

A criação de uma atividade voltada para o ensino de simetria com o uso da inteligência artificial generativa

The creation of an activity focused on teaching symmetry with the use of the generative artificial intelligence

La creación de una actividad enfocada en la enseñanza de la simetría con el uso de la inteligencia artificial generativa

La création d'une activité axée sur l'enseignement de la symétrie avec l'utilisation de l'intelligence artificielle générative

André Ricardo Antunes Ribeiro¹

Centro Universitário Internacional (UNINTER)
Mestrado em Ensino nas Áreas de Ciências e Matemática
<https://orcid.org/0000-0002-1951-594X>

Evandro Alberto Zatti²

Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUC-PR)
Doutorado em Ensino nas Áreas de Ciências e Matemática
<https://orcid.org/0000-0003-3123-1197>

Renata Oliveira Balbino³

Secretaria de Estado da Educação (SEED-PR)
Doutorado em Educação em Ciências e em Matemática
<https://orcid.org/0000-0003-3402-3422>

Marco Aurélio Kalinke⁴

Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)
Doutorado em Educação Matemática
<https://orcid.org/0000-0002-5484-1724>

Resumo

Este artigo apresenta uma investigação, de natureza qualitativa, com o desenvolvimento de uma atividade voltada para o ensino do objeto de conhecimento de simetria, com o auxílio da inteligência artificial generativa. O objetivo da pesquisa foi realizar uma análise sobre o potencial do uso simultâneo do Google Gemini e do Midjourney, utilizados como ferramentas de mediação dentro dos processos de ensino voltados para a área específica da Educação Matemática. Para tanto, desenvolvemos o roteiro da atividade no Gemini e posteriormente, no

¹ aribeiro1075@gmail.com

² evandro.zatti@live.com

³ renata.balbino@escola.pr.gov.br

⁴ kalinke@utfpr.edu.br

Midjourney, criamos imagens com elementos geométricos de modo que os professores possam viabilizar discussões com estudantes acerca da temática direcionada para o Ensino Fundamental II, conforme indicação da Base Nacional Comum Curricular. Dentro da análise dos resultados, percebemos que a criação de um prompt estruturado é fundamental para a precisão dos resultados esperados, e que a análise crítica dos professores em torno dos resultados gerados também é essencial para a aplicabilidade juntos aos estudantes. Como conclusão, compreendemos que recursos da inteligência artificial generativa, que já são utilizados em outras áreas, são uma possibilidade de ferramenta de mediação para a Educação Matemática por meio da representação gráfica de elementos com formato geométrico. Além de promover o ensino por meio de concepções artísticas, eles podem favorecer, entre outros fatores, o envolvimento e a construção de novos conhecimentos, além de abrir novas discussões com os estudantes.

Palavras-chave: Educação matemática, Google gemini, Inteligência artificial generativa, Midjourney, Tecnologias digitais.

Abstract

This article presents a qualitative investigation involving the development of an activity aimed at teaching the concept of symmetry, with the assistance of generative artificial intelligence. The objective of the research was to analyze the potential of the simultaneous use of Google Gemini and Midjourney, utilized as mediation tools within the teaching processes focused on the specific area of Mathematics Education. To this end, we developed the activity script in Gemini and subsequently, in Midjourney, created images with geometric elements so that teachers can facilitate discussions with students on the theme directed towards Middle School, as indicated by the Common National Curriculum Base. Within the analysis of the results, we noticed that creating a structured prompt is fundamental for the accuracy of the expected results, and that the critical analysis by teachers regarding the generated results is also essential for applicability with students. As conclusion, we understand that generative artificial intelligence resources, which are already used in other areas, are a possibility of mediation tool for Mathematics Education through the graphical representation of elements with geometric format. Besides promoting teaching through artistic conceptions, they can foster, among other factors, engagement and the construction of new knowledge, as well as open new discussions with students.

Keywords: Mathematics education, Google gemini, Generative artificial intelligence, Midjourney, Digital technologies.

Resumen

Este artículo presenta una investigación cualitativa que involucra el desarrollo de una actividad destinada a enseñar el concepto de simetría, con la asistencia de inteligencia artificial generativa. El objetivo de la investigación fue analizar el potencial del uso simultáneo de Google Gemini y Midjourney, utilizados como herramientas de mediación dentro de los procesos de enseñanza enfocados en el área específica de la Educación Matemática. Para ello, desarrollamos el guion de la actividad en Gemini y, posteriormente, en Midjourney, creamos imágenes con elementos geométricos para que los profesores puedan facilitar discusiones con los estudiantes sobre el tema dirigido a la Educación Secundaria, según lo indicado por la Base Nacional Común Curricular. En el análisis de los resultados, notamos que la creación de un prompt estructurado es fundamental para la precisión de los resultados esperados, y que el análisis crítico de los profesores respecto a los resultados generados también es esencial para la aplicabilidad con los estudiantes. Como conclusión, entendemos que los recursos de inteligencia artificial generativa, que ya se utilizan en otras áreas, son una posibilidad de herramienta de mediación para la Educación Matemática a través de la representación gráfica de elementos con formato geométrico. Además de promover la enseñanza a través de concepciones artísticas, pueden fomentar, entre otros factores, la participación y la construcción de nuevos conocimientos, así como abrir nuevas discusiones con los estudiantes.

Palabras clave: Educación matemática, Google gemini, Inteligencia artificial generativa, Midjourney, Tecnologías digitales.

Résumé

Cet article présente une enquête qualitative impliquant le développement d'une activité visant à enseigner le concept de symétrie, avec l'assistance de l'intelligence artificielle générative. L'objectif de la recherche était d'analyser le potentiel de l'utilisation simultanée de Google Gemini et Midjourney, utilisés comme outils de médiation dans les processus d'enseignement axés sur le domaine spécifique de l'Éducation Mathématique. À cette fin, nous avons développé le script de l'activité dans Gemini et, par la suite, dans Midjourney, créé des images avec des éléments géométriques afin que les enseignants puissent faciliter des discussions avec les élèves sur le thème destiné à l'enseignement secondaire, comme indiqué par le Socle Commun de Connaissances, de Compétences et de Culture. Dans l'analyse des résultats, nous avons remarqué que la création d'une instruction structurée est fondamentale pour la précision des résultats attendus, et que l'analyse critique des enseignants concernant les résultats générés est

également essentielle pour l'applicabilité avec les élèves. En conclusion, nous comprenons que les ressources d'intelligence artificielle générative, déjà utilisées dans d'autres domaines, représentent une possibilité d'outil de médiation pour l'éducation mathématique à travers la représentation graphique d'éléments au format géométrique. En plus de promouvoir l'enseignement à travers des conceptions artistiques, elles peuvent favoriser, entre autres facteurs, l'engagement et la construction de nouvelles connaissances, ainsi qu'ouvrir de nouvelles discussions avec les élèves.

Mots-clés : Éducation mathématique, Google gemini, Intelligence artificielle générative, Midjourney, Technologies digitales.

A criação de uma atividade voltada para o ensino de simetria com o uso da inteligência artificial generativa

O uso da inteligência artificial (IA) tem despertado um interesse coletivo nos últimos anos. A sociedade vem se tornando mais atenta quanto às potencialidades desse recurso tecnológico, considerando que atualmente alguns resultados revelaram-se importantes, impactando diversos setores, tais como: saúde (na precisão de diagnósticos e pesquisa em medicamentos); tecnologia (veículos autônomos e sistemas de visão computacional); finanças (detecção de fraudes); comércio (recomendações de produtos e automação no atendimento ao cliente); entre diversos outros possíveis exemplos. No que tange aos processos educacionais, em específico na Educação Matemática, a IA também pode gerar impactos, que precisam ser analisados e avaliados.

Há um grande avanço da IA em seus variados campos e suas especificidades, como no caso do *Machine Learning* (ML), ou Aprendizado de Máquina, que trabalha com algoritmos que permitem que um programa “aprenda”. Nestes casos, os programadores não precisam determinar um código que especifique as ações ou previsões que o programa deva realizar em certa situação (Gabriel, 2022). “Em ML, o algoritmo é tipicamente diferente de um tradicional. A razão é que o primeiro passo é processar dados para, em seguida, o computador começar a aprender. Por isso, o aprendizado é, sem dúvida a chave da IA” (Santaella, 2023, p. 130).

Zatti e Kalinke (2021, p. 78) consideram que “no aprendizado de máquina, os algoritmos analisam dados para identificar padrões e construir um modelo para prever valores futuros”. Os autores complementam ainda que o ramo da IA que explora pesquisas com Redes Neurais Artificiais (RNA) e ML é chamado conexionista (Zatti; Kalinke, 2021).

Vicari (2021) considera que os maiores avanços atuais na IA ocorreram por meio do aprendizado de máquina, mediante o treinamento extensivo com vastos conjuntos de dados, empregando mecanismos de representação do conhecimento e processos de raciocínio fundamentados tanto em RNA quanto em modelos estatísticos, sejam estes híbridos ou não.

Como consequência dos avanços do ML, outro campo da IA que tem ganhado significativa relevância é o *Deep Learning* (DL) ou Aprendizado Profundo. O DL impulsionou o aprimoramento de diversos recursos disponíveis, como o caso dos *chatbots* ou agentes conversacionais, cujos exemplos mais conhecidos são as plataformas *ChatGPT*⁵ e *Google Gemini*⁶, os quais utilizam mecanismos de processamento de linguagem natural (PLN). Pode-

⁵ <https://chat.openai.com/>

⁶ <https://gemini.google.com/app>

se também mencionar os sistemas de reconhecimento facial, que são utilizados, entre outras possibilidades, como forma de autenticação de usuários, em processos utilizados para validação de dados. Tais sistemas são utilizados em sites de comércio eletrônico, de órgãos governamentais e de instituições de ensino, que os estão adotando para controle de frequência dos estudantes, por exemplo.

Relativamente às dimensões do ML e do DL, e conseqüentemente das suas relações, elas podem ser ilustradas na Figura 1, com base no modelo representativo da IA, ou como funciona o seu modelo “pensante” em consonância com o *Big Data*⁷, de acordo com os preceitos da Ciência de Dados.

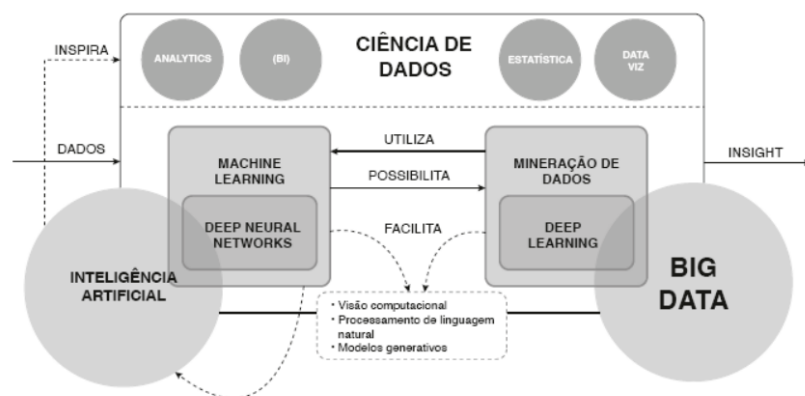


Figura 1.

Sistema “Pensante” da IA (Gabriel, 2022, p. 71).

Percebe-se, na Figura 1, que a ciência de dados é uma área que suporta áreas como a IA, e seus subcampos como o ML, que engloba as *Deep Neural Networks* (Redes Neurais Profundas). Desta forma, nota-se uma interação com um movimento contínuo de entrada e saída de dados, os quais são associados ao *Big Data* e seu subcampo representado pela mineração de dados, envolvendo diretamente o DL. Como consequência desse processo temos que os modelos generativos (assim como a visão computacional e o processamento de linguagem natural), são resultado das interações entre DL e ML.

Uma aplicação destes sistemas são as Inteligências Artificiais Generativas (IAG), que são recursos que vêm sendo aplicados em diferentes setores, com diversas finalidades, como por exemplo, para a realização de consultas na área jurídica, no caso de leis específicas; na

⁷ Segundo Amaral (2016), “Big Data é considerado um fenômeno, no qual dados são gerados em diversos formatos e possuem a capacidade de serem armazenados por uma imensa quantidade de equipamentos e dispositivos. As inovações tecnológicas por meio da miniaturização de dispositivos e componentes como processadores, se tornam cada vez mais sofisticados, disponibilizando mais capacidade operacional no manejo de uma quantidade cada vez maior de dados”.

saúde, no caso de diagnósticos, na tradução de textos e na organização de conteúdos, entre outras. Para McIntosh *et al.* (2023, p. 1) “A evolução da Inteligência Artificial deu um salto crucial com o surgimento dos *Large Language Models*⁸ (LLMs), como o *ChatGPT*, desenvolvido pela *OpenAI*, e o recente lançamento do *Gemini* pelo *Google*”. De modo geral, uma IAG é uma ferramenta que pode contribuir com diversas tarefas, como a formatação de parágrafos, marcadores e tabelas, a criação de poemas, textos e roteiros, otimizando tarefas rotineiras que fazem parte do contexto de diversos profissionais em variados setores (Birss, 2024).

Segundo a Hubspot & Jasper (2023), a IAG é uma forma de IA que tem a capacidade de assimilar informações humanas e conceber algo completamente original, seja arte, texto, vídeo ou áudio. A partir de um estímulo inicial, ela é capaz de gerar uma nova obra. Esse tipo de IA se desenvolve ao absorver modelos de aprendizado de linguagem natural e ao consumir conteúdo. A este cenário se somam as redes adversárias generativas (GAN), que são arquiteturas de aprendizado profundo. Elas têm por objetivo treinar duas RNA para “competirem” entre si, intencionando gerar novos dados, que sejam mais autênticos a partir de um determinado conjunto de dados de treinamento.

Segundo Espírito Santo *et al.* (2023), as GAN são um tipo de RNA que possuem capacidade de gerar imagens realistas de rostos e paisagens, além de textos únicos como artigos de notícias, postagens e contos. As possibilidades de criação com GAN são vastas, permitindo a criação de conteúdos textuais, visuais e sonoros completamente novos.

Uma IAG é um conceito amplo, impulsionado por uma GAN, que “é, na verdade, um par de redes que se combinam para formar um sistema generativo” (Russell; Norvig, 2022, p. 705). Segundo esses autores, seu modo de funcionamento baseia-se em duas redes: um discriminador e um gerador. “Tanto o gerador quanto o discriminador são treinados simultaneamente, com o gerador aprendendo a enganar o discriminador, e o discriminador aprendendo a separar com precisão os dados reais dos falsos” (Russell; Norvig, 2022, p. 705).

A fim de conhecermos mais exemplos, tomamos a iniciativa de realizar um breve levantamento sobre produções científicas relacionadas ao uso da IAG na educação. Apesar de não ser o propósito desta pesquisa realizar um mapeamento sistemático (MS), seguimos as considerações de Motta (2021), o qual define algumas etapas para o desenvolvimento deste modelo e demais levantamentos bibliográficos.

⁸ Grandes Modelos de Linguagem.

Entre estas etapas, destacamos a definição de uma base de dados, na qual “o pesquisador deve estabelecer onde deseja pesquisar, ou seja, deve definir a base de dados para a extração dos trabalhos que tenha afinidade a ser investigada no MS” (Motta, 2021, p. 32). Outra etapa relevante nesse processo é a definição dos descritores e *strings*, o qual “uma vez definida as bases de dados, é essencial que o pesquisador estabeleça os descritores, ou seja, os termos de busca que serão utilizados na identificação dos trabalhos” (Motta, 2021, p. 34). Obedecendo às regras mencionadas, consultamos as seguintes bases de dados: Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD) e Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES. Sobre a definição dos descritores e *strings*, utilizamos a seguinte combinação: “inteligência artificial generativa AND Educação Matemática”.

A busca na BDTD retornou 1 (uma) dissertação, que apesar de correlacionar IA com a Educação Matemática, não tem relação alguma com o uso da IAG em processos de ensino e de aprendizagem de Matemática. No Catálogo de Teses e Dissertações, foram encontradas 2 (duas) dissertações de mestrado que envolvem o uso da IAG na Educação Matemática, porém utilizando recursos exclusivos de uma LLM, o que difere do uso combinado de uma LLM com uma GAN, conforme propomos nesta pesquisa.

Apesar da relativa escassez em pesquisas sobre o assunto, há de se reconhecer que além das bases de dados selecionadas, atualmente existe um movimento gradativo de pesquisas sobre a aplicabilidade de recursos da IAG em processos pedagógicos, envolvendo a Educação Matemática.

Em uma destas pesquisas, sugere-se algumas viabilidades como a utilização de tutores virtuais por meio de *chatbots*; ou mesmo o uso da IAG para a criação de recursos educacionais personalizados, como no caso de sequências didáticas ou planos de aulas, por exemplo (Aguirre, 2024).

Para contribuir com as discussões sobre a inserção destes recursos tecnológicos em processos educacionais, esta pesquisa tem como objetivo investigar aspectos de integração entre a IAG e práticas pedagógicas voltadas para o ensino de simetrias, na qual busca-se responder à seguinte questão norteadora: De que forma ambientes de IAG podem ser utilizados para a criação de uma atividade sobre o conteúdo de simetria?

Tecnologias digitais, ia e a educação matemática

A convergência entre as tecnologias digitais (TD), a IA e a Educação Matemática tem desencadeado mudanças com potencial para impactar os processos educacionais. À medida que os recursos tecnológicos se tornam mais onipresentes, evidenciam-se também as possibilidades

do seu uso em sala de aula (Kalinke *et al.*, 2017). Com o avanço da IA, as TD evoluíram a ponto de se tornarem parceiros cognitivos, capazes de fornecer feedback personalizado, adaptar o ensino às necessidades individuais dos estudantes e, inclusive, prever possíveis erros. Essas possibilidades não apenas transformam a maneira como os estudantes interagem com os conceitos matemáticos, mas também desafiam professores a repensarem suas práticas pedagógicas. Como citam Russel e Norvig (2022, p. 19)

A IA abrange uma enorme variedade de subcampos, do geral (aprendizagem e percepção) até tarefas específicas, como jogos de xadrez, demonstrações de teoremas matemáticos, criação de poesia, direção de um carro em estrada movimentada e diagnóstico de doenças. A IA é relevante para qualquer tarefa intelectual; é verdadeiramente um campo universal (Russell; Norvig, 2022, p. 19).

Esta conjunção de tarefas inerentes às atividades cognitivas, reforça a viabilidade da sua utilização em campos distintos. Considerando que existe uma relação direta entre as TD, a IA e a Educação Matemática, tal como proposto por Mattos (2022), diante da possibilidade da utilização de imagens criadas por IAG em atividades educacionais de Matemática, é possível aprofundar a relação desta disciplina com as Artes.

Segundo Hildebrand e Valente (2023), a Arte, a Matemática e as mídias compartilham princípios sintáticos, semânticos e linguísticos que se interconectam com todas as formas de elaboração de conhecimento ao longo da história. Uma semelhança fundamental entre elas é a sua estruturação por meio de linguagens, as quais por sua vez utilizam-se de signos para representar elementos da natureza e da cultura. Tanto as artes quanto a Matemática dependem de meios para se estruturarem.

Essa é uma relação significativamente antiga, que atravessou diversas fases da existência humana, e que pode ser exemplificada quando

[...] os artistas renascentistas representavam o mundo em suas telas usando regras de proporção matemática oriundas dos Pitagóricos e de Policleto na Grécia Antiga. Eram regras da geometria euclidiana demasiadamente simples. Representar o homem e o espaço a seu redor, de modo científico, era um objetivo da arte e, por que não dizer, da matemática e da geometria, no período pré-industrial (Hildebrand & Valente, 2023, p. 81).

Esta conexão do homem com as artes e a Matemática atravessou séculos, mantendo a tradição de representar a realidade de forma fiel. Com as TD e o uso de *softwares* e ferramentas específicas de computação gráfica, representações artísticas puderam ser simuladas com o uso dos computadores. Atualmente podem ser usadas com objetivos voltados para áreas específicas

como na educação. Exemplo: representações de objetos geométricos no ensino de matemática; de seres vivos para o ensino de biologia; dos corpos celestes na astronomia, etc.

Entre as ferramentas que podem ser exploradas para a criação de imagens em processos educacionais está o *Midjourney*⁹, com o qual podem ser criadas imagens de alta qualidade a partir de textos relativamente simples. No referido ambiente é possível digitar um texto com a descrição de uma imagem que se deseja criar com recursos de IAG e o resultado é apresentado em poucos segundos. Dessa forma, ele é executado diretamente no navegador, dispensando a necessidade de *hardware* ou *software* especiais.

Ambientes como o *Midjourney*, enquanto ferramentas geradoras de imagens, podem vir a se tornar instrumentos colaborativos nos processos de simulação e de imersão, inclusive em atividades educacionais. Nesse viés, Lévy (1999) considera que:

Quanto à imagem, perde sua exterioridade de espetáculo para abrir-se à imersão. A representação é substituída pela virtualização interativa de um modelo, a simulação sucede a semelhança. O desenho, a foto ou o filme ganham profundidade, acolhem o explorador ativo de um modelo digital, ou até uma coletividade de trabalho ou de jogo envolvida com a construção cooperativa de um universo de dados (Lévy, 1999, p. 150).

Considerada a relevância da imersão nesse processo, para o autor, a simulação também pode contribuir no favorecimento da aquisição de conhecimento, visto que:

[...] a simulação tem hoje papel crescente nas atividades de pesquisa científica, de criação industrial, de gerenciamento, de aprendizagem, mas também nos jogos e diversões (sobretudo nos jogos interativos na tela). Nem teoria, nem experiência, forma de industrialização da experiência do pensamento, a simulação é um modo especial de conhecimento, próprio da cibercultura nascente (Lévy, 1999, p. 166).

Além disso, a simulação, representada por imagens, favorece a compreensão de conceitos baseados no realismo de uma determinada situação, no qual nossa percepção sobre a proximidade com a realidade, é possibilitada pela própria visualização.

Ainda, nesse contexto, Flores (2016) considera que as imagens são concebidas como espaços para o exercício do pensamento, e uma perspectiva matemática, por exemplo, é resultado dessas práticas visuais, e o conhecimento matemático é uma forma de expressar verdades sobre como representamos e observamos. Isso se deve à compreensão de que as práticas visuais não apenas moldam o sujeito que observa, mas também moldam o objeto observado, tanto as coisas visíveis quanto as invisíveis.

⁹ <https://www.midjourney.co/pt>

Estes aspectos podem ser explorados para o trabalho com simetrias na educação básica. Ao trabalhar com essa temática os estudantes têm a oportunidade de desenvolver habilidades de observação, percebendo diferenças e semelhanças entre as figuras. A Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que cita o termo “simetria” em sete oportunidades, indica que:

É importante, também, considerar o aspecto funcional que deve estar presente no estudo da Geometria: as transformações geométricas, sobretudo as simetrias. As ideias matemáticas fundamentais associadas a essa temática são, principalmente, construção, representação e interdependência (Brasil, 2018, p. 271).

Assim, ao abordar as ideias de simetrias bilateral (ou reflexão), radial (ou translação) e simetria rotacional (ou rotação), a sua compreensão pode auxiliar no desenvolvimento de habilidades espaciais e na percepção de posição, características e forma da imagem. Ao utilizar recursos de IA nesta abordagem podemos agregar conhecimentos sobre o funcionamento dos ambientes de IAG e discuti-los com os estudantes, contribuindo para eventuais usos futuros que eles venham a realizar.

Aspectos metodológicos

Para responder à questão apresentada, optamos por realizar uma pesquisa de origem qualitativa, cuja abordagem pode ser identificada como um estudo de caso. A justificativa para esta investigação se ampara em contribuições relacionadas ao estudo das TD, e suas ferramentas de mediação, voltadas para a construção do conhecimento matemático. Neste sentido, o Grupo de Pesquisa sobre Tecnologias na Educação Matemática (GPTem)¹⁰, tem se dedicado à busca por compreensões sobre o uso de TD na Educação Matemática, de forma colaborativa entre seus integrantes.

Consideramos esta investigação como uma pesquisa de natureza qualitativa, pois se trata de um estudo dentro de um contexto específico, isto é, no âmbito educacional. Levando em conta as interações envolvidas, as quais contemplam um olhar interpretativo e flexível dos pesquisadores.

A pesquisa qualitativa é uma metodologia de investigação que busca compreensões acerca de determinados fenômenos, que leva em conta os contextos sociais e culturais em que estão inseridos. Segundo Borba (2004), a pesquisa qualitativa é caracterizada pela valorização das interações humanas e das narrativas, especialmente relevantes para estudos voltados para o contexto educativo. Segundo esse autor,

¹⁰ <https://gptem5.wixsite.com/gptem>.

o que se convencionou chamar de pesquisa qualitativa, prioriza procedimentos descritivos à medida em que sua visão de conhecimento explicitamente admite a interferência subjetiva, o conhecimento como compreensão que é sempre contingente, negociada e não é verdade rígida. O que é considerado “verdadeiro”, dentro desta concepção, é sempre dinâmico e passível de ser mudado. Isso não quer dizer que se deva ignorar qualquer dado do tipo quantitativo ou mesmo qualquer pesquisa que seja feita baseada em outra noção de desenvolvimento (Borba, 2004, p. 2).

Nesse tipo de pesquisa é possível explorar as práticas pedagógicas, as percepções dos envolvidos nos processos educacionais e as dinâmicas do ambiente escolar. Essa metodologia envolve uma postura interpretativa por parte dos pesquisadores. Os resultados não buscam generalizações, mas sim, a compreensão detalhada e contextualizada do objeto de estudo, possibilitando a busca por compreensões que podem influenciar diferentes práticas pedagógicas assim como nesta pesquisa.

O estudo de caso é uma abordagem predominantemente qualitativa, que constitui um método de pesquisa de um fenômeno social, utilizada em pesquisas voltadas para os processos educacionais. A escolha por esse percurso metodológico está relacionada à natureza desta pesquisa que buscou analisar o potencial uso simultâneo do Google Gemini e do Midjourney, como ferramentas de mediação, nos processos de ensino de Matemática. Segundo Marconi e Lakatos (2022, p. 306) “o estudo de caso refere-se ao levantamento com mais profundidade de determinado caso ou grupo humano sob todos os aspectos [...] seu objetivo é apreender determinada situação e descrever a complexidade de um fato”.

Algumas pesquisas realizadas por integrantes do GPTEM trouxeram contribuições investigativas sobre a IA no âmbito da Educação Matemática. Dentre elas, é possível mencionar análises realizadas sobre a IA a partir de perspectivas teórico-filosóficas (Silva, 2023); investigações sobre ergonomia e design de interação para interfaces assistidas por IA (Balbino, 2023); compreensões sobre IA e programação intuitiva (Mattos, 2022) e a concepção de uma plataforma assistida por IA para criação de objetos de aprendizagem (Zatti, 2023), entre outras em andamento. Diante dos avanços tecnológicos recentes, incluindo a IA e seus impactos sobre diversos setores da nossa sociedade, como na área educacional, faz-se necessária a continuidade de um movimento investigativo, uma vez que o uso das TD no âmbito educacional pode transformar a forma como se aprende matemática (Papert, 1986).

Em busca de dados para análise, foram utilizadas duas plataformas de IAG para a criação de uma atividade voltada para o ensino de simetrias: uma denominada texto-texto (*prompt* textual e resultado textual) que auxilia a organizar uma atividade sobre o conteúdo, e

outra denominada texto-imagem (*prompt* textual e resultado gráfico) que auxilia na construção de imagens relacionadas a este mesmo conteúdo.

Para a concepção dos *prompts*, seguimos a estrutura C.R.E.A.T.E. recomendada por Birss (2024), que trata da geração de *prompts* e está descrita na Tabela 1.

Tabela 1.

Estrutura de criação de prompts C. R. E. A. T. E. (Birss, 2024)

Tópico (Tradução)	Características
Character (Personagem)	Função de criação de responsabilidade para o <i>chatbot</i> . Por exemplo, fazer com que ele se identifique como um <i>chef de cozinha, uma celebridade, um cientista renomado, um escritor etc.</i>
Request (Solicitar)	Criação de solicitação para que o <i>chatbot</i> trabalhe para você. O ideal é fornecer exemplos que se aproximem do resultado esperado. Ex.: <i>“Quero que você crie uma receita incrível usando apenas os ingredientes que tenho na geladeira. Comece me perguntando quais ingredientes tenho disponíveis”</i> .
Examples (Exemplos)	Informações que podem ser preciosas na busca por respostas. Ex.: <i>“Inspire-se em chefs como Gordon Ramsey, Marc Pierre White e Erick Jacquin”</i>
Additions (Adições)	Nesta etapa podem ser inseridos dados extras no sentido de aprimorar as respostas, já que um primeiro resultado pode não ser convincente. Ex.: <i>“Liste as medidas em unidades imperiais. Não use todos os ingredientes – use apenas o necessário para o prato. Não sugira uma receita até que eu lhe forneça meus ingredientes”</i> .
Type of Output (Tipo de Saída)	Explique para o <i>chatbot</i> sua preferência sobre a formatação. Ele pode fornecer respostas por meio de marcadores, tabelas, poemas, roteiros etc. O importante é expressar com clareza. Ex.: <i>“Escreva sua resposta como uma receita. Dê-me um título de receita, um parágrafo de 100 palavras descrevendo o prato, uma lista de ingredientes e etapas simples de seguir. Escreva no idioma de preferência, simplificado, sem jargões”</i> .
Extras (Extras)	Busque abordagens que não sejam óbvias e típicas; explique o seu pensamento. Ex.: <i>Peça para o chatbot desconstruir uma piada. Sugira que o chatbot pergunte para você antes de fornecer a resposta. Estimule a continuidade da conversa.</i>

Quanto aos procedimentos metodológicos, adotamos as seguintes etapas: 1) Identificação das habilidades e competências no documento da BNCC (para verificarmos o nível de ensino no qual a atividade seria direcionada); 2) Seleção das plataformas textual e gráfica de IAG; 3) Criação da atividade; 4) Geração das imagens; 5) Análise dos resultados.

Na etapa 1, consultando a BNCC, identificamos que a habilidade EF07MA21 consiste em “Reconhecer e construir figuras obtidas por simetrias de translação, rotação e reflexão, usando instrumentos de desenho ou *software* de geometria dinâmica e vincular este estudo a representações planas de obras de arte, elementos arquitetônicos, entre outros” (Brasil, 2018, p. 309). Esta habilidade é explorada no ensino de Matemática para o 7º ano do Ensino Fundamental, no objeto de conhecimento de simetrias, da unidade temática de Geometria.

Na etapa 2, selecionamos como plataforma de IAG textual o *Gemini*, para criação do roteiro da atividade. A sua escolha foi viabilizada pelo fato de poder ser utilizada com um simples processo de login em uma conta *Google*, e atualmente é uma alternativa à já conhecida plataforma criada pela empresa *OpenAI*, o *ChatGPT* e similares.

Como plataforma de IAG para geração de imagens, optamos pela versão paga do *Midjourney*. Esta opção se deu pelo fato de que plataformas gratuitas não oferecem realismo e qualidade nos resultados gráficos semelhantes aos obtidos com o *Midjourney*. Reconhecemos que esta opção não é a ideal, mas ela se justifica como uma possibilidade de uso, a partir da qual se torna possível avaliar possíveis resultados que podem, futuramente, serem comparados aos fornecidos por ambientes gratuitos, que estão gradativamente melhorando os recursos oferecidos aos usuários.

Na etapa 3, utilizamos como base para a criação do *prompt* textual as recomendações de Birss (2024), seguindo a estrutura C.R.E.A.T.E. para a criação destes comandos. Na etapa 4, que consiste em gerar os *prompts* no *Midjourney*, buscamos editar exemplos disponibilizados dentro da própria plataforma, considerando que há um banco de *prompts* disponível com resultados publicados por diversos usuários com variadas concepções gráficas: abstrata, futurista, artística, desenhos de cunho infantil, animes etc. A modificação e o aprimoramento dos *prompts* disponíveis se fazem necessários em razão dos próprios direitos autorais dos usuários da plataforma.

Na etapa 5, buscamos realizar uma análise do experimento, com as respectivas considerações sobre os resultados obtidos.

A criação da atividade no gemini

Após concluídas as etapas 1 e 2, respectivamente com a definição do nível de ensino, no qual a atividade ficou direcionada para estudantes do 7º ano do Ensino Fundamental, obedecendo o documento da BNCC (etapa 1), e selecionadas as plataformas textual e gráfica de IAG (etapa 2), passamos à apresentação da atividade simulada, com o *prompt* utilizado.

Para a atividade, criamos o seguinte *prompt* que utilizamos no *Gemini* (Figura 2).

"Você é um(a) expert em matemática, reconhecido(a) mundialmente e vencedor(a) da Medalha Fields. Crie uma atividade que envolva o ensino de geometria usando o Midjourney para gerar imagens geométricas. Considere como objetivo de aprendizagem 'Reconhecer e classificar diferentes tipos de simetria em figuras geométricas'. Escreva a resposta no formato de apenas uma tabela que contenha todas as etapas.

Figura 2.

Prompt para construção da atividade no Gemini

Indicamos à IA do *Gemini* para responder como “um(a) expert em matemática, reconhecido(a) mundialmente e vencedor(a) da Medalha *Fields*”, criando uma responsabilidade e atendendo ao item *character* (personagem) da criação de *prompts* C.R.E.A.T.E. desenvolvido por Birss (2024). Somente após isso, direcionamos a solicitação (*request*), considerando o objetivo de aprendizagem dentro do ensino de Geometria voltado para os estudantes do nível de ensino em questão.

Por fim, solicitamos a formatação da resposta em apenas uma tabela, atendendo ao critério do tipo de saída (*type of output*). Optamos por esta especificação porque em uma primeira tentativa, o *chatbot* ofereceu como resposta uma tabela para cada etapa diferente.

O uso do ambiente *Gemini* resultou na Tabela 2, a seguir, no qual a IAG sugeriu a segmentação em quatro etapas, compostas respectivamente de Atividade, na qual são sugeridas ações a serem apresentadas aos estudantes, *Prompt* a ser usado no Midjourney, para a criação das imagens, Análise, na qual são apresentadas sugestões de como abordar o conteúdo com os estudantes e, finalmente, dicas para a construção do *prompt*.

Tabela 2.

Resultados gerados no Gemini

Etapa	Atividade	<i>Prompt</i> do Midjourney	Análise	Dicas para Construção do <i>Prompt</i>
1.Desvendando a Simetria Bilateral	Encontre uma borboleta com asas vibrantes em forma de trapézio. Observe como as asas se dividem em duas partes idênticas quando imaginamos uma linha vertical no centro.	Borboleta majestosa com asas em forma de trapézio, com cores vibrantes e simetria bilateral. A linha de simetria vertical divide as asas em duas partes espelhadas.	Identifique a simetria bilateral das asas da borboleta, com um eixo de simetria vertical que divide a figura em duas partes congruentes. Explore como essa simetria contribui para a beleza e o voo preciso da borboleta.	* Foco na Simetria: Especifique simetria bilateral e inclua detalhes que a demonstrem na descrição da borboleta. * Detalhes Descritivos: Utilize linguagem vívida para descrever a aparência da borboleta, incorporando elementos que realcem sua simetria.

2. Explorando a Simetria Radial	Observe uma coruja com olhos penetrantes em forma de círculo. Note como a forma circular dos olhos se repete em diferentes partes do corpo da coruja.	Coruja com olhos em forma de círculo, com cores vibrantes e simetria radial. A forma circular dos olhos se repete em diferentes partes do corpo da coruja.	Identifique a simetria radial dos olhos da coruja, com múltiplos eixos de simetria que passam pelo centro da figura. Explore como essa simetria proporciona à coruja um campo de visão amplo e preciso.	* Foco na Simetria: Especifique simetria radial e inclua detalhes que a demonstrem na descrição da coruja. * Detalhes Descritivos: Utilize linguagem vívida para descrever a aparência da coruja, incorporando elementos que realcem sua simetria.
3. Descobrimo a Simetria Rotacional	Encontre um floco de neve hexagonal com seis lados idênticos. Imagine como ele gira em torno de seu centro, mantendo sua forma original.	Floco de neve hexagonal com seis lados idênticos e simetria rotacional. O floco de neve pode girar em torno de seu centro sem perder sua forma.	Identifique a simetria rotacional do floco de neve, com múltiplos eixos de simetria que permitem sua rotação sem alteração da forma. Explore como essa simetria contribui para a beleza e a complexidade dos flocos de neve.	* Foco na Simetria: Especifique simetria rotacional e inclua detalhes que a demonstrem na descrição do floco de neve. * Detalhes Descritivos: Utilize linguagem vívida para descrever a aparência do floco de neve, incorporando elementos que realcem sua simetria.
4. Criando Figuras e Objetos Simétricos com o Midjourney	Escolha um objeto ou forma geométrica e imagine como ele seria se tivesse simetria bilateral, radial ou rotacional. Crie um <i>prompt</i> no Midjourney para dar vida à sua criação simétrica.	Utilize sua criatividade para criar um <i>prompt</i> que represente o tipo de simetria escolhido.	* Criatividade: Use sua imaginação para criar um objeto ou forma único e interessante que represente o tipo de simetria escolhido.	

Analisando a Tabela 2, percebe-se que o *Gemini* além de oferecer um total de quatro etapas para atendimento do objetivo de ensino proposto, disponibilizou também sugestões para a construção do *prompt* que foram utilizadas no *Midjourney*, além de dicas que podem ser úteis na análise a ser realizada pelos professores junto aos estudantes durante e após o momento da atividade. Na coluna Etapa estão identificadas as simetrias bilateral, radial e simetria rotacional. Na coluna Análise ficam evidenciadas sugestões de que aspectos relativos às simetrias podem ser trabalhados pelos professores.

Etapa 3: A criação das imagens no *Midjourney*

Nesta etapa aproveitamos os resultados oferecidos pelo *Gemini*, apresentados na coluna “*Prompt do Midjourney*” e “Dicas para a construção do *Prompt*” para gerar as imagens. Usufruindo da possibilidade de inserir parâmetros, a utilizamos de forma pontual, de modo que

as criações apresentassem concepções distintas. É importante ressaltar que, por padrão, a plataforma gera um total de quatro variações de imagens.

Para a **etapa 1: Desvendando a simetria bilateral**, no qual o *prompt* sugerido foi: “Borboleta majestosa com asas em forma de trapézio, com cores vibrantes e simetria bilateral. A linha de simetria vertical divide as asas em duas partes espelhadas” realizamos a sua tradução para o idioma inglês, utilizado na plataforma, e incrementamos, tanto a descrição da imagem, quanto a inclusão de parâmetros, chegando ao seguinte *prompt*: “*Majestic butterfly with trapezoid-shaped wings, featuring vibrant colors and bilateral symmetry. The vertical line of symmetry divides the wings into two mirrored parts, disney style, chibi, whole body, cute, unreal engine, ultra detailed, 8k, --ar 16:9 --style raw --v 6.0*”.

Em relação aos termos utilizados na descrição, *disney style* (estilo disney) foi utilizado com o intuito de personalizar a imagem de acordo com os modelos de personagens criados pelo famoso estúdio norte-americano; *chibi* é um termo característico de traços para desenhos em formato *anime* ou mangá, de origem japonesa; *cute* é um termo em inglês cuja tradução pode ser entendida como gracioso; *unreal engine* é uma plataforma de renderização em 3D específica para desenvolvimento de jogos digitais de alta resolução; 8k é um termo utilizado para descrever imagens de ultra alta-definição (*Ultra HD*, que possui 7680 x 4320 pixels). Outras descrições complementares como *whole body* (corpo inteiro) e *ultra detailed* (ultra detalhado) foram especificadas na tentativa de potencializar o realismo das imagens.

No que se refere aos parâmetros utilizados, “ar” (*aspect ratio*) “altera a proporção de aspecto da imagem gerada. Uma proporção de aspecto é a relação entre largura e altura de uma imagem. Geralmente, é expressa como dois números separados por dois pontos, como 7:4 ou 4:3” (Midjourney, 2024). Utilizamos as dimensões 16:9, pois é a proporção comumente utilizada para telas *desktop* ou mídias como TV. Por sua vez, o parâmetro *style raw* indica que as imagens “têm menos embelezamento automático aplicado, o que pode resultar em uma correspondência mais precisa ao solicitar estilos específicos” (Midjourney, 2024). Por fim o “v 6.0” trata-se da versão atual da plataforma. A Figura 3 ilustra os resultados apresentados.



Figura 3.

Resultados da Etapa 1

Ao analisar as quatro imagens propostas é possível perceber que elas efetivamente podem ser utilizadas para trabalhar o conteúdo de simetrias, pois permitem o trabalho com simetria bilateral, ou de reflexão, quando se traça um eixo vertical no centro do corpo das borboletas.

Na **etapa 2: Explorando a simetria radial**, o *prompt* gerado foi: “Owl with circular-shaped eyes, featuring vibrant colors and radial symmetry. The circular shape of the eyes is repeated in different parts of the owl's body. hyper realistic¹¹. natural light. hd. 50mm --ar 1:1 --v 6.0”.

Neste caso inserimos na descrição os adjetivos *hyper realistic* (hiper-realista); *natural light* (luz natural); *hd* (*high definition* ou alta definição); 50mm para a lente utilizada em câmeras fotográficas, e como parâmetros a proporção “ar 1:1” e a versão 6.0. A Figura 4 mostra os resultados dessa ação.

¹¹ Coruja com olhos em forma de círculo, com cores vibrantes e simetria radial. A forma circular dos olhos se repete em diferentes partes do corpo da coruja. hiper realista. luz natural. hd. 50mm --ar 1:1 --v 6.0.



Figura 4.

Resultados da Etapa 2

Com os resultados apresentados, é possível trabalhar com as quatro imagens propostas para o trabalho com simetria radial, quando se desloca, por exemplo, os olhos esquerdo para direito em qualquer uma das imagens de coruja que se utilize.

Para finalizar a geração de imagens, na **etapa 3: Descobrimo a simetria rotacional**, o *prompt* apresentado foi: “Hexagonal snowflake with six identical sides and rotational symmetry. The snowflake can rotate around its center without losing its shape¹². in the style of provia film. dark white and sky-blue. high detailed. cinematographic view. 8k. --ar 7:4 --s 80 -v 6.0”.

Nesta descrição, tem-se o estilo de filme provia (*style of provia film*) que é uma linha específica de filme fotográfico produzido pela empresa japonesa *Fuji Film*, caracterizada pelas cores vibrantes. O *dark white sky-blue* (escuro, branco, céu azul) foi uma opção para gerar contraste de cores escuras e claras em tom azul, influenciado nas cores da estratosfera. Os termos *high detailed* (altamente detalhado), *cinematographic view* (visão cinematográfica) e “8k”, correspondem a uma solicitação de alta resolução e alta qualidade da imagem. Quanto à

¹² Floco de neve hexagonal com seis lados idênticos e simetria rotacional. O floco de neve pode girar em torno de seu centro sem perder sua forma.

proporção, o parâmetro *aspect ratio* (ar 7:4) foi fornecido de modo que a largura da imagem ficasse mais acentuada. Sobre o parâmetro *stylize* (estilizar), “o bot *Midjourney* foi treinado para produzir imagens que favorecem cores artísticas, composição e formas. O parâmetro *stylize* influencia o quanto esse treinamento é aplicado” (Midjourney, 2024). Desta forma, o temos como resultados as imagens ilustradas na Figura 5.

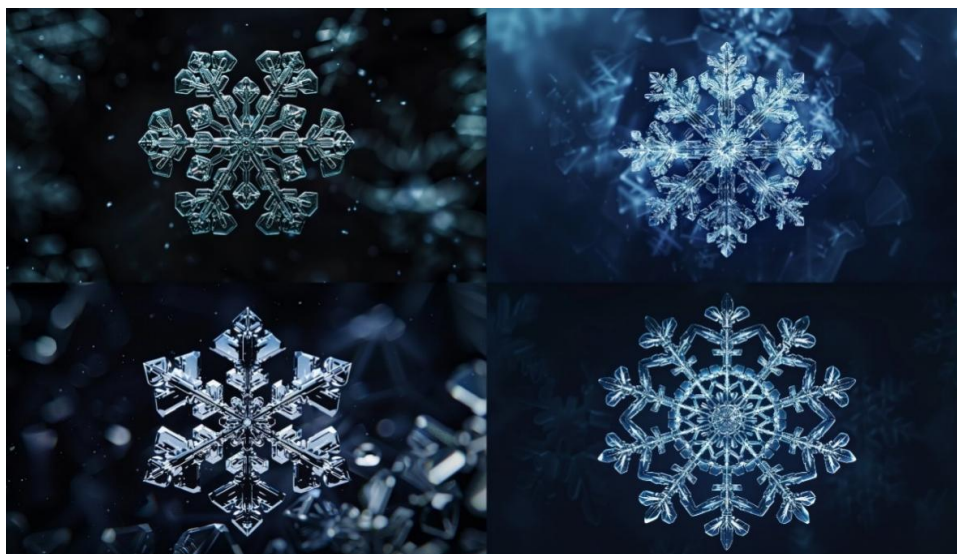


Figura 5.

Resultados da Etapa 3

Ao analisar as quatro imagens propostas é possível perceber que elas permitem o trabalho com simetria rotacional, ou rotação, quando se escolhe qualquer uma das imagens e se propõem que ela seja girada (ou rotacionada) em torno do ponto central.

Com os dados apresentados, na próxima seção apresentaremos uma análise dos resultados gerados.

Análise dos Resultados

É possível afirmar que a construção da atividade voltada para o ensino de simetria, utilizando das plataformas de LLMs *Gemini* em conjunção com a plataforma GAN *Midjourney*, atendeu a demanda específica de atividade. Como a IAG é um recurso que depende da criatividade do usuário, tornam-se numerosas as possibilidades de se utilizar deste tipo de recurso na criação de atividades pedagógicas com formato textual.

No caso do *Gemini*, o resultado apresentado no formato de uma tabela, descreveu com precisão o modelo de uma atividade, indicando como a análise poderia ser feita pelo professor junto aos estudantes. Outras possibilidades avaliativas utilizando a integração da IAG com o ensino de Geometria poderiam ser incluídas, e isso depende da expectativa que se tem quanto

ao processo de construção do conhecimento dos estudantes e da turma com a qual se pretende trabalhar, entre outras características que devem ser avaliadas pelo professor responsável pela atividade.

Já no caso do *Midjourney*, tanto a tarefa de criar quanto de analisar as imagens torna o momento artístico prazeroso, estimulando entre outros aspectos, a criatividade e a curiosidade dos participantes. Para Flores (2016), as imagens funcionam como locais onde diferentes formas de pensamento são aplicadas e visualizações são exploradas. Isso representa uma possível relação entre as TD, a IA e a Educação Matemática, considerando também a Arte. As imagens criadas pelo ambiente atenderam ao que se esperava e podem ser utilizadas para o trabalho com simetrias, sejam bilateral, radial ou rotacional. Por se tratar de imagens geradas por IA, elas também podem ser exploradas para inserir discussões sobre como esta tecnologia vem sendo utilizada no cotidiano dos estudantes, em diversos aplicativos que eles usam quase diariamente nos seus smartphones, para ouvir músicas, realizar pesquisas e explorar jogos, entre outras possibilidades.

A Arte é vista como um espaço para analisar práticas visuais, delineando técnicas e estratégias de pensamento, influenciando modos de observar e representar, enquanto a Matemática, por sua vez, é tanto resultado de uma perspectiva visual quanto agente na formação de modos de pensamento. Esse contexto pode ser um ambiente para a prática e o desenvolvimento de pensamento matemático em um processo criativo, de inventividade e sensibilidade (Flores, 2016).

Vale ressaltar que, apesar de utilizarmos neste experimento o *Midjourney*, que é uma plataforma paga, este modelo de atividade também pode ser realizado em outras plataformas gratuitas tais como o *Stable Diffusion*, o *Limewire*, e o *Adobe Firefly*, ainda que isso exija novos conhecimentos e tentativas mais específicas.

Considerações

A utilização dos LLMs como o *Gemini* ou o *ChatGPT* tem se disseminado nos ambientes acadêmicos, seja pela intencionalidade quanto ao seu uso como ferramenta de apoio para atividades rotineiras como pesquisas, traduções, criação de resumos, respostas de e-mails, tabelas, entre outros recursos, nos quais tem apresentado resultados muitas vezes surpreendentes. Entretanto, esses recursos também vêm sendo utilizados como o objetivo de cometer atitudes ilícitas, como nos casos da criação de plágio e das chamadas *fake news* (notícias falsas). O uso destes recursos em atividades educacionais pode trazer estas discussões

para o ambiente escolar, ampliando compreensões sobre o uso da IA, tanto em aplicações educacionais quanto cotidianas.

O uso das GANs como o *Midjourney*, tem se tornado promissor, principalmente para áreas que dependem significativamente da produção massiva e comercial de recursos gráficos, como a publicidade, o *design* e a arquitetura por exemplo. Porém, a sua utilização não se restringe somente a estas áreas, e pode também ser explorada por áreas de ensino como história (representação gráfica de períodos e acontecimentos específicos); geologia (representação gráfica dos tipos de terrenos); biologia (representação externa e interna de vertebrados e invertebrados); astronomia (representação gráfica dos corpos celestes); medicina (representação gráfica de órgãos do corpo humano). Apresentamos, nesta investigação, uma possibilidade para o uso desses recursos na Educação Matemática por meio da representação gráfica de elementos com formato geométrico.

No caso específico das IAG para criação de imagens, pode-se ampliar a discussão com os estudantes, abordando aspectos éticos ou preocupantes, tais como o fato de poderem ser utilizadas com o intuito de criar *deepfakes* ou montagens gráficas mentirosas, que visam prejudicar outras pessoas. Também pode-se tratar da "alucinação", que é o termo que vem sendo utilizado quando as IAGs geram resultados impossíveis, irreais. Trata-se de um resultado *fake*, mas que não é mal-intencionado pelo usuário, e sim, produzido pela própria IA.

Esta pesquisa demonstrou que a utilização das plataformas *Gemini* e *Midjourney* pode contribuir com o ensino de simetria, como uma alternativa ao aprendizado de conceitos abstratos e de memorização mecânica. A utilização de técnicas para construção de *prompts*, assim como a metodologia C.R.E.A.T.E., possibilita que os estudantes possam visualizar formas geométricas e suas propriedades de modo assertivo. Além disso, podem atender aos seus estilos e necessidades de aprendizagem individualizados. Reconhecemos, contudo, que especialmente nos *prompts* utilizados houve a necessidade de conhecimentos técnicos específicos que não fazem parte do cotidiano dos professores. Usar parâmetros como "8k. --ar 7:4 --s 80 --v 6.0", que estão presentes na Etapa 2, a título de ilustração, exigem conhecimentos técnicos que fogem daqueles dominados tradicionalmente pelos professores. Assim, o domínio de aspectos técnicos será necessário aos usuários que se envolvam com atividades como as aqui propostas, podendo ser um entrave para aqueles que não os dominem. A intenção da pesquisa, contudo, é apontar possibilidades e, neste sentido, entendemos que ela atendeu ao que se propôs.

De forma complementar, a exploração de diferentes estratégias de ensino pode promover a criatividade e a compreensão conceitual no ensino de simetria, além de envolver

conhecimentos interdisciplinares, tais como sobre conceitos de IA (na criação de *prompts* e uso de parâmetros).

Apesar de considerarmos válidas experimentações desse tipo, vale ressaltar que tentativas dessa natureza reforçam o papel do professor como protagonista, ao associar a inclusão de ferramentas tecnológicas com potencial de mediação em práticas pedagógicas. O professor continua sendo fundamental, desde a concepção da atividade por meio da criação dos *prompts*, até a análise final junto aos estudantes. Isto posto, a integração das TD ao ensino pode contribuir para a promoção da criatividade, compreensão conceitual e construção de conhecimentos em diversas áreas.

Esperamos que esta pesquisa incentive outros professores a explorarem práticas de ensino relacionando conceitos visuais com a Matemática por meio do uso das TD, criando alternativas viáveis para a transformação pedagógica, estimulando a construção e a relação do conhecimento matemático com diferentes áreas de estudo.

Agradecimentos

Agradecemos o apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, concedido por meio da chamada CNPq/MCTI N° 10/2023, projeto 402192/2023-0.

Referências

- Aguirre, U. J. C. (2024). Possibilidades entre a Educação Matemática e Inteligência Artificial Generativa (IAG) em sala de aula. *Seminário Internacional De Pesquisa Em Educação Matemática* (pp. 1-12). <https://www.sbembrasil.org.br/eventos/index.php/sipem/article/view/453>
- Amaral, F. (2016). *Introdução à Ciência de Dados: mineração de dados e Big Data*. Alta Books.
- Birss, D. (2024). *The Prompt Collection*. [LinkedIn Learning]. <https://www.linkedin.com/learning/how-to-research-and-write-using-generative-ai-tools/meet-your-ai-creative-collaborator>.
- Balbino, R. O. (2023). *Uma proposta para concepção de interfaces para plataformas educacionais de matemática assistidas por inteligência artificial*. [Tese de Doutorado em Educação em Ciências e em Matemática, Universidade Federal do Paraná]. <https://hdl.handle.net/1884/86923>.
- Borba, M. C. A. (2004). *Pesquisa Qualitativa em Educação Matemática*. https://www.researchgate.net/publication/228889292_A_PESQUISA_QUALITATIVA_EM_EDUCACAO_MATEMATICA.

- Brasil. (2014). Brasileiro conquista prêmio tão importante quanto o Nobel. Ministério da Educação. <http://portal.mec.gov.br/ultimas-noticias/222-537011943/20672-brasileiro-conquista-premio-tao-importante-quanto-o-nobel>.
- Brasil. (2018). Base Nacional Comum Curricular. Ministério da Educação. http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_-versaofinal_sit e.pdf.
- Espírito Santo, E. do; Rosa, F. G. M. G.; Silva, C. B. da; Bordas, M. A. G. (2023). Um mosaico de ideias sobre a inteligência artificial generativa no contexto da educação. In: Alves, L. (Org.). *Inteligência artificial e educação: refletindo sobre os desafios contemporâneos* (pp. 51-69). UEFS Editora.
- Flores, C. R. (2016). Descaminhos: potencialidades da arte com a educação matemática. *Bolema*, 30(55), (pp. 502-514). <https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/bolema/article/view/9432>. <http://dx.doi.org/10.1590/1980-4415v30n55a10>
- Gabriel, M. (2022). *Inteligência Artificial: do zero ao metaverso*. Atlas.
- Google Deepmind. (2023). *Welcome to the Gemini era*. <https://deepmind.google/technologies/gemini/#introduction>.
- Hildebrand, H. R.; Valente, J. A. (2023). *Artes, Matemática, Pensamento Computacional e as Mídias*. Editora Unicamp.
- Hubspot & Jasper. (2023). *Utilização de IA generativa para expandir as operações de conteúdo* [E-book]. <https://br.hubspot.com/ofertas/generative-ai>
- Kalinke, M. A.; Mocrosky, L. F.; Panossian, M. L.; Banin, E. S. (2017). Tecnologias digitais na formação e prática dos futuros professores de Matemática. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, 10(2), 360-378. <https://periodicos.utfpr.edu.br/rbect/article/view/4546>. [doi.org/ 10.3895/rbect.v10n2.4546](https://doi.org/10.3895/rbect.v10n2.4546)
- Lévy, P. (1999). *Cibercultura*. Editora 34.
- Marconi. M. A. & Lakatos, E. M. (2022). *Metodologia científica* (8ª ed.). Atlas.
- Mattos, S. G. (2022). *Em busca de compreensões sobre inteligência artificial e programação intuitiva na educação matemática*. [Tese de Doutorado em Educação em Ciências e em Matemática, Universidade Federal do Paraná]. <https://hdl.handle.net/1884/80496>.
- McIntosh, T. R.; Susnjak, T.; Liu, T.; Watters, P.; Halgamuge, M. N. From Google Gemini to OpenAI Q* (Q-Star): A survey of reshaping the generative artificial intelligence (AI) research landscape. *ArXiv*, 1(1), 01-30. <https://arxiv.org/abs/2312.10868>. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2312.10868>
- Midjourney. (2024). *Midjourney documentation*. <https://docs.midjourney.com/v1/en>
- Motta, M. S. (2021). Inovação no conhecimento científico por meio de pesquisas inventariantes: uma proposta de percurso metodológico para a realização de um mapeamento sistemático de literatura. In: Motta, M. S. & Kalinke, M. A. (Orgs.). *Inovações e Tecnologias Digitais na Educação: uma busca por definições e compreensões* (pp. 21-55). Life.
- Papert, S. (1986). *Logo: Computadores e educação* (2ª ed.). Tradução de J. A. Valente, B. Bitelman & A. V. Ripper. Brasiliense.

- Russell, S. J.; Norvig, P. (2022). *Inteligência Artificial: uma abordagem moderna* (4ª ed.). GEN.
- Santaella, L. (2023). *A inteligência artificial é inteligente?* Edições 70.
- Silva, S. de S. e. (2023). *Perspectivas teórico-filosóficas sobre a inteligência artificial à luz de Pierre Lévy: ontologia, desenvolvimento e possibilidades em processos educacionais*. [Dissertação de Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade Tecnológica Federal do Paraná]. <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/31795>.
- Vicari, R. M. (2021). Influências das Tecnologias da Inteligência Artificial no ensino. *Estudos Avançados*, 35(101), 73-84. <https://www.revistas.usp.br/eav/article/view/185034>. <https://doi.org/10.1590/s0103-4014.2021.35101.006>
- Zatti, E. A. (2023). *GenIA: plataforma para construção de objetos de aprendizagem de matemática que faz uso de programação intuitiva e é assistida por inteligência artificial*. [Tese de Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade Tecnológica Federal do Paraná]. <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/32509>.
- Zatti, E. A.; Kalinke, M. A. (2021). Inteligência Artificial na Educação Matemática: tendências ou entendências? In: Motta, M. S. & Kalinke, M. A. (Orgs.). *Inovações e Tecnologias Digitais na Educação: uma busca por definições e compreensões* (pp. 75-96). Life.