

## Criação e Aplicação de um *Chatbot* Educacional para o Ensino de Geometria Analítica

**Maycon Luiz Amaral Magalhães<sup>1</sup>, Eduardo Barrére<sup>2</sup>, Iasmim Henrique Dias<sup>3</sup>, Liamara Scortegagna<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Instituto de Ciências Exatas - Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF)

<sup>2</sup>Instituto de Ciências Exatas - Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF)

<sup>3</sup>Instituto de Ciências Exatas - Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF)

<sup>4</sup>Instituto de Ciências Exatas - Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF)

{maycon.magalhaes, iasmim.dias}@estudante.ufjf.br, {eduardo.barrere, liamara.scortegagna}@ufjf.br

**Abstract.** This paper presents the development and implementation of the educational chatbot *IARalítica*, aimed at teaching analytic geometry to high school students. The tool is designed to support the understanding of concepts such as the Cartesian plane, distance between two points, midpoint, and alignment of three points. The research followed the Design Science Research (DSR) methodology, which guided the construction and evaluation of the artifact. The assessment, conducted with 35 students, indicated that the chatbot was effective in supporting learning, being considered useful and clear. The results highlight its potential as a complementary resource to traditional teaching, promoting more active and personalized learning.

**Resumo.** Este trabalho apresenta o desenvolvimento e a implementação do chatbot educacional *IARalítica*, voltado ao ensino de geometria analítica para estudantes do ensino médio. A ferramenta visa auxiliar na compreensão de conceitos como plano cartesiano, distância entre dois pontos, ponto médio e alinhamento entre três pontos. A pesquisa seguiu a metodologia Design Science Research (DSR), que orientou a construção e a avaliação do artefato. A avaliação com 35 estudantes indicou que o chatbot foi eficaz no apoio à aprendizagem, sendo considerado útil e claro. Os resultados apontam seu potencial como recurso complementar ao ensino, favorecendo uma aprendizagem maisativa e personalizada.

### 1. Introdução

A evolução das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) tem promovido transformações relevantes no contexto educacional, ao ampliar as possibilidades metodológicas disponíveis para o ensino e a aprendizagem. Entre os recursos emergentes nesse cenário, destacam-se os *chatbots* educacionais, concebidos como sistemas automatizados de conversação capazes de fornecer suporte individualizado por meio de interações em tempo real. Tais tecnologias apresentam potencial para complementar as práticas pedagógicas, ao oferecer acesso ágil a conteúdos e atividades direcionadas às necessidades específicas dos estudantes.

Diversos autores destacam o potencial dos chatbots para apoio à aprendizagem, especialmente em Matemática, por favorecerem feedback imediato e engajamento (Lee & Yeo, 2022; Van Doc et al., 2023; Cheng et al., 2024). No campo do ensino desta disciplina, os desafios impostos pela sua natureza abstrata tornam-se particularmente evidentes em tópicos que demandam raciocínio lógico e visualização espacial, como é o caso de geometria analítica. Nessa perspectiva, os *chatbots* educacionais podem ser utilizados como instrumentos de apoio ao proporcionar explicações conceituais, exemplos resolvidos e exercícios interativos. Além disso, sua capacidade de resposta imediata pode contribuir para o esclarecimento de dúvidas e a identificação de dificuldades conceituais ao longo do processo de estudo (Smith, 2023, p. 50).

Importa ressaltar, contudo, que o uso de tecnologias como os *chatbots* deve ser compreendido como complementar às ações docente. O papel do professor permanece central na mediação pedagógica, na organização do conhecimento e no acompanhamento do desenvolvimento dos estudantes. O *chatbot* não substitui a prática docente, mas pode ser integrado como recurso auxiliar, contribuindo para diversificar as estratégias de ensino e apoiar a aprendizagem autônoma.

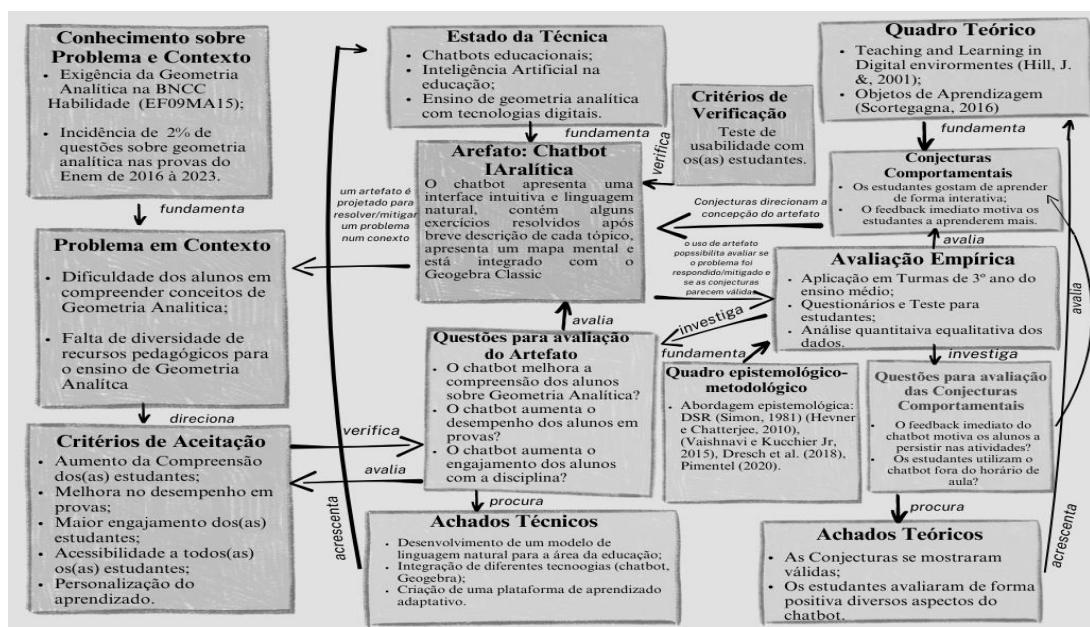
Com base nesse entendimento, foi desenvolvido o *chatbot* educacional denominado IAráltica, com o objetivo de auxiliar estudantes do ensino médio na aprendizagem de conteúdos introdutórios de geometria analítica. A ferramenta abrange temas fundamentais, tais como: plano cartesiano; distância entre dois pontos; ponto médio e condição de alinhamento entre três pontos, articulando conceitos teóricos, elementos visuais e propostas de atividades práticas. A metodologia utilizada para o desenvolvimento, implementação e avaliação da ferramenta foi a *Design Science Research (DSR)*, sendo o *chatbot* implementado com um grupo de 35 estudantes do ensino médio integrado.

A implementação do *chatbot* por meio do aplicativo *whatsApp* (plataforma amplamente utilizada pelos estudantes) visa favorecer o acesso e a integração do recurso ao cotidiano digital destes alunos. Espera-se, com isso, que o uso do *chatbot* possa contribuir para um processo de aprendizagem mais acessível e participativo, atuando como um recurso complementar às práticas pedagógicas desenvolvidas em sala de aula.

## 2. Metodologia

O desenvolvimento e a avaliação do *chatbot* educacional denominado IAráltica foram conduzidos com base na abordagem metodológica *Design Science Research (DSR)*, conforme delineada por Dresch et.al (2015). A DSR configura-se como uma estratégia de investigação aplicada que visa à concepção de artefatos voltados à resolução de problemas práticos, ao mesmo tempo em que possibilita a geração de conhecimento científico relevante.

No presente estudo, a DSR foi operacionalizada por meio de um processo sistemático que contemplou as seguintes etapas: (i) identificação de um problema educacional no contexto do ensino de geometria analítica no ensino médio integrado; (ii) concepção e desenvolvimento do artefato (*chatbot* educacional IAráltica); (iii) implementação em ambiente real de aprendizagem; e (iv) avaliação da eficácia do artefato. Esse processo está representado na Figura 1.



**Figura 1: Modelo DSR proposto para produção do artefato (elaborado pelos autores, 2024, adaptado de Pimentel et al. (2020))**

A Figura 1 ilustra o ciclo de construção do artefato com base nos princípios da DSR, destacando de forma visual as fases percorridas desde a identificação do problema até a análise da intervenção. Cada etapa foi planejada de forma criteriosa, com o intuito de assegurar a validade do processo e a qualidade do *chatbot* desenvolvido. A adoção dessa abordagem metodológica possibilitou tanto o aprimoramento do artefato quanto a reflexão crítica sobre sua aplicação no contexto do Ensino de Geometria Analítica no Ensino Médio Integrado.

A etapa de implementação foi realizada com a participação de 35 estudantes do ensino médio integrado aos cursos técnicos do Instituto Federal do Norte de Minas Gerais (IFNMG) – Campus Januária. O *chatbot* foi introduzido como recurso complementar às aulas de geometria analítica, tendo como foco a exploração de conteúdos introdutórios como: plano cartesiano; distância entre dois pontos; ponto médio e condição de alinhamento entre três pontos. A interação com a ferramenta ocorreu por meio do aplicativo *WhatsApp*, sendo acompanhada de atividades práticas e de um instrumento de avaliação.

Para a coleta de dados, foi utilizado um questionário construído no *Google Forms* e integrado ao fluxo de interação do *chatbot*, contendo itens voltados à análise da usabilidade, clareza das informações e percepção dos estudantes quanto à contribuição do recurso para a compreensão dos conteúdos. As respostas obtidas permitiram avaliar a receptividade ao artefato, bem como identificar indícios de sua eficácia no processo de ensino e aprendizagem da geometria analítica.

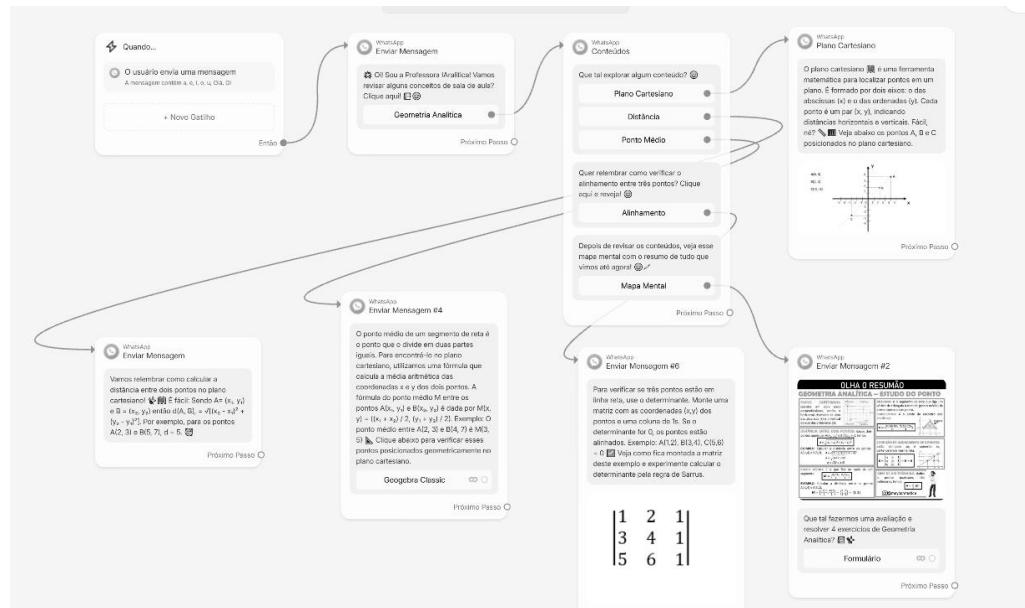
Cabe ressaltar que, para estudos futuros, considera-se a ampliação do instrumento de coleta, incluindo questões abertas voltadas à percepção dos estudantes quanto aos conceitos matemáticos trabalhados e às funcionalidades desejadas para o *chatbot*. Essa estratégia visa capturar não apenas indicadores de usabilidade, mas também sentimentos, sugestões e reflexões dos alunos, enriquecendo deste modo a análise qualitativa.

### **3. Desenvolvimento do Artefato**

O desenvolvimento do *chatbot* educacional IAralítica fundamentou-se na criação de um recurso didático interativo, com o objetivo de apoiar o ensino de conteúdos introdutórios de geometria analítica. Para sua implementação, utilizou-se a *Manychat*, acessível via web em: <https://manychat.com>, trata-se de uma plataforma *online* que permite a construção de fluxos automatizados de conversação em diferentes aplicativos de mensagens, como *Facebook Messenger*, *Instagram Direct* e *WhatsApp*. A escolha da referida plataforma justificou-se por sua interface intuitiva e pelas múltiplas funcionalidades que facilitam a personalização e à gestão dos diálogos interativos.

O processo de desenvolvimento iniciou-se com a criação de uma conta gratuita no *Manychat* e, em seguida, com a integração ao número do *whatsApp* utilizado para disponibilizar o artefato. Essa integração permitiu que os estudantes acessassem o *chatbot* diretamente por meio de um ambiente digital já incorporado ao seu cotidiano, o que favoreceu a acessibilidade e o engajamento com a ferramenta.

Na etapa de construção dos fluxos conversacionais, foram definidos gatilhos de entrada, como uma saudação inicial e o acionamento por meio de botões temáticos. O fluxograma geral de interação (Figura 2) estrutura a lógica de navegação, a partir de um menu inicial que apresenta os tópicos disponíveis. Cada tópico é composto por uma sequência organizada que contempla: (i) apresentação conceitual; (ii) exemplo prático resolvido; (iii) visualização interativa por meio de links externos para o GeoGebra; e (iv) disponibilização de um mapa mental contendo os principais elementos abordados.



**Figura 2: Fluxograma Completo do Chatbot (Dados da Pesquisa, 2024)**

As mensagens automáticas foram elaboradas com conteúdos explicativos, imagens ilustrativas, botões de navegação e redirecionamentos para materiais complementares. A personalização da interface, viabilizada pelas ferramentas do *Manychat*, incluiu aspectos como o nome do assistente virtual e a mensagem de boas-vindas, promovendo uma comunicação mais próxima e adequada ao perfil do público-alvo.

Após testes preliminares, foi realizada uma aula expositiva virtual com 35 estudantes do ensino médio integrado do IFNMG – *Campus Januária*, momento em que os alunos tiveram o primeiro contato com o *chatbot*. Com base nas observações e devolutivas obtidas durante essa atividade, foram efetuados ajustes técnicos e pedagógicos, resultando na versão final do artefato, posteriormente disponibilizada para utilização como recurso complementar às aulas de geometria analítica.

#### 4. Resultados e discussão

Os resultados apresentados nesta seção referem-se à avaliação do *chatbot* IAralítica por 35 estudantes do ensino médio integrado que participaram desta aplicação. Após a utilização da ferramenta como recurso complementar ao ensino de tópicos introdutórios de geometria analítica, os estudantes responderam a um questionário voltado à análise de sua experiência, com foco na usabilidade, clareza das informações e impacto no processo de aprendizagem.

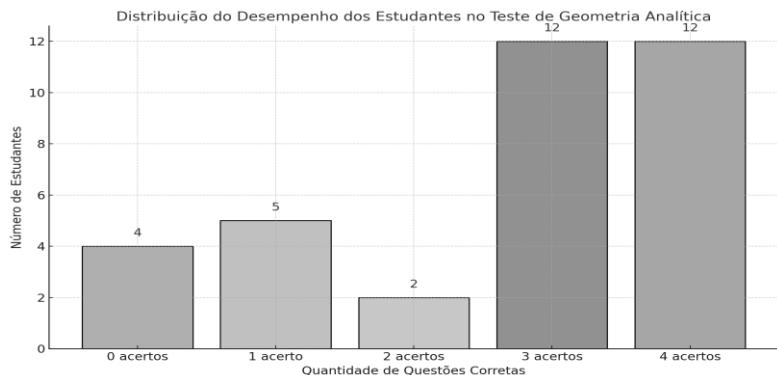
A coleta de dados foi realizada por meio de um questionário estruturado, acessado diretamente no ambiente do *chatbot*, mas hospedado na plataforma *Google Forms*. O instrumento foi organizado em duas seções: a primeira, com cinco itens, abordou a percepção dos estudantes sobre a experiência de uso; a segunda, com quatro questões, buscou avaliar a compreensão dos conteúdos abordados após a interação com a ferramenta.

De modo geral, os resultados evidenciam uma recepção positiva por parte dos estudantes. Dos 35 respondentes, 21 (60%) classificaram o *chatbot* como "muito útil" para esclarecer dúvidas sobre geometria analítica, enquanto os demais 14 (40%) o consideraram "útil". Nenhum estudante avaliou o recurso como "pouco útil" ou "inútil", o que indica um alto grau de aceitação.

Quanto à clareza das informações, 22 estudantes (62,9%) afirmaram que as explicações eram "sempre" claras e objetivas, enquanto 12 (34,3%) assinalaram "na maioria das vezes". Apenas 1 estudante (2,8%) indicou que as informações foram claras "às vezes", não havendo registros de respostas mais negativas.

Em relação à contribuição do *chatbot* para a compreensão dos conteúdos, 22 estudantes (62,9%) relataram que a ferramenta os ajudou "muito" a entender os conceitos trabalhados; 12 (34,3%) relataram que ajudou "um pouco", e apenas 1 (2,8%) indicou que a contribuição foi "não muito" significativa. Novamente, nenhuma resposta apontou ausência de impacto. Quando questionados sobre dificuldades enfrentadas durante o uso da ferramenta, 29 estudantes (82,9%) afirmaram não ter encontrado nenhum obstáculo. As dificuldades mencionadas pelos demais foram pontuais, relacionadas à linguagem matemática de algumas explicações e à ausência de exemplos práticos em determinados trechos.

Dentre os aspectos mais valorizados pelos estudantes destacam-se: a facilidade de acesso, a organização das informações, a rapidez nas respostas e a inclusão de exemplos práticos. Além da avaliação subjetiva dos alunos, foi realizado um teste de verificação da aprendizagem ao final da aplicação do *chatbot*, composto por quatro questões que abordavam os principais tópicos trabalhados: distância entre dois pontos, ponto médio e condição de alinhamento entre três pontos. A Figura 3 apresenta a distribuição do total de pontos obtidos pelos estudantes nesse teste.



**Figura 3: Distribuição total de pontos (Dados da Pesquisa, 2024)**

Os dados obtidos nesse instrumento reforçam os achados qualitativos e quantitativos da avaliação. A primeira questão, que abordava o cálculo da distância entre dois pontos, obteve o maior índice de acertos, com 30 estudantes (85,7%) respondendo corretamente. A segunda questão, referente ao ponto médio de um segmento, foi resolvida corretamente por 22 estudantes (62,9%). Já a terceira questão, que exigia a aplicação de técnicas algébricas para encontrar uma das extremidades de um segmento dado o ponto médio e a outra extremidade, apresentou o menor índice de acertos: apenas 15 estudantes (42,9%) responderam corretamente, sugerindo maior complexidade ou menor familiaridade com a manipulação algébrica.

A quarta questão, de natureza teórica, envolvia o conceito de colinearidade e a condição para que três pontos estejam alinhados. Essa foi corretamente respondida por 26 estudantes (74,3%), o que demonstra compreensão do critério algébrico, possivelmente associado ao uso da Regra de Sarrus para verificar o determinante de uma matriz  $3 \times 3$ .

A distribuição geral dos resultados mostra que 4 estudantes (11,4%) não acertaram nenhuma das questões, 5 (14,3%) acertaram apenas uma, 2 (5,7%) acertaram duas, enquanto 12 (34,3%) acertaram três questões e outros 12 (34,3%) acertaram todas. A média geral de acertos foi de 2,66 questões, representando 66,5% de aproveitamento, com mediana igual a 3, o que indica que ao menos metade dos estudantes obteve desempenho igual ou superior a três acertos.

Esses resultados apontam para uma tendência de melhoria na compreensão dos conteúdos de geometria analítica entre os participantes, especialmente nos tópicos cuja resolução se dá por meio da aplicação direta de fórmulas. Por outro lado, o desempenho mais baixo na questão que exigia maior abstração algébrica sugere que, embora o *chatbot* tenha potencial para apoiar a aprendizagem, sua efetividade pode ser ampliada com a inclusão de atividades mais aprofundadas e contextualizadas, especialmente voltadas ao desenvolvimento da competência que exijam pensamento algébrico.

Além disso, a análise da heterogeneidade nos desempenhos evidencia a influência de fatores diversos, como os conhecimentos prévios dos estudantes, o tempo de uso da ferramenta e suas particularidades cognitivas. Diante disso, recomenda-se que pesquisas futuras explorem com maior profundidade os fatores que impactam o uso de recursos digitais e até mesmo de inteligência artificial no ensino de Matemática e que busquem estratégias específicas para apoiar estudantes com maiores dificuldades.

Observou-se ainda que o instrumento de avaliação utilizado apresentou limitações, sobretudo por restringir as possibilidades de expressão dos estudantes. As respostas, em sua maioria objetivas, pouco revelaram acerca das percepções emocionais e cognitivas sobre o uso do chatbot. Assim, recomenda-se que trabalhos subsequentes incluam perguntas abertas que incentivem os alunos a expor suas ideias, propor funcionalidades e refletir sobre os conceitos matemáticos estudados, ampliando a riqueza dos dados.

Por fim, destaca-se a importância de promover o aprimoramento contínuo do *chatbot*, incorporando novos recursos visuais, exemplos contextualizados e mecanismos de feedback adaptativo. Tais melhorias podem não apenas favorecer a aprendizagem conceitual, mas também potencializar o desenvolvimento de habilidades mais complexas entre os estudantes do Ensino Médio Integrado.

## 5. Desafios e Reflexões

Durante o processo de desenvolvimento e aplicação do *chatbot* IAráltica, foram identificados alguns desafios e limitações que merecem destaque. Um dos principais entraves foi garantir o acesso equitativo à ferramenta, considerando que sua utilização depende de conexão à internet e de dispositivos compatíveis com o *whatsApp*. Essa exigência tecnológica pode restringir o alcance do recurso, especialmente entre estudantes com acesso limitado à infraestrutura digital.

Outro ponto relevante foi a ausência intencional de um módulo de Inteligência Artificial generativa. Essa decisão visou evitar respostas imprecisas ou não validadas, priorizando a segurança da informação. No entanto, essa escolha também limitou a personalização das interações e a adaptação automática do conteúdo às necessidades individuais dos estudantes.

Adicionalmente, a necessidade de mediação constante por parte do professor revelou-se um aspecto essencial. Como o *chatbot* não possui funcionalidades de monitoramento em tempo real, o acompanhamento docente foi fundamental para esclarecer dúvidas, estimular o engajamento e garantir a correta utilização da ferramenta. Tais limitações evidenciam a importância de aprimoramentos futuros, como a integração de novos recursos tecnológicos e estratégias pedagógicas que favoreçam uma experiência mais inclusiva e autônoma para os estudantes.

À luz da teoria histórico-cultural, o *chatbot* pode ser entendido como um artefato mediador. Segundo Vygotsky (2007), a aprendizagem ocorre por meio de instrumentos e signos que possibilitam a internalização de conceitos. Assim, ao propiciar interações guiadas, o *chatbot* pode favorecer processos de significação e construção ativa de conhecimento matemático.

## 6. Considerações Finais

Os resultados desta pesquisa demonstram o potencial do *chatbot* IAráltica como uma ferramenta complementar no ensino de geometria analítica. A elevada taxa de aceitação entre os estudantes, aliada à percepção de melhoria na compreensão dos conteúdos e ao desempenho satisfatório nos testes de verificação de aprendizagem, apontam para a eficácia do recurso como apoio didático no contexto educacional.

Entretanto, o sucesso do uso de tecnologias educacionais depende fortemente da mediação pedagógica. A atuação ativa do professor sobretudo no que diz respeito à intencionalidade com a qual se utiliza destes recursos tecnológicos, continua sendo indispensável para orientar, contextualizar e potencializar o uso deste de forma mais significativa.

Para pesquisas vindouras, recomenda-se a ampliação do escopo de uso deste e de outros *chatbots*, contemplando distintas realidades escolares, novos conteúdos matemáticos e períodos mais prolongados de aplicação, de modo a possibilitar uma análise mais robusta de seus efeitos. Ademais, a integração de recursos como simulações interativas, animações, desafios personalizados e mecanismos adaptativos, bem como espaços para que os próprios estudantes sugiram funcionalidades, tende a enriquecer significativamente a experiência de aprendizagem. Tais aprimoramentos podem potencializar o caráter mediador do IAráltica, consolidando-o como um instrumento não apenas transmissor de conteúdo, mas catalisador de significados e promotor da autonomia discente.

## Referências

- Base Nacional Comum Curricular. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 27 nov. 2024.
- CHENG, L.; CROTEAU, E.; BARAL, S.; HEFFERNAN, C.; HEFFERNAN, N. (2024) “Facilitating student learning with a chatbot in an online math learning platform.” Journal of Educational Computing Research, v. 62, n. 4, p. 687-717.
- DRESCH, A. et al. (2015) “Design Science Research: Método de Pesquisa para Avanço da Ciência e Tecnologia.” 1. ed. São Paulo: Bookman.
- FERREIRA, G. M. dos S.; SÁ, J. C. de. (2018) “Recursos educacionais abertos como tecnologias educacionais: considerações críticas.” Educação & Sociedade, v. 39, n. 144, p. 738–755, jul.
- HILL, J. (2001) Teaching and Learning in Digital Environments: “The resurgence of resource-based learning.” Educational Technology Research and Development, v. 49, n. 3, p. 37–52.
- LEE, D.; YEO, S. (2022) Developing an AI-based chatbot for practicing responsive teaching in mathematics. Computers & Education, v. 191, 104646.
- PIMENTEL, M. (2017) “Design Science Research e Pesquisas com os cotidianos escolares para fazer pensar as pesquisas em Informática na Educação.” In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 28.; CONGRESSO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 6., 2017, Recife. Anais [...]. Recife: [s. n.].
- PIMENTEL, M.; FILIPPO, D.; DOS SANTOS, T. (2020) “Design Science Research: pesquisa científica atrelada ao design de artefatos.” RE@ D-Revista de Educação a Distância e eLearning, p. 37-61.

SANTOS, A. I. (2013) “Recursos Educacionais Abertos no Brasil: [livro eletrônico]: o estado da arte, desafios e perspectivas para o desenvolvimento e inovação.” Tradução: DB Comunicação. São Paulo: Comitê Gestor da Internet no Brasil.

SCORTEGAGNA, L. (2016) Objetos de Aprendizagem. 1. ed. Juiz de Fora: Cead.

SMITH, T. H. (2023). “Aprendizado Interativo com Análise de Dados Educacionais em Matemática: Perspectivas e Desafios.” Revista de Educação em Ciências e Tecnologia, 40(2), 45-60.

VAN DOC, N.; NAM, N. T. H.; THANH, N. T.; GIAM, N. M. (2023) “Teaching mathematics with the assistance of an AI chatbot to enhance mathematical thinking skills for high school students.” International Journal of Current Science Research and Review, v. 6, n. 12, p. 8574-8580.

YGOTSKY, L. S. (2007) “A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores.” 7. ed. São Paulo: Martins Fontes.