Mairing (2021)	Demonstra que a aprendizagem baseada em problemas, integrada a vídeos e folhas de atividades, melhora a resolução de problemas de prova em Álgebra Abstrata e reduz a inadequação do nível de abstração nas demonstrações.
Barbosa et al. (2022)	Mostra que trilhas matemáticas móveis favorecem o pensamento algébrico por meio de padrões, sequências, visualização, contagem e generalização em contextos reais.
Khasawneh et al. (2023)	Evidencia que a aprendizagem baseada em investigação melhora o desempenho em álgebra universitária quando comparada ao ensino expositivo tradicional.
Durkin et al. (2023)	Indica que a comparação e discussão de múltiplas estratégias ampliam o conhecimento em equações lineares e fortalecem a flexibilidade procedimental.
Baccaglioni-Frank et al. (2024)	Analisa como um ambiente digital interativo pode favorecer a passagem da contagem particular para a generalização algébrica por meio de padrões visuais e regras simbólicas.
Mrope (2024)	Discute o uso do ChatGPT no ensino de Álgebra Abstrata, especialmente em teoria dos grupos, com foco em explicações personalizadas e resolução guiada de problemas.
Gagliani Caputo, Branchetti e Cusi (2025)	Mostra que discussões matemáticas digitais podem favorecer a construção coletiva do pensamento algébrico e o uso da linguagem algébrica na produção de provas.
Johar et al. (2025)	Apresenta um e-módulo baseado em RME que melhora a aprendizagem de expressões algébricas ao articular situações reais, vídeos, atividades interativas e formalização.
Johnson et al. (2025)	Analisa a viabilidade da aprendizagem ativa em cursos universitários de matemática avançada, destacando a necessidade de equilíbrio entre participação discente, rigor e tempo de aula.
Martínez-Gómez e Nicolalde (2025)	Mostra que a aprendizagem baseada em problemas mediada por aplicativo móvel melhora o desempenho em sistemas de equações lineares.
Szilágyi et al. (2025)	Evidencia que a aprendizagem baseada em jogos melhora o desempenho de estudantes em determinantes e aumenta o engajamento em Álgebra Linear.

Fonte: Elaborado pela autora (2026)

Os estudos analisados mostram que os benefícios das metodologias ativas no aprendizado da abstração em álgebra aparecem quando o estudante é colocado diante de tarefas que exigem participação intelectual, tomada de decisão e explicitação do raciocínio. Mairing (2021) demonstra isso ao trabalhar com problemas de prova em Álgebra Abstrata, enquanto Khasawneh *et al.* (2023) ampliam essa perspectiva ao mostrar que a investigação em álgebra universitária melhora o desempenho quando o estudante precisa discutir, justificar e comparar procedimentos.

A aprendizagem baseada em problemas aparece como uma das estratégias mais diretamente ligadas ao desenvolvimento da abstração, pois coloca o estudante diante de situações em que a resposta não surge pela simples repetição de um modelo. Mairing (2021) mostra que a integração entre vídeos, folhas de atividades e discussão em grupo favorece a prova em Álgebra Abstrata, e Martínez-Gómez e Nicolalde (2025) acrescentam que problemas contextualizados, mediados por aplicativo móvel, melhoram a aprendizagem de sistemas de equações lineares.

A abstração algébrica se fortalece quando o aluno passa a compreender por que determinado procedimento funciona, e não apenas como ele deve ser executado. Durkin *et al.* (2023) contribuem para essa análise ao mostrar que a comparação de estratégias em equações lineares aumenta a flexibilidade procedimental, enquanto Gagliani Caputo, Branchetti e Cusi (2025) mostram que a explicitação de transformações simbólicas em discussões digitais favorece a construção coletiva do pensamento algébrico.

A comparação entre metodologias ativas e ensino expositivo revela que o ganho não está apenas no formato da aula, mas na qualidade das interações produzidas durante a aprendizagem. Khasawneh *et al.* (2023) indicam que a aprendizagem investigativa melhora o desempenho em álgebra universitária, enquanto Johnson *et al.* (2025) alertam que, em disciplinas avançadas, atividades ativas precisam ser ajustadas ao rigor formal, à necessidade de demonstração e ao tempo disponível para a cobertura dos conteúdos.

Os achados também indicam que a generalização é um elemento recorrente na aprendizagem da abstração algébrica. Barbosa *et al.* (2022) mostram que trilhas matemáticas com padrões e sequências favorecem a passagem da observação concreta para a formulação de relações gerais, e Baccaglioni-Frank *et al.* (2024) mostram que o uso do eXpresser permite ao estudante perceber que uma resposta fixa não serve para todos os casos de um padrão dinâmico.

A tecnologia aparece nos estudos como meio de ampliação da experiência ativa, mas seus benefícios dependem da forma como é integrada à proposta pedagógica. Johar *et al.* (2025) mostram que o e-módulo baseado em RME melhora o desempenho em expressões algébricas porque organiza a passagem de situações reais para representações formais, e Martínez-Gómez e Nicolalde (2025) mostram que o aplicativo EQUALINEALES funciona melhor quando articulado a uma sequência baseada em problemas e colaboração.

A discussão sobre ambientes digitais revela que a aprendizagem ativa não depende apenas do uso de ferramentas modernas, pois requer interação significativa com conceitos matemáticos. Baccaglioni-Frank *et al.* (2024) evidenciam que o ambiente digital ajuda o estudante a construir regras gerais quando exige que ele relacione estrutura visual, variável e expressão, ao passo que Mrope (2024) aponta que o ChatGPT pode auxiliar na compreensão de grupos, permutações e propriedades abstratas quando usado com orientação docente.

A inteligência artificial conversacional pode favorecer a aprendizagem da abstração quando estimula perguntas, reformulações e exploração de exemplos, mas também exige cautela metodológica. Mrope (2024) apresenta possibilidades de uso do ChatGPT em teoria dos grupos, e Johnson *et al.* (2025) ajudam a interpretar essa possibilidade ao lembrar que a aprendizagem ativa em matemática avançada precisa preservar precisão, justificativa e coerência com a cultura formal da disciplina.

A aprendizagem baseada em jogos acrescenta uma dimensão motivacional importante, especialmente quando a atividade lúdica não se afasta do conteúdo matemático. Szilágyi *et al.* (2025) mostram que o jogo DETERminator melhorou resultados em determinantes e favoreceu a participação dos estudantes, enquanto Durkin *et al.* (2023) permitem compreender que a melhora se torna mais significativa quando a atividade leva o estudante a comparar estratégias e refletir sobre procedimentos.

A contextualização também aparece como fator relevante para tornar a álgebra mais compreensível, especialmente nas etapas iniciais da abstração. Johar *et al.* (2025) mostram que situações reais, vídeos e Liveworksheet ajudam estudantes a compreender expressões algébricas, enquanto Barbosa *et al.* (2022) mostram que objetos do ambiente escolar podem ser transformados em tarefas de generalização por meio de trilhas matemáticas móveis.

A discussão coletiva se mostra uma dimensão recorrente nos estudos, pois ajuda o estudante a expor, revisar e reorganizar o próprio pensamento. Gagliani Caputo, Branchetti e Cusi (2025) apontam que grupos com maior interação desenvolvem melhor pensamento algébrico coletivo, enquanto Khasawneh *et al.* (2023) mostram que a investigação em pequenos grupos favorece envolvimento, comparação de procedimentos e compreensão do processo de resolução.

A mediação docente permanece relevante em todas as metodologias analisadas, ainda que o estudante assuma maior participação na aprendizagem. Johnson *et al.* (2025) mostram que professores universitários reconhecem os benefícios da aprendizagem ativa, mas precisam de estratégias viáveis para inseri-la em cursos com alta exigência de rigor, e Mairing (2021) mostra que perguntas metacognitivas do professor ajudam os estudantes a justificar demonstrações em nível adequado de abstração.

Os estudos quantitativos reforçam que as metodologias ativas podem produzir ganhos mensuráveis em desempenho matemático. Khasawneh *et al.* (2023) encontraram média superior na turma investigativa, Mairing (2021) registrou melhor resultado na turma experimental de Álgebra Abstrata, Johar *et al.* (2025) identificaram diferença significativa em expressões algébricas, Martínez-Gómez e Nicolalde (2025) apontaram melhora no pós-teste, e Szilágyi *et al.* (2025) observaram ganho após a aprendizagem baseada em jogo.

Os estudos qualitativos, por sua vez, revelam como a abstração se constrói nos processos de interação, linguagem, representação e interpretação. Baccaglioni-Frank *et al.* (2024) analisam a passagem gradual de uma estudante da contagem para a regra geral, Barbosa *et al.* (2022) discutem princípios de desenho de tarefas para generalização, Johnson *et al.* (2025) analisam a viabilidade da aprendizagem ativa em cursos avançados, e Gagliani Caputo, Branchetti e Cusi (2025) examinam a construção coletiva do pensamento algébrico em ambientes digitais.

A articulação entre os estudos permite afirmar que a metodologia ativa contribui para a abstração em álgebra em três movimentos complementares. Primeiro, Mairing (2021) e Durkin *et al.* (2023) mostram que o estudante aprofunda a compreensão quando precisa justificar procedimentos; depois, Barbosa *et al.* (2022) e Baccaglioni-Frank *et al.* (2024) mostram que a generalização nasce da leitura de padrões; por fim, Gagliani Caputo, Branchetti e Cusi (2025) mostram que a linguagem algébrica se fortalece na discussão e na prova.

Também se observa que a abstração algébrica exige progressão, pois não se consolida de modo imediato. Johar *et al.* (2025) mostram que o modelo RME conduz o estudante de situações reais à formalização, Baccaglioni-Frank *et al.* (2024) mostram a transição da resposta numérica para a expressão geral, e Mairing (2021) mostra que estudantes de Álgebra Abstrata precisam de experiências repetidas de prova para manter o nível de abstração adequado.

A principal convergência entre as pesquisas está na crítica ao ensino baseado apenas na exposição e na repetição de procedimentos. Khasawneh *et al.* (2023) mostram que o ensino tradicional obteve menor desempenho em álgebra universitária, Durkin *et al.* (2023) mostram que a pouca exposição a múltiplas estratégias limita a flexibilidade procedimental, e Martínez-Gómez e Nicolalde (2025) mostram que a aprendizagem melhora quando os alunos participam de uma sequência organizada por problemas.

Há, porém, diferenças importantes entre os estudos quanto ao nível de ensino, ao conteúdo algébrico e à robustez metodológica. Mairing (2021) e Mrope (2024) são mais próximos da Álgebra Abstrata, mas o primeiro apresenta evidência experimental mais sólida; já Johar *et al.* (2025), Barbosa *et al.* (2022) e Baccaglioni-Frank *et al.* (2024) trabalham com abstração inicial, oferecendo base para compreender a formação progressiva do pensamento algébrico.

Os resultados também indicam que metodologias ativas não garantem aprendizagem por si mesmas, pois dependem de clareza didática, mediação, adequação ao conteúdo e acompanhamento dos estudantes. Johnson *et al.* (2025) tornam essa leitura mais cautelosa ao mostrar que atividades ativas podem ser vistas como inviáveis quando consomem muito tempo ou não respeitam o rigor matemático, enquanto Szilágyi *et al.* (2025) mostram que uma atividade lúdica produz melhores efeitos quando o jogo preserva objetivos matemáticos claros.

A relevância das tecnologias digitais, nesse conjunto de estudos, está em criar ambientes de exploração que tornam visível o processo de pensamento do estudante. Baccaglioni-Frank *et al.* (2024) mostram que a animação do padrão evidencia a insuficiência de respostas fixas, Gagliani Caputo, Branchetti e Cusi (2025) mostram que os registros escritos dos chats permitem acompanhar a construção coletiva, e Johar *et al.* (2025) mostram que atividades digitais ajudam a organizar a progressão entre contexto e símbolo.

A aprendizagem da abstração algébrica, portanto, pode ser compreendida como resultado de práticas que articulam ação, linguagem, representação e reflexão. Mairing (2021) aponta a relevância da prova em Álgebra Abstrata, Barbosa *et al.* (2022) destacam a generalização por padrões, Durkin *et al.* (2023) evidenciam a comparação de estratégias, e Khasawneh *et al.* (2023) mostram que a investigação fortalece o desempenho em álgebra universitária.

Os benefícios mais evidentes das metodologias ativas são o aumento do engajamento, a melhora do desempenho, o fortalecimento da autonomia, a ampliação da argumentação e a construção

de sentido para símbolos e estruturas. Mrope (2024) acrescenta a personalização mediada por inteligência artificial, Martínez-Gómez e Nicolalde (2025) indicam ganho com aplicativos móveis, Szilágyi *et al.* (2025) destacam o efeito motivacional dos jogos, e Johar *et al.* (2025) mostram melhora com e-módulos contextualizados.

A análise final dos estudos indica que a abstração em álgebra se beneficia quando o estudante aprende a transitar entre exemplos concretos, representações visuais, linguagem natural, expressões simbólicas e justificativas formais. Baccaglioni-Frank *et al.* (2024), Gagliani Caputo, Branchetti e Cusi (2025) e Johnson *et al.* (2025) ajudam a compreender que esse trânsito exige tempo, mediação e tarefas que façam o estudante pensar matematicamente, e não apenas reproduzir procedimentos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As metodologias ativas apresentam benefícios relevantes para o aprendizado da abstração em álgebra, pois favorecem a participação do estudante em processos de investigação, resolução de problemas, comparação de estratégias, argumentação e generalização. A análise dos estudos selecionados indica que a aprendizagem se torna mais consistente quando o aluno precisa explicar procedimentos, justificar escolhas, reconhecer estruturas e transformar situações particulares em relações gerais.

Os resultados mostram que a abstração algébrica não se consolida pela memorização isolada de regras, mas pela construção progressiva de sentido. Esse processo envolve o uso de diferentes representações, a mediação docente, a colaboração entre estudantes e a organização de tarefas que conectem o pensamento concreto ao pensamento simbólico.

As tecnologias digitais, os aplicativos móveis, os e-módulos, os jogos, as trilhas matemáticas e a inteligência artificial podem contribuir para esse processo quando integrados a propostas pedagógicas bem planejadas. Esses recursos ampliam possibilidades de exploração, feedback, revisão, visualização e personalização, mas dependem de objetivos claros e acompanhamento docente.

Conclui-se que as metodologias ativas fortalecem o aprendizado da abstração em álgebra ao tornar o estudante protagonista da construção conceitual. A aprendizagem algébrica avança quando o estudante interpreta, testa, discute, erra, reformula e justifica, desenvolvendo uma compreensão mais profunda das estruturas matemáticas.

REFERÊNCIAS

- BACCAGLINI-FRANK, Anna E.; GERANIOU, Eirini; HOYLES, Celia; NOSS, Richard. How Learning to Speak the Language of a Computer-Based Digital Environment Can Plant Seeds of Algebraic Generalisation: The Case of a 12-Year-Old Student and eXpresser. *Education Sciences*, v. 14, n. 4, art. 409, 2024. DOI: 10.3390/educsci14040409. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2227-7102/14/4/409>. Acesso em: 21 maio 2026.
- BARBOSA, Ana; VALE, Isabel; JABLONSKI, Simone; LUDWIG, Matthias. Walking through Algebraic Thinking with Theme-Based (Mobile) Math Trails. *Education Sciences*, v. 12, n. 5, art. 346, 2022. DOI: 10.3390/educsci12050346. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2227-7102/12/5/346>. Acesso em: 21 maio 2026.
- DURKIN, Kelley; RITTLE-JOHNSON, Bethany; STAR, Jon R.; LOEHR, Abbey M. Comparing and Discussing Multiple Strategies: An Approach to Improving Algebra Instruction. *The Journal of Experimental Education*, v. 91, n. 1, p. 1-19, 2023. DOI: 10.1080/00220973.2021.1903377. Disponível em: https://cdn.vanderbilt.edu/t2-my/my-prd/wp-content/uploads/sites/3147/2021/03/CEMS_Y3Topic1Paper_FullFinalVersion.pdf. Acesso em: 21 maio 2026.
- GAGLIANI CAPUTO, Sara; BRANCHETTI, Laura; CUSI, Annalisa. Intertwining students' social modes of co-construction and epistemic aspects of algebraic thinking in asynchronous mathematical discussions. *Educational Studies in Mathematics*, v. 120, p. 109-135, 2025. DOI: 10.1007/s10649-025-10395-z. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10649-025-10395-z>. Acesso em: 21 maio 2026.
- JOHAR, Rahmah *et al.* Development of algebraic expressions e-modules through realistic mathematics education approach. *Infinity Journal*, v. 14, n. 4, p. 973-994, 2025. DOI: 10.22460/infinity.v14i4.p973-994. Disponível em: <https://e-journal.stkipsiliwangi.ac.id/index.php/infinity/article/view/5711>. Acesso em: 21 maio 2026.
- JOHNSON, Estrella *et al.* Collaborating with mathematicians to use active learning in university mathematics courses: the importance of attending to mathematicians' obligations. *Educational Studies in Mathematics*, v. 119, p. 145-161, 2025. DOI: 10.1007/s10649-024-10381-x. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10649-024-10381-x>. Acesso em: 21 maio 2026.
- KHASAWNEH, Elaina *et al.* Examining the effect of inquiry-based learning versus traditional lecture-based learning on students' achievement in college algebra. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, v. 18, n. 1, e0724, 2023. DOI: 10.29333/iejme/12715. Disponível em: <https://www.iejme.com/article/examining-the-effect-of-inquiry-based-learning-versus-traditional-lecture-based-learning-on-students-12715>. Acesso em: 21 maio 2026.
- MAIRING, Jackson Pasini. Proving Abstract Algebra Skills with Problem-Based Learning Integrated with Videos and Worksheets. *Bolema: Boletim de Educação Matemática*, Rio Claro, v. 35, n. 70, p. 1000-1015, 2021. DOI: 10.1590/1980-4415v35n70a20. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bolema/a/BZSxLbymPgJDGkTsNH43RLm/?lang=en>. Acesso em: 21 maio 2026.
- MARTÍNEZ-GÓMEZ, Javier; NICOLALDE, Juan Francisco. Enhancing Mathematical Education Through Mobile Learning: A Problem-Based Approach. *Education Sciences*, v. 15, n. 4, art. 462, 2025. DOI: 10.3390/educsci15040462. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2227-7102/15/4/462>. Acesso em: 21 maio 2026.

MROPE, Fadhili Mustafa. Exploring group concepts in abstract algebra through ChatGPT: An innovative approach to mathematical teaching and learning. *Union: Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika*, v. 12, n. 2, p. 258-273, 2024. DOI: 10.30738/union.v12i2.17156. Disponível em: <https://jurnal.ustjogja.ac.id/index.php/union/article/view/17156>. Acesso em: 21 maio 2026.

SZILÁGYI, Szilvia; TAKÁCS, Anna Mária; KÖREI, Attila; TÖRÖK, Zsuzsanna. Using Game-Based Learning for Engaging with Determinants in Mathematics Education at the University Level. *Education Sciences*, v. 15, n. 10, art. 1329, 2025. DOI: 10.3390/educsci15101329. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2227-7102/15/10/1329>. Acesso em: 21 maio 2026.

