ISSN: 2358-8829

SISTEMAS LINEARES NO PRIMEIRO ANO DO ENSINO MÉDIO, APRENDIZAGEM ATIVA COM TECNOLOGIAS DIGITAIS MÓVEIS E INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL GENERATIVA NA AULA DE MATEMÁTICA

João Pereira Viana Filho [1]
Jefferson Manoel da Silva [2]
Orientadora Barbara Lutaif Bianchini [3]

RESUMO

Apresentamos uma experiência com o primeiro ano do Ensino Médio, focada na aprendizagem ativa mediada por tecnologias digitais móveis e inteligência artificial generativa (IAG) nas aulas de Matemática, com objetivo de investigar os aspectos da aprendizagem ativa que se apresentam enquanto os estudantes mobilizam a inteligência artificial generativa em seus celulares, durante uma atividade envolvendo sistemas lineares 2 x 2. Buscamos identificar quais aspectos dessa aprendizagem são evidenciados durante o processo e, como a mobilização da IAG pode contribuir para a resolução da situação problema e a compreensão das propriedades matemáticas envolvidas nos sistemas de equações desse tipo? Trata-se de uma pesquisa ação qualitativa, na qual foi utilizada a Instrução por Pares. Fundamentada nos pressupostos que envolvem as metodologias ativas, a pesquisa foi realizada com cinco turmas de uma escola pública estadual de Pernambuco, cujos alunos utilizaram ChatGPT ou Gemini para interagir com a IAG. A partir da análise dos dados coletados por meio de fotografias, registros escritos dos alunos e das observações do professor-pesquisador, constatou-se que diversos elementos da aprendizagem ativa, como o protagonismo, a personalização e a construção do estilo próprio de aprendizagem, o envolvimento reflexivo com o objeto matemático, foram evidenciados enquanto os estudantes mobilizaram a IAG para mediar a resolução de uma situação problema planejada. Além disso, a IAG pode ainda ajudar na resolução por diferentes métodos, favorecendo na tomada de decisões, na interpretação da situação proposta e na compreensão do significado da resposta encontrada.

Palavras-chave: Sistema linear, Aprendizagem ativa, Inteligência artificial generativa.

INTRODUÇÃO

Neste artigo, apresentamos uma análise de uma experiência realizada com alunos de primeiro ano do Ensino Médio, focada na aprendizagem ativa mediada por tecnologias digitais móveis e inteligência artificial generativa (IAG) na aula de Matemática. Nosso

[1] Doutorando em Educação Matemática da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo – PUC-SP, joao2pvf@gmail.com;
[2] Graduado pelo Curso de Licenciatura em Matemática da Universidade Federal de Pernambuco - UFPE, jeffersonmanoelufpe@gmail.com;
[3] Orientadora Doutora Barba Lutaif Bianchini, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo – PUC-SP, barbara@pucsp.br;

interesse está na investigação em Educação Matemática de situações didáticas que colocam os estudantes em contextos de aprendizagem ativa, mediados por tecnologias digitais móveis e inteligência artificial no estudo da Matemática na escola.

O estudo investigou os aspectos da aprendizagem ativa evidenciados durante o uso de Inteligência Artificial Generativa (IAG) em celulares por estudantes na resolução de uma atividade sobre sistemas lineares 2 x 2. A pesquisa buscou responder quais aspectos dessa aprendizagem emergem no processo e como a IAG contribui para a resolução do problema e para a compreensão das propriedades matemáticas envolvidas. Para isso, foi aplicada uma atividade composta por uma questão e cinco itens em cinco turmas de uma escola pública da rede estadual de Pernambuco, com média de 50 estudantes por turma, com idade entre 15 e 17 anos, caracterizadas pela heterogeneidade e a presença de estudantes com dificuldades em matemática elementar.

A Instrução por Pares foi adotada como metodologia ativa de aprendizagem e, devido à familiaridade dos estudantes, utilizou-se o ChatGPT ou o Gemini. A interação com a IAG permitiu aos alunos analisar, comparar e verificar a resolução da situação problema. A análise das interações, das respostas escritas nas folhas e das imagens coletadas revelou que a utilização da IAG evidencia e ajuda a promover a aprendizagem ativa, ampliando a participação dos estudantes e favorecendo as interações entre os alunos, entre alunos e professor, e entre o estudante e o conhecimento matemático mobilizado.

ABORDAGEM METODOLÓGICA

A pesquisa-ação segundo Fiorentini e Lorenzato (2009), constitui um tipo de pesquisa participante na qual o pesquisador integra o ambiente estudado. “Trata-se de um processo investigativo de intervenção em que caminham juntas prática investigativa, prática reflexiva e prática educativa” (Fiorentini; Lorenzato, 2009, p. 112). Em pesquisas qualitativas “a temática deve ser realmente uma problemática vivenciada pelo pesquisador, ela deve lhe dizer respeito” (Severino, 2018, p. 144). A análise baseou-se em uma experiência desenvolvida com estudantes do primeiro ano do Ensino Médio, focada na aprendizagem ativa de Matemática mediada por tecnologia digital, abordando sistemas de equações lineares 2 x 2 conforme propõe o Currículo do estado de Pernambuco (2021). Para isso, utilizaram-se as versões gratuitas da Inteligência Artificial Generativa (IAG)

ISSN: 2358-8829

do ChatGPT e do Gemini em celulares. De acordo com Fiorentini e Lorenzato (2009), a coleta de dados nesse tipo de investigação é realizada diretamente no ambiente em que o fenômeno ocorre e é observado e pode ser efetuada por meio de diferentes instrumentos. Nesta pesquisa, foi feita por meio da observação participante do professor-pesquisador, dos registros produzidos pelos estudantes e deixados no papel e das fotografias das telas dos aparelhos celulares.

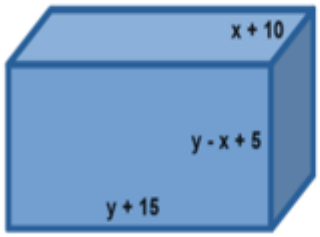
De acordo com o documento orientador sobre o uso de inteligência artificial nas escolas, Brasil (2026), as IAs voltadas à educação "são sistemas desenhados para interagir diretamente com estudantes, com o objetivo de apoiar processos de ensino-aprendizagem, personalizar percursos educativos, oferecer feedback em tempo real e ampliar experiências pedagógicas" (Brasil, 2026, p. 10). Para Kenski (2026) "Um dos aspectos mais transformadores do uso da IA no ensino é sua capacidade de adaptar o conteúdo às condições de cada estudante" (Kenski, 2026, p. 168). O ChatGPT e o Gemini desempenharam essa função no contexto da pesquisa. Com foco na aprendizagem ativa mediada por essas tecnologias, a atividade fundamentou-se em quatro habilidades ou descritores da matriz de referência do Sistema de Avaliação Educacional de Pernambuco (SAEPE), que é parte do Currículo para o Ensino Médio, relativos a sistemas de equações lineares 2 x 2. (D09) Relacionar a determinação do ponto de interseção de duas ou mais retas com a resolução de um sistema de equações com duas incógnitas. (D11) Resolver problema envolvendo o cálculo de perímetro de figuras planas. (D13) Resolver problema envolvendo a área total ou volume de um sólido. (D15) Resolver problema que envolva variação proporcional, direta ou inversa, entre grandezas.

A atividade foi desenvolvida no primeiro semestre de 2026 com cinco turmas do primeiro ano do Ensino Médio, reunindo em média 50 estudantes por turma, com idades entre 15 e 17 anos. A proposta buscou proporcionar uma experiência de aprendizagem ativa com o uso da inteligência artificial generativa para revisar conteúdos sobre sistemas lineares abordados ao longo de um trimestre, estimulando a observação crítica e reflexiva das representações algébricas e gráficas e a análise de suas soluções. Além disso, oportunizar que a interação mediada pela tela do celular permitisse a manipulação dinâmica dos gráficos, aproximando conceitos abstratos da experiência perceptiva dos alunos.

A atividade que integrou o conjunto de instrumentos avaliativos de um trimestre letivo, teve uma questão composta por cinco itens a serem respondidos com a mediação de uma inteligência artificial generativa: o ChatGPT ou Gemini, inicialmente escolhida pelo estudante, conforme a familiaridade que possuía com o aplicativo.

Figura 1: questão proposta na atividade acompanhada do primeiro item solicitado

(QUESTÃO 4) Observe a caixa seguinte e utilizando um **APP de IAG** (Inteligência Artificial Generativa) tente responder os itens seguintes.



a) Sendo o perímetro da face frontal de 160 cm e o perímetro da face lateral direita de 100 cm. Monte um sistema de equações de primeiro grau, resolva e determine os valores de **x** e de **y.**

Fonte: elaborado pelos autores.

Como abordagem metodológica de aprendizagem ativa foi adotada a Instrução por Pares, que segundo Carvalho (2018), alguns autores preferem chamar de Instrução pelos Colegas ou no original em inglês Peer Instruction. Método que segundo Petter, Espinosa e Araujo (2021) foi desenvolvido pelo Professor Eric Mazur da Universidade de Harvard na década de 1990. Nessa abordagem os alunos são estimulados a discutir as questões propostas com os colegas, justificando suas respostas e apontando elementos conceituais para promover maior engajamento e a aprendizagem mútua. Partindo do conhecimento prévio adquirido por meio de leituras ou pesquisas, os estudantes esclarecem dúvidas entre si durante a atividade e, com a mediação do professor, aprofundam a compreensão do tema.

OS REFERENCIAIS TEÓRICOS E OS DOCUMENTOS OFICIAIS

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (Brasil, 2018) aponta a importância da contextualização interna e integração entre os campos da Matemática, como a Álgebra e a Geometria, para poder ampliar a ideia de coordenadas para a representação gráfica de sistemas de equações do 1º grau no plano cartesiano, como propõe na habilidade (EM13MAT301), “resolver e elaborar problemas do cotidiano, da Matemática e de outras

áreas do conhecimento, que envolvem equações lineares simultâneas, usando técnicas algébricas e gráficas, incluindo ou não tecnologias digitais" (Brasil, 2018, p. 528).

Em conformidade com a BNCC, o Currículo de Pernambuco (2021) recomenda o desenvolvimento do pensamento algébrico desde o Ensino Fundamental. Afirmando ser essencial na formulação de modelos matemáticos e na análise de relações quantitativas e grandezas, sendo o uso de letras e símbolos necessário na identificação de regularidades, para se estabeleçam relações de interdependência e transitem entre representações ao resolver equações e inequações com compreensão dos procedimentos. Indicando as habilidades (EF08MA08PE) "Resolver e elaborar problemas relacionados ao seu contexto próximo, que possam ser representados por sistemas de equações de 1º grau com duas incógnitas e interpretá-los, utilizando, inclusive, o plano cartesiano e tecnologias digitais como recursos" (Pernambuco, 2018, p. 416). E, (EM13MAT301PE17) "Resolver e elaborar situações-problema do cotidiano, em torno das equações lineares simultâneas, por exemplo, sistemas de equações do 1º grau, utilizando técnicas algébricas e gráficas, com e/ou sem apoio de tecnologias digitais" (Pernambuco, 2021, p. 233).

De acordo com Cunha Neto (2020), a definição formal de sistemas de equações lineares possui uma longa trajetória histórica e lógica nem sempre explícita aos estudantes, envolvendo ideias de simultaneidade, inter-relação entre equações, comparações, métodos de resolução e representações semióticas, além de sintetizar a generalização do pensamento algébrico, variáveis, coeficientes e modelos algébricos e geométricos. Complementarmente, Paiva (2023) destaca que o estudo desse tema se apoia em retas, planos, combinações lineares, matrizes e praxeologias matemáticas fundamentadas em métodos analíticos e numéricos.

Em livros didáticos podemos encontrar a definição. "Chamamos de equação linear, nas incógnitas $x_1, x_2,\ldots,x_n$, toda equação do tipo $a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + a_{13}x_3 +\ldots+ a_{1n}x_n = b$. Os números $a_{11}, a_{12}, a_{13},\ldots,a_{1n}$, todos reais, são chamados coeficientes e b, também real, é o termo independente da equação" (Iezzi; Hazzan, 2019, p. 127). E, para sistema linear a definição. "É um conjunto de m (m≥1) equações lineares, nas incógnitas $x_1,x_2,x_3, \ldots,x_n$" (Iezzi; Hazzan, 2019, p. 128).

$$\begin{cases} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + a_{13}x_3 + \ldots + a_{1n}x_n = b_1 \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + a_{23}x_3 + \ldots + a_{2n}x_n = b_2 \\ a_{31}x_1 + a_{32}x_2 + a_{33}x_3 + \ldots + a_{3n}x_n = b_3 \\ \quad\vdots \quad\vdots \quad\vdots \quad\vdots \quad\vdots \quad\vdots \quad\quad\vdots \quad\vdots \\ a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + a_{m3}x_3 + \ldots + a_{mn}x_n = b_m \end{cases}$$

Para a solução da equação linear, “Dizemos que a sequência ordenada de números reais (α_1, α_2, α_3, ..., α_n) é uma solução da equação linear $a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + a_{13}x_3 +...+ a_{1n}x_n = b$ se $a_{11}\alpha_1 + a_{12}\alpha_2 + a_{13}\alpha_3 +...+ a_{1n}\alpha_n = b$ forma uma sentença verdadeira” (Iezzi; Hazzan, 2004, p. 128). E, segundo Steinbruch e Winterle (1995), constituem solução de um sistema linear os valores das variáveis que transformam simultaneamente as equações em identidade, isto é, que satisfazem a todas as equações.

Segundo o tipo de solução, Steinbruch e Winterle (1995) classificam os sistemas lineares em três. Sistema possível e determinado (SPD), quando admite solução única, se for da forma 2x2, apresenta duas retas concorrentes no plano cartesiano, sendo a solução o ponto de interseção entre as retas. Sistema possível e indeterminado (SPI), quando admite mais de uma solução, na forma 2x2, apresenta duas retas coincidentes, possuindo infinitos pontos coincidentes e infinitas soluções possíveis. E sistema incompatível ou impossível (SI), não admite solução, e na forma 2x2, apresenta duas retas paralelas no plano cartesiano, não contendo pontos comuns nem soluções possíveis.

Em relação à aprendizagem, o Complemento à Base Nacional Comum Curricular Brasil (2022), BNCC da Computação, recomenda a habilidade (EM13CO10) “Conhecer os fundamentos da Inteligência Artificial, comparando-a com a inteligência humana, analisando suas potencialidades, riscos e limites” (Brasil, 2022, p. 60). E define, “A Inteligência Artificial (IA) refere-se a sistemas ou máquinas que imitam a inteligência humana para executar tarefas e tomar decisões” (Brasil, 2022, p. 65). Ressalta que a automatização de tarefas cognitivas é uma relevante contribuição da inteligência artificial, contudo, alerta para os riscos do uso indiscriminado. Cabe à área de Matemática e suas Tecnologias a responsabilidade de mobilizar o potencial dos estudantes para incentivar processos de reflexão e abstração, sustentando modos de pensar analíticos, criativos e sistêmicos. O uso de tecnologias aprofunda o engajamento ativo na resolução de problemas, reforçando a capacidade de raciocinar logicamente, formular conjecturas e embasar decisões éticas voltadas ao bem comum, afirma o documento.

Nesse aspecto, o Currículo de Pernambuco propõe a habilidade EMIFMAT08PE, “Selecionar e mobilizar recursos didáticos aplicado aos conhecimentos matemáticos e da Inteligência Artificial para propor ações individuais e/ou coletivas de situações socioculturais e ambientais” (Pernambuco, 2021, p. 547). O documento indica que a linguagem matemática permite ao aluno perceber sua universalidade e, como sujeito ativo, utilizar estratégias e tecnologias para compreender com flexibilidade, variados

registros de representação, solucionando problemas nos quais os conceitos matemáticos recebem significado e sentido.

As tecnologias digitais podem permitir ao estudante personalizar e dinamizar seu processo de aprendizagem e interagir com o conhecimento em ação e, “se tivermos experiência em educação matemática e adotarmos uma abordagem reflexiva e adaptativa, seremos capazes de interagir de forma mais eficaz com a IAG” (Pochulu, 2025, p. 61). O autor revela ainda que a incorporação da IAG é desafio e oportunidade, exigindo mentalidade aberta ao integrá-la ao ensino. Nunes et al. (2025), por sua vez, destacam que as tecnologias de IA na educação promovem mudanças significativas no contexto brasileiro, sendo uma estratégia para enfrentar desigualdades históricas das escolas públicas e atender às necessidades individuais e estilos de aprendizagem dos alunos, tornando a IA inclusiva e eficaz. Esses enfoques convergem para a noção ampliada de juventude, participante e ativa na formação, proposta pela BNCC. Por sua vez, essa visão considera que “A vida é um processo de aprendizagem ativa, de enfrentamento de desafios cada vez mais complexos” (Bacich; Moran, 2018, p. 2), em que aprendemos “não apenas para nos adaptarmos à realidade, mas, sobretudo, para transformar, para nela intervir, recriando-a” (Freire, 2005, p. 28).

O conhecimento matemático relaciona-se ao desenvolvimento da humanidade, e as metodologias de aprendizagem ativa consideram o aprendiz protagonista na construção dessa história, não um simples observador, Bacich e Moran (2018) destacam que essas metodologias enfatizam o envolvimento participativo e reflexivo do aluno em todas as etapas. Para Carvalho (2018), são metodologias ativas, o ensino por meio de projetos; as soluções de estudo de caso; a instrução por pares; a sala de aula invertida; dentre outras. Por meio delas, o aprender ganha significado, pois vivemos em processos de aprendizagem ativa contínua e aprendemos a partir de situações concretas, que aos poucos ampliamos e generalizamos, afirmam Bacich e Moran (2018).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Em conformidade com a Instrução por Pares, os estudantes trabalharam em duplas para discutir a situação-problema e interagir entre si, com o professor e com a IAG. Previamente, foram abordadas questões relativas ao uso ético e responsável da tecnologia para o estudo, incluindo os cuidados com dados pessoais, conforme recomenda o

Documento Orientador sobre Caminhos Curriculares e Práticas Éticas de Uso de IA nas Escolas, Brasil (2026).

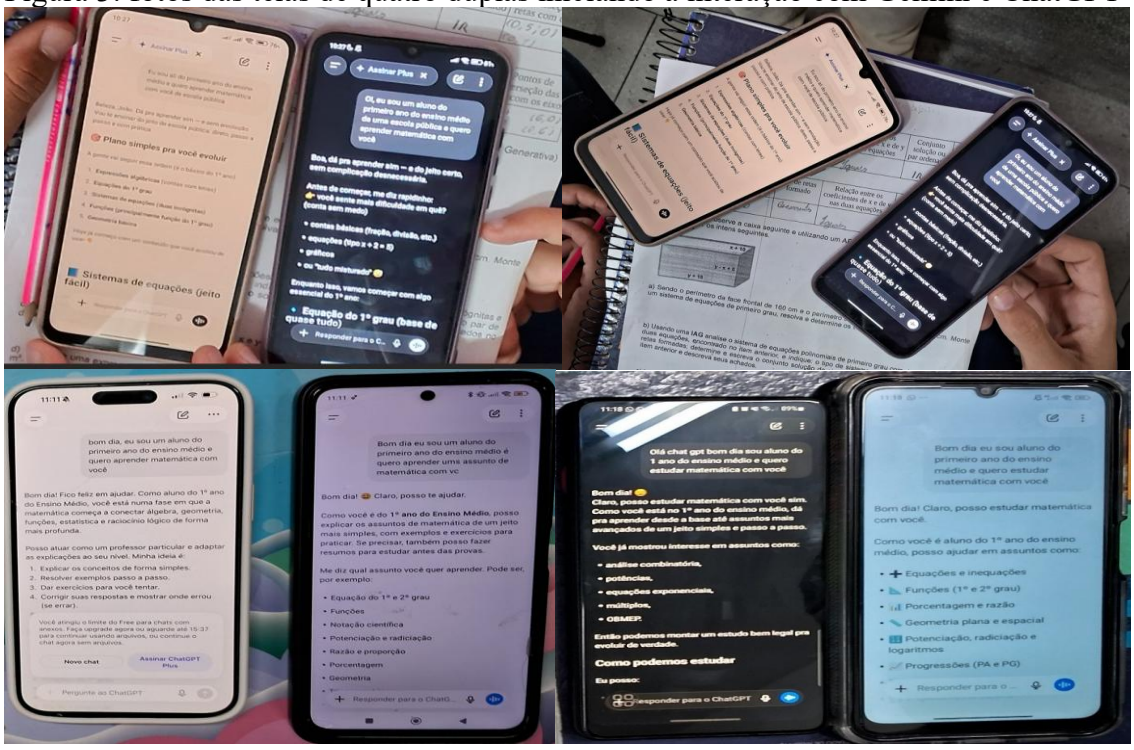
Figura 2: fotos registrando interação dos alunos com professor e aluno com aluno



Fonte: dados da pesquisa dos autores.

As imagens acima evidenciam a aprendizagem ativa em ação, mostrando estudantes interagindo com o professor e entre si, a exemplo de uma aluna que explicava a outra dupla o comportamento das retas concorrentes de um sistema possível e determinado (SPD). Essa dinâmica, impulsionada pela Instrução por Pares e pela mediação tecnológica, mostra o protagonismo, a interação e o envolvimento dos alunos, alinhando-se aos pressupostos de Bacich e Moran (2018) e ao Currículo de Pernambuco (2021), que preconizam o estudante como sujeito ativo na articulação de conceitos matemáticos.

Figura 3: fotos das telas de quatro duplas iniciando a interação com Gemini e ChatGPT

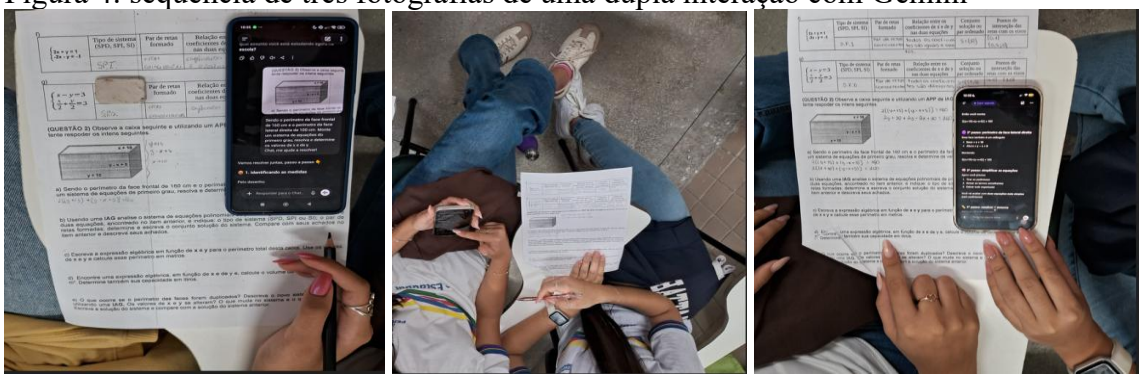


Fonte: dados da pesquisa dos autores.

As imagens ilustram o início da interação das duplas com o Gemini e o ChatGPT, iniciada por um prompt de apresentação em que o estudante informava suas características à IAG antes de iniciar os procedimentos da atividade. Conforme aponta Pochulu (2025), a elaboração adequada de prompts é um aspecto fundamental da IA Generativa, pois instruções bem estruturadas permitem que a ferramenta conecte os dados de sua base e aprimore suas respostas e interações ao longo do tempo.

Para uniformizar o contato inicial, sugeriu-se a utilização de um prompt de apresentação padronizado: “Bom dia, sou aluno do primeiro ano do Ensino Médio de uma escola pública do estado de Pernambuco e, gostaria de sua ajuda para estudar Matemática”. No entanto, a liberdade concedida e o número de alunos resultaram em variações na digitação do texto inicial, evidenciando a personalização do estilo de aprendizagem e a autonomia dos estudantes ao adaptarem a instrução ao próprio perfil. Essa flexibilidade reflete o caráter transformador da IA no ensino destacado por Kenski (2026), impulsionado pela capacidade da ferramenta de adequar os conteúdos às condições individuais de cada estudante.

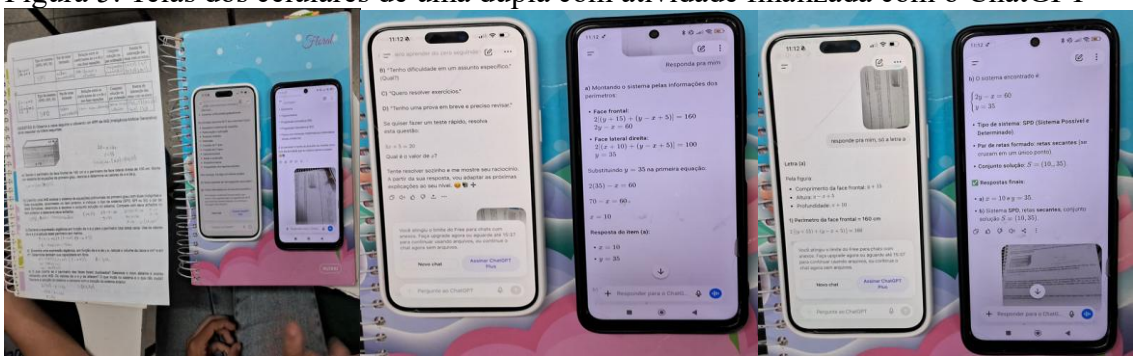
Figura 4: sequência de três fotografias de uma dupla interação com Gemini



Fonte: dados da pesquisa dos autores.

As imagens da figura 4 detalham a interação de uma dupla em três etapas: a apresentação da figura e emissão dos comandos iniciais ao chat; a análise compartilhada da resposta gerada para verificar sua adequação ao problema; e a interpretação das proposições da IAG com o registro da solução na folha. Essas etapas acionam elementos da aprendizagem ativa, uma vez que o discurso mais extenso da ferramenta exige que os estudantes comparem e avaliem criticamente a esquematização proposta em relação à atividade. Essa dinâmica estimula o protagonismo, a interação com o conteúdo e o levantamento de questionamentos discutidos com colegas e com o professor.

Figura 5: Telas dos celulares de uma dupla com atividade finalizada com o ChatGPT



Fonte: dados da pesquisa dos autores.

A Figura 5 apresenta a atividade concluída por uma dupla acompanhada de capturas de tela da discussão no ChatGPT, evidenciando que a estrutura das respostas varia entre diferentes aparelhos, mesmo ao utilizar o mesmo chat de IAG. Essa variação exigiu dos estudantes habilidades de comparação, interpretação dos resultados e autonomia de escolha, estimulando o protagonismo e a formação de sujeitos ativos e reflexivos. Essa dinâmica encontra respaldo em Bacich e Moran (2018), em Butzke (2015) no que tange à ampliação das possibilidades de interação e comunicação, e na BNCC (Brasil, 2018), que estabelece a aprendizagem como um processo dinâmico e participativo para a inserção autônoma e crítica do estudante.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A inserção das tecnologias digitais, em especial da inteligência artificial generativa, no ambiente escolar da Educação Básica para promover a aprendizagem ativa em Matemática permanece um grande desafio. Esse processo envolve dilemas como a presença de turmas numerosas e heterogêneas, a falta de infraestrutura física, de conectividade e de equipamentos de qualidade nas escolas, além de uma organização curricular engessada e pouco planejada, que limita a autonomia do professor para diversificar metodologias e aplicar propostas inovadoras.

Do ponto de vista didático, o planejamento, a experiência e o enfrentamento dos desafios aumentam as chances de sucesso de propostas inovadoras. Na experiência analisada, os estudantes apresentaram excelente receptividade à proposta, apesar de ter sido o primeiro contato com o uso da IAG para atividades de Matemática em sala de aula. Esse resultado foi viabilizado por um processo de preparação contínuo, com orientações sobre o uso da tecnologia focado no aprendizado reflexivo, evitando que a ferramenta

fosse utilizada para meras cópias passivas. A combinação com a Instrução por Pares proporcionou autonomia, segurança e engajamento dos alunos. Por fim, como nativos digitais, os estudantes aceitaram a proposta satisfatoriamente, solicitando novas atividades no mesmo formato e relatando ter explorado, de forma autônoma, outros conteúdos e plataformas de IAG, o que evidencia a consolidação de uma aprendizagem ativa com significado.

Do ponto de vista da resolução de problemas envolvendo sistemas de equações, a mediação da IAG mostrou-se bastante promissora ao expandir e diversificar o contato dos estudantes com a linguagem matemática para além dos limites do livro didático e das anotações de aula. A personalização das interações com os chats proporcionou uma exploração mais profunda do objeto matemático, gerando um volume expressivo de dados ilustrados pelo registro de até 90 fotografias da sequência de telas de uma única dupla, cujas análises pormenorizadas serão apresentadas em um estudo futuro. Por fim, o trabalho cumpriu seu objetivo, ao evidenciar que a atividade desenvolvida com turmas do 1º ano do Ensino Médio, mediada por IAG, mobilizou elementos centrais da aprendizagem ativa, tais como o protagonismo discente, o engajamento reflexivo com o objeto de estudo, a personalização e o desenvolvimento de um estilo próprio de aprendizagem na resolução de atividades envolvendo sistemas lineares 2x2.

REFERÊNCIAS

BACICH, Lilian e MORAN, José (Org.). **Metodologias Ativas para uma Educação Inovadora: uma abordagem teórico-prática**. Porto Alegre: Penso, 2018.

BRASIL, Ministério da Educação. **Inteligência Artificial na Educação Básica: documento orientador sobre caminhos curriculares e práticas éticas de uso de IA nas escolas.** Brasília: MEC, 2026.

BRASIL, Ministério da Educação. **Complemento à Base Nacional Comum Curricular: computação**. Brasília: MEC, 2022.

BRASIL, Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular.** Brasília: MEC, 2018.

BUTZKE, M. A. **Jogos de Empresas Baseados em Simulação e Aprendizagem Ativa: analisando a tomada de decisão em processos logísticos.** 173 f. Tese de Doutorado (Doutorado em Administração e Turismo). Universidade do Vale do Itajaí. Biguaçu, 2015.

CARVALHO, Waldemar J. B. de. **Metodologias Ativas no Ensino Médio Concomitante com o Ensino Profissional e Utilização de Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação.** 188 f. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Educação: currículo). Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. São Paulo, 2018.

CUNHA NETO, Júlio H. da. **Organização do Ensino-aprendizagem de Sistemas de Equações Lineares no Ensino Médio: um experimento didático-formativo.** 268 f. Tese de Doutorado (Doutorado em Educação). Universidade de Uberaba. Uberaba, 2020.

FIORENTINI, Dario e LORENZATO, Sérgio. **Investigação em Educação Matemática: percursos teóricos e metodológicos.** 3 ed. Campinas: Autores Associados, 2009.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da Autonomia: saberes necessários à prática educativa.** 31 ed. São Paulo: Paz e Terra, 2005.

IEZZI, Gelson; HAZZAN, Samuel. **Fundamentos de matemática elementar: sequências, matrizes, determinantes, sistemas**. 2. ed. São Paulo: Atual, 2019.

KENSKI, Vani. **Tempos de Mudanças: a reinvenção do ensinar na cultura do digital.** 1 ed. Campinas: Papirus Editora, 2026.

NUNES, D. Oliveira; et al. O Impacto das Tecnologias de Inteligência Artificial na Educação: um estudo de caso em escolas brasileiras. **Revista Interfaces do conhecimento**. Barra do Garças, v. 7, n. 2, p. 1-9, 2025.

PAIVA, R. Garcia. **Estudo das Três Dimensões do Problema Didático de Sistemas de Equações Lineares**. 147f. Tese de Doutorado (Doutorado em Educação Matemática). Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. São Paulo, 2023

PERNAMBUCO, Secretaria da Educação e Esportes. **Currículo de Pernambuco: ensino médio.** Recife: A Secretaria, 2021**.**

PETTER, A. Amélia; ESPINOSA, Tobias e ARAÚJO, I. Solano. Inovação Didática no Ensino de Física: um estudo sobre a adoção do método Instrução pelos Colegas (Peer Instruction) no contexto de Mestrados Profissionais em Ensino no Brasil. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. São Paulo, v. 43, 2021.

POCHULU, M. David. Inteligencia Artificial Generativa y su impacto en la Educación Matemática del siglo XXI**. Journal Sibemir**, Vila Maria, v. 1, n. 1, p. 60-69, 2025.

SEVERINO, A. J. **Metodologia do trabalho Científico.** 24 ed. São Paulo: Cortez, 2018.

STEINBRUCH, Alfredo; WINTERLE, Paulo. **Álgebra linear**. 2. ed. São Paulo: Pearson Makron Books, 1995.