



INSTITUTO FEDERAL DE ALAGOAS
CAMPUS MURICI
ESPECIALIZAÇÃO EM METODOLOGIAS APLICADAS AO ENSINO DE
CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

GENIVALDO VESPASIANO DOS SANTOS FILHO

PLANO CARTESIANO MANIPULÁVEL: RECURSO PEDAGÓGICO DE BAIXO
CUSTO PARA O ENSINO DE MATEMÁTICA

MURICI/AL
2026

GENIVADO VESPASIANO DOS SANTOS FILHO

**PLANO CARTESIANO MANIPULÁVEL: RECURSO PEDAGÓGICO DE BAIXO
CUSTO PARA O ENSINO DE MATEMÁTICA**

Artigo científico apresentado ao Curso de Especialização em Metodologias Aplicadas ao Ensino de Ciências e Matemática do Instituto Federal de Alagoas, *campus* Murici, como requisito parcial para a obtenção de Especialista em Metodologias Aplicadas ao Ensino de Ciências e Matemática.

Orientador: Prof. Dr. Arlyson Alves do Nascimento

MURICI-AL
2026



Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Instituto Federal de Alagoas
Campus Murici
Biblioteca Prof. Cícero Vieira de Araújo

510.07
S237p

Santos Filho, Genivaldo Vespasiano dos.

Plano cartesiano manipulável [recurso eletrônico] : recurso pedagógico de baixo custo para o ensino de matemática / Genivaldo Vespasiano Santos Filho. – Dados eletrônicos (1 arquivo : 10 KB). 2026.

Sistema requerido: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: Internet.

Orientação: Prof. Dr. Arlyson Alves do Nascimento.

Artigo (Especialização em Metodologias Aplicadas ao Ensino de Ciências e Matemática) – Instituto Federal de Alagoas, Campus Murici, Murici, 2026.

1. Ensino de Matemática – Metodologias ativas. 2. Plano cartesiano. 3. Aprendizagem significativa. I. Título.

Bibliotecária Nalva Maria Amaral / CRB-4/989

GENIVALDO VESPASIANO DOS SANTOS FILHO

PLANO CARTESIANO MANIPULÁVEL: RECURSO PEDAGÓGICO DE BAIXO
CUSTO PARA O ENSINO DE MATEMÁTICA

Artigo científico apresentado ao Curso de Especialização em Metodologias Aplicadas ao Ensino de Ciências e Matemática do Instituto Federal de Alagoas, *campus* Murici, como requisito parcial para a obtenção de Especialista em Metodologias Aplicadas ao Ensino de Ciências e Matemática.

Aprovada em: 20 de fevereiro de 2026.

Prof. Dr. Arlyson Alves do Nascimento (Orientador)

Instituto Federal de Alagoas – *Campus* Maceió - PPGMAECM

Prof. Me. Gelsivanio Souza da Silva

Instituto Federal de Alagoas – *Campus* Murici – PPGMAECM

Prof. Manoel Joaquim da Silva Júnior

Instituto Federal de Alagoas – *Campus* Maceió

PLANO CARTESIANO MANIPULÁVEL: RECURSO PEDAGÓGICO DE BAIXO CUSTO PARA O ENSINO DE MATEMÁTICA

RESUMO

O presente relato descreve a construção e aplicação de um plano cartesiano manipulável como recurso pedagógico concreto, utilizando materiais de baixo custo para apoiar o ensino de função afim, cálculo de áreas de figuras planas e representações gráficas. A proposta foi aplicada em contexto escolar com estudantes do ensino fundamental em preparação para o ingresso no Instituto Federal, fundamentando-se em metodologias ativas e na aprendizagem significativa, como alternativa à abordagem tradicional centrada na memorização de fórmulas. O processo foi estruturado em três etapas: (i) introdução teórica, (ii) construção colaborativa do plano cartesiano e (iii) manipulação do material em atividades práticas. A observação das atividades apontou indícios de avanços na compreensão espacial e algébrica, maior engajamento e desenvolvimento da autonomia discente, além da valorização da aprendizagem colaborativa. Conclui-se que o plano cartesiano manipulável representa um recurso pedagógico acessível e eficaz para tornar conceitos matemáticos abstratos mais compreensíveis, promovendo aprendizagens ativas, significativas e contextualizadas.

Palavras-chave: Metodologias ativas. Aprendizagem significativa. Plano cartesiano. Função afim. Recursos pedagógicos de baixo custo.

ABSTRACT

This report describes the construction and application of a manipulable cartesian plane as a concrete pedagogical resource, using low-cost materials to support the teaching of linear function, area calculation of plane figures, and graphical representation. The proposal was applied in a school context with elementary school students preparing to enter the Federal Institute, based on active methodologies and meaningful learning, as an alternative to the traditional approach centered on memorizing formulas. The process was structured in three stages: (i) theoretical introduction, (ii) collaborative construction of the Cartesian plane, and (iii) manipulation of the material in problem-solving activities. The results indicated improvements in spatial and algebraic understanding, increased student engagement, and the development of autonomy, in addition to valuing collaborative learning. It is concluded that the manipulable Cartesian plane is an accessible and effective pedagogical resource for making abstract mathematical concepts more comprehensible, promoting active, meaningful, and contextualized learning.

Keywords: Active methodologies. Meaningful learning. Cartesian plane. Linear function. Low-cost pedagogical resources.

1. INTRODUÇÃO

O ensino de Matemática na Educação Básica constitui, há décadas, um desafio para educadores e gestores. A disciplina é frequentemente associada à abstração excessiva, à memorização de fórmulas e a práticas de ensino pouco contextualizadas, fatores que contribuem para o baixo engajamento discente e para elevados índices de insucesso escolar. De acordo com o Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (PISA, 2022), 73% dos alunos brasileiros apresentaram baixo desempenho em Matemática, posicionando o Brasil entre os países com piores resultados (OCDE, 2023). Esse dado revela não apenas dificuldades individuais de aprendizagem, mas também problemas estruturais e pedagógicos que demandam alternativas metodológicas inovadoras.

No cenário pedagógico, ainda prevalece uma lógica transmissiva, pautada no repasse conteudista e na resolução algorítmica (PONTES, 2018), o que limita a construção do conhecimento e contribui para a visão da Matemática como disciplina árida e desmotivadora (ZANELLA; ROCHA, 2020). Em oposição a esse modelo, Paulo Freire (1996) enfatiza que ensinar não é transferir conhecimento, mas criar condições para que o aluno se torne sujeito ativo no processo educativo. Nesse contexto, as metodologias ativas ganham destaque ao colocarem o estudante no centro do processo de aprendizagem, estimulando sua autonomia, criticidade e protagonismo (BACICH; MORAN, 2023; BERBEL, 2020).

Entre as estratégias que dialogam com essas metodologias, o uso de materiais manipuláveis se mostra um recurso pedagógico promissor. Ausubel (2003) defende que a aprendizagem significativa ocorre quando novos conhecimentos são relacionados a estruturas cognitivas já existentes, processo favorecido por experiências concretas. Piaget (1976), por sua vez, ressalta a importância da manipulação no desenvolvimento do raciocínio lógico, enquanto Lorenzato (2006) destaca que os materiais concretos aproximam o aluno de conceitos matemáticos abstratos. Complementarmente, D'Ambrosio (1996) argumenta que a Matemática precisa dialogar com a realidade cultural e social do estudante, tornando-se mais significativa e inclusiva.

A inserção de atividades lúdicas tais como jogos, desafios interativos e materiais manipuláveis, pode transformar o ensino da matemática, tornando-o mais acessível, engajador e significativo para os estudantes, pois tais práticas favorecem o desenvolvimento de habilidades matemáticas, o pensamento crítico, a resolução de problemas e a criatividade, além de incentivar a colaboração entre os alunos e diminuir concepções negativas associadas à disciplina (NASCIMENTO et al., 2025). A articulação entre teoria e prática possibilita que o

conhecimento ultrapasse o campo abstrato, tornando-se vivenciado e funcional, favorecendo a formação de sujeitos críticos, autônomos e aptos a enfrentar os desafios da vida adulta (DO NASCIMENTO et al., 2025).

Nesse sentido, o plano cartesiano — introduzido por René Descartes no século XVII como elo entre álgebra e geometria — pode ser ressignificado no contexto escolar por meio de sua construção manipulável. Quando produzido com materiais de baixo custo, transforma-se em ferramenta acessível, que permite ao estudante visualizar funções, compreender relações algébricas, analisar propriedades geométricas e calcular áreas de figuras planas concretamente e de modo colaborativo. Além disso, favorece o desenvolvimento de competências socioemocionais, como a cooperação, a criatividade e a autonomia, em sintonia com a Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2018).

Assim, este estudo parte da necessidade de buscar alternativas didáticas que tornem a Matemática mais próxima e compreensível para os estudantes, especialmente aqueles em preparação para o ingresso no Instituto Federal. Diante desse cenário, formulou-se a seguinte questão de pesquisa: como o uso do plano cartesiano manipulável pode contribuir para a aprendizagem significativa de conceitos matemáticos tradicionalmente abordados de forma abstrata?

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. O ENSINO DE MATEMÁTICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA

A Matemática é componente curricular obrigatório pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (BRASIL, 1996), estando organizada na BNCC em cinco unidades temáticas: Números, Álgebra, Geometria, Grandezas e Medidas, Probabilidade e Estatística (BRASIL, 2018). Mais que fórmulas, ela promove competências de leitura crítica, resolução de problemas e intervenção social (MESQUITA; CEOLIM; CIBOTTO, 2021).

2.2. O PAPEL DOS RECURSOS PEDAGÓGICOS

Pesquisas apontam queda no desempenho em Matemática nos últimos anos (IDEB, 2023). Parte disso se deve ao ensino remoto emergencial e à falta de formação continuada para professores (DIAS, 2020; DOS SANTOS et al., 2025). Recursos pedagógicos concretos podem reduzir a distância entre a abstração matemática e a realidade dos estudantes (LORENZATO, 2006; LEMES; CRISTOVÃO; GRANDO, 2024). Estudos recentes destacam que a manipulação de materiais concretos potencializa a compreensão de conceitos abstratos,

favorecendo a construção do conhecimento por meio da experiência direta (NACARATO; PASSOS, 2023; BORBA, 2022). Como reportado por Nascimento et al. (2025), a experimentação estimula a autonomia, a reflexão e o raciocínio crítico dos alunos, favorecendo a aprendizagem significativa e a compreensão dos conceitos matemáticos, destacando a relevância de metodologias ativas no processo de ensino, ao propor atividades que aproximam teoria e prática de forma contextualizada e investigativa.

2.3. O PLANO CARTESIANO COMO RECURSO

O plano cartesiano, introduzido por René Descartes no século XVII, possibilitou unir álgebra e geometria em uma mesma linguagem. Quando construído com materiais concretos, torna-se ferramenta que facilita a visualização de funções e a análise geométrica (LENGRUBER, 2011; VISEU et al., 2022). Pesquisas recentes evidenciam que a manipulação do plano cartesiano contribui para a compreensão de conceitos algébricos e geométricos, além de promover o engajamento discente (OLIVEIRA et al., 2023; SILVA; ALMEIDA, 2022).

2. METODOLOGIA

A atividade foi desenvolvida no IFAL – Campus Murici, em uma turma do Programa Partiu IF, com cerca de 40 estudantes do 9º ano da rede pública. Trata-se de um relato de prática pedagógica conduzida no âmbito das ações de extensão e ensino do Instituto, sem coleta de dados pessoais ou análise individualizada de desempenho. As etapas estão descritas a seguir:

1. Aula teórica sobre funções e áreas de figuras planas.

2. Construção colaborativa do plano cartesiano: A construção foi realizada em três fases: (1) preparação da base - marcação dos eixos x e y na bandeja de ovos com caneta permanente; (2) identificação dos quadrantes - coloração diferenciada das células para representar os quadrantes do plano cartesiano; (3) fixação dos materiais - uso de alfinetes e barbante para criar as linhas guia dos eixos coordenados. Todo o processo foi realizado colaborativamente, com cada grupo organizando-se para distribuir tarefas entre seus membros.

3. Aplicação prática:

3.1 Localização de pontos, formação de figuras geométricas e cálculo de áreas: Para a atividade de localização de pontos, cada grupo recebeu um conjunto específico de coordenadas. Os estudantes utilizaram tampinhas coloridas para representar cada ponto, sendo orientados a usar cores diferentes para pontos em diferentes quadrantes. O processo de localização foi acompanhado pelos pesquisadores, que mediarão discussões sobre a relação entre os sinais das coordenadas e a posição no plano.

- i. Grupo 1: (2,3); (-2,5); (-3,-4); (2,-3); (0,3); (2,0); (0,-3), (-4,0)
- ii. Grupo 2: (3,2); (-3,4); (-2,-4); (1,-3); (0,2); (1,0); (0,-2); (-3,0)
- iii. Grupo 3: (1,4); (-2,4); (-1,-4); (1,-2); (0,1); (4,0); (0,-4); (-2,0)
- iv. Grupo 4: (4,1); (-3,2); (-5,-4); (2,-2); (0,4); (3,0); (0,-2); (-2,0)
- v. Grupo 5: (3,4); (-1,2); (-4,-5); (1,-4); (0,5); (5,0); (0,-1); (-1,0)
- vi. Grupo 6: (4,3); (-4,2); (-3,-5); (1,-5); (0,2); (4,0); (0,-3); (-5,0)

Para o cálculo de áreas, os grupos utilizaram dois métodos: (1) método experimental - contagem direta das células da bandeja de ovos cobertas pelas figuras formadas pelo barbante; (2) método geométrico - aplicação de fórmulas tradicionais após medir as dimensões usando como unidade de medida o lado de cada célula da bandeja. As coordenadas de cada grupo estão listadas abaixo:

- i. Grupo 1: (3,1); (1,3); (5,3); (3,5)
- ii. Grupo 2: (3,1); (1,1); (5,3); (-1,3)
- iii. Grupo 3: (-4,4); (-4,-4); (4,-4); (4,4)
- iv. Grupo 4: (-4,3); (-4,-3); (5,-3); (5,3)
- v. Grupo 5: (-2,-3); (5,-3); (-2,4)
- vi. Grupo 6: (-1,-2); (3,-2); (-1,2); (-5,2)

3.2 Estudo de funções afins (crescente e decrescente)

Para o estudo das funções afins, cada grupo recebeu valores de x pré-determinados (-2, -1, 0, 1, 2) e foi orientado a escolher coeficientes angular e linear que caracterizassem funções crescentes e decrescentes. Utilizando o barbante, construíram as representações gráficas, observando experimentalmente o efeito dos coeficientes no comportamento das funções. Discussões sobre taxa de variação e intersecção com os eixos foram mediadas pelos pesquisadores.

O Quadro 1 apresenta a duração de cada etapa, materiais utilizados, objetivos e habilidades desenvolvidas.

Quadro 1 – Atividades desenvolvidas durante a execução do trabalho.

Etapa	Duração	Materiais por grupo	Objetivos específicos	Competências desenvolvidas
Construção	90 min	Bandeja, tampinhas, barbante, alfinetes	Construir representação física do plano cartesiano	Trabalho colaborativo, coordenação motora

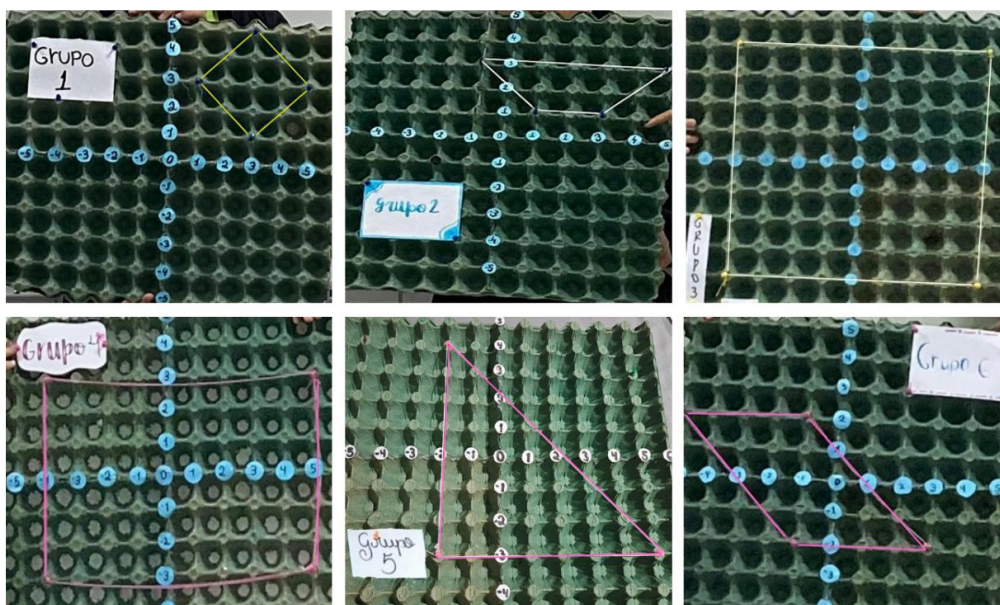
Localização	45 min	Bandeja, tampinhas coloridas, lista de coordenadas	Associar pares ordenados a pontos no plano	Raciocínio espacial, abstração
Cálculo de áreas	90 min	Barbante, alfinetes	Comparar métodos experimental e geométrico	Pensamento crítico, aplicação de fórmulas
Funções Afins	60 min	Barbante, cartões com valores	Visualizar comportamento de funções	Raciocínio algébrico e análise gráfica

Fonte: Registros da aula, 2025.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A construção e manipulação do plano cartesiano possibilitou aos discentes novas formas de compreender conteúdos matemáticos antes trabalhados de modo abstrato. No início, muitos apresentaram dificuldades em localizar pontos e visualizar figuras, especialmente no reconhecimento dos quadrantes e na interpretação dos sinais das coordenadas. Entretanto, ao utilizar o material concreto, a representação palpável favoreceu a compreensão espacial, tornando o processo mais intuitivo e acessível (Figura 1). Esse achado dialoga com Piaget (1976), que enfatiza a importância da ação concreta para o desenvolvimento cognitivo.

Figura 1 – Representando as figuras geométricas empregando o plano cartesiano construído.

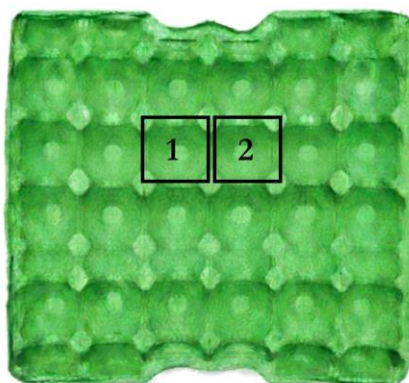


Fonte: Registros da aula, 2025.

No cálculo das áreas, durante a atividade, foi possível observar que os grupos perceberam que poderiam obter o mesmo resultado por dois métodos: (i) experimental, com base no material concreto (Figura 2), e (ii) geométrico, utilizando as fórmulas tradicionais

(Tabela 1). Esse confronto entre diferentes estratégias possibilitou reflexões críticas, levando os alunos a compararem procedimentos e validarem resultados. Lorenzato (2006) defende que o uso de materiais concretos tem esse potencial de fomentar a reflexão e o pensamento crítico, confirmando o observado nesta pesquisa.

Figura 2 – Cálculo da área empregando material concreto. Cada quadrado representa uma unidade de área.



Fonte: Registros da aula, 2025.

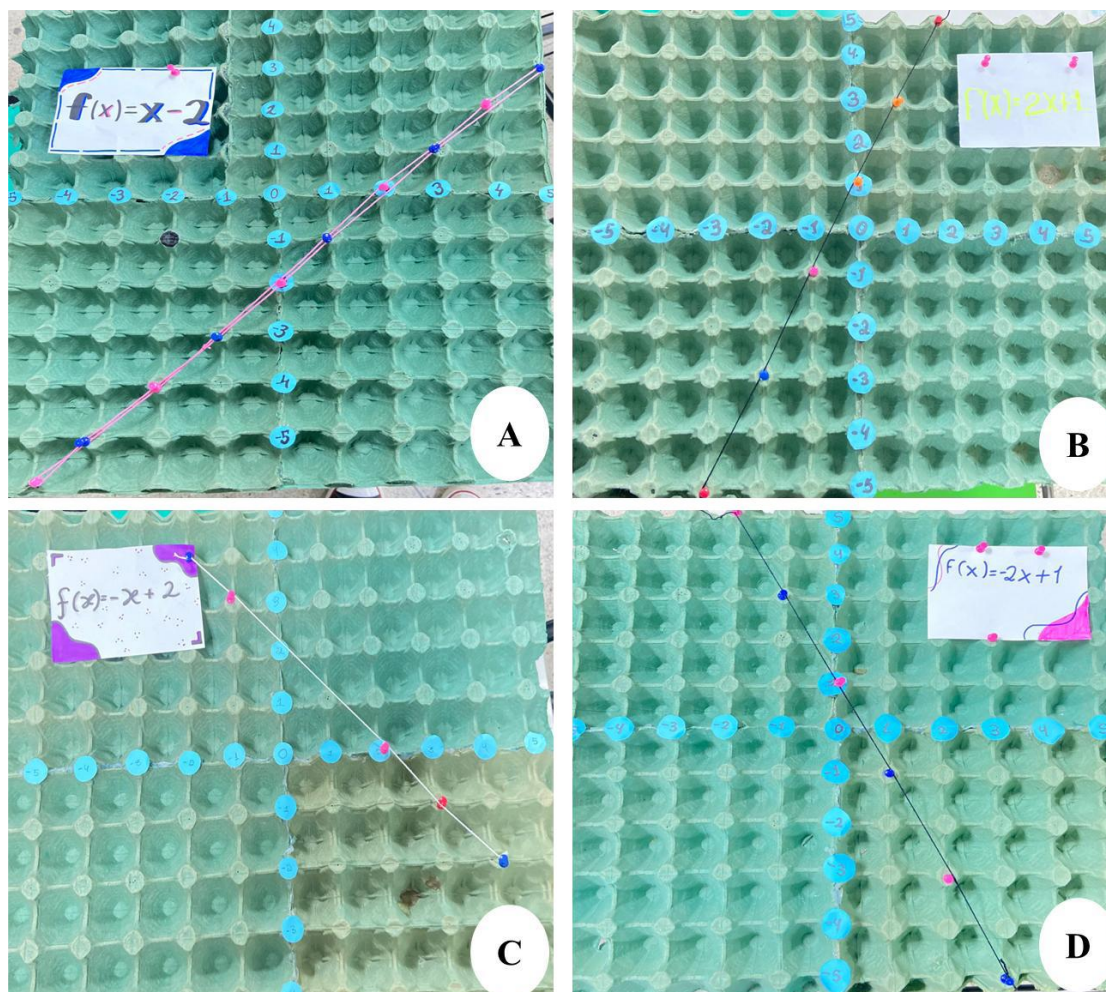
Tabela 1 – Cálculo da área empregando fórmulas matemáticas.

Grupos	Figura formada	Cálculo da área
1	Losango	$A = \frac{d \times D}{2}$
2	Trapézio	$A = \frac{(B + b)}{2} \times h$
3	Quadrado	$A = a^2$
4	Retângulo	$A = a \times b$
5	Triângulo	$A = \frac{b \times h}{2}$
6	Paralelogramo	$A = a \times h$

Fonte: Registros da aula, 2025.

No estudo de funções, a visualização das retas no plano manipulável permitiu que os alunos identificassem mais claramente o comportamento crescente e decrescente. A inclinação das retas tornou-se um recurso visual eficaz para compreender a noção de coeficiente angular e sua relação com a taxa de variação (Figura 3). Essa prática evidencia o que Ausubel (2003) denomina de aprendizagem significativa, na qual o novo conhecimento se ancora em estruturas já existentes na mente do aluno, tornando-se mais estável.

Figura 3 – Estudando função afim no Plano Cartesiano. A e B funções crescentes, C e D funções decrescentes.



Fonte: Registros da aula, 2025.

Outro resultado relevante foi o aumento do engajamento. Muitos estudantes que inicialmente mostravam resistência à disciplina participaram ativamente das etapas, discutindo estratégias e colaborando na resolução das tarefas. Esse envolvimento reforça o caráter socioafetivo da aprendizagem e confirma que o uso de materiais concretos contribui não apenas para a compreensão conceitual, mas também para a valorização do trabalho em grupo, da criatividade e da autonomia (FREIRE, 1996; NACARATO; PASSOS, 2023).

Em síntese, a experiência revelou que o plano cartesiano manipulável constitui um recurso pedagógico de baixo custo, mas de alto potencial, tanto para explorar conteúdos matemáticos quanto para estimular habilidades cognitivas e socioemocionais. Os resultados dialogam com estudos recentes (OLIVEIRA et al., 2023; SILVA; ALMEIDA, 2022; SILVA et al., 2025), que também apontam ganhos significativos no aprendizado de funções e geometria

a partir do uso de recursos manipulativos; bem como o uso de material dourado como ferramenta visual e manipulativa no ensino de equações do 2º grau.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A experiência mostrou que o uso de metodologias ativas e materiais concretos, como o plano cartesiano manipulável, pode favorecer a aprendizagem de conceitos matemáticos tradicionalmente abstratos, amplia o engajamento discente e estimula a autonomia. A questão de pesquisa, como o uso desse recurso pode contribuir para a aprendizagem significativa, mostrou-se respondida positivamente, uma vez que os alunos desenvolveram não apenas a compreensão conceitual, mas também competências de colaboração, argumentação e pensamento crítico.

Esses resultados reforçam os achados de Oliveira et al. (2023) e Silva e Almeida (2022), confirmando que a manipulação concreta do plano cartesiano contribui para a visualização e compreensão de funções e figuras geométricas. Além disso, a simplicidade e o baixo custo do recurso o tornam replicável em diferentes contextos escolares, inclusive em ambientes com escassez de tecnologias digitais, ampliando sua relevância social e pedagógica.

Entretanto, algumas limitações devem ser reconhecidas: o estudo foi aplicado apenas em uma turma de ensino fundamental, em um período reduzido, sem acompanhamento longitudinal ou instrumentos quantitativos sistemáticos para avaliar a evolução da aprendizagem. Assim, embora os resultados apontem tendências positivas, ainda não é possível generalizar as conclusões para outros contextos de forma ampla.

Para pesquisas futuras, recomenda-se: (i) ampliar a aplicação para diferentes etapas da educação básica, inclusive o ensino médio; (ii) explorar novos conteúdos matemáticos, como trigonometria, estatística e funções quadráticas; (iii) realizar estudos comparativos entre turmas que utilizam e não utilizam o recurso; e (iv) investigar a integração entre materiais concretos e recursos digitais, de modo a potencializar ainda mais a aprendizagem ativa.

Em conclusão, o plano cartesiano manipulável configura-se como uma alternativa pedagógica promissora, capaz de democratizar o acesso ao conhecimento matemático e de contribuir para uma prática educativa mais significativa, contextualizada e alinhada às necessidades dos estudantes.

REFERÊNCIAS

AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva**. Lisboa: Plátano, 2003.

BACICH, L.; MORAN, J. **Metodologias ativas para uma educação inovadora**. Porto Alegre: Penso, 2023.

BERBEL, N. A. N. **Metodologias ativas e a promoção da autonomia de estudantes**. São Paulo: Edições Loyola, 2020.

BORBA, M. C. **Recursos digitais e manipulação virtual no ensino de matemática**. Revista Brasileira de Educação, v. 27, e270001, 2022.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2018. Disponível em: <https://basenacionalcomum.mec.gov.br/>.

BRASIL. **Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996**. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Diário Oficial da União, Brasília, p. 27833, 23 dez. 1996.

D'AMBROSIO, U. **Educação matemática: da teoria à prática**. Campinas: Papyrus, 1996.

DIAS, J. **O impacto da pandemia na Educação: saúde docente, novas tecnologias e desafios da escola pública brasileira**. In: MONTEIRO, S. (org.). Educação a distância na era COVID-19. Paraná: Atena, 2020.

DO NASCIMENTO, Arlyson Alves et al. **Educação Financeira na BNCC: Uma Análise da Abordagem Transversal e do Potencial Lúdico**. Revista Alagoana de Ensino de Matemática, v. 1, p. 17-26, 2025.

DOS SANTOS, L. R. et al. **A importância da formação continuada para professores: como melhorar a prática pedagógica**. Lumen et Virtus, v. 16, n. 46, p. 1630–1643, 2025.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

IDEB. **Índice de Desenvolvimento da Educação Básica – 2023**. Brasília: INEP, 2023.

LEMES, J. C.; CRISTOVÃO, E. M.; GRANDO, R. C. **Características e possibilidades pedagógicas de materiais manipulativos e jogos no ensino da Matemática**. Bolema, v. 38, e220201, 2024.

LENGRUBER, F. **Dicionário de Matemática**. Curitiba: Base Editorial, 2011.

LORENZATO, S. **O laboratório de ensino de matemática na formação de professores**. Campinas: Autores Associados, 2006.

MESQUITA, M. N.; CEOLIM, A. J.; CIBOTTO, R. A. G. **Modelagem matemática na perspectiva da educação matemática crítica**. Revista Brasileira de Educação, v. 26, n. 2, e260022, 2021.

NACARATO, A. M.; PASSOS, C. L. B. (2023). **Matemática nos anos iniciais: materiais manipulativos e resolução de problemas**. São Paulo: Autêntica.

NASCIMENTO, A. A. do; SANTOS, W. P. dos; OLIVEIRA, A. da S.; SILVA, A. C. O. da. (2025). **Aprendizagem Matemática por Meio de Atividades Lúdicas: Experiências e Impactos em Sala de Aula**. Revista Brasileira de Ensino e Aprendizagem, 12, 141-155.

NASCIMENTO, A. A. do; SILVA JÚNIOR, M. J. da; SILVA, S. J. F. da. **Experimentação e Descoberta: Desenvolvimento de Atividades Experimentais para o Aprendizado Ativo no Laboratório de Ensino de Matemática**. Revista Brasileira de Ensino e Aprendizagem, 12, 193-204, 2025.

OCDE. PISA 2022: **Resultados – Brasil**. Paris, 2023.

OLIVEIRA, A. M. P. et al. **O uso do plano cartesiano manipulável no ensino de funções afins**. Educação Matemática em Revista, v. 28, n. 60, p. 45-60, 2023.

PIAGET, J. **A equilibração das estruturas cognitivas: problema central do desenvolvimento**. Rio de Janeiro: Zahar, 1976.

PONTES, E. A. S. **O ato de ensinar do professor de matemática na educação básica**. Ensaios Pedagógicos, v. 2, n. 2, p. 109–115, 2018.

SILVA, A. C. O.; MENEZES, R. C.; do NASCIMENTO, A. A. **A resolução de equações do 2º grau com Material Dourado: uma proposta didática interdisciplinar e visual**. Revista Brasileira de Ensino e Aprendizagem, v. 11, p. 301-314, 2025.

SILVA, J. P.; ALMEIDA, L. M. W. **Recursos manipuláveis e aprendizagem significativa: um estudo com alunos do ensino fundamental**. Bolema, v. 36, n. 72, p. 1-20, 2025.

VISEU, F. et al. **A representação gráfica na aprendizagem de funções por alunos do 10.º ano**. Educación Matemática, v. 34, n. 1, p. 186–213, 2022.

ZANELLA, A. C. S.; ROCHA, F. S. M. **Dificuldades na aprendizagem matemática**. Caderno Intersaberes v. 9, n. 22, p. 26–40, 2020.