

O Uso e o Potencial de Inteligências Artificiais no Aprendizado de Algoritmos e Programação de Computadores

Sabrina Midori Futami Teixeira de Carvalho, Ivan Carlos Alcântara de Oliveira

Faculdade de Ciência e Computação – Universidade Presbiteriana Mackenzie (UPM)
CEP 01302-907 – São Paulo – SP – Brasil

sabrina.mftc@gmail.com, ivan.oliveira@mackenzie.br

Abstract. *With the high demand for qualified professionals, large class sizes and high dropout rates in technology courses, this study explores the potential of using AI tools as an assisting technology in the learning of Algorithms and Programming. Three AI systems - ChatGPT 3.5 (OpenAI), Copilot (Microsoft), and Gemini (Google) - were tested. The results obtained indicate that these tools can support individualized study and significantly contribute to learning, helping to address both knowledge gaps and retention. As a next step, the aim is to develop a guide with instructions on how to use these chatbots to Algorithms and Programming.*

Resumo. *Com a alta demanda por profissionais qualificados, turmas com muitos alunos e altas taxas de evasão em cursos de tecnologia, este estudo explora o potencial do uso de ferramentas de IA como tecnologia auxiliadora no aprendizado de Algoritmos e Programação. Três sistemas de IA - ChatGPT 3.5 (OpenAI), Copilot (Microsoft) e Gemini (Google) - foram testados. Os resultados obtidos indicam que essas ferramentas têm capacidade de apoiar o estudo individualizado e contribuir significativamente no aprendizado, ajudando a abordar tanto as lacunas quanto a retenção de conhecimento. Como continuidade, pretende-se elaborar um guia com orientações de uso desses chatbots para Algoritmos e Programação.*

1. Introdução

O rápido avanço tecnológico testemunhado em escala global, nas últimas décadas, nas mais diversas áreas de atuação e da sociedade, é responsável não apenas pelo surgimento de inúmeras questões de cunho social [Delbianco e Valentim 2022], ético [Rosseti e Angeluci 2021] e econômico [Santos *et al.* 2018], como também pela demanda crescente de profissionais de tecnologia qualificados e aptos a lidar com os constantes e emergentes desafios dessa nova realidade, consoante estudo realizado pelo Google (2023).

No Brasil, de acordo com Relatório de Inteligência e Informação da Brasscom (2019), estimava-se necessária a contratação de aproximadamente 70 mil profissionais de tecnologia por ano, até 2024 – totalizando, assim, 420 mil profissionais a serem contratados nos próximos seis anos. Porém, à época, formavam-se, por ano, apenas cerca de 46 mil profissionais com perfil tecnológico. Tais dados, somados a outros, apurados no mesmo estudo, relativos à qualidade insuficiente do ensino nas áreas de tecnologia, evidenciaram um grande déficit de profissionais qualificados. A partir disso,

pode-se observar uma necessidade de investimento, tanto na quantidade de profissionais, quanto na qualidade de sua formação.

Em novo Relatório da Brasscom (2021), constatou-se que a estimativa de contratações necessárias projetada em 2019, que já era considerável, ainda estava muito aquém da real demanda. De fato, este novo estudo concluiu pela existência de uma demanda de 797 mil novos talentos, no período dos próximos cinco anos. Portanto, seria necessária a contratação de cerca de 159 mil profissionais por ano, de 2021 a 2025 – mais do que o dobro do projetado apenas dois anos antes. Ademais, nesse mesmo relatório, foi destacada e evasão de 32% nos cursos de formação em Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC).

Diante desse cenário, nacional e global, de crescimento exponencial no setor tecnológico, constata-se que há um verdadeiro descompasso entre a demanda e a oferta de profissionais qualificados. Esse déficit pode ser ocasionado, em parte, tanto pela insuficiência na qualidade do ensino fundamental [Prediger *et al.* 2013], quanto pelos elevados índices de evasão no ensino superior, verificados no país, em cursos de Computação e Informática [Souza *et al.* 2017].

Ao quadro exposto, somam-se o acelerado desenvolvimento e disponibilização, ao público em geral, de sistemas de Inteligências Artificiais mais evoluídos. Tais sistemas levantaram debates sobre a possibilidade e o alcance de sua aplicação no meio acadêmico [Rodrigues e Rodrigues 2023] e profissional [Forbes 2023].

Assim, o presente trabalho se propõe a investigar e analisar o uso e o potencial dos atuais sistemas de Inteligência Artificial, em particular chatbots, no aprendizado da disciplina de Algoritmos e Programação, objetivando contribuir, quantitativamente e qualitativamente, para uma sólida formação acadêmica nos cursos de Computação e Informática. Para isso, foram selecionados os sistemas de IA na sua versão gratuita: ChatGPT 3.5 (OpenAI), Copilot (Microsoft) e Gemini (Google), tendo por base a sua ampla divulgação nos meios de comunicação e redes sociais.

A relevância desta pesquisa reside na contraposição das supracitadas constatações fáticas: por um lado, profissionais qualificados são cada vez mais buscados e valorizados no mercado de trabalho, na medida em que são imprescindíveis para que o desenvolvimento tecnológico possa continuar se expandindo em seu ritmo atual (e além) e resultando em melhorias à sociedade. Por outro lado, sabe-se que há um déficit de bons profissionais na área, seja porque sua formação acadêmica foi insuficiente, seja porque não chegaram a concluir a graduação, tendo em vista que o índice de evasão de estudantes de cursos de Computação e Informática é, em geral, alto, quando comparado a outros cursos.

Desse modo, em que pese existirem diversos fatores de cunho socioeconômico que influenciam a evasão de estudantes do ensino superior como um todo, a dificuldade em disciplinas dos anos iniciais dos cursos de Computação e Informática, em especial disciplinas que envolvem matemática e programação, como Algoritmos e Programação, podem fomentar o problema da evasão. Ademais, isso pode ser potencializado, em anos iniciais, por uma possibilidade de turmas com maior quantidade de alunos, o que dificulta um atendimento personalizado pelos professores. Nessa linha, o uso de IAs pode auxiliar no estudo individualizado, minimizando dificuldades na aprendizagem e, quiçá, contribuir para uma diminuição da evasão.

2. Revisão da Literatura

2.1 A evasão em cursos de ensino superior

A evasão universitária configura um problema grave e complexo, em constante crescimento, não apenas no país, como no mundo [Andrade e Campos 2019]. O fenômeno se dá, principalmente, nos primeiros anos da graduação e possui caráter multifacetado, na medida em que diversas as suas causas, que podem ser de ordem interna à instituição de ensino (questões acadêmicas, como falta de clareza do projeto pedagógico e estrutura física deficiente), externa (mercado de trabalho, qualidade do ensino básico, reconhecimento da profissão) ou, ainda, relativas a questões pessoais do indivíduo, como condição socioeconômica e adequação à vida universitária [Marques *et al.* 2020].

No mesmo sentido, Saccaro *et al.* (2019), destacam que o tema tem sido objeto de frequentes debates e políticas públicas no país há, aproximadamente, 20 anos. Os autores enfatizam a relevância de se analisar a fundo as causas da evasão universitária, em especial em cursos como engenharia e ciências naturais, posto que diretamente relacionados à geração de tecnologias e ao aumento de produtividade, de forma que o abandono do bacharelado nessas áreas tem inegável impacto na economia nacional.

De acordo com o Relatório de Inteligência e Informação da Brasscom (2021), a taxa de evasão nos cursos presenciais de tecnologia, em 2019, chegou a 32%. Para Saccaro, França e Jacinto (2019), o baixo desempenho de estudantes em cursos das áreas de Ciência, Matemática, Computação e Engenharia configura-se como um dos fatores determinantes para esse elevado índice de evasão.

Souza *et al.* (2017) mencionam o abandono nos cursos de ciências exatas acima de 40% e propõem a adoção de ações relacionadas ao uso de tecnologias, como um ambiente e monitorias virtuais, capazes de oferecer suporte aos alunos com conhecimento deficitário, evitando-se, assim, o abandono do curso.

2.2 O uso da Inteligência Artificial na educação

O uso de sistemas de IA no ensino possibilita um aprendizado personalizado, adaptado às necessidades, ao nível de conhecimento e ao ritmo de assimilação de cada aluno, bem como um feedback individualizado [Chassignol *et al.* 2018].

De acordo com Chen *et al.* (2022), há diversos setores nos quais o emprego de IA pode, efetivamente, contribuir para o ensino e aprendizado, como os Sistemas de Tutoria Inteligente, capazes de fornecerem feedback e supervisão de progresso, o Processamento de Linguagem Natural, que possibilita a identificação de erros e fornece sugestões imediatas, a Mineração de Dados Educacionais, capaz de detectar, precocemente, possíveis alunos em risco, a Análise de Discurso, que promove intervenções e apoio individualizados, e, por fim, as Redes Neurais, utilizadas para avaliação do ensino.

Atualmente, temos acompanhado o surgimento de IAs que, embora não tenham propósito exclusivamente educacional, apresentam-se como poderosas ferramentas para tanto. O ChatGPT (OpenAI), por exemplo, é um modelo de IA conversacional, que utiliza processamento de linguagem natural e aprendizado de máquina para sustentar, com naturalidade, um diálogo coerente e consistente, aproximando-se de uma interação real, entre seres humanos [Qadir 2022].

Halaweh (2023) lista algumas habilidades que podem ser aprimoradas por meio do ChatGPT, dentre elas programação e matemática, afirmando que seu uso na educação deve ser incentivado. O autor demonstra preocupação quanto ao uso da ferramenta, sugerindo uma política básica com o intuito de comprovar que o aluno realizou a devida análise do tema pesquisado, compreendendo-o e chegando às conclusões adequadas.

A questão do emprego de chatbots no ensino e no aprendizado é controversa, na medida em que, por um lado, traz inegáveis vantagens, como facilitar e agilizar a avaliação de aprendizagem, o aprimoramento de práticas pedagógicas e a possibilidade de uma tutoria individual virtual, mas, por outro, apresenta riscos relacionados à integridade acadêmica, avaliações de aprendizagem injustas, informações equivocadas e dependência excessiva da ferramenta [Sok e Heng 2023].

Nesse sentido, Rahman e Watanobe (2023) também apresentam ressalvas quanto ao uso do ChatGPT, citando como ameaças associadas ao seu uso a possibilidade de trapanças em exames online, a diminuição das habilidades de pensamento crítico e as dificuldades em avaliar informações geradas pela IA.

2.3 Trabalhos Correlatos

A discussão acerca do emprego de sistemas de IA na educação tem como foco, majoritariamente, estudantes do ensino superior. De acordo com Crompton e Burke (2023), de 138 estudos conduzidos em 31 países, 99 deles (72%) envolviam estudantes dessa modalidade. Ademais, a segunda maior área de estudo objeto dessas pesquisas é a de Ciência da Computação, com 16% dos estudos sendo voltados a esta.

Por meio de experimentos de programação, Rahman e Watanobe (2023) testaram a capacidade e eficácia do ChatGPT de gerar código, resolver problemas de programação e auxiliar na aprendizagem de conceitos complexos. Os autores concluíram que o chatbot demonstrou potencial como ferramenta de suporte no ensino e aprendizado de programação, gerando códigos baseados em descrições de problemas, explicando conceitos de programação e fornecendo pseudocódigos. Ademais, a IA é capaz de proporcionar feedback personalizado, aumentar a acessibilidade, promover conversas interativas e auxiliar na preparação de aulas e na avaliação.

Haindl e Weinberger (2024) conduziram um experimento com alunos de um curso de programação envolvendo a linguagem Java, durante cinco semanas, a fim de avaliar a adequação do ChatGPT para o aprendizado de conceitos de programação e realização de tarefas de implementação. Dentre as conclusões provenientes desse experimento, pode-se citar a recepção positiva pela maioria dos estudantes, especialmente para o aprendizado de conceitos de programação, e a facilidade de adaptação ao código gerado pela IA. Alguns alunos evitaram utilizar a ferramenta devido a preocupações sobre dependência excessiva, código incorreto ou enganoso, ou preferência por trabalho independente.

Em um estudo realizado com 200 estudantes universitários, Ngo (2023) chegou a diversas conclusões relevantes acerca da percepção dos alunos sobre o uso do ChatGPT no aprendizado. Os participantes já haviam utilizado o chatbot para propósitos acadêmico e cursavam, em sua maioria (36,5%), Tecnologia da Informação. A pesquisa capturou a percepção dos alunos sobre diversos aspectos do uso da IA. Dentre eles, verificou-se que o ChatGPT foi considerado, majoritariamente, como uma ferramenta

útil, capaz de auxiliar os alunos na compreensão de teorias e conceitos, bem como conferir um aprendizado personalizado. Por outro lado, também se reconheceu que o chatbot pode fornecer informações duvidosas, com fontes insuficientes, e até mesmo falsas.

3. Metodologia

3.1. Inteligências Artificiais

As IAs investigadas foram selecionadas com base em critérios objetivos, quais sejam, notoriedade, confiabilidade, precisão e potencial para servir como ferramenta auxiliadora no aprendizado da disciplina de Algoritmos e Programação.

Desse modo, foram escolhidas três IAs: ChatGPT 3.5 (OpenAI), Copilot (Microsoft) e Gemini (Google). Todas foram utilizadas em suas versões gratuitas e testadas tanto em inglês quanto em português.

3.2. Tópicos da Disciplina de Algoritmos e Programação

Inicialmente, foram selecionados os principais tópicos de Algoritmos e Programação a partir da análise de diversas grades curriculares de cursos de ensino superior de Computação e Informática, bem como de livros referentes à disciplina. Os tópicos identificados foram: (1) estruturas de decisão; (2) estruturas de repetição; (3) vetores; (4) matrizes; (5) funções; (6) Strings; (7) métodos de ordenação; (8) arquivos; (9) busca binária; e (10) recursão.

3.3. Procedimentos Experimentais

As atividades realizadas para investigação do potencial das IAs selecionadas consistiram em três tipos: (1) apresentação de enunciados de problemas; (2) apresentação de códigos corretos; (3) apresentação de códigos incorretos.

Para tanto, foram selecionados dois problemas relacionados a cada um dos temas de Algoritmos e Programação previamente definidos. Esses problemas foram retirados de livros da disciplina, bem como de plataformas online de resolução de problemas.

No primeiro tipo de experimento, submeteu-se, às IAs eleitas, cada um desses problemas, seguidos pela questão “Como resolver esse problema?”. Essa proposta objetivava verificar a solução fornecida pela IA, sua adequação e correteude em relação ao problema específico apresentado.

No segundo tipo de atividade, foram apresentados códigos corretos, referentes aos mesmos problemas, acompanhados pela pergunta “O que esse algoritmo faz e como posso melhorá-lo?”. Essa atividade tinha como intuito analisar se a IA fornecia indicação de correteude, bem como material adicional para estudo e novas soluções para o problema em tela.

Por fim, no terceiro tipo de experimento, apresentou-se códigos contendo algum tipo de erro, lógico ou sintático, também relacionados aos mesmos problemas, e perguntou-se à IA: “O código apresentado está correto?”. Esse experimento propunha-se a verificar se, a partir de um código defeituoso, a IA conseguia identificar o erro e fornecer orientações para sua correção.

Os códigos submetidos foram escritos nas linguagens de programação C e Python, por serem usualmente adotadas na disciplina de Algoritmos e Programação.

A fim de que cada uma das IAs não estivesse enviesada com as perguntas feitas anteriormente, contendo os enunciados dos problemas, os códigos corretos e os códigos incorretos, a cada experimento foi reiniciada uma nova conversa.

3.4. Métricas

Os indicadores de qualidade dos resultados fornecidos pelas ferramentas de IA utilizados foram os seguintes: (1) qualidade da resposta: o texto da resolução fornecida é adequado, claro, compreensível e no idioma correto; (2) qualidade do código: o código fornecido corresponde ao problema apresentado e consiste em solução satisfatória; (3) existência de alucinações: a resposta contém informações não condizentes com a pergunta ou o problema apresentado; (4) limitações ou falhas: a resposta apresenta erros, inconsistências ou falhas; (5) contribuição para o aprendizado: a resposta fornecida é útil, isto é, tem efetivo potencial de auxiliar no aprendizado do tema respectivo de Algoritmos e Programação, bem como indica fontes e materiais de estudo complementares.

3.5. Exemplos de Experimentos

Um dos problemas propostos às IAs investigadas, relacionado ao tema “matrizes”, foi o seguinte: “Faça um programa que preenche uma matriz com o produto do valor da linha e da coluna de cada elemento. Em seguida, imprima a matriz na tela” (experimento tipo 1). Tendo em vista o nível de dificuldade fácil do problema, as três IAs foram bem-sucedidas, apresentando respostas positivas.

Posteriormente, apresentou-se o código correto e perguntou-se o que aquele algoritmo fazia e como seria possível melhorá-lo (experimento tipo 2). Tanto o ChatGPT quanto o Copilot apresentaram respostas satisfatórias e adequadas, porém, o Gemini apresentou resposta em inglês, a despeito da pergunta ter sido realizada em português.

Por fim, foi apresentado código semelhante, porém contendo um erro lógico e perguntou-se se ele estava correto (experimento tipo 3). Novamente, as duas primeiras ferramentas de IA, ChatGPT e Copilot, responderam corretamente, ao passo que a IA do Google não apenas respondeu em inglês, como também não detectou o erro em sua resposta, apesar de apresentar a versão correta do código ao final.

3.6. Elaboração de Guia de Estudos

Com base nos resultados obtidos nos experimentos, pretende-se elaborar um conjunto de orientações para o estudo de Algoritmos e Programação, incluindo sugestões de tipos de perguntas. Este guia tem como objetivo nortear os alunos em seus estudos enquanto utilizam qualquer uma das ferramentas de IA aqui analisadas (ChatGPT, Copilot e Gemini).

4. Resultados Parciais

Os experimentos foram realizados de acordo com a metodologia previamente explicitada e resultaram em uma série de achados relevantes sobre o potencial das IAs

analisadas como ferramentas auxiliaadoras no aprendizado dos tópicos selecionados da disciplina de Algoritmos e Programação.

4.1. Desempenho Geral

Conforme síntese dos resultados da Figura 1, os testes indicaram que o ChatGPT apresentou o melhor desempenho geral, fornecendo respostas e códigos de forma clara, precisa e completa. Foi notável sua capacidade de resolver problemas apresentados, explicar algoritmos corretamente e identificar erros em códigos defeituosos. A ferramenta também demonstrou menor incidência de alucinações (respostas irrelevantes ou incorretas) e uma alta contribuição para o aprendizado, sugerindo materiais complementares e fontes para estudo adicional.

O Copilot, por sua vez, também se destacou pela qualidade das respostas, especialmente na clareza e objetividade das soluções propostas. Embora tenha se equiparado ao ChatGPT em muitos aspectos, o chatbot da Microsoft apresentou uma tendência a fornecer respostas mais curtas e diretas, o que pode ser vantajoso para estudantes que preferem explicações mais concisas. Além disso, frequentemente sugeriu recursos adicionais, como links para materiais de estudo e perguntas complementares, enriquecendo o processo de aprendizado.

Em contraste, o Gemini mostrou-se menos eficiente em comparação com as outras ferramentas, especialmente na versão gratuita e atual utilizada. Nos experimentos realizados, a IA da Google apresentou uma maior incidência de alucinações, incluindo respostas em inglês para perguntas feitas em português, o que pode ser um obstáculo para estudantes com menor domínio do idioma. Além disso, a ferramenta tende a produzir respostas mais extensas e menos objetivas, o que pode dificultar a assimilação do conteúdo por parte dos estudantes.

4.2. Qualidade das Respostas e Códigos

Em relação à qualidade dos códigos gerados, o ChatGPT e o Copilot foram consistentes em fornecer soluções corretas e otimizadas para os problemas propostos. A ferramenta da OpenAI, em particular, destacou-se ao explicar detalhadamente a lógica por trás dos algoritmos e ao sugerir melhorias. A IA da Microsoft também demonstrou competência nesse aspecto, mas com uma abordagem mais pragmática e menos detalhista.

Por sua vez, o Gemini, embora tenha oferecido algumas soluções viáveis, falhou em detectar certos erros lógicos e sintáticos em códigos defeituosos, resultando em respostas menos confiáveis. Além disso, sua maior verbosidade pode ter um impacto negativo na experiência de aprendizado, especialmente para estudantes que buscam respostas rápidas e precisas.

4.3. Contribuição para o Aprendizado

No que diz respeito à contribuição para o aprendizado, o ChatGPT e o Copilot mostraram-se ferramentas altamente eficazes, capazes de apoiar os estudantes de maneira personalizada. Ambos oferecem respostas adaptadas às perguntas feitas, incentivando a exploração de tópicos adicionais e fornecendo orientações claras para a resolução de problemas.

O Gemini, apesar de apresentar algumas limitações, também possui potencial para ser útil no ambiente educacional, desde que suas respostas sejam acompanhadas de uma análise crítica por parte do estudante ou educador.

4.4. Quadro Síntese

Por meio dos experimentos efetuados e resultados colhidos, construiu-se o seguinte quadro síntese, que faz uso da escala Likert, em razão de sua praticidade na visualização dos resultados:

	ChatGPT (OpenAI)	Copilot (Microsoft)	Gemini (Google)
Qualidade da resposta			
Qualidade do código			
Alucinações			
Limitações/Falhas	-	Formatação com erro em algumas respostas	Respostas em inglês, mesmo quando as perguntas eram em português
Contribuição			

Figura 1. Quadro síntese dos resultados: a cor azul indica satisfação total, a verde indica satisfação e a amarela indica neutralidade.

5. Considerações Finais e Próximos Passos

Os resultados desta pesquisa demonstram que as ferramentas de IA avaliadas possuem inegável potencial para auxiliar no aprendizado de Algoritmos e Programação dos cursos de Computação e Informática. O uso dessas tecnologias pode representar uma solução viável para enfrentar o desafio do déficit de profissionais qualificados na área, ao oferecer uma forma de aprendizado individualizado e acessível.

Além de apresentarem resultados adequados e satisfatórios perante os indicadores de qualidade selecionados, as três ferramentas estudadas possibilitam um aprendizado personalizado, que atende às necessidades particulares de cada estudante. A possibilidade de uma tutoria individualizada, particular às demandas e às dificuldades de cada aluno, justificaria, por si só, a adoção de uma dessas ferramentas no aprendizado da disciplina. Por meio de seu uso, o estudante pode levantar as mais diversas questões acerca dos mais variados temas e, repetidas vezes, se for o caso, até que possa verdadeiramente compreender o assunto.

O ChatGPT e o Copilot destacaram-se como as opções mais promissoras, com o primeiro fornecendo respostas mais completas e o segundo oferecendo uma abordagem mais direta e objetiva. O Gemini, embora menos eficaz na versão testada, ainda assim contribuiu para o aprendizado, sugerindo que futuras melhorias podem aumentar sua utilidade.

Sabe-se que uma habilidade muito relevante do ponto de vista acadêmico e científico consiste em saber como realizar perguntas, como questionar determinado assunto, ou seja, qual estratégia investigativa deve ser adotada. Essa habilidade pode ser desenvolvida e impulsionada por meio do uso dessas IAs, na medida em que se buscam responder da forma mais natural possível, semelhante ao que uma pessoa diria, porém com a vantagem de terem disponibilidade permanente. Dessa forma, como próximo passo, será desenvolvido um guia com categorias de questões de Algoritmos e Programação, além de dicas de uso dessas IAs, com potencial para auxiliar o estudo e fomentar o aprendizado dos alunos.

Referências

- Andrade, P. C. de R. e Campos, C. A. (2019) “Evasão no Bacharelado Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia”, In: Cadernos de Pesquisa: Pensamento Educacional, Curitiba, v. 14, n. 38, p. 87-103.
- Brasscom (2019). Relatório de Inteligência e Informação BRI2-2019-010, v. 81, São Paulo.
- Brasscom (2021). Relatório de Inteligência e Informação BRI2-2021-007, v. 112, São Paulo.
- Chassignol, M., Khoroshavin A., Klimova, A, Bilyatdinova, A (2018) “Artificial Intelligence trends in education: a narrative overview”. In: Procedia Computer Science, v. 136, p. 16-24, ISSN 1877-0509, <https://doi.org/10.1016/j.procs.2018.08.233>.
- Chen, X., Zou, D., Xie, H., Cheng, G., & Liu, C. (2022) “Two Decades of Artificial Intelligence in Education: Contributors, Collaborations, Research Topics, Challenges, and Future Directions”, In: Educational Technology & Society, v. 25 (1), p. 28-47.
- Crompton, H. e Burke, D. (2023) “Artificial intelligence in higher education: the state of the field”, In: International Journal of Educational Technology in Higher Education 20:22.
- Delbianco, N. R. e Valentim, M. L. P. (2022) “Sociedade da Informação e as mídias sociais no contexto da comunicação científica”, In: AtoZ: novas práticas em informação e conhecimento, 11, p. 1-11.
- Forbes (2023) “Febre do ChatGPT se espalha em escritórios nos EUA e dispara alerta”, <https://forbes.com.br/carreira/2023/08/febre-do-chatgpt-se-espalha-em-escritorios-nos-eua-e-dispara-alerta/>.
- Google (2023) “Panorama de talentos em tecnologia”, <https://campus.co/sao-paulo/gap-de-talentos/>.
- Haindl, P. e Weinberger, G. (2024) “Students’ Experiences of Using ChatGPT in an Undergraduate Programming Course”, In: IEEE Access, 12, p. 43519-43529.
- Halaweh, M. (2023) “ChatGPT in education: Strategies for responsible implementation”. In: Contemporary Educational Technology, v. 15, n. 2, ISSN 1309-517X, <https://doi.org/10.30935/cedtech/13036>.
- Marques, L. T., Marques, B. T.; Silva, C. A. M.; Rocha, R. S.; Silva, J. C. P.; Chaves, L., Queiroz, P. G. G.; De Castro, A. F. (2020) “A evasão escolar no ensino superior: Um estudo de caso do curso de ciência da computação da UFERSA”. In: Brazilian Journal of Development, v. 6, n. 12, p. 103334-103350, DOI: 10.34117/ bjdv6n12-728. ISSN 2525-8761.
- Prediger, J., Berwanger, L. e Mörs, M. F. (2013) “Relação entre aluno e matemática: reflexões sobre o desinteresse dos estudantes pela aprendizagem desta disciplina”, In: Revista Destaques Acadêmicos, v. 1, n. 4, <https://univates.br/revistas/index.php/destaques/article/view/39>.

- Qadir, J. (2022) “Engineering Education in the Era of ChatGPT: Promise and Pitfalls of Generative AI for Education”. In: TechRxiv, v. 1, <https://doi.org/10.36227/techrxiv.21789434>.
- Ngo, T. T. A. (2023) “The perception by university students of the use of ChatGPT in education”, In: International Journal of Emerging Technologies in Learning (Online), v. 18, n. 17, p. 4.
- Rahman, M. M. e Watanobe, Y. (2023) “ChatGPT for Education and Research: Opportunities, Threats, and Strategies”, In: Applied Sciences, 13(9), 5783, <https://doi.org/10.3390/app13095783>.
- Rodrigues, O. S. e Rodrigues, K. S. (2023) “A inteligência artificial na educação: os desafios do ChatGPT”, In: Texto Livre, v. 16, <https://periodicos.ufmg.br/index.php/textolivre/article/view/45997>.
- Rosseti, R. e Angeluci, A. (2021) “Ética Algorítmica: questões e desafios éticos do avanço tecnológico da sociedade da informação”, In: Galáxia (São Paulo, online), ISSN 1982-2553, n. 46, p. 1-18.
- Saccaro, A., França, M. T. A. e Jacinto, P. de A. (2019) “Fatores Associados à Evasão no Ensino Superior Brasileiro: um estudo de análise de sobrevivência para os cursos das áreas de Ciência, Matemática e Computação e de Engenharia, Produção e Construção em instituições públicas e privadas”, In: Estud. Econ., São Paulo, vol. 49, n. 2, p. 337-373.
- Santos, M., Manhães, A. M. e Lima, A. R. (2018) “Indústria 4.0: Desafios e oportunidades para o Brasil, In: Simpósio de Engenharia de Produção de Sergipe, 10, p. 317-329.
- Sok, S. e Heng, K. (2023) “ChatGPT for Education and Research: A Review of Benefits and Risks”, https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=4378735.
- Souza, C., da Silva, C. e Gessinger, R. (2017) “Um estudo sobre evasão no ensino superior do Brasil nos últimos dez anos”, In: *Congressos CLABES*, <https://revistas.utp.ac.pa/index.php/clabes/article/view/868>.