ISSN: 2358-8829

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL GENERATIVA E RACIOCÍNIO MATEMÁTICO: UMA PROPOSTA DE ATIVIDADES INVESTIGATIVAS NO ENSINO FUNDAMENTAL

Gustavo Molina Figueiredo Felix[1]

INTRODUÇÃO

A expansão das tecnologias de Inteligência Artificial Generativa reabriu, na Educação Matemática, uma pergunta antiga com outra escala. Calculadoras, computadores e a internet já participaram da atividade matemática escolar. O que muda, agora, é a facilidade com que um sistema produz um texto contínuo, com passos, fórmulas e uma conclusão, mesmo quando esse texto não se sustenta. Borba e Balbino Junior (2023) situam o ChatGPT no percurso das tecnologias digitais e lembram que o conhecimento matemático pode ser pensado em coletivos de seres-humanos-com-mídias, inclusive com sistemas generativos. O problema pedagógico não é a presença da ferramenta. É o lugar que ela ocupa quando quem estuda deixa de examinar o que recebeu.

A Base Nacional Comum Curricular oferece um critério para esse lugar. No Ensino Fundamental, o componente de Matemática assume o compromisso com o letramento matemático, "definido como as competências e habilidades de raciocinar, representar, comunicar e argumentar matematicamente, de modo a favorecer o estabelecimento de conjecturas, a formulação e a resolução de problemas em uma variedade de contextos" (BRASIL, 2018, p. 266). A segunda competência específica pede "desenvolver o raciocínio lógico, o espírito de investigação e a capacidade de produzir argumentos convincentes, recorrendo aos conhecimentos matemáticos para compreender e atuar no mundo" (BRASIL, 2018, p. 267). A quinta competência do mesmo documento inclui as tecnologias digitais entre as ferramentas para modelar e resolver problemas, com a condição de validar estratégias e resultados (BRASIL, 2018). Lidas em conjunto, essas formulações não autorizam substituir o raciocínio do estudante por um produto tecnológico.

[1] Doutor pelo Curso de Ciências da Educação da Universidade Ivy Enber Chistian University - UniEnber - USA, gustavo.molina17@yahoo.com.br;

ISSN: 2358-8829

Este trabalho tem como objetivo investigar de que maneira o uso crítico de respostas produzidas por ferramentas de Inteligência Artificial Generativa pode contribuir para o desenvolvimento do raciocínio matemático, da argumentação e da autonomia de estudantes do Ensino Fundamental. Não se mede um ganho já obtido e não se comparam turmas. Organiza-se uma proposta de atividades investigativas de resolução de problemas, na qual a resposta da ferramenta entra como objeto de análise, e não como autoridade. A justificativa está na assimetria que a resposta pronta introduz. Se o estudante a copia, o raciocínio exercitado apoia-se na autoridade da fonte. Se ele a confronta com uma solução própria, localiza falhas e precisa justificar a diferença, a mesma resposta pode tornar-se ocasião de investigação.

O objetivo desdobra-se em três movimentos, que são também a síntese metodológica do estudo. Os estudantes serão convidados a resolver problemas matemáticos individualmente. Depois, analisarão respostas produzidas por uma ferramenta de Inteligência Artificial, identificando possíveis erros, inconsistências e estratégias diferentes das que empregaram. Em seguida, deverão justificar matematicamente essa análise, propor soluções alternativas e comparar os procedimentos. A leitura das produções escritas buscará indícios de compreensão conceitual, de argumentação matemática, de capacidade de validação de resultados, de identificação de erros e de autonomia na construção de estratégias. Esses cinco focos não são resultados encontrados. São as categorias com as quais o material deverá ser lido, quando a intervenção for feita.

A pesquisa será qualitativa e exploratória, por intervenção pedagógica. As seções seguintes não relatam produções de estudantes, porque a intervenção ainda não foi realizada: organizam a proposta e as categorias com que as produções deverão ser lidas. O ano escolar, a instituição, a ferramenta e os enunciados permanecem em aberto e são nomeados na metodologia. A síntese que orienta o texto é a que se espera sustentar depois da aplicação. A Inteligência Artificial Generativa não substitui o pensamento matemático. Pode, com mediação e com uma tarefa que exija exame, servir à investigação, ao questionamento e à validação, e assim fortalecer uma postura crítica diante das respostas produzidas por sistemas tecnológicos.

METODOLOGIA

A pesquisa será qualitativa e exploratória. O interesse não é estimar uma frequência nem testar a superioridade da ferramenta. É compreender como estudantes do Ensino Fundamental lidam com respostas generativas quando a tarefa pede uma solução prévia, uma análise e uma justificação. Ponte, Mata-Pereira e Henriques (2012) estudaram processos de raciocínio em

ISSN: 2358-8829

tarefas matemáticas por uma via qualitativa e interpretativa, articulando o que os estudantes formulam, testam e justificam ao que registram. A análise prevista aqui aproxima-se dessa atitude: a produção escrita é o acesso ao raciocínio, não um escore.

A proposta dirige-se a estudantes do Ensino Fundamental. O ano, a escola, o número de participantes, o período, a ferramenta generativa e os enunciados ainda não estão definidos, porque o desenho anunciado fixa o público e a lógica da intervenção, mas não esses elementos. Eles precisarão ser decididos antes da realização, com autorização da instituição e com o consentimento dos responsáveis. Também terá de ser observado o limite de idade do sistema escolhido. Miao e Holmes (2023), no guia da UNESCO para a Inteligência Artificial generativa na educação e na pesquisa, defendem uma abordagem centrada na agência humana, recomendam que a idade mínima para o uso independente não fique abaixo de 13 anos e registram que termos de uso de sistemas difundidos, como o ChatGPT, exigem autorização de responsável para menores de 18 anos. A escolha da ferramenta e do ano escolar depende dessa condição. Enquanto ela não estiver decidida, a metodologia descreve somente o percurso que o objetivo autoriza.

A intervenção organiza-se em atividades investigativas de resolução de problemas. Ponte, Brocardo e Oliveira (2019) descrevem a investigação em sala de aula como reconhecimento da situação, formulação de questões e conjecturas, teste e argumentação. Onuchic e Allevato (2011) sustentam postura próxima, no ensino-aprendizagem-avaliação de Matemática através da resolução de problemas: o problema antecede a formalização, o professor media em lugar de transmitir a solução e as resoluções são comparadas antes do consenso. A proposta dialoga com essa postura e não reproduz o roteiro inteiro. O objetivo fixa três movimentos.

No primeiro, cada estudante resolve o problema individualmente, antes de conhecer a resposta da ferramenta. O registro conserva o procedimento, não apenas o resultado. Sem uma solução própria, a análise posterior tende a se reduzir à concordância com o texto gerado. No segundo, o estudante recebe uma resposta produzida pela ferramenta e a examina, localizando erros, inconsistências e estratégias diferentes da que usou. Não se pede um veredito de uma palavra. Pede-se o ponto do texto em que o procedimento se sustenta ou se rompe. No terceiro, justifica matematicamente a análise, apresenta uma solução alternativa e compara os procedimentos: o seu, o da ferramenta e, quando houver socialização, o de colegas.

A mediação não entrega o veredito no lugar da turma. Na resolução individual, o professor observa, esclarece o enunciado se a leitura travar e devolve perguntas (ONUCHIC; ALLEVATO, 2011). Depois da análise escrita, resoluções e comentários podem ser discutidos

ISSN: 2358-8829

coletivamente, antes de qualquer formalização. A resposta da ferramenta entra como mais uma resolução. Antes da aula, quem ensina resolve o problema e lê a resposta que será entregue, porque uma explicação fluente pode estar errada (BORBA; BALBINO JUNIOR, 2023; MIAO; HOLMES, 2023).

Os registros previstos são as produções escritas dos três movimentos. Não se anuncia questionário, escala, entrevista nem captura de tela, porque nada disso foi definido. O material de análise será o que os estudantes escreverem: a solução individual, o comentário sobre a resposta gerada, a justificação, a alternativa e a comparação. A leitura será qualitativa e procurará os cinco indícios já nomeados, organizados nas categorias da seção de resultados. Não há, neste momento, produções para examinar.

Um enunciado torna o percurso concreto sem simular uma aplicação. Foram compradas 8 pizzas iguais, cada uma dividida em 6 fatias; consumiram-se 3/4 das fatias; quantas fatias sobraram e que fração do total essa sobra representa? O total é 48 fatias. Três quartos de 48 são 36, e sobram 12, isto é, 12/48, ou 1/4. Outro caminho opera sobre as pizzas: 3/4 de 8 são 6, restam 2, e 2/8 também é 1/4. Os caminhos são compatíveis e não são o mesmo procedimento. A tarefa serve à proposta porque pede comparação e porque a resposta só se sustenta se o estudante controlar a unidade, fatia ou pizza, e verificar se a fração final corresponde à sobra. O exemplo é compatível com o Ensino Fundamental, no estudo das frações. Não foi aplicado, e o ano em que poderia sê-lo não está decidido. A resposta que a ferramenta produziria não é apresentada: ela só deve ser gerada quando a ferramenta, o ano e as condições de uso estiverem escolhidos.

Na implementação, o enunciado deverá admitir mais de um procedimento legítimo, e a validação deverá ser possível ao estudante do ano atendido. Pólya (2006) chama retrospecto à verificação de se o resultado atende à condição e se haveria outro caminho. A proposta desloca parte desse retrospecto para o exame da resposta generativa. O Quadro 1 resume os três movimentos e não descreve aulas já dadas.

Quadro 1 – Movimentos da intervenção proposta

Movimento	O que o estudante faz	Registro escrito
1. Resolução individual	Resolve o problema antes de ver a resposta da ferramenta.	Solução e procedimentos.
2. Análise da resposta gerada	Identifica erros, inconsistências e estratégias diferentes das suas.	Comentário sobre a resposta.
3. Justificação e comparação	Justifica a análise, propõe outro caminho e compara os procedimentos.	Texto de justificação e comparação.

Fonte: Organizado pelo autor a partir do objetivo do trabalho (2026).

ISSN: 2358-8829

REFERENCIAL TEÓRICO

A resolução de problemas, neste trabalho, não é uma lista de exercícios ao fim de um conteúdo. É o modo de organizar a atividade. Pólya (2006) trata a resolução como um método que pode ser ensinado. As quatro etapas separam dados, incógnita e condição, e devolvem o estudante ao resultado para verificá-lo. A última etapa importa diretamente para o uso de respostas generativas. Uma explicação longa não dispensa a pergunta sobre se a conclusão respeita a condição do enunciado.

Onuchic e Allevato (2011) reconstituem a metodologia de ensino-aprendizagem-avaliação de Matemática através da resolução de problemas. O problema gerador vem antes da formalização; os estudantes assumem a resolução; o professor observa, incentiva e questiona; resoluções certas, erradas ou apenas diferentes são discutidas em plenária até um consenso. Para esta proposta, o ponto decisivo é o estatuto da resposta alheia: a resolução do colega também se analisa, e a resposta de uma ferramenta só pode ocupar lugar parecido se não receber de antemão o privilégio de estar certa.

As atividades investigativas alargam esse quadro. Ponte, Brocardo e Oliveira (2019) aproximam da sala de aula um percurso em que o caminho não está inteiramente desenhado: reconhecer a situação e formular questões, formular conjecturas, testá-las e, por fim, argumentar e avaliar o que foi feito. Uma tarefa de conta única cabe mal nesse percurso. O exemplo das pizzas é elementar, mas já exige uma decisão sobre a unidade e um teste: a fração da sobra precisa corresponder às fatias que restaram. No Ensino Fundamental, a investigação não imita a pesquisa do matemático profissional. Abre um intervalo em que o estudante formula, testa e justifica, em vez de repetir um modelo.

É nesse intervalo que o raciocínio matemático deixa de ser uma palavra genérica. Ponte, Mata-Pereira e Henriques (2012) argumentam que essa capacidade não se desenvolve pela simples repetição de conceitos, representações e procedimentos rotineiros. Os processos que identificam nas produções — formulação de questões, formulação de conjecturas, teste e justificação — ligam-se às representações usadas e ao sentido construído para os objetos. Se a tarefa só pede a reprodução de um procedimento, não há o que investigar no raciocínio. A justificação e a comparação de estratégias é que o tornam observável.

Jeannotte e Kieran (2017) mostram que a expressão raciocínio matemática costuma ser usada como se o sentido fosse evidente, e propõem um modelo com um aspecto estrutural e um aspecto processual. As categorias deste trabalho especificam os processos que serão

ISSN: 2358-8829

procurados: compreensão conceitual, argumentação, validação, identificação de erros e autonomia.

Lithner (2008) nomeia o risco e a oportunidade da resposta generativa. O raciocínio imitativo, nas formas memorizada e algorítmica, percorre um caminho já disponível: recorda-se uma resposta pronta ou executa-se um algoritmo familiar. O raciocínio matemático criativo, na caracterização desse autor, satisfaz três condições. A sequência de raciocínio é nova para quem a produz, ou é recriada. Há argumentos plausíveis para a escolha da estratégia ou para a sua execução. E esses argumentos se ancoram em propriedades matemáticas dos objetos envolvidos. O contraste é de valor epistêmico. No raciocínio imitativo, o que sustenta a conclusão é a autoridade da fonte imitada. No outro, o que a sustenta é a plausibilidade e o apoio nas propriedades. Copiar a resposta de um sistema porque o sistema explica bem é um caso de autoridade da fonte. Recusar um passo porque ele não respeita uma propriedade, e construir outro caminho, é um caso da segunda forma. A proposta é desenhada para tornar essa segunda forma necessária.

As tecnologias digitais entram como parte do coletivo que produz a atividade, não como acessório. Borba, Silva e Gadanidis (2020) organizam a presença dessas tecnologias na Educação Matemática em quatro fases e discutem, na fase que então examinavam, o uso de softwares como o GeoGebra, a internet na sala de aula e a performance matemática digital, tratando a atividade como produção de seres humanos com mídias. Borba e Balbino Junior (2023) perguntam se o ChatGPT é apenas uma versão atualizada da calculadora, do computador pessoal e da internet das fases anteriores, e deslocam a questão: importa pensar que problemas fazem sentido para um coletivo de seres-humanos-com-ChatGPT, e importa enfrentar as questões éticas que a popularização da ferramenta traz. Os testes que relatam mostram as duas faces. Num problema de aritmética financeira, com compra de 1.200 reais, entrada de 300 reais e doze prestações, o sistema identificou o restante de 900 reais e a prestação de 75 reais. Num problema de área de hexágono regular de lado 12 cm, apresentou a fórmula e, no cálculo, chegou a $36\sqrt{3}$ cm², quando a área é $216\sqrt{3}$ cm². A explicação pode ser fluente e, ainda assim, numericamente falsa. Esse par de episódios, de outros autores, é o tipo de material que a proposta quer pôr na mão do estudante: não uma prova de que a ferramenta sempre erra, nem de que sempre acerta, mas um texto que precisa ser validado.

Miao e Holmes (2023) deslocam a mesma cautela para a instituição. A orientação é centrada na agência humana. A Inteligência Artificial generativa pode desafiar e ampliar o pensamento, mas não deve ocupar o lugar desse pensamento, e os sistemas adotados na educação precisam ser acompanhados quanto à adequação ética e pedagógica. Frieder et al.

ISSN: 2358-8829

(2023), ao avaliarem versões do ChatGPT e o GPT-4 em tarefas matemáticas, inclusive de nível avançado, concluem que o desempenho global ficou abaixo do de um estudante de pós-graduação e que o uso mais consistente foi a consulta a informações, não a resolução de matemática superior. O resultado não descreve o Ensino Fundamental e não é transposto para ele como taxa de erro escolar. Serve para recusar a ideia de que a fluência do texto é garantia matemática. Se a cautela vale no nível examinado por esses autores, ela não fica menor quando os conceitos ainda estão em construção.

A contribuição possível da ferramenta, no limite deste desenho, está no exame crítico da resposta. A seção seguinte organiza esse exame em categorias e não antecipa o que os estudantes farão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A intervenção não foi realizada. Não há produções de estudantes, não há frequências e não há episódios de aula deste trabalho para relatar. A seção esquematiza, ainda assim, as categorias com as quais as produções deverão ser lidas e discute o que essa esquematização permite dizer à luz do referencial, sem converter a expectativa em achado. O resultado disponível é o próprio desenho. O Quadro 2 apresenta as cinco categorias anunciadas no objetivo. Cada uma nomeia um indício a procurar no registro escrito. Nenhuma foi preenchida com exemplos de alunos.

Quadro 2 – Categorias analíticas previstas para as produções escritas

Categoria	Indício a procurar no registro
Compreensão conceitual	O estudante relaciona o procedimento a um conceito, a uma propriedade ou a uma unidade, e não apenas a um cálculo isolado.
Argumentação matemática	O estudante apresenta razões para aceitar ou recusar um passo da própria solução ou da resposta analisada.
Validação de resultados	O estudante confere se a resposta atende às condições do enunciado.
Identificação de erros	O estudante localiza erro, inconsistência ou salto injustificado na resposta analisada.
Autonomia	O estudante constrói ou sustenta uma estratégia própria e a compara com a da ferramenta, sem tomá-la como autoridade.

Fonte: Elaborado pelo autor com base no objetivo de análise do trabalho (2026).

A compreensão conceitual impede a análise de parar no acerto numérico. No enunciado das pizzas, chegar a 12 fatias sem controlar a unidade, ou chegar a 1/4 sem relacionar a fração

ISSN: 2358-8829

à sobra, não mostra o mesmo entendimento de quem explica por que os dois caminhos coincidem. Ponte, Mata-Pereira e Henriques (2012) ligam o raciocínio às representações e ao sentido construído para os objetos. Na leitura futura, o indício será o trecho em que o estudante relaciona o passo a uma propriedade ou a uma unidade, e não apenas a uma operação isolada. Um cálculo certo, sozinho, não preenche a categoria.

A argumentação matemática corresponde ao pedido de justificação. Não basta assinalar um número na resposta da ferramenta. O estudante precisa dizer por que um passo se sustenta ou por que se rompe. Lithner (2008) reserva à plausibilidade dos argumentos um dos critérios do raciocínio que não se limita a imitar a fonte: há razões para a escolha ou para a execução da estratégia, e essas razões não são a lembrança de que foi assim que a fonte fez. O material anunciado para a análise é o que ficar escrito.

A validação de resultados retoma o retrospecto de Pólya (2006) e a competência da BNCC que condiciona o uso de tecnologias digitais à validação de estratégias e resultados (BRASIL, 2018, p. 267). O indício é uma conferência: o estudante testa se a resposta atende às condições do enunciado. No caso publicado por Borba e Balbino Junior (2023), a área incorreta do hexágono pode ser confrontada com a recomposição da figura em seis triângulos equiláteros de lado 12 cm. A área de um desses triângulos é $144\sqrt{3}/4$, isto é, $36\sqrt{3}$ cm². Seis triângulos medem $216\sqrt{3}$ cm². O valor $36\sqrt{3}$ cm², igual à área de um único triângulo, não sobrevive a essa conferência. O exemplo é da literatura, não desta intervenção. Ele mostra o tipo de validação que a categoria quer tornar visível quando houver produções. O estudante não precisa saber de antemão que a máquina erra. Precisa de um procedimento que permita decidir.

A identificação de erros e inconsistências é próxima da validação e não se confunde com ela. A validação confronta o resultado com as condições do problema. A identificação localiza, no texto analisado, o ponto em que o procedimento falha, se omite ou se contradiz. Um sistema pode acertar o resultado por um caminho confuso, ou errar o resultado depois de um início adequado, como no hexágono relatado por Borba e Balbino Junior (2023), em que a fórmula não impediu o erro numérico. A categoria pede que o comentário indique onde isso acontece. Uma frase genérica, do tipo “a resposta está errada”, não é o mesmo indício que a localização do passo.

A autonomia na construção de estratégias é a categoria mais exposta à autoridade da fonte. Lithner (2008) mostra que, no raciocínio imitativo, o valor da conclusão vem da fonte imitada. Se o estudante abandona o próprio caminho assim que lê a resposta da ferramenta, ou se só reconhece como válido o procedimento que coincide com ela, o registro não sustenta autonomia, ainda que o resultado final esteja certo. O indício procurado é outro: o estudante

ISSN: 2358-8829

mantém, modifica ou reconstrói uma estratégia e a compara com a da ferramenta, dizendo em que diferem. O primeiro movimento da intervenção, a resolução individual antes do contato com a resposta gerada, existe para que esse indício seja possível. Sem ele, a autonomia não tem de onde ser lida.

Não há, nessa literatura, motivo para tratar a ferramenta como atalho. A resposta é mais um texto matemático, sujeito ao mesmo exame que a resolução de um colega: pode estar certa, errada ou apenas diferente (ONUCHIC; ALLEVATO, 2011). Borba e Balbino Junior (2023) pedem problemas à altura de um coletivo de seres humanos com o sistema, não a terceirização do problema. Miao e Holmes (2023) formulam o limite correspondente: a tecnologia não deve usurpar o pensamento humano. As cinco categorias dizem o que contar como pensamento do estudante quando a resposta pronta está sobre a carteira. Não informam se os indícios aparecerão, em que ano isso é viável, nem que ferramenta resistirá à validação institucional. Frieder et al. (2023) não preenchem essa lacuna, porque examinam outro nível de matemática. Tampouco se afirma que o erro do hexágono ou o acerto das prestações se repetirão. O preenchimento das categorias é tarefa da intervenção.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho organizou uma proposta para investigar o uso crítico de respostas produzidas por Inteligência Artificial Generativa no Ensino Fundamental, sem tomar essas respostas como substitutas do raciocínio matemático. O objetivo permanece o que foi anunciado: investigar de que maneira esse uso pode contribuir para o raciocínio, para a argumentação e para a autonomia. O caminho também permanece: uma pesquisa qualitativa e exploratória, feita como intervenção de atividades investigativas de resolução de problemas, em três movimentos. Resolver individualmente, analisar a resposta da ferramenta e, por fim, justificar, propor alternativa e comparar.

O que se pode concluir agora está circunscrito ao desenho, e nada disso é resultado de sala de aula. A literatura torna a proposta defensável e impede que ela seja contada como se já tivesse ocorrido: a investigação pede formular, testar e justificar (ONUCHIC; ALLEVATO, 2011; PONTE; BROCARDO; OLIVEIRA, 2019); o raciocínio não se confunde com a repetição de um procedimento (PONTE; MATA-PEREIRA; HENRIQUES, 2012; LITHNER, 2008); as tecnologias digitais participam do coletivo que produz conhecimento e já geraram respostas corretas e incorretas (BORBA; SILVA; GADANIDIS, 2020; BORBA; BALBINO JUNIOR,

ISSN: 2358-8829

2023); e tanto a UNESCO quanto a BNCC condicionam esse uso à agência de quem aprende e à validação (MIAO; HOLMES, 2023; BRASIL, 2018).

Espera-se que a proposta contribua para compreender a Inteligência Artificial não como substituta do pensamento matemático, mas como recurso didático capaz de promover situações de investigação, questionamento e validação, fortalecendo uma postura crítica diante das respostas produzidas por sistemas tecnológicos. Essa expectativa não autoriza antecipar que os estudantes identificarão erros, que a autonomia aumentará ou que uma ferramenta será melhor do que outra. Tais enunciados só poderão aparecer depois das produções, lidas nas categorias do Quadro 2, e deverão ser limitados ao contexto em que a intervenção acontecer.

A aplicação depende de decisões que este texto não pode tomar no lugar de quem a conduzirá. É preciso definir o ano do Ensino Fundamental, a escola, o número de estudantes e o tempo; escolher a ferramenta e verificar se os termos de uso e a idade dos estudantes são compatíveis; selecionar problemas que admitam mais de um procedimento e uma validação acessível; obter autorização institucional e o consentimento dos responsáveis; e guardar as produções de modo a permitir a leitura qualitativa anunciada. Não se indicou financiamento nem vínculo com projeto formal de pesquisa, de ensino ou de extensão. Se houver orientador, órgão de fomento ou projeto, esses dados pertencem à nota de rodapé e ainda não foram informados.

Pesquisas posteriores podem realizar o desenho ou modificá-lo com o que a sala de aula exigir. Podem comparar os indícios escritos antes e depois da discussão coletiva, ou examinar que tipo de erro os estudantes localizam e que tipo lhes escapa. Podem ainda perguntar como a mediação evita que a fala do professor substitua, cedo demais, a autoridade da ferramenta. O critério já assumido não convém adiar. Uma resposta generativa, por mais fluente que seja, continua sendo um texto a ser investigado. O raciocínio matemático que a proposta quer ver desenvolver-se é o de quem investiga esse texto, não o do sistema que o gerou.

Palavras-chave: Inteligência Artificial; Educação Matemática; Raciocínio Matemático; Resolução de Problemas; Tecnologias Digitais.

REFERÊNCIAS

BORBA, M. de C.; BALBINO JUNIOR, V. R. O ChatGPT e educação matemática. **Educação Matemática Pesquisa**, São Paulo, v. 25, n. 3, p. 142-156, 2023. DOI: https://doi.org/10.23925/1983-3156.2023v25i3p142-156. Acesso em: 10 out. 2026.

BORBA, M. de C.; SILVA, R. S. R. da; GADANIDIS, G. **Fases das tecnologias digitais em educação matemática: sala de aula e internet em movimento**. 3. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2020.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2018. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf. Acesso em: 20 out. 2026.

FRIEDER, S. *et al*. **Mathematical capabilities of ChatGPT**. arXiv, 2023. DOI: https://doi.org/10.48550/arXiv.2301.13867. Acesso em: 15 out. 2026.

JEANNOTTE, D.; KIERAN, C. A conceptual model of mathematical reasoning for school mathematics. **Educational Studies in Mathematics**, v. 96, n. 1, p. 1-16, 2017. DOI: https://doi.org/10.1007/s10649-017-9761-8.

LITHNER, J. A research framework for creative and imitative reasoning. **Educational Studies in Mathematics**, v. 67, n. 3, p. 255-276, 2008. DOI: https://doi.org/10.1007/s10649-007-9104-2.

MIAO, F.; HOLMES, W. **Guidance for generative AI in education and research**. Paris: UNESCO, 2023. DOI: https://doi.org/10.54675/EWZM9535. Acesso em: 24 out. 2026.

ONUCHIC, L. de la R.; ALLEVATO, N. S. G. Pesquisa em Resolução de Problemas: caminhos, avanços e novas perspectivas. **Bolema**, Rio Claro, v. 25, n. 41, p. 73-98, dez. 2011. Disponível em: https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/bolema/article/view/5739. Acesso em: 24 out. 2026.

PÓLYA, G. **A arte de resolver problemas**. Rio de Janeiro: Interciência, 2006.

PONTE, J. P. da; BROCARDO, J.; OLIVEIRA, H. **Investigações matemáticas na sala de aula**. 4. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2019.

PONTE, J. P. da; MATA-PEREIRA, J.; HENRIQUES, A. O raciocínio matemático nos alunos do Ensino Básico e do Ensino Superior. **Práxis Educativa**, Ponta Grossa, v. 7, n. 2, p. 355-377, jul./dez. 2012. DOI: https://doi.org/10.5212/praxeduc.v.7i2.0003. Acesso em: 24 out. 2026.