

Inteligência artificial e ensino de matemática: continuidades, rupturas e recomposições epistemológicas

Artificial intelligence and mathematics education: continuities, ruptures, and epistemological recompositions

Luc Trouche¹¹

RESUMO

Este texto é resultado de um processo de escrita híbrido. Primeiro, criei uma apresentação de slides para uma palestra que dei em 8 de dezembro de 2025 em um grupo de trabalho sobre IA da Universidade de Montpellier (Trouche 2025a). Em seguida, solicitei a uma IA (ChatGPT5) que redigisse, a partir dessa apresentação de slides, um texto destinado a um público de professores e pesquisadores de matemática. Revisitei esse texto (verificação e complementos). Esse processo resultou em uma versão em francês. O ChatGPT então traduziu esse texto para o inglês, chinês, português, turco e holandês, e os enviou a falantes dessas línguas que também dominam o francês. Eles verificaram a concordância com a versão original em francês.

ABSTRACT

This text is the result of a hybrid writing process. First, I created a slide presentation for a lecture I gave on December 8, 2025, to an AI working group at the University of Montpellier (Trouche 2025a). Then, I asked an AI (ChatGPT5) to draft a text based on that slide presentation, intended for an audience of mathematics teachers and researchers. I revisited that text (verification and additions). This process resulted in a French version. ChatGPT then translated this text into English, Chinese, Portuguese, Turkish, and Dutch, and sent it to speakers of those languages who are also fluent in French. They verified its consistency with the original French version.

1 INTRODUÇÃO

1.1 Dos instrumentos às ecologias cognitivas

A história do ensino de matemática é inseparável da história de seus instrumentos. Cada inovação instrumental — do quadro-negro aos ambientes de geometria dinâmica — produziu ajustes profundos na maneira de propor problemas, de raciocinar, de demonstrar e de organizar a aula (Monaghan; Trouche; Borwein, 2016). A chegada recente da inteligência

¹¹. Professeur émérite, Institut français de l'éducation, École normale supérieure de Lyon, France. Email: luc.trouche@wanadoo.fr.

artificial generativa prolonga essa história, ao mesmo tempo em que introduz uma novidade singular: o instrumento não apenas auxilia a atividade matemática, mas passa a produzir ele próprio um discurso, seja em forma de explicações, demonstrações, raciocínios ou planos de aula completos.

Essa capacidade expressiva, muitas vezes convincente porém conceitualmente frágil, redefine as fronteiras entre tarefas humanas e tarefas delegadas. Ela obriga a questionar o que significa “fazer matemática” quando certas etapas do raciocínio se tornam instantaneamente realizáveis por uma entidade não humana. Examinamos aqui essa transformação situando-a na continuidade das evoluções instrumentais anteriores, e analisando as rupturas específicas introduzidas pela IA generativa. Este artigo se apoia amplamente na apresentação feita a um grupo de trabalho sobre IA (Trouche, 2025a), bem como em trabalhos recentes em didática da matemática (Balacheff 2022; Emprin; Richard, 2023).

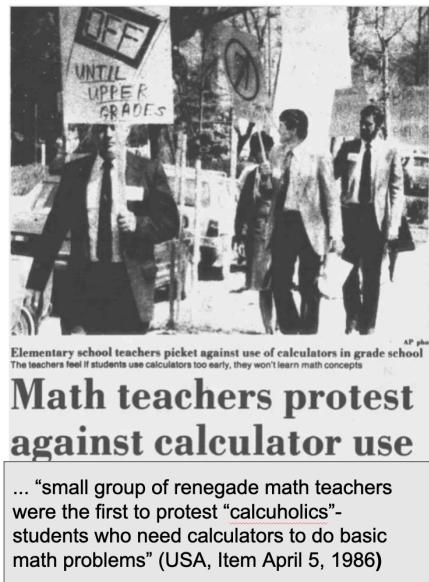
2 LIÇÕES DE UMA LONGA HISTÓRIA: UM ENSINO MOLDADO POR SEUS INSTRUMENTOS

Desde a origem da escrita (Trouche, 2016), os instrumentos matemáticos transformam simultaneamente os gestos profissionais, os conteúdos ensinados e as formas de trabalho dos alunos. Quando a pena de aço substitui a pena de ave, a escrita matemática se acelera e o ritmo da demonstração se modifica. Quando o quadro-negro se generaliza, a referência à escrita do professor substitui a referência à sua fala como norma pedagógica. As calculadoras introduzem outra temporalidade para o cálculo, abalando as fronteiras entre automatização necessária e automatização aceitável. Os sistemas de cálculo algébrico, por sua vez, redefinem a parcela de raciocínio delegada ao aluno.

Esses episódios sucessivos mostram que as controvérsias iniciais, frequentemente apresentadas como resistências (Figura 1), traduzem sobretudo um apego razoável dos professores a sistemas de recursos estabilizados. Integrar um novo instrumento exige de fato reconfigurar um ecossistema complexo: tarefas, progressões, formas de validação, lugar dos erros, hábitos de trabalho coletivo. Os professores não se opõem aos instrumentos; tentam medir os custos didáticos e profissionais que sua adoção supõe. As pesquisas sobre as

gêneses documentais mostraram o quanto esses custos são reais, e o quanto o sucesso da integração depende de coletivos estruturados, de experimentações, de retornos de experiência e de recursos revisados ao longo do tempo (Gueudet; Trouche, 2008).

Figura 1 - Resistência dos professores de matemática à integração das tecnologias?



É nesse movimento histórico que se inscreve hoje a chegada da IA generativa. Mas a analogia tem seus limites: pela primeira vez, um instrumento educacional não se contenta em assistir ou automatizar parte do trabalho; ele produz um texto matemático completo, dotado de uma coerência aparente, que agora é preciso aprender a interpretar, verificar, discutir ou reelaborar.

3 ENSINAR COM UMA IA GENERATIVA: PROMESSAS, LIMITES E DESLOCAMENTOS DO TRABALHO

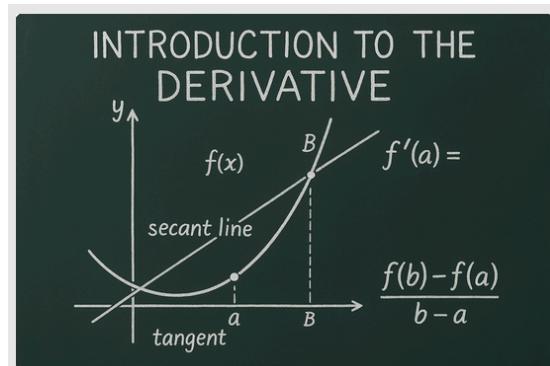
Há (pelo menos) duas maneiras de pensar a integração da IA: ensinar de modo diferente, graças à IA, os programas atuais de matemática, ou utilizar o potencial da IA para tratar problemas que renovam a relação com a matemática.

3.1 Explorar a IA para ensinar a matemática do currículo

Um dos usos mais imediatos da IA diz respeito à preparação das aulas. Os modelos generativos são capazes de propor, em poucos segundos, um plano de aula alinhado aos programas, articulando fases de exploração, momentos de institucionalização, exercícios de aplicação, suportes digitais e avaliação formativa. A impressão de eficácia é real. A ideia de um “preparador de aulas”, análogo ao que foram outrora os assistentes de laboratório para os professores de ciências, torna-se subitamente plausível.

Mas essa facilidade oculta limites estruturais. Os exercícios propostos frequentemente carecem de profundidade, as sínteses reduzem a complexidade conceitual a slogans tranquilizadores... ou tornam-se incompreensíveis (Figura 2), e as demonstrações, às vezes, contornam pontos delicados substituindo a argumentação por uma explicação meramente retórica. A IA se destaca na produção de um discurso claro, mas encontra dificuldades em expressar a rugosidade das matemáticas, essas zonas de atrito onde os invariantes se constroem e onde se tecem as relações entre objetos. Essa tensão obriga o professor a assumir um papel renovado: o de garante do sentido, especialista na contextualização e orquestrador das rationalidades.

Figura 2 - Uma síntese sem sentido proposta pelo ChatGPT para um curso sobre derivação



Essa postura exige uma vigilância nova. A IA não fornece apenas respostas: ela propõe trajetórias pedagógicas. O risco, então, é que a fluidez do texto gerado oculte a fragilidade das escolhas conceituais. O professor deve aprender a “fazer a IA trabalhar para ele”, sem lhe delegar a responsabilidade pelo modelo didático. Em outras palavras, a IA pode participar da preparação, mas não pode decidir o que deve constituir a atividade matemática

na sala de aula, onde a orquestração pelo professor adquire uma importância renovada (Trouche; Drijvers, 2014).

3.2 Explorar a IA para tratar problemas novos e renovar a relação com a matemática

Iniciativas vêm se desenvolvendo, frequentemente sob a iniciativa de pesquisadores do campo da IA — por exemplo, na França, Stéphane Mallat e seu projeto *MathADe* (<https://mathadata.fr/fr>): *Aprender matemática por meio de experimentações numéricas sobre problemas motivadores de Inteligência Artificial. Navegar entre o concreto e o abstrato.* O projeto se descreve assim:

“Propomos aos professores do Ensino Médio recursos digitais e impressos, bem como uma abordagem pedagógica para motivar os alunos e ensinar a matemática prevista no programa por meio da resolução de problemas de IA. Esse ensino permite também compreender os fundamentos da IA por meio da matemática e da informática.”

Os coordenadores do projeto apresentam sua metodologia no jornal *Le Monde*, de 11 de junho de 2024:

“Os princípios do método são simples. Uma exposição de um problema concreto, como distinguir o canto de duas espécies de baleias, identificar os números 2 ou 7 em escrita manual, ou detectar riscos cardíacos em um eletroencefalograma. Problemas clássicos da IA contemporânea. Segue-se uma etapa de modelização desses problemas, mais abstrata. Enfim, uma fase de experimentação, no computador, para manipular esses dados e encontrar, por tentativa e erro, o algoritmo mais eficiente. ‘Uma reta pode servir para detectar um câncer ou distinguir o canto de uma baleia. Essa é a beleza da matemática’, destaca Stéphane Mallat.”

Pode-se, sem dúvida, considerar que essas duas maneiras de pensar a integração da IA são complementares: renovação das formas de ensino da matemática e renovação do campo dos problemas. Tantos desafios para a formação dos professores, para o desenvolvimento de recursos e para os currículos. Parece importante manter em mente o que Chevallard (1992) afirmava sobre a integração e a viabilidade dos objetos informáticos no ensino da matemática. Naquela época (1992), a questão era pensar o computador para o ensino da

matemática. Ao substituir “computador” por “IA”, esse texto — do qual reproduzo um trecho longo — permanece extremamente pertinente:

“A observação da maneira como se trata espontaneamente, a propósito do sistema de ensino, o problema geral da mudança revela, salvo exceção, uma tendência a supervalorizar as novidades (possíveis) em detrimento das permanências (com frequência esquecidas). Ora, o funcionamento didático é feito sobretudo de permanências, de regularidades funcionais, que podem ser expressas por leis que se aplicam quaisquer que sejam os objetos que entram em seu domínio de validade.

A primeira tentação, já o notamos, é a de dissertar abstratamente sobre as possibilidades imagináveis que a informática ofereceria como ferramenta de ensino e aprendizagem.

Quando a experiência do real tiver feito a triagem, quando um certo número de cenários de exploração didática tiver sido de fato, empiricamente mais que teoricamente, selecionado, será em outro lugar que se buscará a novidade. Assim, a atenção dos especialistas em ensino de matemática voltou-se, há alguns anos, para a questão da modificação dos conteúdos ensinados (a reforma dos currículos), em relação às possibilidades novas que o instrumento informático traria. [...]

Em um segundo momento, essa possível evolução da relação com o saber, ligada a uma modificação do meio didático (pela introdução de um novo tipo de objetos, epistemologicamente muito ativos), tende a ser considerada principalmente sob o ângulo de seus efeitos sobre o próprio saber — efeitos, aliás, muito verossímeis, e que é altamente desejável antecipar e controlar. [...]

Nessas condições, é de se esperar que, por mais notáveis que sejam as análises produzidas, e com ou sem computador, novos conteúdos de saber, novos currículos (fazendo, por exemplo, maior espaço para a matemática discreta) acabem sendo colocados em prática em um paradigma didático fundamentalmente inalterado.

O esquecimento das permanências didáticas, a atenção exclusiva aos efeitos epistemológicos dos objetos técnicos introduzidos e às renovações matemáticas que deles podem advir (quando, em determinado momento, o essencial de um programa de ensino é constituído de conteúdos “antigos”), podem levar a negligenciar o problema maior de seu estatuto didático e, consequentemente, a ocultar as dificuldades próprias de sua integração e de sua viabilidade na sala de aula. Assim, há o risco de que o trabalho de integração didática permaneça incompleto e que os resultados obtidos (em termos de situações didáticas criadas) apresentem baixa viabilidade. A origem desses inconvenientes, observemos, é sempre a mesma: da relação didática global que se trata de fazer existir e manter viva como totalidade dinâmica, tende-se a reter apenas alguns aspectos, o saber e a relação do aluno com o saber, esquecendo que esses não podem existir sozinhos, em um vazio didático, sem uma ‘intendência’ didática funcionalmente integradora.

O problema é justamente o da concepção de uma intendência didática funcionalmente integradora”.

4 RESOLVER PROBLEMAS COM UMA IA: ENTRE POTÊNCIA COMPUTACIONAL E FRAGILIDADE LÓGICA

Os exemplos de resolução de problemas matemáticos assistida por uma IA mostram um contraste impressionante com as resoluções anteriores. Quando submetemos à IA uma tarefa complexa, ela pode ser capaz de produzir, em poucos instantes, uma solução completa, às vezes muito extensa, articulando cálculo numérico, geometria analítica, interpretações estruturais e comentários. Um exemplo (Trouche, 2025b) ilustra essa potência: ao relacionar uma configuração elementar (Figura 3) ao número de ouro, a IA pode abrir um caminho para uma riqueza matemática inesperada.

Figura 3 - O problema à esquerda (calcule o perímetro do triângulo ABC) e a resolução à direita (resposta do ChatGPT em vermelho)

Submitting the problem to it is instantaneous: you upload the given problem as it is to the chat, and the final answer is obtained in a matter of seconds:

By setting A (0, 0), B (1, 0), and C($\frac{1}{2}$, h), we solve the system using analytical geometry and find:

$$AC = BC = \varphi = \frac{1 + \sqrt{5}}{2} \approx 1,61803$$

where φ is the golden ratio, and therefore, for the perimeter:

$$P = 2 + \sqrt{5} \approx 4,236$$

Of course, the result alone is not enough: we need the calculation process that allows to obtain it, which we ask ChatGPT for. An excerpt of its answer below:

Okay, let's take it slowly, equation by equation.

$$\begin{cases} (1-t)^2 s^2 = 1 \\ \left(\frac{t}{2} - 1\right)^2 + t^2 \left(s^2 - \frac{1}{4}\right) = 1 \end{cases}$$

[Just a small excerpt among two pages of computation]

Fonte: Trouche (2025b)

Mas essa eficácia vem acompanhada de uma fragilidade profunda. Em uma versão geométrica da solução (Figura 4), a IA introduz um quadrado e um triângulo equilátero que não existem na figura de apoio. Quando questionada, ela reconhece seu erro, reinterpretando-o como uma “construção mental auxiliar”. O discurso permanece seguro, mesmo quando está errado. Surge aqui o risco didático: uma solução falsa, mas bem redigida, pode parecer mais interessante do que uma solução correta, porém hesitante, produzida por um aluno.

Figura 4 - Uma alucinação da IA

We then return to our interaction with ChatGPT and ask it for a geometric construction of the figure we are looking for. ChatGPT offers the figure opposite, with the comment:

ChatGPT: We obtain a quadrilateral BCDE, which is a square. And triangle CDE is an equilateral triangle.

Me: Hmm... I see neither a square nor an equilateral triangle

ChatGPT: Ahhh, thank you for pointing that out! And you're absolutely right 🙏. In the version I generated for you, only triangle ABC and point D appear — The square and this equilateral triangle are not actually present in the initial figure. It is only an auxiliary mental construction (a geometric trick).

Fonte: Trouche (2025b)

Essa situação devolve atualidade ao alerta de Alain (1932), segundo o qual uma máquina de raciocínio pode fornecer o resultado “sem lhe mostrar as aldeias e os caminhos”. A IA oferece um túnel, enquanto o ensino busca fazer percorrer a montanha. Essa dissociação entre a solução e sua inteligibilidade recoloca em primeiro plano a questão do controle. O papel do professor não é mais apenas avaliar a validade de um resultado, mas explicitar o que torna uma solução matematicamente pertinente ou, ao contrário, discutível.

Nesse contexto, as soluções dos alunos — inclusive dos mais jovens — recuperam um valor heurístico precioso. Elas mostram os desvios, as tentativas, os ajustes; fazem aparecer os invariantes subjacentes. Comparar a solução da IA com a solução humana torna-se, então, uma ferramenta pedagógica potente, desde que, novamente, seja cuidadosamente orquestrada.

5 A IA COMO ESPAÇO DE VARIAÇÃO E CRIATIVIDADE: POTENCIALIDADES DIDÁTICAS

Um dos aportes mais promissores da IA diz respeito à geração rápida de variantes de enunciados. Os professores podem explorar uma ampla gama de dados, de formulações, de contextos e de níveis de dificuldade, abrindo caminho para uma diferenciação fina e também para investigações em várias vozes, nas quais se discute a pertinência das hipóteses ou dos métodos. A IA torna-se, então, uma parceira para fazer emergir novas questões, testar a robustez de conjecturas ou criar pequenos contraexemplos que alimentam o raciocínio.

Essa dinâmica, que já assume uma forma institucionalizada na China, ressoa fortemente com a cultura da variação que estrutura há muito tempo o ensino da matemática

naquele país (Gu *et al.*, 2017). Nas salas de aula chinesas, variar um mesmo problema é um gesto profissional central; a IA amplifica essa tradição. Na França, essa abordagem poderia criar um terreno propício ao surgimento de novas formas de orquestração coletiva, especialmente nos IREM e nas INSPE, onde os professores concebem, analisam e revisam suas tarefas em conjunto.

6 UMA TRANSFORMAÇÃO EPISTEMOLÓGICA DO TRABALHO MATEMÁTICO ESCOLAR

A integração da IA generativa não se limita a modificar as práticas; ela reconfigura certos fundamentos da atividade matemática tal como é praticada na escola.

O estatuto do erro, antes de tudo, se vê profundamente transformado. O erro humano é revelador de um processo; o erro gerado pela IA é frequentemente opaco e nada diz sobre suas razões. Os professores devem, portanto, aprender a distinguir aquilo que, nas produções da IA, pode constituir um motor de aprendizagem daquilo que corresponde a um artefato técnico sem valor didático.

A prova, por sua vez, muda de natureza. Uma demonstração fornecida pela IA pode ser correta, mas permanecer conceitualmente enigmática; inversamente, pode ser sedutora, mas apoiada em um raciocínio equivocado. Essa situação obriga a redefinir o que significa validar uma afirmação matemática: não se trata apenas de verificar a coerência interna de um texto, mas de compreender o papel de cada etapa na construção de sentido.

Mais amplamente, a IA corre o risco de invisibilizar os invariantes conceituais. Ao produzir diretamente o resultado, ela contorna as etapas exploratórias nas quais os objetos se constroem. O trabalho escolar deve, então, reaprender a “tornar visível” o processo, explicitando o que a IA deixa implícito.

O desafio global torna-se, assim, a orquestração de três rationalidades: a rationalidade humana, que se apoia na compreensão e na interpretação; a rationalidade computacional, que garante a precisão; e a rationalidade generativa, que se destaca pela formulação, mas tem dificuldade em explicitar suas escolhas. O ensino deve aprender a fazer dialogar essas lógicas, em vez de simplesmente opô-las.

7 O CASO CHINÊS: UMA INTEGRAÇÃO SISTêmICA E CULTURAL DA IA

O exemplo chinês constitui um observatório precioso. A cultura da variação confere naturalmente um lugar à IA como geradora de tarefas. Os dispositivos de acompanhamento individualizado, os sistemas de avaliação formativa baseados em IA e as plataformas de recomendação de recursos já estão integrados em certas escolas.

Em Pequim, em particular, uma rede de escolas e colégios concebe e experimenta recursos (Figura 5), cujos temas evocam o projeto *MathAData* apresentado anteriormente.

Figura 5 - Como a IA sabe que os morangos estão maduros? Colégio n.º 15 de Pequim, 6.º ano



Um dos professores envolvidos no projeto explica: “A escola dispõe de sistemas de ensino baseados em IA para uma avaliação formativa precisa e para recomendações de recursos. O professor afirma explicitamente que as escolas precisam da ‘sabedoria pedagógica necessária para fazer com que as ferramentas de IA trabalhem para mim’, e descreve a IA como um meio de transformar: o ensino em sala de aula, os deveres de casa, a aprendizagem autônoma, a avaliação pedagógica e os serviços de gestão. Trata-se de uma afirmação clara de que os professores permanecem os orquestradores; a IA deve apoiar, e não substituir, o seu julgamento profissional” (*China Economic Weekly*, 15 de setembro de 2024).

Nas formações universitárias, os futuros professores aprendem não apenas a utilizar a IA, mas também a analisar a confiabilidade das fontes, a explicitar seus critérios de confiança

e a articular diferentes formas de ferramentas (Figura 6). Essa abordagem, ao mesmo tempo pragmática e sistêmica, mostra que a IA não é apenas um instrumento técnico, mas um elemento de uma política educacional mais ampla, que articula currículo, formação, pesquisa e inovação.

Figura 6 - Pergunta de exame final do semestre para estudantes de licenciatura em ensino, Beijing Normal University, dez. 2025

“Avalie a afirmação ‘Os professores podem ensinar de forma eficaz sem utilizar as normas do programa escolar e os livros didáticos?’ e forneça uma análise detalhada.
Exigências: você pode consultar todas as fontes que utiliza habitualmente, incluindo, mas não se limitando a, ferramentas de IA, Xiaohongshu, WeChat, Weibo e outros recursos on-line. Não há limite de palavras.
Sua resposta deve incluir três partes:
(1) ponto de vista,
(2) explicação,
(3) fontes que apoiam seus argumentos.
Para cada fonte, indique por que você a consultou, seu nível de confiança nela, sua satisfação com seu conteúdo, sua frequência de uso etc. Em que essa fonte é mais confiável ou vantajosa? Você a utiliza geralmente em sua vida pessoal ou para seus estudos/trabalho?”

Obtenho essas informações de Wang Chongyang, ex-doutoranda (Wang, 2019) e atualmente em posto na Beijing Normal University. Ela também participou do 23º Fórum Internacional sobre Currículo de Xangai, 29–30 de dezembro de 2025, que destacou a importância, para o currículo chinês, da área STEM (Ciência, Tecnologia, Engenharia, Matemática), “conceito integrador para passar da inovação prática à construção do saber”. E, para o ensino de STEM, o fórum propõe o conceito de SaiDeMa:

- *Sai* evoca a curiosidade e a busca da verdade.
- *De* traduz o saber-fazer enriquecido pela virtude.
- *Ma* representa o decodificar dos modelos do mundo natural.

Esse termo reflete a integração emergente das dimensões tecnológicas e humanistas no ensino de STEM. O fórum considera que SaiDeMa é facilmente adotável e integrável às práticas existentes dos professores da educação básica, evitando carga cognitiva adicional.

Percebe-se claramente o caráter coerente dessa política, que integra a IA em um quadro mais amplo de reforma curricular. Que isso seja fácil de integrar pelos professores de base... será preciso aguardar uma avaliação da implementação desse programa para julgá-lo.

Em todo caso, a questão se coloca em nível internacional: como pensar a integração da IA em nível institucional, com que “intendência didática”?

8 CONCLUSÃO: A IA COMO REVELADORA DAS TENSÕES CONSTITUTIVAS DO ENSINO DA MATEMÁTICA

A inteligência artificial generativa não substitui nem os professores nem os alunos. Em contrapartida, ela modifica profundamente o quadro em que se exercem suas atividades. Ao produzir raciocínios potencialmente corretos, mas difíceis de interpretar, ela torna visíveis as tensões que atravessam a prática matemática: entre resultado e processo, entre prova e discurso, entre confiança e verificação, entre automação e compreensão.

Mais do que qualquer outra ferramenta antes dela, a IA convida a redefinir o que, na experiência matemática escolar, deve permanecer irredutivelmente humano: a capacidade de orientar uma pesquisa, julgar a pertinência de uma escolha, interpretar uma solução, reconhecer uma ideia fecunda, questionar uma evidência aparente. Ela destaca a necessidade de um trabalho coletivo, de uma vigilância epistemológica e de uma visão institucional capaz de superar o fascínio tecnológico para repensar, de forma sustentável, os objetivos do ensino da matemática.

E para os professores de matemática, do jardim de infância à universidade, um vasto projeto: pensar na concepção de recursos que tirem partido da IA, na sua partilha, revisão e orquestração em sala de aula, em anfiteatros, à distância.

Recebido em: editora
Aprovado em: editora

REFERÊNCIAS

ALAIN. *Propos sur l'éducation*. Presses Universitaires de France, 1932.

BALACHEFF, N. AI for the Learning of Mathematics. In P.R. Richard, M.P. Vélez, & S. Van Vaerenbergh (Eds.), *Mathematics Education in the Age of Artificial Intelligence* (pp. v–x). Springer, 2022. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-86909-0>

CHEVALLARD, Y. Intégration et viabilité des objets informatiques dans l'enseignement des mathématiques. Le problème de l'ingénierie didactique. In : B. Cornu, *L'ordinateur pour enseigner les mathématiques*, p. 183-203, 1992.

EMPRIN, F.; RICHARD, P. R. Intelligence artificielle et didactique des mathématiques : état des lieux et questionnements. *Annales de didactique et de sciences cognitives*, 28, p. 131–181, 2023. <https://doi.org/10.4000/adsc.3286>

GU, F.; HUANG, R.; GU, L. Theory and Development of Teaching Through Variation in Mathematics in China. In: HUANG, R.; LI, Y. (Eds.). *Teaching and Learning Mathematics through Variation*, p. 13 – 41, 2017. Sense Publishers.
<https://doi.org/10.1007/978-94-6300-494-8>.

GUEUDET, G.; TROUCHE, L. Towards new documentation systems for teachers? *Educational Studies in Mathematics*, v. 68, n.3, p. 289 – 309, 2008.
<https://doi.org/10.1007/s10649-007-9119-8>.

MONAGHAN, J.; TROUCHE, L.; BORWEIN, J. *Tools and Mathematics: Instruments for Learning*. Springer, 2016.

TROUCHE, L. The Development of Mathematics Practices in the Mesopotamian Scribal Schools. In: MONAGHAN, J.; TROUCHE, L.; BORWEIN, J. M. (Eds.). *Tools and mathematics, instruments for learning*, p. 117-138, 2016. Springer

TROUCHE, L. *Intelligence artificielle et enseignement des mathématiques : une rupture comme il y en a eu d'autres ?* Présentation, Groupe IA IMAG., Université de Montpellier, 2025a.
<https://docs.google.com/presentation/d/1M0ls9JZ7VIerTnnwUF4BWxHt6Dx9wB6y/edit?usp=sharing&ouid=114874054419624165660&rtpof=true&sd=true>

TROUCHE, L. *A Christmas problem for both human and artificial intelligence*, 2025b.

TROUCHE, L.; DRIJVERS, P. Webbing and orchestration. Two interrelated views on digital tools in mathematics education, *Teaching Mathematics and Its Applications: International Journal of the Institute of Mathematics and its Applications*, v. 33, n. 3, 193-209, 2014.
<https://arxiv.org/pdf/1408.2092.pdf>.

WANG, C. *An investigation of mathematics teachers' documentation expertise and its development in collectives: two contrasting cases in China and France*. Thèse ENS de Lyon et East China Normal University, 2019. <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-02275820>.

XU, B. En Chine, la volonté de cultiver des compétences mathématiques pour répondre aux évolutions du pays. *Revue Internationale d'Éducation de Sèvres*, v. 93, p. 69–79, 2023. <https://doi.org/10.4000/ries.14200>.



Artigo está licenciado sob forma de uma licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional

ANEXO

Solicitei ao ChatGPT que sugerisse três questões de pesquisa decorrentes deste artigo. Apresento-as abaixo, sem revisão, como pistas de reflexão para as comunidades de pesquisa e ensino da matemática.

1. Como caracterizar e regular a delegação epistêmica introduzida pela IA na atividade matemática escolar?

Dado que a IA generativa pode produzir soluções, raciocínios e demonstrações sem tornar visíveis os invariantes que os fundamentam — e, às vezes, introduzindo objetos inexistentes — uma primeira questão de pesquisa consiste em compreender a natureza dessa delegação: *o que exatamente é delegado quando se utiliza uma IA?* Trata-se de cálculo, raciocínio, prova, ou de uma forma híbrida de discurso matemático? E como desenvolver, em professores e alunos, competências de controle que mantenham a responsabilidade matemática do lado humano?

2. Que transformações o uso da IA induz nos sistemas de recursos dos professores e em suas práticas coletivas?

A integração de um instrumento como a IA não é apenas uma adoção individual: ela reorganiza ecologias profissionais, sistemas documentais, formas de cooperação e critérios de viabilidade dos recursos. Uma segunda direção de pesquisa consiste em analisar como os professores se apropriam da IA na preparação das aulas, na orquestração da atividade matemática e na avaliação, bem como compreender como coletivos — IREM, INSPE, grupos escolares, associações — transformam suas práticas para integrar esse novo ator em um quadro institucional sustentável.

3. Como a IA afeta as finalidades do ensino de matemática e os critérios do que constitui uma atividade matemática escolar?

A IA torna visíveis tensões entre processo e resultado, entre prova e discurso, entre automatização e compreensão. Isso leva a questionar a própria definição de atividade matemática na escola: *o que significa aprender, provar, modelizar ou investigar* em um ambiente onde certos métodos de raciocínio podem ser automatizados? Que conteúdos, competências e contratos didáticos devem ser reafirmados, transformados ou redefinidos para preservar o sentido da cultura matemática na era da IA.