

ASPECTOS DA GÊNESE INSTRUMENTAL DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL GENERATIVA NO ENSINO DE MATEMÁTICA

Josadaque da Silva Nenê 

Universidade Federal do Rio Grande do Sul - josadaque.nene@gmail.com

Leandra Anversa Fioreze 

Universidade Federal do Rio Grande do Sul - leandra.fioreze@gmail.com

Resumo: A Inteligência Artificial Generativa mostra-se cada vez mais presente na vida cotidiana, influenciando distintos aspectos do dia-a-dia e de maneiras ainda não totalmente compreendidas. Esse impacto também é sentido na educação, modificando os processos de ensino e de aprendizagem, trazendo consigo novas possibilidades e limitações. Dessa forma, o presente artigo discute o processo de apropriação dessa tecnologia pelo professor de matemática na perspectiva de Rabardel. Para isso, utilizamos como aporte teórico a Gênese Instrumental e discutimos os aspectos associados à Gênese Pessoal e Profissional do docente. Como fruto da reflexão acerca do processo de Gênese Instrumental, propomos uma atividade guiada que utilize a ferramenta como um instrumento-para-pensar-matemática-com. Por fim, concluímos que parte fundamental da construção do instrumento Inteligência Artificial Generativa pelo usuário diz respeito aos esquemas na criação de *prompts*, pois a interação usuário-artefato se dá através deles. Quanto à Gênese Profissional, o uso da Inteligência Artificial Generativa traz novas complexidades e especificidades para a educação de matemática, necessitando a proposição de novas tarefas e formas de avaliar, bem como formas de uso que propiciem o pensamento crítico e o aprendizado ativo do estudante, não tornando a ferramenta uma simples resolvidora de problemas.

Palavras-chave: Inteligência Artificial Generativa; Gênese Instrumental; Educação Matemática.

ASPECTS OF THE INSTRUMENTAL GENESIS OF GENERATIVE ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN MATHEMATICS EDUCATION

Abstract: Generative Artificial Intelligence is becoming increasingly present in everyday life, influencing various aspects of daily routines in ways that are not yet fully understood. This impact is also felt in education, modifying teaching and learning processes and bringing with it new possibilities and limitations. Therefore, this article discusses the process of appropriation of this technology by mathematics teachers from Rabardel's perspective. To this end, we use Instrumental Genesis as a theoretical framework and discuss aspects associated with the teacher's Personal and Professional Genesis. As a result of reflection on the Instrumental Genesis process, we propose a guided activity that uses the tool as an instrument-for-thinking-mathematics-with. Finally, we conclude that a fundamental part of the construction of the Generative Artificial Intelligence instrument by the user concerns the schemas in the creation of prompts, since the user-artifact interaction occurs through them. Regarding Professional Genesis, the use of Generative Artificial Intelligence brings new complexities and specificities to mathematics education, requiring the proposition of new tasks and forms of evaluation, as well as forms of use that foster critical thinking and active learning for the student, not turning the tool into a simple problem solver.

Keywords: Generative Artificial Intelligence; Instrumental Genesis; Mathematics Education.

1. Introdução

É inegável o aumento crescente da Inteligência Artificial Generativa (IAG) em nosso cotidiano, por exemplo, aprendendo preferências individuais para fornecer conteúdos direcionados ou no tratamento de um grande volume de dados. Desse modo, é correto afirmar que a IAG tem afetado tanto indivíduos quanto organizações de maneiras não totalmente compreendidas (STOREY *et. al.*, 2025; YAO *et al.*, 2024).

Uma IAG é uma tecnologia de Inteligência Artificial capaz de produzir conteúdos, como textos, músicas e imagens, de forma automatizada a partir de um conjunto de instruções, denominadas de *prompt* (CIEB, 2024; UNESCO, 2024). Esses conteúdos são gerados através de um conjunto de probabilidades que analisa o material de entrada (palavra, *pixel* ou outros elementos) identificando e repetindo padrões comuns (CIEB, 2024; STOREY *et. al.*, 2025; UNESCO, 2024). Em particular, a geração de textos é obtida através de probabilidades que preveem qual palavra deve vir na sequência (CIEB, 2024).

No campo da educação, sua presença é cada vez mais significativa, influenciando as formas como os processos de ensino e de aprendizagem ocorrem (GUZMÁN, 2025). Exemplo disso é sua utilização em Sistemas Tutores Inteligentes (STI), substituindo o módulo especialista (VICARI, 2025). Sua utilização em um STI pode tornar a interação entre o estudante e o sistema mais natural e humanizada, afetando positivamente o aprendizado do aluno (VICARI, 2025). Além disso, ela possibilita a personalização do STI com base no desempenho, objetivos e estilo de aprendizagem do estudante, gerando conteúdos de formas distintas, com nível de dificuldade adequado e apresentando-os de diversos modos, como texto, vídeo e áudios (VICARI, 2025).

Ressaltamos que a utilização de IAG na educação não se trata de uma simples integração tecnológica, mas exige uma reflexão profunda de quais suas contribuições para esse campo, sendo importante questionar se o seu uso potencializa ou limita o desenvolvimento do pensamento crítico (CHICA-GALEANO, 2025; GUZMÁN, 2025). Aliado a isso, é necessário que o seu uso seja consciente, considerando aspectos como a privacidade, exposição de dados sigilosos, vulnerabilidade digital, confiabilidade variável dos resultados gerados e a multiplicação de vieses discriminatórios, oriundos dos dados utilizados em seu treinamento (CIEB, 2024; DARTORA; FETTERMANN, 2025).

Posto isso, o presente artigo busca discutir a apropriação da IAG pelo professor de matemática como um instrumento na perspectiva de Rabardel (1995). Para isso, a seção dois discute a Gênese Instrumental (RABARDEL, 1995), apresentando seus principais aspectos, a construção de um instrumento como uma entidade mista e os processos de instrumentação e instrumentalização. Na seção três abordamos os processos de Gênese Instrumental Pessoal e Gênese Instrumental Profissional do professor de matemática, discorrendo sobre a criação de *prompts* e sua importância no processo de gênese pessoal e aspectos concernentes ao uso da IAG como instrumento didático. Na seção quatro, em virtude da reflexão acerca dos processos de gêneses pessoal e profissional, propomos uma forma de utilização da IAG como um instrumento-para-pensar-matemática-com (NOTARE; STORMOWSKI; BASSO, 2025), exemplificando uma de suas potencialidades didáticas. Por último, na seção cinco trazemos nossas considerações finais, seguidas das referências utilizadas neste estudo.

2. Gênese Instrumental

A Gênese Instrumental diz respeito à transformação progressiva de um artefato em um instrumento (RABARDEL, 1995). Para o Rabardel (1995), um artefato constitui-se de um objeto material, simbólico ou parte de um objeto material em si, enquanto um instrumento é compreendido como uma entidade mista, composta por um artefato e o conjunto de esquemas de utilização desenvolvidos pelo sujeito em seu uso.

Assim, a constituição de um instrumento é um processo individual, não sendo apenas externo ao indivíduo, mas sim o produto de sua interação com o artefato. De modo semelhante, um mesmo artefato se constitui em diferentes instrumentos para cada sujeito em virtude dos esquemas particulares associados a ele (RABARDEL, 1995). Cabe destacar que o processo da Gênese Instrumental, isto é, a elaboração e aprimoramento de um instrumento, é um processo contínuo e complexo (BASSO; NOTARE, 2017).

No que diz respeito aos esquemas, estes assumem um importante papel na Gênese Instrumental. Rabardel estabelece duas dimensões distintas associadas aos esquemas de utilização do artefato em função de sua atividade: as atividades relacionadas às tarefas secundárias e as atividades relacionadas às tarefas primárias. Estas dizem respeito a atividades orientadas para o objeto e para as quais o instrumento é um meio para sua realização,

enquanto aquelas referem-se às atividades orientadas às características e particularidades do artefato (RABARDEL, 1995).

Ainda sobre os esquemas de utilização, o autor estabelece dois níveis distintos: os esquemas de uso e os esquemas de ação instrumentada. O primeiro é composto pelos esquemas direcionados às tarefas secundárias associadas ao uso e atividades específicas relacionadas ao artefato, podendo serem situados tanto no nível de esquemas elementares quanto constituírem uma totalidade que articula diferentes esquemas elementares (RABARDEL, 1995). De acordo com Notare, Stormowski e Basso (2025, p. 6), estes esquemas são ditos elementares “no sentido de não serem decomponíveis em unidades menores capazes de responder a um subobjetivo identificável”. Além disso, eles coordenam-se entre si e com outros esquemas para formarem esquemas de ação instrumentada (NOTARE; STORMOWSKI; BASSO, 2025).

Já os esquemas de ação instrumentada são aqueles relacionados às tarefas primárias, sendo constituídos de totalidades cujo sentido é dado pelo ato global que visa transformações no objeto da atividade (RABARDEL, 1995). Eles incorporam os do nível anterior, sendo assim, composto por esquemas de uso (NOTARE; STORMOWSKI; BASSO, 2025). É importante observar que um mesmo esquema pode ser caracterizado tanto como um esquema de uso quanto de ação instrumentada. A sua classificação é determinada pelo seu *status* na atividade final do sujeito, e não a alguma propriedade do esquema em si (NOTARE; STORMOWSKI; BASSO, 2025).

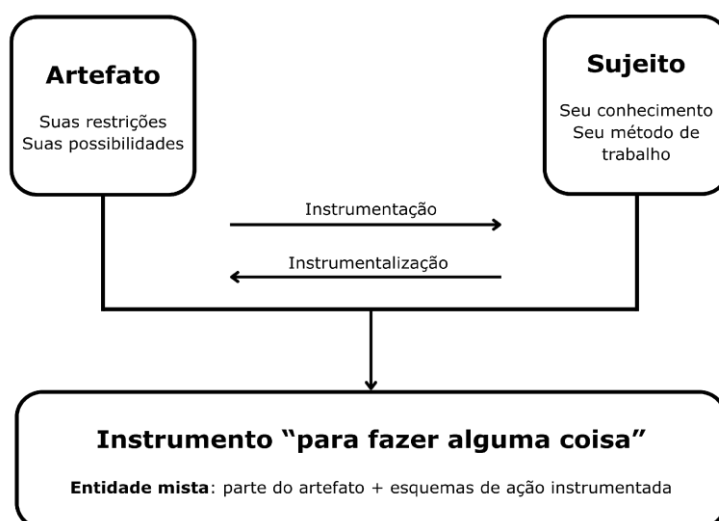
Como mencionado anteriormente, um instrumento possui duas componentes: artefato e esquemas de utilização. Como afirmam Notare, Stormowski e Basso, (2025), em sua maioria, os artefatos são preexistentes, mas ainda instrumentalizados pelo indivíduo, enquanto que os esquemas, também em sua maioria, fazem parte do repertório do sujeito, sendo generalizados ou acomodados ao artefato. Contudo, em determinadas situações, é possível que novos esquemas sejam construídos.

Além disso, Rabardel (1995) destaca que o processo da Gênese Instrumental diz respeito, por um lado, às tarefas que os usuários se propõem e, por outro, às modificações do sistema. Assim, as construções instrumentais do indivíduo são tanto direcionadas a si mesmo quanto direcionadas ao artefato. Ao primeiro damos o nome de **instrumentação** e ao segundo de **instrumentalização**.

A **instrumentação** é o processo direcionado ao sujeito, tratando-se do surgimento e evolução dos esquemas de uso e de ação instrumentada, tais como a concepção, a acomodação, a coordenação, a combinação e a assimilação de novos artefatos a esquemas já existentes. Em outras palavras, a descoberta gradativa de propriedades inerentes do artefato pelo indivíduo é seguida da acomodação dos esquemas, bem como a modificação do significado do instrumento em virtude da associação do artefato a novos esquemas (RABARDEL, 1995).

Por sua vez, a **instrumentalização** é o processo direcionado ao artefato, relacionado com o surgimento e evolução de propriedades da ferramenta, tais como a seleção, agrupamento, criação e instituição de funções, e a transformação do artefato, ou ainda, um reconhecimento progressivo de suas limitações e possibilidades (NOTARE; BASSO, 2017; RABARDEL, 1995). De acordo com Notare e Basso (2017, p. 2), esse processo é composto de dois estágios: “um estágio de descoberta e seleção de funções relevantes do artefato, e um estágio de personalização e de transformação do artefato”. Cabe ressaltar que este processo, juntamente com o processo de instrumentação, são distintos e inerentemente relacionados, de modo que não é simples delimitar onde termina um e inicia o outro. Na Figura 1, ilustramos o processo de Gênese Instrumental proposto por Rabardel (1995).

Figura 1 - Esquema ilustrativo dos processos de processo de Gênese Instrumental



Fonte: adaptado de Basso e Notare (2017)

Como pode ser observado no esquema acima, tanto o artefato afeta o sujeito, através do processo de instrumentação, quanto o sujeito modifica o artefato, através do processo de

instrumentalização. Através de ambas modificações, tanto no sujeito quanto no artefato, surge a entidade mista que Rabardel (1995) chama de instrumento. Na seção seguinte, discutimos aspectos da Gênese Instrumental do professor de matemática em relação a IAG.

3. Gênese Pessoal e Profissional do professor de matemática

De acordo com Basso e Notare (2017), o processo de Gênese Instrumental do professor de matemática é algo complexo e deve ser analisado através de duas perspectivas distintas: a Gênese Instrumental Pessoal e a Gênese Instrumental Profissional. A Gênese Instrumental Pessoal consiste no processo de apropriação do artefato propriamente dito, tendo uma ênfase na técnica da ferramenta e formas de utilizá-la, mas sem a necessidade de reflexões didáticas acerca das potencialidades do artefato (BASSO; NOTARE, 2017). Essa apropriação consiste nos processos de instrumentação e instrumentalização do artefato tecnológico buscando explorar as suas possibilidades e limitações concernentes ao trabalho matemático. Assim, o processo de Gênese Pessoal da IAG é fundamental para torná-la um instrumento com potencial didático para ensinar matemática, tratando-se de um processo complexo (BASSO; NOTARE, 2017).

Uma vez que a IAG transforma-se em um instrumento, o professor começa a considerá-la como uma ferramenta didática com potencial para a aprendizagem de matemática (NOTARE; BASSO, 2017). Dessa forma, torna-se pertinente ressaltar a importância de um amplo domínio dos conhecimentos matemáticos, a fim de potencializar a IAG como ferramenta didática para a aprendizagem da matemática.

De fato, concordamos com Notare e Basso (2017) ao ponderarem que o processo de exploração do artefato está atrelado ao conhecimento matemático do professor. Por um lado, noções limitadas de matemática, por parte do professor, implicam em uma exploração limitada da IAG e, por consequência, na criação de um instrumento com restrições. Por sua vez, quando o professor possui um amplo conhecimento matemático, torna-se possível explorações ricas, conduzindo assim, a construção de um instrumento com maiores possibilidades (NOTARE; BASSO, 2017).

Com respeito à exploração da IAG, é pertinente que o professor compreenda o seu funcionamento e forma de comunicação com ela. De fato, a compreensão de como as suas interações com esse artefato ocorre é um ponto importante para transformá-la em um

instrumento. Com isso, é necessário o entendimento de que as respostas são produzidas através de um conjunto de probabilidades que analisa o *prompt* de entrada identificando e repetindo padrões comuns (CIEB, 2024; UNESCO, 2024; STOREY *et. al.*, 2025). Também, é importante o conhecimento de que não podemos confiar completamente nas suas respostas, pois a IAG pode sofrer alucinações, isto é, elas podem produzir informações inexistentes ou inadequadas, o que pode levar a riscos catastróficos em diversas áreas, como na medicina (YAO *et. al.*, 2024).

Dessa forma, parte importante nesse processo de gênese pessoal consiste na mobilização de esquemas relativos à criação de *prompts*, pois o diálogo entre o usuário e a inteligência artificial se dá através deles. Acerca disso, Carvalho *et. al.* (2025) discorrem que as respostas obtidas pela IAG estão diretamente relacionadas com as perguntas que o usuário realiza e com a elaboração de instruções precisas e específicas. Ao encontro disso, Freire e Santos (2023) afirmam que

os resultados se apresentam mais completos e consistentes na medida em que os *pyompss [prompts]*, que orientam a interface, são claros e específicos. Para isso, é importante iniciar por uma descrição do papel que se deseja para a IAG. Também é recomendado que seja inserido o contexto para que o modelo de linguagem busque por nuances específicas do problema. Isso garante que a interface faça sua busca e sua composição com maior adequação às expectativas. A precisão do *pyompss [prompts]* requer ainda que se declare o resultado esperado e que sejam realizadas diferentes entradas, acrescentando perspectivas com o objetivo de chegar a uma resposta mais completa e satisfatória (FREIRE; SANTOS, 2023, p. 128).

Para que um *prompt* tenha êxito, é recomendado que ele articule uma sequência de raciocínio coerente e centrada na solução de um problema específico, ou ainda, a apresentação da função a ser desempenhada pela IAG, seleção dos termos utilizados na instrução, fornecimento do contexto e informações que julgue relevante (FREIRE; SANTOS, 2023; UNESCO, 2024). O guia para a IAG na educação e pesquisa elaborado pela Unesco incluem as seguintes recomendações para a escrita de um comando satisfatório:

Utilize uma linguagem simples, clara e direta que possa ser facilmente compreendida, evitando palavras complexas ou ambíguas. Inclua exemplos para ilustrar a resposta desejada ou o formato das conclusões geradas. Inclua o contexto, o qual é essencial para gerar conclusões relevantes e significativas. Refine e faça a iteração conforme necessário, experimentando com diferentes variações. Seja ético, evitando comandos que possam gerar conteúdo inadequado, tendencioso ou prejudicial (UNESCO, 2024, p. 12).

Posto isto, a elaboração de *prompts* ricos em detalhes, com instruções precisas, objetivas e que produzam respostas satisfatórias, juntamente de suas limitações, evidenciam

a elaboração de um instrumento avançado. Freire e Santos (2024, p.129) trazem o seguinte exemplo de *prompt*: “Você é um assistente virtual útil na área de linguística computacional. Gostaria de saber mais sobre processamento de linguagem natural. Forneça uma explicação clara e concisa e apresente exemplos de aplicação”. Como pode ser observado, o exemplo anterior atribui um papel a IAG, delimita um contexto, e solicita que a explicação seja através de uma linguagem simples, objetiva e com exemplos. Entretanto, poderiam ser acrescentados mais detalhes acerca da resposta esperada, como sua estrutura (tópicos, parágrafos curtos, etc.) e o tom de linguagem utilizado (acadêmico, coloquial, com ou sem uso de termos técnicos). Ademais, os esquemas associados à elaboração e utilização de comandos para interagir com a IAG são basilares para que ocorram os processos de instrumentação e instrumentalização.

A instrumentação ocorre por meio da resposta obtida, conduzindo ao surgimento e desenvolvimento de novos esquemas associados a criação de *prompts*. Já a instrumentalização, isto é, a descoberta de novas formas de uso, evoluções progressivas na utilização do artefato, e o reconhecimento das possibilidades e limitações do seu uso no tocante a matemática só são possíveis através da interação com a IAG que, por sua vez, é realizada através de comandos. Por fim, ressaltamos que durante o processo de Gênese Pessoal é necessário um processo de reflexão constante a fim de permitir a independência intelectual e não trilhar um caminho em que perdemos nossa criatividade e pensamento crítico (FREIRE; SANTOS, 2023).

Já o processo de Gênese Instrumental Profissional envolve a exploração do artefato para servir aos objetivos didáticos do professor, sendo as suas potencialidades didáticas progressivamente descobertas, juntamente da integração do instrumento em sua prática docente (HASPEKIAN, 2013). Dessa forma, a construção de um instrumento didático para a aprendizagem de matemática, isto é, a Gênese Profissional, dá-se a partir do instrumento construído no processo de Gênese Pessoal (BASSO; NOTARE, 2017).

Ao tratar sobre o ambiente de ensino informatizado, Haspekian (2013) aponta que ele traz especificidades relacionadas ao ensino e aprendizagem da matemática, modificando, por exemplo, tarefas e tipos de atividades propostas ou exigindo a construção de novas teorias. Notamos que esse ambiente traz novas complexidades e especificidades para a atividade matemática, como a possibilidade de criação de jogos e ferramentas em *html* sem a necessidade do domínio da programação ou a necessidade de criar atividades em que seu uso

propicia o pensamento crítico e papel ativo do estudante, não tornando o aluno passivo em seu processo de aprendizagem e que não a utilize somente como uma resolvidora de problemas.

Também, compete ao docente compreender como a IAG influencia a atividade do estudante, ou seja, ele deve entender o processo de Gênese Instrumental Pessoal do aluno frente a esse artefato. Acerca disso, Haspekian (2013) atribui como uma dificuldade desse processo nos alunos o fato das gêneses instrumentais serem individuais e distintas, conduzindo a construção de distintos instrumentos com diferentes possibilidades, e alerta que existirão problemas iniciais na implementação da ferramenta, ou seja, é esperado dificuldades iniciais no uso da IAG por parte dos estudantes.

Associado a esse aspecto, concordamos com a autora quanto à necessidade de homogeneizar tais processos em decorrência da heterogeneidade dos estudantes frente a utilização da IAG. O professor deve ter em mente que, em um primeiro momento, será preciso dedicar tempo aos aspectos de utilização da inteligência artificial em detrimento dos aspectos ligados a atividade matemática, sendo “necessário encontrar um equilíbrio entre a aprendizagem da manipulação da ferramenta e a aprendizagem dos objetos matemáticos visados” (HASPEKIAN, 2013, p. 16, tradução nossa).

Outro ponto que merece destaque é uma possível distorção entre as expectativas do docente e o resultado do uso da IAG em sala de aula, como o uso diferente, por parte dos estudantes, daquilo proposto e planejado pelo professor (HASPEKIAN, 2013). Esses elementos são essenciais no processo de transformar esse artefato em um instrumento para a aprendizagem de matemática, e não podem ser ignorados pelo professor durante seu planejamento. Isso reforça a necessidade de um investimento de tempo no domínio técnico da IAG e consciência, por parte do professor, dos processos de gêneses pessoais dos alunos. Por fim, compete a Gênese Instrumental Profissional os aspectos relativos à gestão da sala de aula e aprendizagem dos alunos, enquanto que a Gênese Instrumental Pessoal é a responsável pelos esquemas que não necessariamente estão associados ao seu uso enquanto instrumento didático e não conduzem a reflexões didáticas (BASSO; NOTARE, 2017).

Posto isto, na seção seguinte apresentamos uma possibilidade de uso da IAG como um instrumento para a aprendizagem de matemática. Ressaltamos que as potencialidades desse instrumento estão diretamente associadas aos processos de gênese pessoal e profissional do professor. Dessa forma, esse exemplo é fruto da reflexão acerca desses processos.

4. Um exemplo do potencial da Inteligência Artificial Generativa na educação matemática

Para exemplificar o uso da IAG na educação matemática, propomos sua utilização guiada a fim de torná-la um instrumento-para-pensar-matemática-com (NOTARE; STORMOWSKI; BASSO, 2025). Para isso, a presente investigação assume natureza qualitativa (BOGDAN; BIKLEN, 1994) já que ela possibilita uma compreensão aprofundada acerca do processo de Gênese Instrumental da IAG associada ao ensino de matemática. Assim, propomos um roteiro de utilização dessa tecnologia na resolução de problemas matemáticos e, a partir do seu uso, investigamos como dá-se a interação com a IAG. Para tanto, escolhemos um problema de interesse dos pesquisadores cuja resolução não mostrou-se trivial. A partir dele, amparados pela discussão teórica realizada acerca da criação de *prompts*, elaboramos uma estrutura em 8 passos, a serem seguidos pelos estudantes, para a utilização da IAG durante a resolução de problemas. Na sequência, interagimos com a IAG conforme os passos construídos e analisamos as respostas obtidas através dos diálogos com a ferramenta. Os detalhes da proposta, dos *prompts* utilizados e da interação com a IAG são discutidos na sequência do texto.

A proposta consiste em desenvolver habilidades de resolução de problemas matemáticos com o auxílio dessa tecnologia, estimulando a construção da autonomia, do pensamento crítico e a interpretação de situações contextualizadas dos estudantes. Para tanto, amparados pela discussão teórica realizada acerca da criação de *prompts*, elaboramos uma estrutura em 8 passos, a serem seguidos pelos estudantes, para a utilização da IAG durante a resolução de problemas. Tais passos não são uma estrutura rígida para a resolução de problemas apoiados com essa tecnologia, mas propõem uma forma de utilização que proporcione um aprendizado ativo do estudante, tornando-o protagonista nesse processo. Para que isso ocorra, é essencial que a IAG não seja utilizada somente como um resolvidor de problemas.

Inicialmente, cabe ao professor escolher um problema que julgue adequado e cuja resolução não seja óbvia. Nas palavras de Polya (1995, p. 4), “o problema deve ser bem escolhido, nem muito difícil nem muito fácil, natural e interessante”. Como suporte às nossas

colocações, consideramos o problema proposto do Quadro 1, retirado do Exame Nacional do Ensino Médio de 2018 (INEP, 2018).

Quadro 1 - Exemplo de problema

PROBLEMA UTILIZADO PARA INTERAÇÃO COM A IAG
Um produtor de milho utiliza uma área de 160 hectares para as suas atividades agrícolas. Essa área é dividida em duas partes: uma de 40 hectares, com maior produtividade, e outra, de 120 hectares, com menor produtividade. A produtividade é dada pela razão entre a produção, em tonelada, e a área cultivada. Sabe-se que a área de 40 hectares tem produtividade igual a 2, 5 vezes à da outra. Esse fazendeiro pretende aumentar sua produção total em 15%, aumentando o tamanho da sua propriedade. Para tanto, pretende comprar uma parte de uma fazenda vizinha, que possui a mesma produtividade da parte de 120 hectares de suas terras. Qual é a área mínima, em hectare, em que o produtor precisará comprar?

Fonte: INEP (2018)

A partir do enunciado da questão, propomos que o estudante identifique os conceitos matemáticos envolvidos e elabore uma estratégia de resolução. Nesse ponto, a IAG se mostra como um instrumento-para-pensar-matemática-com, pois, caso o aluno tenha dificuldades na identificação dos conceitos e elaboração da estratégia, deve utilizar o artefato como um suporte à sua aprendizagem, sempre evitando a dependência de respostas prontas.

Em outras palavras, propomos que o estudante não deve simplesmente solicitar que a IAG resolva o problema, mas sim que o auxilie na interpretação, reconhecimento do conteúdo matemático envolvido e elaboração de estratégias para a solução do problema. Desse modo, propomos que a resolução de questão seja guiada pelos seguintes passos:

1. Leitura individual do enunciado;
2. Filtragem das informações-chave (dados, pergunta, contexto);
3. Identificação dos conceitos matemáticos envolvidos na questão;
4. Resolução pelo estudante com base em suas reflexões;
5. Caso o estudante tenha dificuldades nos passos 1, 2, 3 ou 4, ele deve iniciar sua interação com IAG em três níveis:
 - **Nível 1:** Dê um exemplo de um problema semelhante e resolva-o, detalhando cada etapa e explicitando o conceito associado a ela;
 - **Nível 2:** Solicitar ajuda para identificar conceitos matemáticos;

- **Nível 3:** Pedir sugestões de estratégias de resolução (sem resolver a questão);
6. Validar a resposta ou receber orientações pontuais em caso de erro;
 7. Análise crítica da resposta pela IAG e ajustes finais; e
 8. Socialização em grupo para comparar abordagens e dificuldades.

Como pode ser observado, os primeiros três passos descritos anteriormente não fazem uso da tecnologia. Dessa forma, a fim de auxiliar os estudantes, o professor pode apresentá-los aos discentes como sugestão inicial para elaboração da estratégia, convergindo para o quarto passo. Por sua vez, os passos 5-7 envolvem a interação com a IAG. Para minimizar a ocorrência de respostas prontas, é necessária uma discussão prévia acerca da Engenharia de *Prompt* e formas de escrevê-lo, conforme discutido na seção anterior. Tal discussão conduzida pelo docente pode ser feita em momento anterior à resolução do problema, bem como durante a atividade guiada, ao chegar no passo 5. Ressaltamos que durante esse processo deve ser considerado o processo de gênese pessoal do aluno, isto é, os processos de instrumentação e instrumentalização, bem como a criação e modificação de esquemas concernentes ao uso da IAG como um instrumento para a resolução de problemas.

Para isso, sugerimos uma apresentação breve sobre a estrutura de um *prompt*, destacando a atribuição de um papel para a IAG e instruções explícitas que ela não deve resolver o problema ou trazer sua solução. Dessa forma, entendemos que através das interações e refinamentos do *prompt*, a ferramenta torna-se um instrumento-para-pensar-matemática-com, já que não se limita a resolver o problema, e sim auxilia na sua resolução.

Assim, o docente deve guiar a interação do estudante com a IAG de acordo com o seguinte fluxo: proposição do problema; tentativa de solução autônoma pelos estudantes, mediada pelo docente; elaboração do *prompt*; interação; análise crítica e socialização. Em particular, o momento de interação com a ferramenta deve dar-se de maneira progressiva: interagir com a IAG pedindo um exemplo análogo (nível 1) quando não for capaz de resolver o problema com base em suas reflexões; solicitar ajuda para identificar os conceitos matemáticos envolvidos (nível 2) quando o exemplo for insuficiente e pedir sugestões de estratégias (nível 3) quando for incapaz de articular os conceitos para obter a resolução. Nos Quadros 2-4, apresentamos exemplos de interação com o ChatGPT dos níveis 1-3, respectivamente, em que é exemplificando a construção dos *prompts*.

Quadro 2 - Exemplo de interação de nível 1 com o ChatGPT

PROMPT	RESPOSTA OBTIDA
Preciso resolver um problema de Matemática. Para isso, preciso que você aja como um professor de matemática. O problema que preciso resolver é o seguinte: Um produtor de milho utiliza uma área de 160 hectares para as suas atividades agrícolas. Essa área é dividida em duas partes: uma de 40 hectares, com maior produtividade, e outra, de 120 hectares, com menor produtividade. A produtividade é dada pela razão entre a produção, em tonelada, e a área cultivada. Sabe-se que a área de 40 hectares tem produtividade igual a 2, 5 vezes à da outra. Esse fazendeiro pretende aumentar sua produção total em 15%, aumentando o tamanho da sua propriedade. Para tanto, pretende comprar uma parte de uma fazenda vizinha, que possui a mesma produtividade da parte de 120 hectares de suas terras. Qual é a área mínima, em hectare, em que o produtor precisará comprar? Com base no problema acima, gostaria que você elaborasse um problema semelhante, que utilizasse a mesma estratégia de resolução. Para esse seu exemplo, gostaria que apresentasse uma resolução detalhada. Essa resolução deve ser organizada nos seguintes tópicos: - explicitação e explicação da pergunta a ser respondida - apresentação geral da estratégia de resolução - Detalhamento de cada etapa da resolução - síntese da resolução da questão Em momento algum você deve fornecer	PROBLEMA EXEMPLO Um produtor de soja cultiva uma área total de 100 hectares. Essa área é dividida em duas partes: 30 hectares com maior produtividade; 70 hectares com menor produtividade. A produtividade é definida como a razão entre a produção (em toneladas) e a área cultivada (em hectares). Sabe-se que a produtividade da área de 30 hectares é 3 vezes maior que a produtividade da área de 70 hectares. O produtor deseja aumentar sua produção total em 20%, comprando uma nova área vizinha que possui a mesma produtividade da parte menos produtiva. Pergunta: Qual é a área mínima, em hectares, que ele precisa comprar? 1. Explicitação e explicação da pergunta A pergunta quer saber quantos hectares precisam ser comprados para que a produção total aumente em 20%. Observe que: não estamos aumentando a produtividade das terras antigas; estamos aumentando apenas a área. A nova área tem a mesma produtividade da parte menos produtiva; portanto, o crescimento da produção acontecerá exclusivamente porque haverá mais área produzindo. 2. Estratégia geral de resolução A estratégia será: Representar a produtividade da área menos produtiva por uma variável (uma letra); expressar a produtividade da área mais produtiva em função dessa variável; calcular a produção total atual; calcular quanto representa um aumento de 20%; descobrir quanta área, com a produtividade menor, é necessária para produzir essa quantidade adicional. A ideia central é transformar o problema

a resposta do problema que eu preciso resolver. Você também não deve associar os elementos/dados do problema com os elementos/dados do exemplo. A partir da sua resolução, gostaria de poder associar o exemplo com o problema e tentar resolvê-lo sozinho.

Além disso, escreva em uma linguagem simples e acessível, explicando os termos técnicos da linguagem matemática que aparecerem na resolução do exemplo, e não apresente uma estratégia de resolução para o meu problema. Novamente, gostaria de me basear em seu exemplo para resolver o problema, mas não gostaria que você trouxesse informações de como utilizar os dados do problema para resolvê-lo. Assim, limite-se a tratar das informações do seu exemplo.

em uma **equação algébrica**.

3. Detalhamento de cada etapa

Etapas 1 — Definir uma variável

Vamos chamar de: x
a produtividade da área menos produtiva.

Isso significa que: Cada hectare da parte menos produtiva produz x toneladas.
Como a outra área tem produtividade **3 vezes maior**, então sua produtividade será: $3x$

Etapas 2 — Calcular a produção atual

Lembre que: Produção = produtividade $\times$ área

Produção da parte menos produtiva: **$70x$**

Produção da parte mais produtiva:

$$30 \cdot 3x = 90x$$

Produção total atual:

$$70x + 90x = 160x$$

Etapas 3 — Calcular o aumento desejado

O produtor quer aumentar a produção em 20%.

20% significa: $20/100 = 0,2$

Então, o aumento será:

$$0,2 \cdot 160x = 32x$$

Isso significa que ele precisa produzir

$32x$ toneladas a mais.

Etapas 4 — Descobrir a nova área necessária

A nova área terá produtividade igual à parte menos produtiva, ou seja: x toneladas por hectare.

Se chamarmos de **A** a área que será comprada, então a produção adicional será: **Ax** .

Mas sabemos que essa produção deve ser igual ao aumento desejado: **$Ax = 32x$**

Etapas 5 — Resolver a equação: $Ax = 32x$

Como x é diferente de zero, podemos dividir ambos os lados da equação por x :

$$A = 32$$

4. Síntese da resolução

Representamos a produtividade menor por uma variável. Expressamos a maior como múltiplo dessa variável.

Calculamos a produção total atual.

Calculamos o valor correspondente ao

	aumento percentual. Montamos uma equação relacionando a nova área com a produção adicional. Resolvemos a equação e encontramos a área necessária.
--	---

Fonte: Autoria Própria (2026)

O exemplo e interação de nível 1 pode ser dividido em cinco blocos. O primeiro consiste na atribuição de papel para a IAG, que deve agir como um professor de matemática. Na sequência, dizemos o enunciado do problema que queremos resolver. Esses dois blocos iniciais são simples e não necessitam de outras especificações.

Contudo, no terceiro bloco dizemos a ferramenta o que desejamos. Para que a resposta seja adequada aos nossos objetivos, devemos explicitar e detalhar o que desejamos, isto é, devemos ter em mente que a ferramenta não “lê as entrelinhas”, não sendo capaz de pressupor o que desejamos. Assim, esse bloco é o responsável por delimitar o que e como desejamos nossa resposta, o que explica a explicitação dos conteúdos de cada tópico esperado.

Enquanto que no bloco 3 foi dito a forma da resposta esperada, no bloco 4 especificamos aquilo que não é desejado que a resposta contenha. Em nossos testes, observamos que ao final de sua resposta, o ChatGPT sugere outras ações e, dentre elas, apresentar uma estratégia de resolução para o nosso problema ou relacionar os dados do exemplo com o nosso. Uma vez que queremos somente o exemplo, é importante delimitar a resposta a isso, indicando que a IAG não deve resolver o problema e nem propor estratégias ou fornecer alguma informação adicional de como obter a solução desejada.

Por último, no quinto bloco informamos ao ChatGPT como desejamos que a linguagem dê sua resposta. Para isso, informamos que queremos uma linguagem simples, concisa e que explique os termos técnicos da linguagem matemática envolvidos. Reforçamos, também, sua delimitação ao exemplo incluindo nossa intenção com a resposta obtida. No quadro 3, a seguir, apresentamos um exemplo de interação de nível 2 como continuidade do diálogo de nível 1 iniciado anteriormente.

Quadro 3 - Exemplo de interação de nível 2 com o ChatGPT

PROMPT	RESPOSTA OBTIDA
Lendo seu exemplo, ainda não consegui resolver a questão. Gostaria que	Conceitos e conteúdos necessários 1. Razão: conceito de razão entre duas

continuasse agindo como um professor de matemática, e me auxiliasse a identificar os conceitos e conteúdos necessários para resolver a questão. Preciso disso para me auxiliar em meus estudos. Dessa forma, não apresente a solução do problema, nem forneça qualquer informação que possa auxiliar em sua resolução. Limite-se a informar os conceitos e conteúdos necessários. Apresente sua resposta na forma de tópicos

grandezas. Interpretação de uma razão como comparação. Razão no formato:
Produção ÷ Área.

2. Produtividade como grandeza composta: entender produtividade como uma **grandeza derivada**. Relação entre: produção, área, taxa de produção por unidade de área.

3. Proporcionalidade: grandezas diretamente proporcionais: Interpretação de expressões como: “uma produtividade é **k** vezes a outra”.

4. Porcentagem: transformação de porcentagem em número decimal. Cálculo de: aumento percentual, acréscimo sobre um valor inicial. Diferença entre: valor total, valor do aumento.

5. Expressões algébricas: uso de variável para representar quantidade desconhecida. Representação simbólica de grandezas. Tradução de linguagem verbal para linguagem algébrica.

6. Equação do 1º grau: montagem de equações a partir de relações descritas no problema. Resolução de equações lineares. Isolamento da incógnita.

7. Interpretação de problemas: identificação do que é dado. Identificação do que é pedido. Separação entre: dados estruturais, condição de aumento, objetivo final.

8. Modelagem matemática básica: transformar uma situação real em modelo matemático. Relacionar grandezas por meio de fórmulas. Trabalhar com hipóteses implícitas.

9. Cancelamento algébrico: simplificação de expressões. Cancelamento de termos iguais em ambos os lados da equação.

10. Organização lógica de resolução: cálculo da situação inicial. Determinação do crescimento desejado. Relação entre nova quantidade e aumento exigido.

Ao contrário do *prompt* anterior, esse é mais sucinto, sendo reforçadas atribuições e limitações anteriores, como o papel de professor de matemática e a não resolução do problema. Para o nível 2, desejamos somente identificar os conceitos matemáticos necessários para a resolver a questão, mas cabe ao estudante, de posse dessas informações, articulá-las a fim de determinar a solução. Caso as interações de nível 1 e nível 2 sejam insuficientes, seguimos para a interação de nível 3, em que a IAG deve fornecer uma estratégia de resolução. No Quadro 4, a seguir, expomos um exemplo de interação desse nível oriunda dos diálogos de níveis 1 e 2 anteriores.

Quadro 4 - Exemplo de interação de nível 3 com o ChatGPT

PROMPT	RESPOSTA OBTIDA
Não consegui articular esses conteúdos para obter a resposta. Preciso que você me forneça uma estratégia de resolução. Essa estratégia deve ser sucinta e resumida. Ela deve fornecer uma direção para obter a resposta, mas não deve ser detalhada a ponto de eu não precisar pensar como segui-la. Assim como antes, você continua sendo um professor de matemática e não deve apresentar a resolução da questão.	Estratégia Sucinta de Resolução Defina uma variável: represente por uma letra a produtividade da parte menos produtiva. Expresse a outra produtividade: use a informação “é 2,5 vezes maior” para escrever a produtividade da outra parte em função da variável. Calcule a produção atual total: use a ideia: produção = produtividade $\times$ área; Some as produções das duas partes. Determine quanto representa o aumento de 15%: Calcule apenas o valor do aumento (não o total final). Represente a nova área por uma variável: Lembre que essa nova área tem a mesma produtividade da parte menos produtiva. Monte uma equação: igualando: produção da nova área = aumento desejado Resolva a equação do 1º grau: isole a incógnita.

Fonte: Autoria Própria (2026)

Quanto à interação de nível 3, trata-se de um refinamento dos *prompts* anteriores. Destacamos a manutenção do papel atribuído em toda a conversa e a limitação da estratégia de resolução. Observamos que, mesmo com a declaração explícita para que a

ferramenta se comporte como um professor de matemática, ela é incapaz de desempenhar todas as competências didáticas e pedagógicas docentes, haja vista aspectos associados à relação professor-estudante inerentes das relações humanas. Entretanto, compreendemos que seu uso guiado torna a ferramenta em um instrumento-para-pensar-matemática-com, uma vez que a interação do estudante com essa tecnologia amplia o escopo de pensamento e elaboração de estratégias para a resolução do problema. Além disso, como o objetivo não é a utilização da IAG como uma resolvidora de problemas, a explicitação de que a estratégia deve ser sucinta e sem detalhamentos da utilização das informações, por exemplo, é um ponto importante para auxiliar o estudante sem removê-lo do papel ativo na busca da solução.

Ademais, a utilização da IAG como um instrumento para pensar matemática com, bem como a qualidade dos resultados obtidos, estão intimamente relacionados aos esquemas de utilização dos discentes. Também, ressaltamos que nesse contexto o professor assume os papéis de mediador entre a IAG e o estudante e de orientador ético quanto às questões de autoria, plágio, autonomia e uso crítico da ferramenta. Para que isso ocorra, é necessário que o docente tenha percorrido seu processo de Gênese Pessoal. De fato, o conhecimento da escrita de *prompts* e como a interação com essa tecnologia ocorre é necessário para auxiliar os estudantes na escrita de comandos, ajudando-os a elaborar perguntas pertinentes e adequadas e, conseqüentemente, obter respostas satisfatórias.

Destacamos, ainda, que durante a interação do estudante com a IAG ocorrerá seu processo de Gênese Instrumental, ou seja, o aluno estará mobilizando e criando esquemas para o uso desse artefato e também descobrindo suas potencialidades e suas limitações. Isso reforça a importância da apropriação desse artefato por parte do professor de matemática visando seu uso em sala de aula. Na seção seguinte trazemos nossas considerações finais deste estudo.

5. Considerações Finais

Apoiados na teoria da Gênese Instrumental de Rabardel (1995), neste artigo discutimos como se dá a transformação da IAG de um artefato tecnológico para um instrumento e, em particular, em um instrumento didático para aprendizagem de matemática. Para isso, buscamos compreender os processos de instrumentação e instrumentalização inerentes dessa transformação, os processos de Gênese Instrumental Pessoal (BASSO;

NOTARE, 2017) e de Gênese Instrumental Profissional (HASPEKIAN, 2013) do professor de matemática e propomos uma possibilidade de uso dessa tecnologia no contexto educacional.

Ao longo do estudo, observamos que o professor deve compreender o funcionamento da IAG a fim de torná-la em um instrumento com potencial didático. Com efeito, as possibilidades pedagógicas da IAG para a aprendizagem de matemática emergem dos processos de gênese instrumental pessoal e profissional do docente. Por sua vez, esses ocorrem através da exploração e apropriação da ferramenta (gênese pessoal) e análise crítica de suas possibilidades educacionais (gênese profissional).

Consequentemente, é necessário o conhecimento de boas práticas associadas à escrita de *prompts*, como a atribuição de um papel para a ferramenta, utilização de linguagem simples, inclusão de exemplos e delimitação de contexto. Isso é fundamental, pois a qualidade do instrumento construído está diretamente associada à qualidade dos *prompts* e esquemas associados a eles utilizados e desenvolvidos durante a Gênese Instrumental Pessoal.

A partir da literatura e exploração da tecnologia, concluímos também que o processo de instrumentação ocorre por meio da resposta obtida, conduzindo ao surgimento e desenvolvimento de novos esquemas associados a criação de *prompts*. Já o processo de instrumentalização se dá através da interação do docente com a IAG, uma vez que é a partir dela que surge a descoberta de novas formas de uso, evoluções progressivas em sua utilização e compreensão de suas limitações.

Além disso, constatamos que a inserção dessa tecnologia no campo da Educação, além de suas potencialidades, traz consigo novos desafios. Nessa direção, compete ao professor a criação de novas atividades e formas de avaliação em que o uso da IAG propicie o pensamento crítico e o papel ativo dos estudantes, não tornando-o um sujeito passivo e nem essa tecnologia em uma "resolvedora de problemas.

Ao encontro disso, propomos uma interação guiada na resolução de problemas de Matemática. Nela, a conversa do estudante com a IAG está planejada em três níveis progressivos. Aspectos essenciais para não retirar do estudante seu papel ativo na resolução de problemas com o uso da IAG são a explicitação, no *prompt*, de que a ferramenta não deve trazer a solução do problema, e nem dar sugestões de como obter tal solução, limitando-se aquilo desejado em cada nível. Esses aspectos mostraram-se fundamentais pois, ao não explicitá-los em nossos *prompts*, o ChatGPT finalizava sua resposta apresentando a solução do problema ou os passos a serem seguidos para obtê-la, e assim, retirando o papel ativo do

estudante nesse processo. Ponderamos que nos limitamos ao ChatGPT, de forma que é necessário a exploração prévia do docente em outras IAG, como o Google Gemini, para averiguar se há comportamento semelhante, e realizar os devidos ajustes aos comandos.

Também ressaltamos a qualidade do *prompt* inicial. Quanto mais rico em detalhes, tais como a forma da resposta (em tópicos, parágrafos curtos, etc), tom da linguagem (formal, coloquial, simples, etc) e contexto, bem como a delimitação explícita daquilo que não é desejado que contenha a resposta, mais satisfatório será o resultado alcançado. Em virtude disso, em nosso exemplo reiteramos diversas vezes o papel que a IAG deveria assumir e a delimitação de não fornecer a solução do problema ou informações que pudessem retirar o papel ativo do discente.

Mais ainda, a estrutura planejada busca levar o estudante a uma reflexão crítica e fortalecer sua autonomia e protagonismo frente a sua aprendizagem da matemática. Esse contexto atribui ao professor um novo papel: mediador entre a inteligência artificial e o estudante. Dessa forma, cabe ao docente estimular seu uso consciente e de forma crítica, estimulando o papel ativo do aluno em seu processo de aprendizagem, bem como a discussão de aspectos éticos, como autoria e plágio. Para que isso ocorra, cabe ao professor, durante seu processo de Gênese Instrumental, explorar tanto as possibilidades quanto às limitações que essa tecnologia possui. Sua efetividade em sala de aula está intrinsecamente associada à gênese pessoal do docente (BASSO; NOTARE, 2017).

Ademais, é pertinente ter consciência que, em um primeiro momento, será preciso dedicar tempo aos aspectos de utilização dessa tecnologia, ou seja, aos processos de Gênese Instrumental Pessoal de cada estudante, em detrimento dos aspectos ligados à atividade matemática. Por fim, a pesquisa sobre o uso da IAG como instrumento para a aprendizagem da matemática ainda é incipiente, mas procuramos apresentar uma possibilidade de uso, fruto da reflexão sobre a Gênese Instrumental dos autores, como um exemplo de sua potencialidade.

6. Referências bibliográficas

BASSO, Marcus.; NOTARE, Márcia Rodrigues. Gênese Instrumental do GeoGebra na formação de professores. **Zetetiké**, Campinas, v. 25, n. 2, p. 324–344, 2017.

BOGDAN, Robert Charles; BIKLEN, Sari Knopp. **Investigação qualitativa em educação**: uma introdução à teoria e aos métodos. Portugal: Porto Editora, 1994.

CARVALHO, Letícia Carla de et al. Possibilidades de uso da inteligência artificial na educação matemática: criação de *prompt* para a interpretação de enunciados. **Tear: Revista de educação, Ciência e Tecnologia**, v. 14, n. 1, p. 1–15, 2025.

CENTRO DE INOVAÇÃO PARA A EDUCAÇÃO BRASILEIRA. CIEB: **Notas Técnicas #21 Inteligência artificial na educação básica**: novas aplicações e tendências para o futuro. São Paulo: CIEB, 2024. E-book em PDF.

CHICA-GALEANO, Bibiana Milena. Posibilidades para promover el pensamiento crítico a través del uso de la IA en entornos educativos. **Portal de la Ciencia**, v. 6, n. S1, p. 277–286, 2025.

DARTORA, Luiza; FETTERMANN, Joyce. Inteligência artificial generativa e avaliação educacional: uma análise documental. **SciELO Preprints**, 2025.

FREIRE, Wendel; SANTOS, Edméa. Inteligência artificial generativa e os saberes científicos. In: ALVES, Lynn (org.). **Inteligência artificial e educação**: refletindo sobre os desafios contemporâneos. Salvador: UEFS Editora, 2023. p. 123-135.

GUZMÁN, Cristian Nava. La inteligencia artificial generativa en la enseñanza de las matemáticas. **Revista Enseñanza de las matemáticas y Experiencias Docentes**, v. 1, n. 2, p. 77–89, 2025.

HASPEKIAN, M. Enseigner avec un tableur: quelles genèses instrumentales? In: **Les technologies numériques pour l'enseignement** – Usages, dispositifs et genèses. Toulouse: Octarès, 2013.

INEP. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. **Exame Nacional do Ensino Médio 2018**: 2º Dia (Caderno B, Prova Amarela). Brasília: INEP, 2018. PDF. Disponível em: https://download.inep.gov.br/educação_basica/enem/provas/2018/2DIA_05_AMARELO_BAIXA.pdf. Acesso em: 05 dez. 2025.

NOTARE, Márcia; BASSO, Marcus Vinicius de Azevedo. Gênese Instrumental Pessoal e Conceitos Matemáticos em Processo de Criação com o GeoGebra. **RENTE**, Porto Alegre, v. 15, n. 2, 2017.

NOTARE, Márcia Rodrigues; STORMOWSKI, Vandoir; BASSO, Marcus Vinicius. Instrument-to-think-mathematics-with: intertwining mathematical concepts and schemes of use in the instrumental genesis of the Mathematics teacher. **Revista Internacional de Pesquisa em Educação Matemática**, Brasília, v. 15, n. 3, p. 1–17, 2025. DOI: 10.37001/riem.v15i3.4416. Disponível em: <https://www.sbembrasil.org.br/periodicos/index.php/riem/article/view/4416>. Acesso em: 2 jul. 2026.

POLYA, George. **A arte de resolver problemas**: um novo aspecto do método matemático. Rio de Janeiro: Interciência, 1995.

RABARDEL, P. **Les hommes et les technologies**: approche cognitive des instruments contemporains. Paris: Armand Colin, 1995.

STOREY, Veda et al. Generative Artificial Intelligence: evolving technology, growing societal impact, and opportunities for information systems research. **Information Systems Frontiers**, 2025.

UNESCO. **Guia para a IA generativa na educação e na pesquisa**. Paris: UNESCO, 2024.

VICARI, Rosa Maria. (Org.). **Nota técnica n.º 1/2025**: sistemas tutores inteligentes. 1. ed. Porto Alegre, RS: Ed. dos Autores, 2025.

YAO, Jia-Yu. et al. LLM Lies: Hallucinations are not bugs, but features as adversarial examples. **arXiv preprint ar-Xiv:2310.01469**. ICLR, 2024. Disponível em: <https://arxiv.org/pdf/2310.01469>. Acesso em: 7 dez. 2025.



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0).