



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE CENTRO DE
ENGENHARIA ELÉTRICA E INFORMÁTICA CURSO DE BACHARELADO
EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO**

Ana Carolina Chaves de Vasconcelos

**ChatGPT aplicado a programação:
possibilidades e desafios no processo de ensino e aprendizagem no ensino superior**

**CAMPINA GRANDE - PB
2023**

Ana Carolina Chaves de Vasconcelos

ChatGPT aplicado a programação: possibilidades e desafios no processo de ensino e aprendizagem no ensino superior

Trabalho de Conclusão Curso apresentado ao Curso Bacharelado em Ciência da Computação do Centro de Engenharia Elétrica e Informática da Universidade Federal de Campina Grande, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Ciência da Computação.

Orientadora: Livia M. R. Sampaio Campos

CAMPINA GRANDE - PB

2023

Ana Carolina Chaves de Vasconcelos

ChatGPT aplicado a programação: possibilidades e desafios no processo de ensino e aprendizagem no ensino superior

Trabalho de Conclusão Curso apresentado ao Curso Bacharelado em Ciência da Computação do Centro de Engenharia Elétrica e Informática da Universidade Federal de Campina Grande, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Ciência da Computação.

BANCA EXAMINADORA:

Professora Dra. Livia M. R. Sampaio Campos

Orientadora – UASC/CEEI/UFCG

Professora Dra. Eliane Cristina de Araújo

Examinadora – UASC/CEEI/UFCG

Francisco Vilar Brasileiro

Professor da Disciplina TCC – UASC/CEEI/UFCG

Trabalho aprovado em: 17 de NOVEMBRO de 2023.

CAMPINA GRANDE - PB

RESUMO

Estamos vivendo uma fase de inserção tecnológica de um novo sistema de recuperação de informação de forma fácil e bastante eficiente: o ChatGPT. Diante do surgimento dessa promissora ferramenta, há diversos casos em que o ensino/aprendizagem vem se moldando considerando as possibilidades que ela nos oferece. No ensino superior especificamente, durante os primeiros semestres, o processo de adaptação ao ensino na graduação se torna um grande desafio para muitos e é possível que o uso dessa tecnologia possa deixar esse processo cada vez mais ameno. Como exemplo, temos os sistemas de tutoria inteligentes que usam algoritmos de IA para avaliar o desempenho dos alunos e fornecer feedback personalizado e adaptado em tempo real. Nesta perspectiva, este trabalho tem por objetivo realizar uma revisão narrativa da literatura para identificar possibilidades e desafios no uso do ChatGPT no processo de ensino e aprendizagem de áreas e disciplinas diversas durante o curso de Ciência da Computação e temas voltados para a programação, no geral. Para isso serão definidas palavras chaves relacionadas tanto em português quanto inglês, perguntas de pesquisa que permitam catalogar os trabalhos encontrados de forma sistemática e a realização de busca por trabalhos em bases de dados bem conhecidos como Google Acadêmico e ACM. O foco do estudo é a programação, mas, resultados mais gerais também serão considerados e relacionados para o contexto desejado. Por fim, espera-se que em primeiro âmbito essa pesquisa contribua positivamente no ensino e na aprendizagem na área de programação, promovendo o uso responsável e ético da ferramenta.

ABSTRACT

We're experiencing a phase of technological insertion of a new information retrieval system in an easy and very efficient way: ChatGPT. Given the emergence of this promising tool, there are several cases in which teaching/learning has been shaped considering the possibilities it offers us. In higher education specifically, during the first semesters, the process of adapting to undergraduate teaching becomes a great challenge for many and it is possible that the use of this technology can make this process increasingly easier. As an example, we have intelligent tutoring systems that use AI algorithms to assess student performance and provide personalized and adapted feedback in real time. From this perspective, this work aims to carry out a narrative review of the literature to identify possibilities and challenges in the use of ChatGPT in the teaching and learning process of different areas and disciplines during the Computer Science course and topics covered for programming, in general. . To this end, related keywords will be defined in both Portuguese and English, research questions that allow the works found to be cataloged in a systematic way and searches for works in well-known databases such as Google Scholar and ACM will be defined. The focus of the study is programming, but more general results will also be considered and related to the desired context. Finally, it is expected that in the first scope this research will contribute positively to teaching and learning in the area of programming, promoting the responsible and ethical use of the tool.

ChatGPT aplicado a programação: possibilidades e desafios no processo de ensino e aprendizagem no ensino superior

Ana Carolina C. de Vasconcelos* †

*Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, PB, Brasil †

ana.vasconcelos@ccc.ufcg.edu.br

ABSTRACT

We're experiencing a phase of technological insertion of a new information retrieval system in an easy and very efficient way: ChatGPT. Given the emergence of this promising tool, there are several cases in which teaching/learning has been shaped considering the possibilities it offers us. In higher education specifically, during the first semesters, the process of adapting to undergraduate teaching becomes a great challenge for many and it is possible that the use of this technology can make this process increasingly easier. As an example, we have intelligent tutoring systems that use AI algorithms to assess student performance and provide personalized and adapted feedback in real time. From this perspective, this work aims to carry out a narrative review of the literature to identify possibilities and challenges in the use of ChatGPT in the teaching and learning process of different areas and disciplines during the Computer Science course and topics covered for programming, in general. To this end, related keywords will be defined in both Portuguese and English, research questions that allow the works found to be cataloged in a systematic way and searches for works in well-known databases such as Google Scholar and ACM will be defined. The focus of the study is programming, but more general results will also be considered and related to the desired context. Finally, it is expected that in the first scope this research will contribute positively to teaching and learning in the area of programming, promoting the responsible and ethical use of the tool.

Keywords

ChatGPT, undergraduate, education, programming.

RESUMO

Estamos vivendo uma fase de inserção tecnológica de um novo sistema de recuperação de informação de forma fácil e bastante eficiente: o ChatGPT. Diante do surgimento dessa promissora ferramenta, há diversos casos em que o ensino/aprendizagem vem se moldando considerando as possibilidades que ela nos oferece. No ensino superior especificamente, durante os primeiros semestres, o processo de adaptação ao ensino na graduação se torna um grande desafio para muitos e é possível que o uso dessa tecnologia possa deixar esse processo cada vez mais ameno. Como exemplo, temos os sistemas de tutoria inteligentes que usam algoritmos de IA para avaliar o desempenho dos alunos e fornecer feedback personalizado e adaptado em tempo real. Nesta

perspectiva, este trabalho tem por objetivo realizar uma revisão narrativa da literatura para identificar possibilidades e desafios no uso do ChatGPT no processo de ensino e aprendizagem de áreas e disciplinas diversas durante o curso de Ciência da Computação e temas voltados para a programação, no geral. Para isso serão definidas palavras chaves relacionadas tanto em português quanto inglês, perguntas de pesquisa que permitam catalogar os trabalhos encontrados de forma sistemática e a realização de busca por trabalhos em bases de dados bem conhecidos como Google Acadêmico e ACM. O foco do estudo é a programação, mas, resultados mais gerais também serão considerados e relacionados para o contexto desejado. Por fim, espera-se que em primeiro âmbito essa pesquisa contribua positivamente no ensino e na aprendizagem na área de programação, promovendo o uso responsável e ético da ferramenta.

Palavras chave

ChatGPT, graduação, educação, programação.

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, os avanços na Inteligência Artificial (IA) têm cativado a atenção de diversos setores, e um dos desenvolvimentos mais notáveis nesse campo é o ChatGPT[1]. Este sistema é um modelo de linguagem amplamente treinado pela OpenAI, diretamente inspirado na arquitetura GPT-3.51, e foi disponibilizado ao público em novembro de 2022. Desde então, tem atraído a atenção de milhões de usuários, muitos dos quais estão explorando suas capacidades para fins de ensino e aprendizado[2].

O ChatGPT é notável por sua capacidade de produzir respostas de texto que se assemelham à linguagem humana quando fornecido com um prompt. Seu potencial se estende desde a resposta a perguntas até o apoio ativo e ágil no processo de aprendizagem. No entanto, esse avanço na IA também trouxe consigo um sentimento de entusiasmo misturado com preocupação, especialmente no contexto da educação. A sua influência potencial pode ser explorada nas práticas acadêmicas tradicionais de ensino e aprendizado tornou-se objeto de intenso debate e discussão.

Por um lado, há observações de que alunos podem usar o ChatGPT para fins antiéticos, como trapacear e plágio, levantando questões sobre a integridade acadêmica. No entanto, ainda nesse mesmo viés, há argumentos que defendem que o ChatGPT pode

ser uma ferramenta benéfica para estimular a criatividade, gerar ideias e demonstrar o uso responsável da tecnologia na educação, mesmo passando por uma adaptação de adequação à realidade atual, mantendo a qualidade acadêmica dos alunos.

Para abordar essas crescentes preocupações e a incerteza que cerca os seus impactos na educação, este artigo descreve uma revisão bibliográfica com o objetivo de analisar as possibilidades e desafios percebidos e debatidos no contexto de ensino e aprendizagem acadêmica, com foco exclusivo em disciplinas da área de computação no nível superior. Embora a maioria das pesquisas anteriores na comunidade de educação em computação tenha se concentrado na avaliação do desempenho de Large Language Models (LLMs) em tarefas objetivas de programação, este estudo adota uma abordagem analítica mais abrangente e diversificada. Vale ressaltar que, o ChatGPT e todo o contexto que o engloba ainda é muito recente e começou a ser fomentado significativamente em 2023. Sendo assim, ainda há poucos estudos sistemáticos sobre o estado da arte do uso dele na educação.

Essa pesquisa se propõe a avaliar diversos aspectos, incluindo os formatos de disseminação, a distribuição geográfica dos artigos relacionados, as linguagens de programação, os paradigmas e as disciplinas do ensino superior que se beneficiam do uso do ChatGPT em seus processos de ensino e aprendizagem. Além disso, buscamos entender os principais impactos associados aos contextos abordados nas questões anteriores.

Nesse contexto, é fundamental compreender a maneira mais eficaz de incorporar ferramentas práticas, como o ChatGPT, nos métodos tradicionais de ensino. Portanto, o objetivo deste trabalho é avaliar a sua capacidade em diversos tópicos, abrangendo disciplinas de diferentes níveis de graduação na área de tecnologia, bem como a codificação de perguntas de programação interativa e seu papel de suporte no processo de aprendizagem de temas específicos.

Este artigo segue a seguinte estrutura: Na Seção II, apresentamos uma revisão da literatura relacionada; na Seção III, descrevemos o processo de pesquisa e análise; na Seção IV, apresentamos os resultados que respondem às questões de pesquisa; na Seção V, discutimos as informações essenciais identificadas durante a revisão narrativa da literatura; na Seção VI, oferecemos reflexões sobre os resultados; e, por fim, na Seção VII, apresentamos as conclusões do estudo e sugestões para trabalhos futuros.

2. TRABALHOS RELACIONADOS

O ChatGPT tem recebido elogios generalizados por sua capacidade de gerar respostas que se assemelham a respostas humanas, e isso tem impulsionado o aumento em seu uso em várias áreas, incluindo a educação acadêmica. Alguns estudos recentes na comunidade de educação em ciência da computação têm se dedicado a analisar seus impactos a partir de diferentes perspectivas, explorando os desafios e oportunidades que ele oferece aos estudantes de ciência da computação e instrutores que fazem uso de ferramentas de geração de código baseadas em IA. Vertente relevante nesse contexto foi o estudo voltado para o uso do ChatGPT como auxílio dos estudos em análise de dados, em que a ferramenta atua como tutora no processo de aprendizagem e como auxílio criativo no ensino [7, 22]. Além disso, ainda foi avistado estudos interessados em descobrir maneiras interessantes

de aplicar o sistema no processo de aquisição do conhecimento nas fases iniciais do curso onde o aluno costuma ter dificuldades mais pontuais e recorrentes [11, 19]. No geral, modelos de linguagem de grande porte (LLMs) podem ser recursos valiosos para instrutores e alunos no processo de ensino e aprendizado, auxiliando na criação de material de alta qualidade, como exercícios de programação, explicações de código e soluções de programação para professores e como tutor nas etapas de aprendizagem para os alunos [14, 20].

Uma série de estudos de pesquisa tem se concentrado em avaliar a precisão dos LLMs, incluindo o OpenAI Codex, GPT-3 e o ChatGPT (GPT-3.5 e GPT-4), na geração de soluções para tarefas de programação em diversas disciplinas relacionadas à tecnologia, com ênfase particular em ciência da computação. Essas pesquisas confirmam que os LLMs têm a capacidade de gerar soluções razoáveis para uma ampla variedade de problemas, embora a precisão varia conforme fatores como a complexidade do problema e a qualidade do prompt de entrada.

Além disso, diversos estudos avaliaram a capacidade dos LLMs em gerar explicações de código e compararam a qualidade dessas explicações com as produzidas pelos alunos. Um foco específico foi analisar a capacidade do OpenAI Codex em explicar mensagens de erro que programadores podem encontrar ao executar trechos de código, bem como a qualidade das sugestões de correção de código oferecidas pelo Codex. Essa análise é particularmente valiosa no contexto de depuração de programas. Constatou-se que, embora o modelo GPT-3 seja capaz de fornecer feedback correto, ele também pode gerar feedback incorreto e, às vezes, inconsistente. Portanto, dependendo do contexto de uso da ferramenta, é necessário que o feedback gerado seja revisado por um especialista humano antes de ser aplicado, o que direciona o usuário a adotar uma abordagem de pensamento crítico.

Essas investigações revelam a natureza complexa e multifacetada do uso de LLMs, especificamente na educação em ciência da computação, destacando a necessidade de um uso responsável e consciente dessas ferramentas no ensino e na aprendizagem. Como exemplo disso, foi possível encontrar uma revisão da literatura que objetivava unicamente a eficácia e o desempenho da ferramenta em situações específicas relacionados a problemas de Parsons, em que a situação é vista como um modelo em que o aluno está com uma dúvida e realmente precisa de ajuda [18].

Sabendo disso, essa revisão da literatura vem com caráter mais humanizado, focando principalmente no processo de ensino e aprendizagem em uma realidade com o ChatGPT incorporado a essas realidades com foco em diversas disciplinas do ensino superior e linguagens de programação. Vale salientar que, durante o estudo, sempre foi ressaltado os cuidados e relevâncias que precisam ser levados em consideração nessa parceria com a ferramenta.

3. METODOLOGIA

Nesta seção será apresentado a metodologia utilizada em nossa revisão narrativa da literatura (RNL). Planejamos e executamos uma RNL seguindo alguns critérios na escolha das bases dos artigos, das palavras-chave e triagem inspirados na teoria e prática no processo de uma revisão sistemática da literatura [2],[3]. Esta metodologia tem se tornado referência na construção de pesquisas na área de Engenharia de Software por se tratar de um conjunto

rígido de passos para responder às questões de pesquisa definidas no início dela em prol de uma análise significativa e organizada. Além disso, possibilita a identificação de vertentes nas pesquisas atuais, administrando de forma ativa possíveis vertentes para pesquisas futuras. Os passos relacionados serão detalhadamente descritos nas subseções a seguir.

3.1 QUESTÕES DE PESQUISA

As questões de pesquisa propostas nesta RNL visam reunir informações sobre o uso do ChatGPT no processo de ensino e aprendizagem no contexto acadêmico no nível superior. As questões de pesquisa (QP) são:

QP1: Qual a distribuição geográfica das instituições, trabalhos e cursos superiores que utilizam o ChatGPT no aprendizado de programação no ensino superior?

QP2: Quais têm sido as linguagens de programação, paradigmas e disciplinas do ensino superior que o uso do ChatGPT tem auxiliado em sua aprendizagem?

QP3: Qual o formato dos meios de disseminação da educação e metodologias utilizadas em que o ChatGPT tem sido usado no ensino e aprendizagem de programação no ensino superior?

QP4: Quais os principais impactos que o uso do ChatGPT tem trazido ao processo de ensino de programação no ensino superior? Como esse impacto foi avaliado?

3.2 PESQUISA CONDUZIDA

Seguir os passos pré-definidos de uma RNL é uma atividade fundamental para um RNL consistente. Sendo assim, logo após a definição dos QPs, foi construída a string de busca no sentido de apoiar a busca dos estudos nas bibliotecas digitais definidas como as que seriam utilizadas desde o princípio. Para isso, seguimos a diretriz definida no protocolo: Identificar as principais palavras-chave das questões de investigação; catalogar as palavras relacionadas e sinônimos de palavras-chave; realizar testes em bancos de dados e verificar a qualidade dos resultados. Se necessário, selecione as palavras relacionadas e sinônimos para as palavras-chave novamente; Na sequência de pesquisa, use palavras-chave, palavras relacionadas e sinônimos que retornaram os estudos alinhados com o questões de pesquisa; Usar OR booleano para conectar sinônimos/palavras relacionadas e AND booleano para conectar palavras-chave e por fim realizar testes para avaliar a qualidade dos resultados. Se necessário, refaça a sequência de pesquisa para obter melhores resultados.

As principais palavras-chave foram identificadas de acordo com as questões de pesquisa e o objetivo do presente estudo, de acordo com cada idioma. As principais palavras-chave escolhidas foram programming, education e ChatGPT para pesquisas em artigos em inglês e programação, educação e ChatGPT para os feitos no Brasil. As palavras relacionadas e sinônimos para as palavras-chave são mostradas na Tabela I. Depois de seguir a diretriz acima mencionada, as duas strings de pesquisa foram definidas como: **((programming OR algorithms OR implementation) AND (undergraduate OR learning OR research OR academic) AND ChatGPT)** para o inglês e **((programação OU algoritmos OU implementação) E**

(educação OU aprendizagem OU pesquisa OU acadêmico) E ChatGPT) para o português.

TABELA I
Sinônimos para as palavras chave em inglês e português

Palavras chave	Sinônimos ou palavras relacionadas	Idioma
Programming	algorithms OR implementation	inglês
Education	undergraduate OR research OR academic	inglês
ChatGPT	artificial intelligence OR AI	inglês
Programação	algoritmos OU implementação	português.
Educação	graduação OU pesquisa OU acadêmico	português
ChatGPT	inteligência artificial	português.

O próximo passo foi realizar a busca nas bases de dados: ACM, Google acadêmico e ScienceDirect (Elsevier). Essas bibliotecas foram escolhidas porque apresentavam uma maior variedade de artigos voltados para a área interessada desde o teste piloto, tornando o processo de catalogação dos artigos se tornou mais fácil. A Tabela II mostra a quantidade de estudos retornados em cada biblioteca digital.

TABELA II
Resumo dos estudos desenvolvidos em cada biblioteca digital

Biblioteca digital	Quantidade de artigos
ACM	6
Google acadêmico	15
ScienceDirect	1
Total	22

3.3 TRIAGEM DE ARTIGOS DE EXCLUSÃO E INCLUSÃO

O processo de seleção dos artigos relacionados ao tema utilizado considerou critérios de inclusão e exclusão. Os critérios de

inclusão definidos foram: estudos que abordam o uso da ChatGPT no ensino superior na área de tecnologia e estudos acessíveis eletronicamente. Enquanto que os critérios de exclusão definidos foram: estudos que estão fora do campo de investigação; estudos que exploram o ChatGPT para o ensino de qualquer assunto, mas não apresentam avaliação ou validação; estudos que utilizam o ChatGPT para o ensino de qualquer assunto, diferente da área de tecnologia; estudos não revisados por pares que utilizam o ChatGPT para produção de palestras, resumos, tutoriais, editoriais, slides, painéis e relatórios técnicos; estudos revisados por pares, mas não publicados em periódicos, conferências ou workshops, como teses de doutorado, livros e patentes; estudos cujo idioma não seja o inglês ou português; estudos não acessíveis eletronicamente e estudos duplicados e/ou secundários.

O processo de exclusão iniciou-se com a eliminação de estudos duplicados e secundários seguindo então por processo baseado em duas etapas. Na primeira etapa, foram lidos os títulos e resumos dos artigos catalogados. Os artigos relacionados ao estudo em diferentes áreas distintas à tecnologia, utilizando o ChatGPT, foram excluídos. Assim, foram selecionados 98 estudos que tinham conteúdo capaz de ajudar a responder às questões de pesquisa. Na segunda etapa as seções de introdução, metodologia e conclusão dos estudos selecionados na primeira etapa foram lidos e a partir da leitura de todos foram aplicados critérios de inclusão e exclusão. Estudos que envolvem uma prática direta do sistema, porém generalizada foram retirados. Nesta fase, 22 artigos se enquadram no contexto da pesquisa com informações capazes de responder a pesquisa questões. Esses estudos foram lidos e analisados cuidadosamente em para extrair as informações de forma minuciosa visando sempre o principal objetivo da pesquisa.

4. RESULTADOS

Esta seção detalha os resultados do nosso RNL. Inicialmente, apresentará os resultados gerais, incluindo a distribuição das publicações por anos, países onde a pesquisa foi realizada, os formatos dos meios de disseminação da educação utilizados nas pesquisas, as linguagens de programação, paradigmas e disciplinas do ensino superior que o uso do ChatGPT tem auxiliado em sua aprendizagem e os principais impactos catalogados. Finalmente, as seções restantes irão responder a cada pergunta de pesquisa auxiliado em sua aprendizagem e os principais impactos catalogados. Finalmente, as seções restantes irão responder a cada pergunta de pesquisa.

4.1 RESULTADOS GERAIS

Ano de publicação: É possível notar que foi registrado um pico de publicações no ano de 2023, principalmente por ser um sistema recente e as discussões relacionadas serem ainda mais recentes. Sendo assim, o número crescente de artigos sobre o assunto demonstra um grande interesse da comunidade científica no uso do ChatGPT no processo de ensino e aprendizagem.

Veículos de publicação: Os estudos foram publicados em conferências, jornais, periódicos e associações relacionadas à pesquisa. Na Tabela III é mostrado detalhadamente a distribuição relacionada a quantidade de publicações.

TABELA III

Distribuição da quantidade estudos publicado em cada tipo de veículo de publicação

Veículos de publicação	Quantidade de artigos
Conferências	4
Jornal	4
Periódicos	1
Associações ou redes sociais relacionadas à pesquisa	13

Tipos de estudo: Quase todos os estudos mostraram validação, sendo ela baseada em um estudo de caso comparativo. Os tipos de estudos encontrados nos artigos selecionados foram divididos em estudo de caso (13 estudos), estudo experimental (9 estudos) e revisão da literatura (1 estudo). Destaca-se que o caso descritivo e comparativo dos estudos foram classificados apenas como estudo de caso.

4.2 QP1: Qual a distribuição geográfica das instituições, trabalhos e cursos superiores que utilizam o ChatGPT no aprendizado de programação no ensino superior?

Nosso primeiro objetivo consistiu em identificar a distribuição geográfica em continentes decorrente dos estudos catalogados sobre o tema. Além disso, nossa pesquisa se propôs a compreender as principais causas práticas que influenciaram a formação dessa divisão. Na Figura 2, foi apresentado a distribuição dos estudos relacionados, os quais foram catalogados com base nas palavras-chave indicadas e nos quais o ChatGPT foi utilizado como uma ferramenta de ensino em todos os estudos analisados.

Destacamos que os continentes americano e europeu foram notáveis nesta pesquisa, principalmente devido ao fato de que são nesses continentes onde historicamente se concentram os maiores investimentos em pesquisa, especialmente considerando o contexto em que a empresa-mãe do ChatGPT foi fundada em São Francisco, Califórnia, EUA.

Dentre todos os estudos analisados, dois deles têm como objetivo promover o uso do ChatGPT, e nesses estudos é mencionado que, dada a natureza recente e promissora da ferramenta, é altamente provável que surjam novas pesquisas nos próximos meses. Como resultado, essa distribuição geográfica de estudos está sujeita a variações contínuas [6], [7].

A Tabela IV descreve a distribuição geográfica atual dos estudos catalogados.

TABELA IV

Distribuição geográfica dos estudos catalogados

Continentes	Artigos
-------------	---------

Europa	[12][16][18][20][21][23][28]
Ámerica	[7][10][11][13][19][22][24][25][30]
Ásia	[6][14][26][27][29][32]
África	-
Oceania	-
Antártida	-

Foi observado que, no processo de catalogação dos estudos, artigos brasileiros não passaram nas fases finais de seleção, ou seja, inclusão e exclusão. Isso se deve, exclusivamente, ao fato de que os estudos selecionados na primeira etapa consistiam em artigos com um conteúdo genérico sobre o assunto em questão. No entanto, vale ressaltar que a partir de eventos acadêmicos como o CBSOFT, ocorrido em setembro de 2023, uma conferência nacional de grande relevância, já é possível observar algumas publicações relacionadas a esse tema [17].

A Figura 1 destaca e reforça essa realidade, que já foi minuciosamente analisada e explicada no contexto brasileiro.

Distribuição geográfica dos estudos



Created with Datawrapper

Fig.1 Distribuição geográfica dos estudos catalogados

4.3 QP2: Quais têm sido as linguagens de programação, paradigmas e disciplinas do ensino superior que o uso do ChatGPT tem auxiliado em seu ensino e aprendizagem?

Nosso segundo objetivo consistiu em identificar as principais linguagens de programação (LP), os paradigmas e as disciplinas nos cursos de tecnologia que mais têm adotado o ChatGPT como auxiliar no processo de ensino e aprendizagem.

Na Figura 2, é apresentada a distribuição das LPs que mais têm sido utilizadas em parceria com o ChatGPT como uma ferramenta útil nesses processos, com base nos estudos selecionados. Uma análise mais aprofundada revela que as linguagens que mais

foram aplicadas nesse contexto foram Python e Java [14, 15, 16, 19, 21, 22], totalizando 22 situações analisadas entre os artigos catalogados. Isso está em consonância direta com os paradigmas interativo e orientado a objeto (OO), principalmente em situações que não demandam um contexto extremamente abrangente para desenvolvimento.

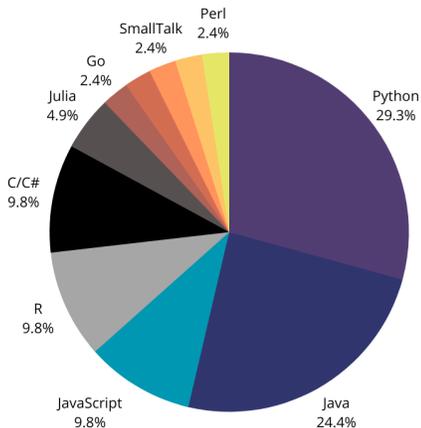


Fig.2 Linguagens de programação que mais são utilizadas em parceria com o ChatGPT no processo de ensino e aprendizagem

Além disso, a partir de testes práticos, foi constatado que o uso do ChatGPT no ensino e aprendizagem do paradigma OO requer um conhecimento prévio sólido e um pensamento crítico para avaliar as saídas geradas pelo sistema sobre o tema. É importante ressaltar que o seu uso não visa ensinar a programação em si, mas sim requer que o aluno saiba como utilizar a ferramenta de forma eficaz para promover seu crescimento intelectual pessoal. Portanto, questões relacionadas à plágio, qualidade do ensino e aprendizagem são frequentemente discutidas, mas, em geral, dependem principalmente da maturidade tanto do aluno quanto da instituição no manejo eficaz da ferramenta.

Todos os estudos analisados abordam tanto aspectos positivos quanto negativos do uso do ChatGPT, principalmente devido à sua natureza relativamente nova e ao debate em andamento sobre sua aplicabilidade. No entanto, ficou evidente que as principais disciplinas que obtiveram sucesso na integração do ChatGPT foram aquelas destinadas a estudantes iniciantes no curso, como exemplo tivemos matérias de introdução à programação e lógica de computação [9, 16, 19].

4.4 QP3: Qual o formato dos meios de disseminação da educação e metodologias utilizadas em que o ChatGPT tem sido usado no ensino e aprendizagem de programação no ensino superior?

A partir da análise dos artigos selecionados, é evidente que os professores nas disciplinas de tecnologia, especialmente aquelas relacionadas à programação, têm adotado uma variedade de estratégias de ensino com o auxílio do ChatGPT. Essas estratégias se mostraram eficazes para apoiar o aprendizado dos alunos em várias áreas, e detectamos as principais abordagens utilizadas.

Um dos métodos mais amplamente adotados pelos professores envolve a resolução de questões diretas, seguindo o estilo de plataformas como Codeforces e URI [12], [13], [16]. Essas

questões são geralmente bem definidas e não requerem um contexto externo complexo. Isso torna o ChatGPT uma ferramenta valiosa, pois sua taxa de erro é consideravelmente menor ao responder a esse tipo de pergunta. Enquanto que, nesse contexto, os professores utilizam-a para fornecer suporte e tutoria, auxiliando os alunos na compreensão e resolução desses tipos problemas específicos de programação. Essa metodologia foi adotada em dez dos estudos catalogados e provou ser eficaz para consolidar o aprendizado pessoal dos alunos.

Outra estratégia comum de ensino e aprendizagem envolve a parceria entre o ChatGPT e os alunos para apoiar o processo completo cognitivo de desenvolvimento de software, desde a construção do código em si, quanto em insight e melhorias voltadas para o design ferramental e visual do sistema, especialmente na área de Engenharia de Software [13], [15]. Nesse contexto, o ChatGPT atua como um recurso valioso para esclarecer dúvidas, oferecer sugestões e auxiliar na tomada de decisões relacionadas a casos de estudo ou projetos práticos. No entanto, é importante observar que esse uso específico exige que o usuário tenha experiência no assunto, pois a margem de erro nas respostas pode ser maior devido a fatores como ambiguidade na linguagem humana ou falta de informações detalhadas no prompt. Portanto, a interação eficaz com o ChatGPT nesse contexto depende da proficiência do usuário na disciplina.

Além das abordagens práticas e voltadas para a programação, o ChatGPT também é utilizado como um tutor direto para esclarecer dúvidas teóricas [11, 19]. Os alunos podem recorrer ao ChatGPT para obter explicações claras sobre conceitos, teorias e princípios subjacentes à matéria. Essa abordagem é valiosa para o aprendizado conceitual e a compreensão aprofundada de tópicos, tornando o ChatGPT uma ferramenta versátil para a tutoria em disciplinas de tecnologia. Enquanto que, voltado para esse contexto, o professor utiliza para gerar exercícios, saneamento de dúvidas pessoais e maneiras de otimização, versatilidade e dinâmica do processo.

4.5 QP4: Quais os principais impactos que o uso do ChatGPT tem trazido ao processo de ensino de programação no ensino superior? Como esse impacto foi avaliado?

Os sujeitos dos estudos selecionados compreendiam estudantes de graduação em diferentes níveis de conhecimento em programação, bem como professores de diversas disciplinas. Inicialmente, os alunos passaram a utilizar o ChatGPT como uma ferramenta de estudo principalmente para aprimorar a tutoria, esclarecendo dúvidas específicas sobre conteúdos acadêmicos, recebendo auxílio na resolução de questões e no processo geral de desenvolvimento de sistemas.

Vale destacar que a formalização da eficácia do ensino e aprendizagem nesse contexto é uma temática ainda pouco discutida e permeada por receios, especialmente por parte dos professores, em relação à integração mais assertiva dessa tecnologia no processo de ensino em sala de aula. O impacto direcionado aos alunos foi avaliado por meio de comparações entre grupos, nos quais um deles utilizou a ferramenta para resolver questões, enquanto o outro grupo respondeu às mesmas questões sem suporte técnico da IA ou inserindo as questões no sistema para avaliar as respostas em conformidade com o conteúdo das disciplinas [9, 10, 11].

A Figura 3 ilustra como o ChatGPT modificou de maneira positiva os processos de ensino e aprendizagem tanto do ponto de vista dos professores quanto dos alunos.

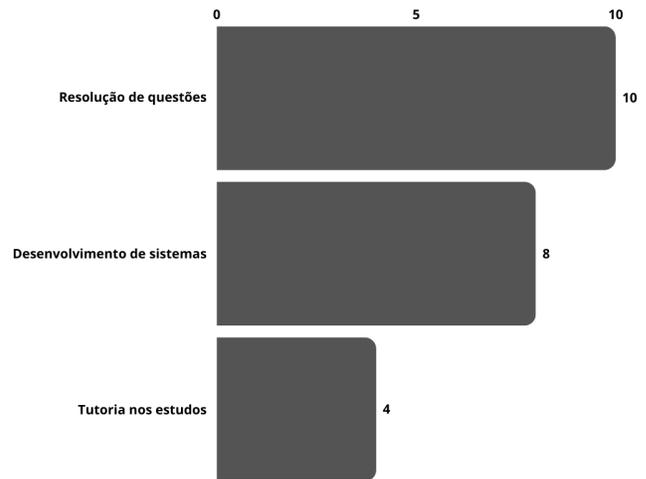


Fig.3 Formato dos meios de disseminação da educação que mais são utilizadas em parceria com o ChatGPT no processo de ensino e aprendizagem

Por outro lado, o professor também teve sua metodologia modificada e facilitada, já que o ChatGPT oferece a possibilidade de otimizar o processo de construção das aulas e como seria a melhor forma de transmitir o conhecimento, dependendo do conteúdo abordado. Na figura 5 é apresentado detalhadamente a distribuição de como o ChatGPT modificou positivamente os processos do ensino no viés do professor, desde o planejamento da aula até a transmissão do conteúdo, propriamente dito. Na Tabela V, temos a distribuição de artigos em que a figura do professor teve sua profissão relacionada.

TABELA V
Áreas do processo de ensino e aprendizagem que mais utilizam o ChatGPT

Vertentes de ensino modificadas pela ferramenta	Artigos
Auxílio na produção de aulas	[10][11][13][22]
Geração de questões	[11][13][19][22]
Revisão do conteúdo	[11][19]

5. DISCUSSÃO

Variabilidade na precisão do ChatGPT e necessidade de alerta na contextualização

É imperativo reconhecer que o ChatGPT exibe uma notável variação na precisão ao lidar com uma variedade de domínios de conhecimento, especialmente quando confrontado com questões

teóricas. Essa falta de uniformidade na precisão representa um desafio significativo na posição como um tutor confiável tanto para estudantes quanto para educadores em ambientes acadêmicos. Um fator crucial que contribui diretamente para essa variabilidade na precisão é a necessidade de contextualização nas consultas dentro do framework do ChatGPT. Em contrapartida, em outros contextos, a precisão tende a diminuir devido à falta de contexto mais amplo [6, 9, 14].

Em situações como essas, e com a premissa de que os usuários possuam uma certa maturidade no uso da ferramenta, a capacidade de fornecer feedback adicional após a resposta inicial se torna fundamental. Isso permite que os usuários guiem o modelo na produção e refinamento de informações com base em seu feedback, capacitando os usuários a exercerem um controle mais assertivo sobre o seu desempenho e, assim, aprimorando as respostas geradas. Esse processo resulta em uma maior precisão, especialmente em questões de natureza subjetiva e teórica. Portanto, a disparidade observada sugere que o ChatGPT tem maior probabilidade de fornecer respostas precisas quando confrontado com perguntas teóricas, sobretudo quando estas envolvem certo grau de subjetividade.

Adicionalmente, notamos que resoluções de questões nos estilos URI e CodeForces categorizadas como "fáceis" apresentaram as maiores taxas de aceitação, enquanto os prompts considerados "difíceis" tiveram taxas mais baixas [9, 13]. Isso implica que em questões teóricas que demandam menor dependência de cálculos computacionais, o ChatGPT pode aproveitar o conhecimento já adquirido, em vez de realizar cálculos e lógica complexa. Portanto, em situações em que os usuários possuem conhecimento acadêmico teórico limitado ou quando as questões são mais subjetivas, o ChatGPT tem maior probabilidade de fornecer respostas convincentes e "credíveis", satisfazendo assim as necessidades dos usuários. Isso representa uma oportunidade para alavancar as capacidades do ChatGPT no domínio do conhecimento teórico em cenários em que os usuários já possuem algum domínio do assunto.

Considerando o aumento significativo no número de estudos sobre o assunto desde o lançamento do ChatGPT, é evidente que a ferramenta está ganhando popularidade. Sabendo disso, é fundamental lembrar que qualquer ferramenta requer tempo para se popularizar e amadurecer, assim como ocorreu com qualquer avanço tecnológico. Com a evolução para o GPT-4, impulsionada pela facilidade de uso e qualidade de respostas em uma ampla gama de tópicos, é essencial exercer discernimento ao avaliar as respostas oferecidas pelo sistema, especialmente no contexto educacional. A qualidade da educação e da aprendizagem depende da capacidade de utilizar essa tecnologia de forma ponderada e crítica, garantindo que a aprendizagem seja eficaz e capaz de gerar conhecimento sólido [23, 24].

6. CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

O objetivo deste estudo foi analisar o desempenho do ChatGPT em diversas disciplinas de cursos do ensino superior voltadas ou que utilizam programação em sua grade curricular. O uso pertinente da ferramenta engloba atividades para responder a conjuntos de perguntas, auxílio no desenvolvimento e teste de software, como também no saneamento de dúvidas do conteúdo

disciplinar. Em resumo, essa análise buscou entender os desafios e oportunidades associados ao uso dessa tecnologia inovadora.

Vale salientar que a análise atual se baseou em experiências diretas de alunos e professores que integraram a ferramenta em seus respectivos casos de uso acadêmico. No entanto, como parte de um possível trabalho futuro, pode-se expandir o estudo, coletando e analisando as perspectivas dos alunos e professores através de um estudo mais qualitativo, para obter uma compreensão mais profunda do impacto dela na educação.

Uma das descobertas que podemos destacar neste estudo de revisão narrativa da literatura (RNL) é a falta de confiabilidade significativa na geração de respostas precisas pelo ChatGPT em algumas situações. Essa constatação destaca a necessidade de utilizar a tecnologia com cautela, especialmente em contextos acadêmicos. No entanto, é importante ressaltar que a IA é uma tecnologia em constante evolução, e a precisão e o desempenho provavelmente irão melhorar ao longo do tempo, à semelhança do que vimos com outros modelos de IA no passado. É intrigante observar como essa ferramenta se desenvolverá e em que ponto se tornará uma ferramenta confiável em uma ampla gama de situações acadêmicas.

As recomendações discutidas neste documento são fundamentadas na análise realizada e nas evidências apresentadas. Como parte de futuros trabalhos de pesquisa, planejamos submeter essas recomendações a experimentos controlados, tanto dentro como fora da sala de aula, a fim de estabelecer ainda mais a validade e eficácia das orientações sugeridas. De forma prática, indica-se que essas orientações podem ser úteis aplicações na didática de disciplinas de cursos voltados a programação, principalmente as do início da grade curricular, envolvendo programação estruturada e programação OO.

Acredito que essa pesquisa contribua para uma compreensão mais abrangente da integração do ChatGPT na educação superior em Ciência da Computação, ajudando a orientar sua aplicação e desenvolvimento futuro.

7. AGRADECIMENTOS

Neste momento de conclusão deste trabalho, quero expressar minha profunda gratidão a todos que contribuíram para a realização deste TCC e que estiveram comigo.

Primeiramente aos meus pais, Rossana Chaves Cavalcante e Luis Antonio de Vasconcelos, pela constante motivação, amor e apoio em todas as fases da minha vida. Sem vocês eu não conseguiria ser nem um pouco do que sou hoje.

Quero agradecer a Livia M. R. Sampaio Campos, minha orientadora, por todo apoio incansável ao longo deste processo. Suas valiosas orientações e indicações foram fundamentais durante todo o processo..

Agradeço especialmente a Luciano Erick S.F. Filho que esteve comigo durante toda minha trajetória no curso, me ensinando a acreditar nos meus próprios sonhos, enquanto profissional e pessoa. Sem dúvidas, sem ele eu não teria chegado até aqui.

Por fim, agradeço a todos os meus amigos e colegas de curso que direta ou indiretamente contribuíram para este trabalho. Destacando aos meus amigos, Lucas Batista, Izabella Ribeiro,

REFERÊNCIAS

- [1] OPENAI. ChatGPT. Disponível em: <<https://openai.com/chatgpt>>.
- [2] JOSHI, I. et al. ChatGPT in the Classroom: An Analysis of Its Strengths and Weaknesses for Solving Undergraduate Computer Science Questions. Disponível em: <<https://arxiv.org/abs/2304.14993>>. Acesso em: 8 nov. 2023.
- [3] KITCHENHAM. Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering. [s.l.: s.n.]. Disponível em: <https://www.elsevier.com/_data/promis_misc/525444systematicreviewsguide.pdf>.
- [4] OPENAI. GPT-4. Disponível em: <<https://openai.com/product/gpt-4>>.
- [5] OpenAI API. Disponível em: <<https://platform.openai.com/docs/models/gpt-3-5>>.
- [6] QURESHI, B. Exploring the Use of ChatGPT as a Tool for Learning and Assessment in Undergraduate Computer Science Curriculum: Opportunities and Challenges. [s.l.: s.n.]. Disponível em: <<https://arxiv.org/pdf/2304.11214.pdf>>. Acesso em: 8 nov. 2023.
- [7] ELLIS, A. R.; EMMA LOUISE SLADE. A New Era of Learning: Considerations for ChatGPT as a Tool to Enhance Statistics and Data Science Education. p. 1–10, 9 jun. 2023.
- [8] CBSOFT 2023 | XIV Brazilian Conference on Software: Practice and Theory. Disponível em: <<https://cbsoft2023.ufms.br/en-US>>. Acesso em: 8 nov. 2023.
- [9] DAUN, M.; BRINGS, J. How ChatGPT Will Change Software Engineering Education. 29 jun. 2023.
- [10] PICCOLO, S. et al. Many bioinformatics programming tasks can be automated with ChatGPT. [s.l.: s.n.]. Disponível em: <<https://arxiv.org/pdf/2303.13528.pdf>>. Acesso em: 8 nov. 2023.
- [11] GENG, C. et al. Can ChatGPT Pass An Introductory Level Functional Language Programming Course? [s.l.: s.n.]. Disponível em: <<https://arxiv.org/pdf/2305.02230.pdf>>.
- [12] ŞENGÜR, D. ChatGPT-3 Sorguları ile Sosyal Bilimlerde Veri Analizi için MATLAB İstatistik Araç Kutusu Kullanımı. Turkish Journal of Science and Technology, v. 18, n. 2, p. 353–361, 1 set. 2023.
- [13] JALIL, S. et al. ChatGPT and Software Testing Education: Promises & Perils. [s.l.: s.n.]. Disponível em: <<https://arxiv.org/pdf/2302.03287.pdf>>.
- [14] ENG LIEH OUH et al. ChatGPT, Can You Generate Solutions for my Coding Exercises? An Evaluation on its Effectiveness in an undergraduate Java Programming Course. 29 jun. 2023.
- [15] JOURNAL OF L A T E X CLASS; FILES. ChatGPT vs SBST: A Comparative Assessment of Unit Test Suite Generation. v. 14, n. 8, 2021.
- [16] KAZEMITABAAR, M. et al. Studying the effect of AI Code Generators on Supporting Novice Learners in Introductory Programming. 14 fev. 2023.
- [17] CBSOFT 2023 | XIV Congresso Brasileiro de Software: Teoria e Prática. Disponível em: <<https://cbsoft2023.ufms.br/artigos/sbes-ctic>>.
- [18] REEVES, B. et al. Evaluating the Performance of Code Generation Models for Solving Parsons Problems With Small Prompt Variations. 29 jun. 2023.
- [19] PANKIEWICZ, M.; BAKER, R. Large Language Models (GPT) for automating feedback on programming assignments. [s.l.: s.n.]. Disponível em: <<https://arxiv.org/pdf/2307.00150.pdf>>. Acesso em: 8 nov. 2023.
- [20] KRÜGER, T.; GREF, M. Performance of Large Language Models in a Computer Science Degree Program. [s.l.: s.n.]. Disponível em: <<https://arxiv.org/pdf/2308.02432.pdf>>. Acesso em: 8 nov. 2023.
- [21] BUSCEMI, A. A Comparative Study of Code Generation using ChatGPT 3.5 across 10 Programming Languages. [s.l.: s.n.]. Disponível em: <<https://arxiv.org/pdf/2308.04477.pdf>>. Acesso em: 8 nov. 2023.

- [22] LIU, Y.; MILLER, L.; NIU, X. Incorporating ChatGPT into a Financial Data Science Course with Python Programming. SSRN Electronic Journal, 2023.
- [23] HASSANI, H.; SILVA, E. S. The Role of ChatGPT in Data Science: How AI-Assisted Conversational Interfaces Are Revolutionizing the Field. Big Data and Cognitive Computing, v. 7, n. 2, p. 62, 27 mar. 2023.
- [24] MEYER, J. G. et al. ChatGPT and large language models in academia: opportunities and challenges. BioData Mining, v. 16, n. 1, 13 jul. 2023.
- [25] WOLLOWSKI, M. Using ChatGPT to produce code for a typical college-level assignment. AI Magazine, 28 mar. 2023.
- [26] RAHMAN, MD. M.; WATANOBÉ, Y. ChatGPT for Education and Research: Opportunities, Threats, and Strategies. Applied Sciences, v. 13, n. 9, p. 5783, 8 maio 2023.
- [27] CHEE, W. et al. Copilot for Xcode: Exploring AI-Assisted Programming by Prompting Cloud-based Large Language Models. [s.l: s.n.]. Disponível em: <<https://arxiv.org/pdf/2307.14349.pdf>>. Acesso em: 8 nov. 2023.
- [28] BRUNO PEREIRA CIPRIANO; ALVES, P. GPT-3 vs Object Oriented Programming Assignments: An Experience Report. 29 jun. 2023.
- [29] XIE, Z. et al. ChatUniTest: a ChatGPT-based automated unit test generation tool. [s.l: s.n.]. Disponível em: <<https://arxiv.org/pdf/2305.04764.pdf>>. Acesso em: 8 nov. 2023.
- [30] SHUE, E. et al. Empowering Beginners in Bioinformatics with ChatGPT. bioRxiv (Cold Spring Harbor Laboratory), 8 mar. 2023.
- [31] SAMER WAZAN, A. et al. How to Design and Deliver Courses for Higher Education in the AI Era: Insights from Exam Data Analysis. [s.l: s.n.]. Disponível em: <<https://arxiv.org/pdf/2308.02441.pdf>>. Acesso em: 8 nov. 2023.

Sobre a autora:

Ana Carolina Chaves de Vasconcelos é graduanda em Ciência da Computação na Universidade Federal de Campina Grande.

