REVISTA FATEC GUARULHOS
Gestão, Tecnologia & Inovação
ISSN: 2448-4458

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA EDUCAÇÃO PROFISSIONAL: UM RETRATO SOBRE O ESTADO DA ARTE

Artificial Intelligence in Professional Education: A Portrait of the State of the Art

José Luis Caetano Ribeiro Junior, Marcelo Carvalho

[1] Fatec São Roque. E mail: jose.ribeiro32@fatec.sp.gov.br
ORCID: https://orcid.org/0009-0006-1069-2815
[2] Fatec Guarulhos. E mail: marcelo.carvalho37@fatec.sp.gov.br
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2121-4318
[3]

Resumo: A educação é tema relevante nas discussões globais. Países buscam soluções que mitiguem os baixos níveis formação e evasão dos sistemas de ensino. De forma concomitante, tem-se a evolução e o uso crescente da Inteligência Artificial. Nesse cenário, dado o potencial benefício da junção desses temas, este artigo tem por objetivo identificar o estado atual de pesquisa sobre o uso de Inteligência Artificial na Educação Profissional. Foi conduzido um estudo bibliométrico na base *Web of Science*. Foram realizadas análises de citação e cocitação. Com base em uma amostra de 60 documentos, os resultados indicam que o campo de pesquisa se encontra na fase inicial, que ainda não existem autores que protagonizem as publicações, nem periódicos de alto estrato que concentrem as publicações.

Palavras-chave: Educação Profissional. Inteligência Artificial. Bibliometria.

Abstract: *Education is a relevant topic in global discussions. Countries are seeking solutions to mitigate low levels of education and high dropout rates within their educational systems. Concurrently, there has been the evolution and growing use of Artificial Intelligence. In this context, given the potential benefits of combining these two areas, this article aims to identify the current state of research on the use of Artificial Intelligence in Professional Education. A bibliometric study was conducted using the Web of Science database. Citation and co-citation analyses were performed. Based on a sample of 60 documents, the results indicate that the research field is still in its early stages, with no dominant authors or high-ranking journals concentrating the publications.*

Keywords: *Professional Education. Artificial Intelligence. Bibliometric Review*.

Introdução

Em 2021, em termos globais, os Emirados Árabes Unidos foram o país onde a maior parcela cumulativa da população acima de 25 anos concluiu pelo menos um diploma de bacharel, 47,2%

REVISTA FATEC GUARULHOS
Gestão, Tecnologia & Inovação
ISSN: 2448-4458

da população do país tinha algum tipo de ensino superior em 2021. A Lituânia veio em seguida com 38,1%, e os Estados Unidos em terceiro, com 37,5% (Statista, 2024). Infelizmente esses números não reproduzem uma realidade global, e a educação precisa ser fonte de preocupação.

No Brasil, os números são ainda mais preocupantes. De acordo com o relatório Educação 2023 da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínuos – PNAD Contínua, 9,32 milhões de brasileiros com mais de 15 anos são analfabetos (IBGE, 2023). De forma complementar, e relação ao Ensino Superior no Brasil, pôde-se observar que no segundo trimestre de 2023, haviam apenas 27,5 milhões de brasileiros (≈13,5%) com ensino superior completo.

O Censo da Educação Superior 2022 (INEP, 2023) e o relatório Mapa do Ensino Superior 2024 (Semesp, 2024) revelam, detalhadamente, a situação do ensino superior brasileiro em 2022. Apenas 20,2% da população brasileira, entre 18 a 24 anos, frequentava o ensino superior (INEP, 2023). Em relação às taxas de evasão, os cursos superiores sofreram uma evasão de 27,7% na modalidade presencial e 40% na modalidade de ensino à distância, EAD (Semesp, 2024). Esses números reforçam a necessidade de identificação de soluções assertivas, que possam melhorar esse cenário.

Em relação à Educação Profissional, foram registradas 1,81 milhão de matrículas em cursos de graduação tecnológica em 2022 no Brasil. Desse total, a maioria expressiva, 90,9%, foi realizada por instituições privadas. Dentre as matrículas realizadas na rede pública, as instituições estaduais lideram, somando 75.611 na modalidade presencial e 7.918 na modalidade EAD (INEP, 2023). Novas ferramentas, em especial com base em novas tecnologias, podem favorecer a qualidade do ensino e mitigar a taxa de evasão. Dentre as novas tecnologias utilizadas, destaca-se o uso da inteligência artificial.

Nesse contexto, este artigo tem por objetivo identificar o estado atual de pesquisa sobre o uso de Inteligência Artificial na Educação Profissional. Para tanto, realizou-se uma análise bibliométrica a fim de mensurar os níveis de produção sobre o tema, os artigos mais relevantes, os autores mais profícuos e a rede de conexões e colaboração entre eles (Vogel e Güttel, 2013; Zupic e Čater, 2015; Silva et al., 2016). Foram selecionados 60 documentos da base de dados *Web of Science*, totalizando 2.045 referências. Foram realizadas análises de citação e cocitação

Referencial Teórico

Inteligência Artificial (IA)

Embora a IA exista a várias décadas, o avanço das tecnologias fez com que níveis de desempenho sem precedentes fossem observados, tais como a resolução de tarefas computacionais cada vez mais complexas, com capacidades de aprendizagem e adaptação. Por conta dessa sofisticação, é cada vez menor a necessidade de intervenção humana (Arrieta et al., 2020). No entanto, não é possível estabelecer um único conceito para IA.

Essa falta de unanimidade é compreensível, visto que o ponto de partida da IA é a inteligência humana, algo que ainda não conhecemos completamente e que continua a ser pesquisado por diferentes áreas do conhecimento (Sheik; Prins e Schrijvers, 2023). Um conceito aceito, com base na execução de tarefas, é indicado pelo *High-Level Expert Group on Artificial Intelligence - AI HLEG*, um grupo de especialistas independentes criado pela Comissão Europeia em junho de 2018 para estudos relacionados à Inteligência Artificial. Para o grupo, IA pode ser definida como "sistemas que exibem comportamento inteligente ao analisar seu ambiente e tomar ações – com algum grau de autonomia – para atingir objetivos específicos" (AI HLEG, 2019, p.1). De modo complementar, os autores indicam que

REVISTA FATEC GUARULHOS
Gestão, Tecnologia & Inovação
ISSN: 2448-4458

> "Os sistemas baseados em IA podem ser puramente baseados em *software*, atuando no mundo virtual (por exemplo, assistentes de voz, *software* de análise de imagem, mecanismos de busca, sistemas de reconhecimento de fala e face) ou a IA pode ser incorporada em dispositivos de *hardware* (por exemplo, robôs avançados, carros autônomos, *drones* ou aplicativos de Internet das Coisas)" (AI HLEG, 2019, p.1).

Método

De modo a identificar o estado atual de pesquisa sobre o uso de inteligência artificial na Educação Profissional, foi conduzida uma pesquisa bibliométrica. A bibliometria permite a análise estatística de dados bibliográficos, de modo a estruturar a produção científica de uma determinada área de pesquisa, aclarando aspectos significativos para o tema, as redes de relacionamento e as abordagens atuais (Zupic e Čater, 2015; Aria e Cuccurullo, 2017).

A bibliometria favorece, principalmente, a identificação de dois aspectos relevantes para a compreensão de um campo de pesquisa sobre: a análise de desempenho, de modo a avaliar o desempenho de indivíduos e instituições, e o mapeamento científico, que identifica o dinamismo e a estrutura da área de investigação (Araújo, Pedron e Picoto, 2018). Por consequência, pesquisadores podem se basear em dados bibliográficos agregados, facilitando assim, a identificação de *gaps* de pesquisa, além de proporcionar maior rigor metodológico e diminuir o viés do pesquisador (Zupic e Čater, 2015).

As duas técnicas mais utilizadas em estudos bibliométricos são a análise de citação e cocitação (Vogel e Güttel, 2013). A análise de citação busca indicar medidas de produtividade e relevância de um determinado campo de pesquisa, por meio da mensuração das relações entre documentos citantes e citados (Araújo, 2006). Com a análise de citação, o pesquisador identifica os artigos mais relevantes, os autores com maior produção na área de pesquisa e os periódicos com maior número de publicações. O pressuposto na análise de citação é que os autores citam trabalhos que consideram importantes, representativos, de modo que um artigo assume destaque quando é citado muitas vezes (Zupic e Čater, 2015).

A análise de cocitação considera a relação intertextual entre duas publicações científicas, admitindo como premissa, que quanto mais dois documentos são citados juntos, maior a probabilidade de similaridade textual entre eles (Vogel e Güttel, 2013; Zupic e Čater, 2015). De modo complementar, esses autores indicam que a análise de cocitação identifica a trajetória de pesquisa de um tema, destacando suas bases intelectuais.

Protocolo de pesquisa

De modo a garantir a robustez da pesquisa, adotou-se o protocolo de pesquisa de Mostaghel et al. (2022), desenvolvido em seis etapas: i) determinação de palavras-chave e bases de dados; ii) seleção da base de dados; iii) remoção de documentos duplicados e incorreções; iv) filtragem por título e palavras-chave; v) filtragem baseada em resumos; e vi) na leitura completa dos artigos.

A pesquisa foi realizada no dia 24 de setembro de 2024, na base de dados *Web of Science,* dada sua ampla utilização em estudos bibliométricos (Zupic e Čater, 2015; Silva et al., 2016; Arora, 2021; Mostaghel et al. 2022). A busca foi realizada a partir dos termos de busca "*artificial intelligence*" e "*professional education*", obtendo um resultado inicial de 84 documentos. Realizou-se então, a leitura dos resumos, de modo a validar a adequação à pesquisa. Com base nos resumos, foram excluídos 17 documentos. Em seguida, realizou-se a leitura completa dos

REVISTA FATEC GUARULHOS
Gestão, Tecnologia & Inovação
ISSN: 2448-4458

documentos, resultando na exclusão de mais sete documentos. A amostra final foi composta por 60 documentos, os quais se utilizaram de 2.045 referências.

Os dados obtidos na *Web of Science* foram tratados com o *software Bibexcel* (Pilkington, 2006). Em seguida fez-se uma revisão, por meio do *software* Excel, de modo a corrigir possíveis erros, tais como duplicidades e divergência na grafia das referências. Após a correção da base de dados, foi gerada a matriz de cocitação com o *Bibexcel* e conduzida uma análise de componentes principais, pelo método de rotação *Varimax*, com o uso do *software* IBM *SPSS*. A análise de componentes principais tem por finalidade "encontrar um meio de condensar a informação contida em várias variáveis originais em um conjunto menor de variáveis estatísticas (fatores) com uma perda mínima de informação (Hair *et al.*, 2014, pg. 33). A validação dos resultados foi pautada nas indicações de Hair *et al.* (2014): foram descartados itens com cargas fatoriais cruzadas ou inferiores a 0,5, e/ou com comunalidade abaixo de 0,5. Os itens agrupados que atenderam às indicações foram validados mediante leitura. A rede de cocitação foi elaborada com a ferramenta UCINET (Borgatti, Everett e Freeman, 2002).

Resultados

Nesta seção estão descritos os resultados obtidos na pesquisa. Inicialmente, por meio da análise de citações, apresentaremos as análises descritivas. Em seguida, com a análise de cocitação, traremos as análises estatísticas.

Análise de citação

A análise de citação visa comprovar a dimensão de importância de um determinado tema ao analisar a relação entre documentos citados e documentos citantes. O número de citações acaba por inferir relevância a um documento, na medida em que os autores tendem a citar trabalhos que considerem relevantes (Zupic e Čater, 2015). Foram analisadas a evolução das publicações e citações sobre o uso de Inteligência Artificial na Educação Professional, os autores mais profícuos, os principais periódicos de publicação e as principais áreas do conhecimento associadas. A evolução temporal das publicações pode ser vista na Tabela 1.

Tabela 1 - Número de Publicações da amostra

Evolução anual de publicações sobre I.A e Educação Profissional		
Período	**Número de publicações**	**Média Anual**
2000 - 2010	**2**	**0,18**
2011 - 2020	**22**	**2,2**
2021 - 2024	**36**	**9**

Fonte: elaborado pelos autores (2024).

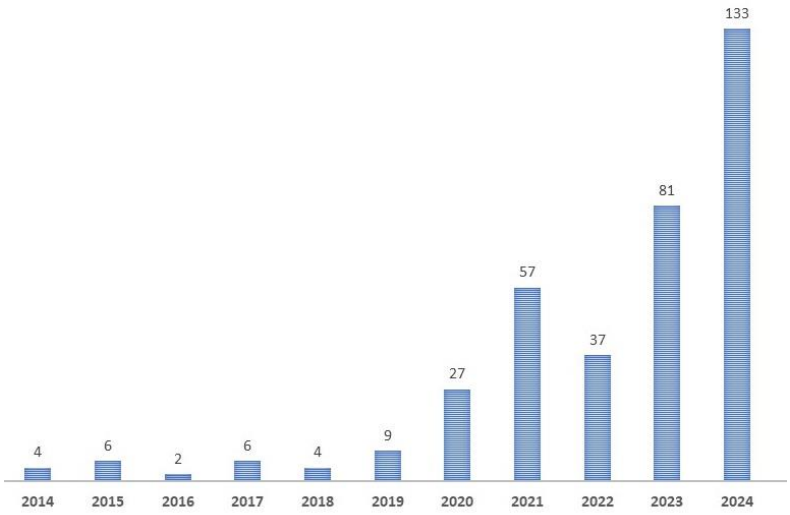
Os resultados mostraram um crescimento ininterrupto no número de publicações nas últimas duas décadas. Considerando apenas os últimos quatro anos analisados (n=36), houve um crescimento de 50% em relação ao número de publicações feitas entre 2000 e 2020 (n=24). Na amostra, o documento mais antigo foi publicado em 2000 e 14 documentos foram publicados

REVISTA FATEC GUARULHOS
Gestão, Tecnologia & Inovação
ISSN: 2448-4458

somente em 2024. Pôde-se observar um claro crescimento no número de publicações, o que pode indicar um crescente interesse sobre o tema.

Em relação ao número de citações, os 60 documentos foram citados 367 vezes. O crescimento expressivo observado no número de citações em 2023 e 2024 (Gráfico 1) reforça a efervescência do tema.

Gráfico 1 – Evolução do número de citações



Fonte: elaborado pelos autores (2024).

O artigo mais citado da amostra é "*Precision immunoprofiling by image analysis and artificial intelligence*", publicado em 2018, com 83 citações (Tabela 2). Embora o artigo tenha foco na imunoterapia e analise as "abordagens computacionais que dão suporte ao desenvolvimento de uma metodologia padronizada na avaliação de biomarcadores de imuno oncologia" (Koelzer et al., 2018, p.511), os autores enfatizam necessidade de adoção das ciências de dados na educação profissional de patologistas para o atendimento das novas demandas.

REVISTA FATEC GUARULHOS
Gestão, Tecnologia & Inovação
ISSN: 2448-4458

Tabela 2 – Artigos mais citados

Artigos	Autores	Ano	*Journal*	Citações
Precision immunoprofiling by image analysis and artificial intelligence	Koelzer et al.	2018	*Virchows Archiv*	83
Challenges and Opportunities of Generative AI for Higher Education as Explained by ChatGPT	Michel-Villarreal	2023	*Education Sciences*	67
Designing Serious Games for Adult Students with Cognitive Disabilities	Torrente et al.	2012	*Neural Information Processing: ICONIP Intelligence*	33
Clinical Training during the COVID-19 Pandemic: Experiences of Nursing Students and Implications for Education	Dziurka et al.	2022	*International journal of environmental research and public health*	31
The European Federation of Organizations for Medical Physics (EFOMP) White Paper: Big data and deep learning in medical imaging and in relation to medical physics profession	Kortesniemi et al.	2018	*Physica Medica*	30

Fonte: elaborado pelos autores (2024).

O segundo artigo mais citado na amostra (n=67 citações) é "*Challenges and Opportunities of Generative AI for Higher Education as Explained by ChatGPT"*, publicado em 2023. Os autores analisam as oportunidades e os desafios que o *ChatGPT* representa para o ensino superior. Os autores adotaram uma abordagem pouco convencional: perguntaram ao *Chat Generative Pre-Trained Transformer* - ChatGPT, um modelo de linguagem impulsionado pela IA para "gerar texto semelhante ao humano com base em um determinado prompt ou contexto" (Michel-Villarreal et al., 2023, p. 1), o que ele tem a dizer sobre si mesmo em relação aos desafios e oportunidades que ele representa para o ensino superior. A inusitada entrevista resultou na percepção de que a integração entre ensino superior e o ChatGPT traz uma série de oportunidades e desafios para os atores interessados.

Em relação às categorias de interesse definidas pela *Web of Science*, a Educação e Pesquisa Educacional foi a área com maior número de publicações (n=14, 23,33%), seguida por Aplicações Interdisciplinares de Ciência da Computação (n=10, 16,67%), Ciência da Computação e Inteligência Artificial (n=9, 15%) e Educação e Disciplinas Científicas (n=9, 15%). Esses resultados indicam que as pesquisas estão a ocorrer tanto na área da Educação, quanto na Ciência da Computação. É possível considerar que essa concentração derive do interesse comum em aprimorar o uso da Inteligência Artificial na Educação Professional. Outra observação a relatar é que 17 artigos estão relacionados a área de saúde. Pôde-se identificar, em concordância com o artigo mais citado, que a Inteligência Artificial pode representar um avanço significativo na área médica e, portanto, é importante a adoção dessa ferramenta na educação dos profissionais da saúde.

O campo de pesquisa ainda está em processo de delimitação. Essa afirmativa se baseia na diversidade de autores, periódicos e congressos observados na amostra. Em relação à autoria, 224 autores contribuíram para as publicações analisadas. Curiosamente, nenhum autor publicou mais

REVISTA FATEC GUARULHOS
Gestão, Tecnologia & Inovação
ISSN: 2448-4458

de um documento. Portanto, não é possível identificar um protagonista na produção científica sobre o tema.

A amostra (n=60) é formada por 21 artigos publicados em 18 congressos, dentre os quais, o *International Conference on Computers in Education* figura com o maior número de publicações (n=3) e 34 artigos e 5 cinco editoriais, publicados em 35 periódicos, com o *Education Sciences* surgindo com o maior número de publicações (n=3). A diversidade de periódicos e congressos impede uma análise assertiva da qualidade científica das publicações. Vale ressaltar que os periódicos científicos servem como referencial da qualidade da publicação, conferindo certo grau de prestígio e confiabilidade das publicações, visto serem os principais meios de comunicação do conhecimento acadêmico (Baumgartner e Pieters, 2003).

Em síntese, a análise de citação proporcionou uma visão panorâmica da produção sobre o uso de Inteligência Artificial na Educação Professional. Os resultados indicam que bases intelectuais de construção desse campo de pesquisa ainda se encontram em fase de construção. A dificuldade de conceituação e delimitação acerca do tema, estimulando a busca por definições mais consensuais, que favoreçam a convergência entre os pesquisadores. Nesse sentido, novas pesquisas são desejadas, de modo a dar maior robustez científica às possíveis contribuições que a Inteligência Artificial pode trazer à Educação Profissional, de modo a ampliar as publicações em periódicos de alto estrato.

Com a análise de citação, também pôde-se observar que o cenário majoritário dos documentos é a área da Medicina. A fim aprofundar as percepções sobre o estado atual de pesquisa sobre o uso de inteligência artificial na Educação Profissional, conduziu-se uma análise de cocitação.

Análise de cocitação

Com base nas 2045 referências utilizadas pela amostra (n=60 documentos), foi gerada a matriz de cocitação com o *software Bibexcel* (Pilkington, 2006). Em seguida, foi realizada uma Análise de Componentes Principais usando a ferramenta *IBM SPSS*. De modo a melhor compreender a rede de conexão e colaboração da amostra, realizamos as análises sob a premissa de que subgrupos poderiam surgir no mesmo fator (Hota, Subramanian e Narayanamurthy, 2020; Arora e Chakraborty, 2021).

A análise resultou em três fatores (Tabela 3). Todos os testes mostraram-se adequados (Hair et al., 2014): KMO da análise foi de 0,798, teste de esfericidade de Bartlett < 0,001, comunalidades > 0,5, cargas fatoriais > 0,5 e significância explicada de 69,95%. Uma primeira percepção se deu em relação aos anos de publicação: o artigo mais antigo da análise de cocitação é de 2019. Essa observação corrobora a percepção obtida na análise de citação, que indicou que esse campo de pesquisa ainda está em fase de construção. De modo complementar, a análise de cocitação, que favorece a identificação da trajetória de pesquisa de um tema (Vogel e Güttel, 2013; Zupic e Čater, 2015), indica a brevidade dessa trajetória.

Tabela 3: Análise de Componentes Principais

Rotated Component Matrix[a]

	Component		
	1	**2**	**3**
Arrieta et al. (2020)	**,890**		
Shah et al. (2023)	**,849**		
Kiyasseh et. al. (2023)	**,800**		

REVISTA FATEC GUARULHOS
Gestão, Tecnologia & Inovação
ISSN: 2448-4458

Kumar et al. (2023)	**,800**		
Wartman (2019)	**,755**		
Gray et al. (2022)		**,852**	
Charow et al. (2021)		**,852**	
Masters (2019)			**,851**
Topol (2019)			**,690**

Extraction Method: Principal Component Analysis.
Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalization.
a. Rotation converged in 4 iterations.

Fonte: elaborado pelos autores (2024).

O primeiro fator, composto por quatro artigos tem o maior nível de significância explicada, 38,21%. O ponto de convergência se dá na discussão sobre os desafios que surgem com o uso da Inteligência Artificial, em especial em relação à confiabilidade das explicações. Arrieta et al. (2020), o artigo com maior carga fatorial no fator (,890) faz uma revisão dos esforços anteriores feitos para definir a explicabilidade no *Machine Learning*. A abordagem dos autores é ampla, englobando as diversas áreas de conhecimento que afetam o ser humano, tais como Medicina e Direito. Esses autores destacam que o uso dessa tecnologia cada vez mais irá afetar a vida humana e, portanto, é necessário aprimorar a compreensão sobre fatores que permeiam as indicações da IA. Nesse sentido, indicam evidenciam a necessidade de implementação do conceito de Inteligência Artificial Explicável, identificada recentemente como uma necessidade extrema para a adoção de métodos de ML em aplicações da vida real e introduzindo o conceito de IA Responsável, "um paradigma que impõe uma série de princípios de IA a serem atendidos ao implementar modelos de IA na prática, incluindo justiça, transparência e privacidade" (Arrieta et al., 2020, p.46).

Os outros três artigos que formam o primeiro fator, levam o debate central para o cenário médico. Shah et al. (2023, p.12) investigaram o uso de *software* de suporte à decisão clínica baseado em IA para "fornecer *feedback* automatizado em tempo real aos estagiários durante a interpretação de exames de ressonância magnética cerebral" de simulação baseados em arquivo clínico e de ensino". Os resultados indicaram que os casos de simulação com *feedback* fornecido pelo *software* favorecem o valor educacional da interpretação de estudos de imagem para os estagiários durante a interpretação de exames clínicos e de simulação de ressonância magnética cerebral, sem que haja perda de tempo.

Kiyasseh et. al. (2023) mensuraram a confiabilidade das explicações baseadas em IA em vídeos cirúrgicos de três hospitais, comparando-as com explicações geradas por especialistas humanos. Os autores identificaram um viés explicativo, de variação no nível de confiabilidade percebida nas explicações baseadas em IA entre subgrupos de médicos, novatos *versus* especialistas. Como forma de mitigar o viés, propuseram uma estratégia de treinamento com explicações, "que usa explicações humanas como supervisão para ensinar explicitamente um sistema de IA a destacar quadros de vídeo importantes, o – TWIX" Kiyasseh et. al. (2023, p.2). Essa estratégia melhorou a confiabilidade das explicações baseadas em IA, mitigou o viés de explicação e melhorou o desempenho dos sistemas de avaliação de habilidades em hospitais.

Kumar et al. (2023) exploram o estado atual das tecnologias de IA e suas várias aplicações na área médica, as dificuldades de integrar IA em larga escala na saúde, bem como as implicações

REVISTA FATEC GUARULHOS
Gestão, Tecnologia & Inovação
ISSN: 2448-4458

legais é éticas, além da percepção de confiança nas indicações. Os autores sugerem que cabe ao sistema educacional na área médica fornecer os caminhos e recursos que capacitarão os médicos do futuro a se adaptarem às suas novas funções como integradores e intérpretes das informações geradas pela IA.

Wartman (2019) é o último e o mais antigo artigo que compõe o Fator 1. Corroborando as discussões, o autor avalia que é necessária uma revisão das ementas das escolas de medicina, mudando o foco atual de aquisição e aplicação de informação, para o uso de IA, gestão do conhecimento, empatia e comunicação.

O Fator 2 é formado por dois artigos, ambos publicados no *Journal of Medical Internet Research* (JMIR). Curiosamente, os dois artigos possuem a mesma carga fatorial: ,852. A discussão acontece sobre a necessidade de pensar e estruturar a capacitação dos profissionais da área da saúde para que possam se adequar ao crescente uso da IA nas especialidades médicas.

Por meio de entrevistas com 103 profissionais das diversas áreas da saúde, Gray et al. (2022, p.2) buscaram "fornecer uma visão geral e um resumo das ideias e planos dos educadores para educar a força de trabalho da saúde sobre o uso de IA em sistemas e serviços de saúde". Os resultados indicaram que o setor reconhece e concorda com necessidade dessa educação, mas que também têm a percepção de que planos para atender essa demanda ainda são incipientes. Também foi possível identificar aspectos prioritários a serem considerados na educação sobre IA: implicações éticas, aprendizado de máquina e aplicações específicas de diagnóstico e tratamento, interação homem-máquina em ambientes clínicos e adequação ao grande conjunto de dados que estarão disponíveis. Em relação às barreiras de implementação, os respondentes indicaram a falta de processos de governança, ajuste dos níveis culturais e restrição de recursos.

De forma complementar, Charow et al. (2021) fazem uma revisão dos tipos de programas de educação em IA para profissionais de saúde. Os resultados indicaram que os programas atuais têm foco apenas na implementação e desenvolvimento de IA não contemplando na preparação dos profissionais de saúde irem além, para promover a IA em tomadas de decisão clínica. Os autores também indicaram que a falta de regulamentação que possa direcionar a integração do conteúdo de IA às grades curriculares da área médica pode dificultar a melhoria desejada. De modo a mitigar esses complicadores, os autores sugerem quatro princípios orientadores: Necessidade de estratégias regulatórias; Abordagem multidisciplinar para design e entrega; Design de currículo baseado em competência; e Interação Paciente-Médico.

O Fator 3, composto por dois artigos retrata o debate sobre os impactos das novas tecnologias, em especial a IA sobre a relação médico-paciente. Diante dessas mudanças, os autores propõem agendas de melhoria para a formação dos profissionais da área da saúde.

Masters (2019) propõe um guia para que educadores da área médica se preparem para a IA, visto que eles têm papel preponderante para o desenvolvimento da IA na educação dos profissionais de saúde. O autor faz uma ponderação importante: "o resultado da IA na medicina não será substituir o médico, mas substituir e aprimorar muitos dos papéis dos médicos e criar uma gama de novos papéis" (Masters, 2019, p. 976). O guia proposto sugere as mudanças no conteúdo dos currículos médicos que serão necessárias para atender às novas funções dos futuros médicos. São elencados seis tópicos: i) Ser proativo no *design* do sistema de IA, ou seja, os médicos devem auxiliar diretamente no desenvolvimento de sistemas de Registro Médico Eletrônico (EMR) e IA; ii) Trabalhar com sistemas de diagnóstico de IA, portanto, os médicos deverão receber treinamento para criar familiaridade com esses sistemas; iii) Comunicação com sistemas de IA, ampliando a assertividade do médico na indicação do nível de relevância das informações a serem consideradas pela IA; iv) Ensinando a IA médica, ou seja, médicos que possam ensinar IA adequadamente; v) Robótica, considerando que a robótica cirúrgica tem

REVISTA FATEC GUARULHOS
Gestão, Tecnologia & Inovação
ISSN: 2448-4458

potencial para mudar a cirurgia, a assistência médica; e vi) *E-pacientes,* conceito que parte da premissa de que na medida em que os pacientes se acostumam com o uso da IA na medicina, tendem a ser críticos aos profissionais que não se utilizam dessa ferramenta, além de preferir interagir com os sistemas e ignorar o médico.

O segundo artigo do Fator 3 é um relatório, o *Topol Review*, que examina como preparar a força de trabalho de saúde do *National Health Service* - NHS, sistema de saúde público no Reino Unido para o futuro digital. Topol (2019) enfatiza que as tecnologias digitais de assistência médica, tais como a inteligência artificial e a robótica, devem ser vistas como um meio para enfrentar os grandes desafios da área médica. O autor observa que os pacientes irão participar mais plenamente de seus próprios cuidados, na medida em que acessem essas novas tecnologias e que os profissionais precisam acompanhar essa mudança. Nesse sentido, propõe três princípios para apoiar a implantação de tecnologias digitais de saúde no NHS (Topol, 2019, p. 10):

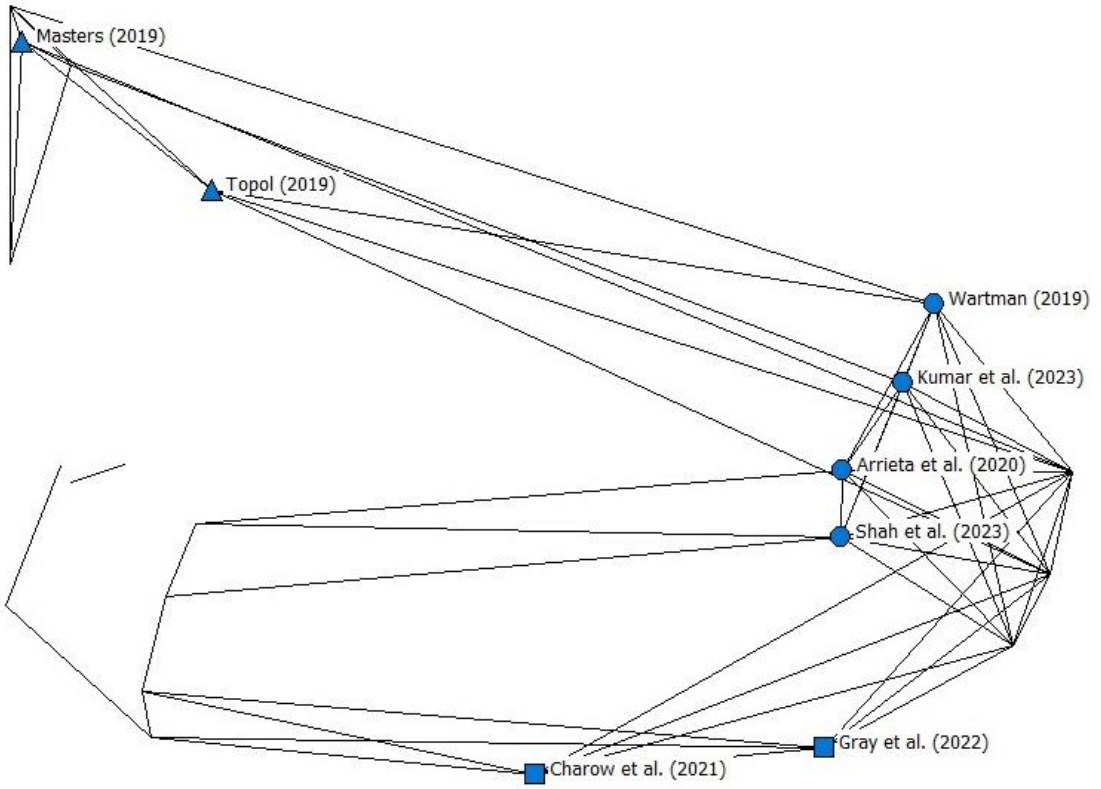
1.Os pacientes precisam ser incluídos como parceiros e informados sobre tecnologias de saúde, com foco particular em grupos vulneráveis/marginalizados para garantir acesso equitativo.

2. A força de trabalho da saúde precisa de experiência e orientação para avaliar novas tecnologias, usando processos baseados em evidências do mundo real.

3. O presente do tempo: sempre que possível, a adoção de novas tecnologias deve permitir que a equipe ganhe mais tempo para cuidar, promovendo uma interação mais profunda com os pacientes.

A rede de ligação e colaboração sobre a Inteligência Artificial e o Ensino Profissional pode ser observada na Figura 1:

Figura 1 - Rede de cocitação



REVISTA FATEC GUARULHOS
Gestão, Tecnologia & Inovação
ISSN: 2448-4458

Fonte: elaborado pelos autores (2024).

Considerações Finais

O Objetivo deste artigo foi identificar o estado atual de pesquisa sobre o uso de Inteligência Artificial na Educação Profissional. Foi realizada uma análise bibliométrica, visando mensurar os níveis de produção sobre o tema, os artigos mais relevantes, os autores mais profícuos e a rede de conexões e colaboração entre eles. Com base na *Web of Science*, foram selecionados 60 documentos, os quais totalizaram 2.045 referências.

Inicialmente foram realizadas as análises de citação. Os resultados mostraram um crescimento no número de publicações, em especial entre 2020 e 2024. O número de citações também segue essa tendência. Com base nessas análises, pode-se inferir que o tema está em evidência e tende a manter-se em efervescência. O artigo mais citado da amostra foi "*Precision immunoprofiling by image analysis and artificial intelligence*" (Koelzer et al., 2018), com 83 citações.

Em relação às categorias de interesse definidas pela *Web of Science*, a Educação e Pesquisa Educacional foi a área com maior número de publicações, seguida por Aplicações Interdisciplinares de Ciência da Computação. Ou seja, na amostra, essas duas áreas concentram as pesquisas. A área da saúde protagoniza os cenários de pesquisa. Como interpretação, pode-se considerar que a Inteligência Artificial já representa um avanço significativo na área médica e que o avanço dessa tecnologia irá mudar as competências exigidas pelos profissionais da saúde, assim como na relação médico-paciente e, portanto, é importante a adoção dessa ferramenta na educação desses profissionais.

De modo complementar, pôde-se considerar que o campo de pesquisa ainda está em fase inicial. Existe uma diversidade de autores, periódicos e congressos na amostra. Ou seja, as bases intelectuais desse campo de pesquisa ainda estão em construção. É possível considerar que a complexidade do tema e falta de unanimidade sobre os conceitos sejam os aspectos a influenciar tal cenário.

A análise de cocitação, corroborou as indicações obtidas na análise de citação. Por meio da Análise de Componentes Principais, três fatores de agrupamento foram identificados. O primeiro fator, composto por cinco artigos convergiu para a discussão sobre a confiabilidade das explicações os desafios que surgem com o uso da Inteligência Artificial. No segundo fator, os autores analisaram a necessidade em capacitar os profissionais de saúde. Por fim, no Fator 3, foi debatido o impacto da IA sobre a relação médico-paciente.

Esses achados reforçam a necessidade de novas pesquisas, que evidenciem soluções para as demandas identificadas. De forma complementar, pode-se considerar que, na medida em que a compreensão sobre a IA aumente, os contornos da relação IA e Educação Profissional se aclarem, favorecendo a assertividade das ações.

Embora o objetivo tenha sido alcançado, algumas limitações podem ser observadas. A principal é em relação ao tamanho da amostra. Ainda que o tamanho da amostra (n=60) tenha sido suficiente para a análise estatística, novas pesquisas podem ampliar a base de busca, incluindo a base *Scopus* e mais periódicos da área da Educação e das Ciências Computacionais.

Referências Bibliográficas.

Araújo, C. A. Bibliometria: evolução histórica e questões atuais. ***Em Questão***, v. 12, n.1, p. 11-32, 2006.

REVISTA FATEC GUARULHOS
Gestão, Tecnologia & Inovação
ISSN: 2448-4458

Araújo, C. C. S. D.; Pedron, C. D.; Picoto, W. N. What's behind CRM research? A bibliometric analysis of publications in the CRM research field. ***Journal of Relationship Marketing***, vol. 17, n.1, p. 29-51, 2018.

Aria, M.; Cuccurullo, C. Bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. ***Journal of Informetrics***, vol. 11, n. 4, p. 959–975, 2017.

Arrieta, Alejandro Barredo et al. Explainable Artificial Intelligence (XAI): Concepts, taxonomies, opportunities and challenges toward responsible AI. ***Information Fusion***, v. 58, p. 82-115, 2020.

Arora, S. D.; Chakraborty, A. Intellectual structure of consumer complaining behavior (CCB) research: A bibliometric analysis. ***Journal of Business Research***, v. 122, p. 60-74, 2021.

Borgatti, S.P., Everett, M.G.; Freeman, L.C. **Ucinet 6 for Windows: Software for Social Network Analysis.** Harvard, MA: Analytic Technologie, 2002.

Charow, Rebecca et al. Artificial intelligence education programs for health care professionals: scoping review. ***JMIR Medical Education***, v. 7, n. 4, p. e31043, 2021.

Dziurka, Magdalena et al. Clinical training during the COVID-19 pandemic: experiences of nursing students and implications for education. ***International Journal of Environmental Research and Public Health***, v. 19, n. 10, p. 6352, 2022.

GRAY, Kathleen et al. Artificial intelligence education for the health workforce: expert survey of approaches and needs. ***JMIR Medical Education***, v. 8, n. 2, p. e35223, 2022.

Hair, J. F.; Black, W. C.; Babin, B. J.; Anderson, R. E.; Tatham, R. **Exploratory factor analysis multivariate data analysis**. Pearson, 2014.

High-Level Expert Group On Artificial Intelligence – AI HLEG. up by The European Commission **A definition of AI: Main capabilities and scientific disciplines**, 2019. Disponível em https://ec.europa.eu/newsroom/dae/document.cfm?doc_id=56341 Acesso em 28 set.2024.

Hota, P. Kumar; Subramanian, Balaji; Narayanamurthy, Gopalakrishnan. Mapping the intellectual structure of social entrepreneurship research: A citation/co-citation analysis. ***Journal of Business Ethics***, v. 166, n. 1, p. 89-114, 2020.

IBGE. Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua - PNAD Contínua. **2023 Educação**. 2023. Disponível em https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/trabalho/17270-pnad-continua.html?edicao=39295&t=resultados Acesso em 28 set.2024.

INEP. Ministério da Educação. **Censo da Educação Superior 2022**. Disponível em https://download.inep.gov.br/educacao_superior/censo_superior/documentos/2022/apresentacao_censo_da_educacao_superior_2022.pdf Acesso em 28 set.2024.

Kiyasseh, Dani et al. A multi-institutional study using artificial intelligence to provide reliable and fair feedback to surgeons. ***Communications Medicine***, v. 3, n. 1, p. 42, 2023.

Koelzer, Viktor H. et al. Precision immunoprofiling by image analysis and artificial intelligence. ***Virchows Archiv***, v. 474, n. 4, p. 511-522, 2019.

REVISTA FATEC GUARULHOS
Gestão, Tecnologia & Inovação
ISSN: 2448-4458

Kortesniemi, Mika et al. The European Federation of Organizations for Medical Physics (EFOMP) White Paper: Big data and deep learning in medical imaging and in relation to medical physics profession. ***Physica Medica***, v. 56, p. 90-93, 2018.

Kumar, Pranjal; Chauhan, Siddhartha; Awasthi, Lalit Kumar. Artificial intelligence in healthcare: review, ethics, trust challenges & future research directions. ***Engineering Applications of Artificial Intelligence***, v. 120, p. 105894, 2023.

Masters, Ken. Artificial intelligence in medical education. ***Medical Teacher***, v. 41, n. 9, p. 976-980, 2019.

Michel-Villarreal, Rosario et al. Challenges and opportunities of generative AI for higher education as explained by ChatGPT. ***Education Sciences***, v. 13, n. 9, p. 856, 2023.

Mostaghel, R.; Oghazi, P.; Parida, V.; Sohrabpour, V. Digitalization driven retail business model innovation: Evaluation of past and avenues for future research trends. ***Journal of Business Research***, vol. 146, p. 134-145, 2022.

Pilkington, A. Bibexcel-quick start guide to bibliometrics and citation analysis. ***World Scientific Publishing***. 2018.

SEMESP. **Mapa do Ensino Superior.** 14ª edição, 2024. Disponível em https://www.semesp.org.br/mapa/home/ Acesso em 28 set.2024.

Shah, Chintan et al. Artificial intelligence-powered clinical decision support and simulation platform for radiology trainee education. ***Journal of Digital Imaging***, v. 36, n. 1, p. 11-16, 2023.

Sheikh, Haroon; Prins, Corien; Schrijvers, Erik. Artificial intelligence: definition and background. In: ***Mission AI: The new system technology***. Cham: Springer International Publishing, 2023. p. 15-41.

Silva, F.Q.; Santos, E.B.A; Brandão, M.M.; Vils, L. Estudo bibliométrico: orientações sobre sua aplicação. ***Revista Brasileira de Marketing – ReMark***, v.15, n.2, p. 246-262.

STATISTA. **20 countries worldwide with the highest share of population with at least a bachelor's degree as of 2021**. 2024. Disponível em https://statista.com/statistics/1346188/countries-world-highest-share-bachelors-degree/ Acesso em 25 set.2024.

Topol, Eric et al. The Topol Review. **Preparing the healthcare workforce to deliver the digital future**, p. 1-48, 2019. Disponível em https://topol.hee.nhs.uk/the-topol-review/ Acesso em 30 set.2024.

Torrente, Javier et al. Designing serious games for adult students with cognitive disabilities. In: ***Neural Information Processing: 19th International Conference, ICONIP 2012,*** Doha, Qatar, November 12-15, 2012, Proceedings, Part IV 19. Springer Berlin Heidelberg, 2012. p. 603-610.

Michel-Villarreal, Rosario et al. Challenges and opportunities of generative AI for higher education as explained by ChatGPT. ***Education Sciences***, v. 13, n. 9, p. 856, 2023.

REVISTA FATEC GUARULHOS
Gestão, Tecnologia & Inovação
ISSN: 2448-4458

Vogel, R.; Güttel, W. H. The dynamic capability view in strategic management: a bibliometric review. ***International Journal of Management Reviews***, vol. 15, n. 4, p. 426-446, 2013.

Zupic, I.; Čater, T. Bibliometric methods in management and organization. ***Organizational Research Methods****,* vol. 18, n. 3,429–472, 2015.