This is an open-Access article Distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Licence

DOI: 10.5216/rppoi.v20.73649
EDUCAÇÃO

TENDÊNCIAS EM INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E EDUCAÇÃO HÍBRIDA: UM ESTUDO EXPLORATÓRIO

TRENDS IN ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND BLENDED LEARNING: AN EXPLORATORY STUDY

TENDENCIAS EN INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y EDUCACIÓN HÍBRIDA: UN ESTUDIO EXPLORATORIO

Klesia de Andrade Matias[1] - ORCID https://orcid.org/0000-0002-1765-5228
Eduardo Moresi[2] - ORCID https://orcid.org/0000-0001-6058-3883
Pricila Kohls-Santos[3] - ORCID http://orcid.org/0000-0002-3349-4057

RESUMO
Este artigo objetiva identificar tendências e temas de pesquisas acadêmicas relacionadas às contribuições de estudos que se voltaram a pesquisar a intersecção entre inteligência artificial e educação híbrida, a partir de pesquisa bibliográfica na base Scopus, da análise de redes de coocorrência de palavras-chave, de cocitação de referências citadas e da análise qualitativa dos resultados de pesquisa, por meio do estado do conhecimento. A pesquisa revelou uma tendência crescente da mobilização da comunidade científica para investigar diferentes abordagens do tema de pesquisa. Conclui-se que este campo se encontra em pleno desenvolvimento, pois quando bem empregado, possibilita integrar diferentes tecnologias no contexto educativo proporcionando experiências de aprendizagem mais flexíveis, inclusivas, personalizadas e interativas, que se expressam em novos modelos de ensino que apoiam o desenvolvimento da autonomia, do pensamento reflexivo, da aprendizagem ativa, contribuindo assim, com a construção de um cenário educacional que aborde as habilidades exigidas no século XXI.

Palavras-chave: Inteligência artificial. Educação híbrida. Análise bibliométrica. Estado do conhecimento.

ABSTRACT
This article aims to identify trends and themes of academic research related to the contributions of studies that focused on researching the intersection between artificial intelligence and hybrid education, based on bibliographic research in the Scopus database, on the analysis of co-occurrence networks of keywords, on the cocitation of cited references, and on the qualitative analysis of research results, through the state of knowledge. The research revealed a growing trend of mobilization of the scientific community to investigate different approaches to the research topic. We conclude that this

[1] Mestranda em Educação, Universidade Católica de Brasília, klesiamatias@gmail.com.
[2] Doutor em Ciências da Informação, Professor adjunto da Universidade Católica de Brasília (UCB), moresi@ucb.br.
[3] Doutora em Educação, Docente no Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Católica de Brasília (UCB), pricila.kohls@gmail.com.

field is in full development, because when well used, it makes it possible to integrate different technologies in the educational context, providing more flexible, inclusive, personalized and interactive learning experiences, which are expressed in new teaching models that support the development of autonomy, reflective thinking and active learning, thus contributing to the construction of an educational scenario that addresses the skills required in the 21st century.

Keywords: Artificial Intelligence. Blended learning. Bibliometric Analysis. State of Knowledge.

RESUMEN
Este artículo tiene como objetivo identificar las tendencias y temas de investigación académica relacionados con las contribuciones de los estudios que se centraron en la investigación de la intersección entre la inteligencia artificial y la educación híbrida, a partir de la investigación bibliográfica en la base de datos Scopus, en el análisis de las redes de co-ocurrencia de palabras clave, en la cocitación de referências citadas y en el análisis cualitativo de los resultados de la investigación, a través del estado del conocimiento. La investigación reveló una tendencia creciente a la movilización de la comunidad científica para investigar distintos enfoques del tema de investigación. Se concluye que este campo se encuentra en pleno desarrollo, ya que cuando es bien utilizado, permite la integración de diferentes tecnologías en el contexto educativo, proporcionando experiencias de aprendizaje más flexibles, inclusivas, personalizadas e interactivas, que se expresan en nuevos modelos de enseñanza que apoyan el desarrollo de la autonomía, el pensamiento reflexivo, el aprendizaje activo, contribuyendo así a la construcción de un escenario educativo que atienda las competencias requeridas en el siglo XXI.

Palabras clave: Inteligencia Artificial. Educación híbrida. Análisis bibliométrico. Estado del conocimiento.

Data de submissão: 08/08/2022
Data de aceite: 31/12/2022

INTRODUÇÃO

A inteligência artificial aplicada à educação é uma área de pesquisa que agrega a ciência da computação e as ciências da aprendizagem[4] tendo como objetivos: compreender como e quando acontece o aprendizado, fornecendo subsídios para aprimorar as práticas educacionais, e; promover o desenvolvimento de ambientes adaptativos de aprendizagem, de forma personalizada e eficaz (CIEB, 2019). Assim, quando bem utilizada, sua presença nos ambientes educacionais, podem gerar grande impacto nos processos de ensino e aprendizagem, proporcionando experiências de aprendizagem mais flexíveis e interativas, possibilitando o desenvolvimento de novas práticas pedagógicas.

Nesse sentido, a educação híbrida apresenta-se como uma alternativa metodológica por integrar tecnologias digitais e metodologias ativas aos processos educativos, em diferentes tempos e espaços, possibilitando várias combinações e desenhos

[4] As Ciências da aprendizagem (em inglês, *Learning Sciences*) são uma área de pesquisa acadêmica interdisciplinar, que surgiu há cerca de 30 anos, quando pesquisadores de diferentes campos científicos como Educação, Sociologia, Psicologia, dentre outros, começaram a se dedicar coletivamente ao estudo de como as pessoas aprendem em contextos reais e como esse conhecimento pode ser aplicado para melhorar o ensino e a aprendizagem. Os cientistas desta área de pesquisa compreendem que, como um fenômeno complexo, o estudo da aprendizagem humana exige uma investigação abrangente e exaustiva e por isso só pode ser compreendida por meio da combinação de múltiplas perspectivas (FISHER, GOLDMAN, HMELO-SILVER; REIMANN, 2018).

didáticos que impactam diretamente na forma de fazer e pensar a educação, pois tem como objetivo construir uma prática pedagógica inovadora que valorize os diferentes ritmos de aprendizagem, potencializando o aprendizado dos estudantes. No contexto deste artigo, optamos por utilizar o termo educação híbrida por entender que este é um conceito mais abrangente, porque olha para as combinações possíveis de todos os envolvidos no processo de ensino e de aprendizagem, ou seja, apresenta uma visão ecossistêmica do híbrido (MORAN, 2015).

Diante do exposto, este artigo apresenta como objetivo identificar tendências e temas de pesquisas acadêmicas relacionadas à intersecção entre inteligência artificial e educação híbrida. Para tanto, este estudo se organizou em duas etapas distintas. No primeiro momento, propõe-se a identificar os temas de pesquisa em inteligência artificial e educação híbrida, a partir de pesquisa bibliográfica na base Scopus e da análise de redes de coocorrência de palavras-chave e de cocitação de referências citadas. Num segundo momento, propõe-se a consultar, sistematizar e analisar por meio do estado do conhecimento, o cenário investigativo de pesquisas realizadas na comunidade acadêmica acerca do campo de estudo, possibilitando uma visão ampla e atual dos movimentos de pesquisa ligados ao objeto de investigação proposto.

Assim, as seções seguintes apresentam a metodologia utilizada, assim como, os resultados encontrados com uma breve revisão da literatura acerca do tema pesquisado e as conclusões deste estudo.

1. METODOLOGIA

Este trabalho tem como objetivo apresentar uma análise bibliométrica do tema inteligência artificial e educação híbrida, explorando análise de redes de coocorrência de termos e de cocitações. Para isso, foram utilizados métodos de pesquisa bibliométrica (ZUPIC; CATER, 2014) e de análise de redes (NEWMAN, 2009, VAN ECK; WALTMAN, 2010, WALTMAN, VAN ECK; NOYONS, 2010).

De maneira geral, a bibliometria é a aplicação de métodos matemáticos e estatísticos aos livros e outros meios de comunicação escrita (PRITCHARD, 1969), abrangendo livros e publicações em geral. Uma rede bibliométrica consiste em grafos que compreendem: nós (unidades de análise) e arestas (tipos de análises). Os nós podem ser, por exemplo, publicações, periódicos, pesquisadores, países, organizações ou palavras-chave. As arestas indicam relações entre pares de nós. Os tipos de relações mais comumente estudados empregam métodos bibliométricos compreendendo as redes de citação, de coocorrência de palavras-chave e de coautoria. No caso das relações de citação, uma distinção adicional pode ser feita entre as redes de citação direta, de cocitação e de acoplamento bibliográficos.

Baseando-se em práticas metodológicas estabelecidas e na literatura sobre bibliometria, Zupic e Cater (2014) propuseram diretrizes de fluxo de trabalho recomendadas para a pesquisa de mapeamento científico utilizando os métodos bibliométricos, com o objetivo de apresentar aos pesquisadores uma visão geral do processo com as opções disponíveis (métodos, bancos de dados, software etc.) e as decisões a serem tomadas em cada estágio da pesquisa.

Assim, a partir desse referencial Zupic e Cater (2014), foi realizada a análise bibliométrica utilizando-se a técnica do mapeamento científico com o objetivo de identificar os temas de pesquisa em inteligência artificial e educação híbrida, a partir de pesquisa bibliográfica na base de dados Scopus e da análise de redes de

coocorrência de palavras-chave e de cocitação de referências citadas utilizando-se os aplicativos VOSViewer e Gephi.

A opção por essa base para a realização da coleta de dados se deu em função de que ela oferece um panorama abrangente da produção de pesquisas do mundo nas diferentes áreas do conhecimento, além de disponibilizar ferramentas inteligentes para monitorar, analisar e visualizar pesquisas. Assim, foram utilizadas as seguintes expressões de busca: "artificial intelligence" or "deep learning" or "machine learning" and "blended learning".

Ressalta-se que a ferramenta de busca considerou os termos identificados no título, no resumo ou nas palavras-chave das publicações, tendo em vista que estes, contém os principais metadados dos documentos. Para os critérios de busca não foi definido recorte temporal. Por fim, a estratégia de busca restringiu os resultados a artigos pertencentes à subárea de ciências sociais por ser objeto deste estudo mapear a estrutura e o desenvolvimento das pesquisas acadêmicas relacionadas à interseção entre inteligência artificial e educação híbrida e suas contribuições para a educação. Assim, a busca inicial retornou 568 resultados de documentos.

Para a análise de redes utilizou-se o software VOSViewer para obter as redes de coocorrência de palavras-chave, de citações de documentos, de cocitações de referências citadas. Entre outros motivos, a escolha do software se deu em função de incluir um sistema thesaurus para controle do vocabulário (VAN ECK; WALTMAN, 2019).

Utilizou-se ainda o software Gephi para calcular as métricas de análise de redes: grau médio, diâmetro da rede, modularidade e centralidade de autovetor e assim identificar os termos mais relevantes e as referências com maiores centralidades de autovetor relativas ao objeto de estudo (BASTIAN, HEYMANN; JACOMY, 2009). A partir da tabela gerada, foi possível identificar os artigos mais influentes da rede.

Para a análise dos resultados foi utilizado a metodologia do estado do conhecimento. Segundo Morosini, Kohls-Santos e Bittencourt (2021), o estado do conhecimento se caracteriza por ser um tipo de metodologia bibliográfica, utilizado para fornecer um mapeamento das ideias já existentes de uma determinada área do conhecimento, dando-nos segurança sobre fontes de estudo, além de apontar subtemas relevantes para uma maior exploração acerca da temática, contribuindo assim para a construção do campo científico estudado.

Originalmente, a metodologia do estado do conhecimento apresenta quatro etapas denominadas: bibliografia anotada, bibliografia sistematizada, bibliografia categorizada e bibliografia propositiva. Neste trabalho, utilizamos as etapas da bibliografia categorizada e propositiva. A etapa da bibliografia categorizada tem como objetivo investigar de forma mais detalhada o conteúdo das publicações para a partir disto agrupá-las por aproximações temáticas em categorias. Já na etapa da bibliografia propositiva buscamos analisar os resultados das pesquisas e as possíveis propostas existentes nas publicações (MOROSINI, KOHLS-SANTOS; BITTENCOURT, 2021). Assim, na última etapa deste trabalho, foi realizada uma análise qualitativa dos resultados de pesquisa com o objetivo de entender ou prospectar possibilidades de aplicação dos achados em contextos educativos.

2. RESULTADOS DA PESQUISA BIBLIOGRÁFICA

Nesta seção, apresentamos o mapeamento científico com métodos

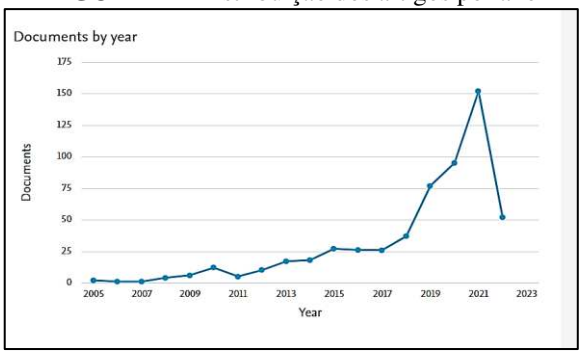
bibliométricos de pesquisas relacionadas à intersecção entre inteligência artificial e ensino híbrido, mediante apresentação das informações coletadas a partir da pesquisa bibliográfica realizada na base de dados Scoopus e da análise de redes de coocorrência de palavras-chave e de cocitação de referências citadas.

Segundo Moresi e Pierozzi Júnior (2019) a utilização do mapeamento científico com métodos bibliométricos auxilia pesquisadores novatos a compreender de maneira mais rápida a estrutura de determinada área científica ao mesmo tempo que introduz o rigor quantitativo nas tradicionais revisões de literatura. Os autores ressaltam que esses métodos não substituem a leitura extensiva e a síntese da literatura, no entanto, sua utilização apresenta a possibilidade de "[...] conectar de forma confiável publicações, autores ou periódicos; identificar substratos de pesquisa; e produzir mapas de pesquisas publicadas, mas cabe ao pesquisador possuir conhecimento sobre a área científica para interpretar as descobertas - que é a parte difícil" (MORESI; PIEROZZI JÚNIOR, 2019, p. 7).

Assim, a pesquisa bibliográfica foi realizada na base Scopus utilizando-se as seguintes expressões de busca: "*artificial intelligence" or "deep learning" or "machine learning*". A pesquisa resultou em 871294 documentos. A utilização destas expressões teve o intuito de ser a mais abrangente em relação ao tema de inteligência artificial.

A partir dos resultados de busca foi inserido uma nova expressão: "*blended learning"* com o intuito de delimitar os resultados às publicações que abordem a intersecção entre inteligência artificial e educação híbrida. Assim, a segunda busca resultou em 1347 documentos. Como a base Scopus possui uma categorização das áreas de estudo, para refinar os dados, foi selecionado o filtro - *Social Sciences*, limitando os resultados a esta área de pesquisa. A delimitação resultou em 569 documentos, do período de 2005 a 2022, cuja evolução podemos observar na figura 1

FIGURA 1 – Distribuição dos artigos por ano



Fonte: Dados da pesquisa gerado pela base Elsevier Scopus (2022)

Para verificar a tendência de crescimento no número de publicações, distribui-se os registros entre anos encontrados - 2005 a 2022. As primeiras publicações que atenderam ao critério de busca definido na pesquisa foram publicadas em 2005. Trata-se do livro *Technology and problem-based learning*, dos autores Lorna Uden e Chris Beaumont (2005) que aborda e orienta educadores para o uso da tecnologia e da aprendizagem baseada em problemas como uma metodologia que facilita a aprendizagem e produz aprendizes independentes e engajados. A segunda publicação trata-se de um documento intitulado *An assessment of students' perceptions of online conferencing: The case of full-time learners,* dos autores Rooma R. Ramsaran-Fowdar e Indeeren Vencatachellum (2005) que abordam o uso da conferência online como uma ferramenta pedagógica que possibilita o envolvimento dos alunos num ambiente de aprendizagem ativo permitindo-os se expressar de forma livre e aberta.

Observa-se que a partir desta data o número de publicações começa aumentar,

apresentando maior crescimento a partir do ano de 2018. Observa-se ainda que, os anos de 2020 e 2021 apresentaram um aumento expressivo na quantidade de publicações e que no ano de 2022, o resultado até o mês de maio, apresenta um número de publicações maior que os anos anteriores a 2018. Tal variação pode estar relacionada a pandemia de Covid -19, tendo em vista que, a determinação de distanciamento social, implicou na suspensão imediata das atividades educacionais de forma presencial em todo o mundo. Diante do cenário de excepcionalidade, as instituições educacionais se viram obrigadas a pensar em alternativas para se adequar à nova realidade. Dentre elas, o uso de tecnologias digitais como suporte para ofertar o atendimento educacional.

Apresentado o panorama inicial, apresentamos a seguir a análise de redes realizada a partir dos resultados obtidos na plataforma da Scopus.

2.1 Rede de coocorrência de palavras-chave

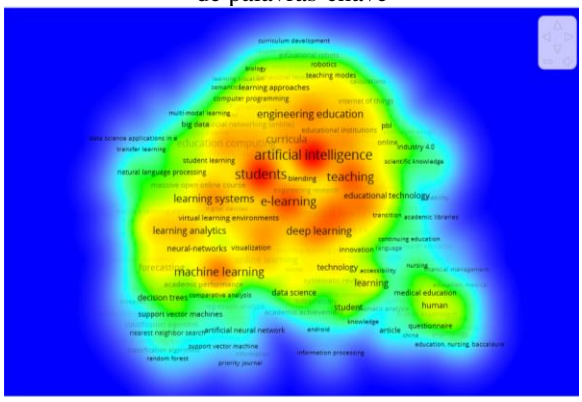
Segundo Van Eck e Waltman (2014), a partir da extração de expressões do título, do resumo de um documento ou da lista de palavras-chave fornecidas pelos autores de uma publicação é possível se obter as redes de coocorrências de palavras-chave. Assim, neste artigo, analisamos as redes de coocorrência obtidas por meio da extração de termos da lista de palavras-chave fornecidas pelos autores das publicações.

Para gerar a rede de coocorrência de palavras-chave utilizamos o software VOSviewer. Após a leitura dos metadados extraídos da plataforma Scopus, foi selecionado como tipo de análise, coocorrência e como unidade de análise foi selecionada a opção palavras-chave do autor.

Com o objetivo de melhorar os resultados, utilizou-se o tesauro do VOSviewer para incluir um arquivo de texto criado e assim, realizar o controle do vocabulário por meio da substituição de palavras que possuem o mesmo significado. Desse modo, a rede de coocorrência de palavras-chave constituiu-se de 654 nós, 5 comunidades e 11233 arestas. Reiteramos que, cada nó representa uma palavra-chave citada pelos autores dos documentos; as comunidades representam um conjunto de nós mais densamente conectadas pois trabalham com as mesmas frentes de pesquisa ou os mesmos conceitos e as arestas representam as conexões entre os nós.

A seguir, apresentamos a figura 2 com a visualização do mapa de calor da rede de coocorrência de palavras-chave, aplicando-se o método de modularidade e utilizando o mínimo de 50 palavras-chave por comunidade. Observa-se o destaque para a palavra-chave *artificial intelligence*, uma das palavras centrais da pesquisa bibliográfica inicial. Outras palavras-chave se destacam na rede: *students, e-learning, deep learning, engineering, education, machine learning, teaching, innovation, blending*, entre outras.

FIGURA 2: Mapa de calor da rede de coocorrência de palavras-chave



Fonte: Gerado pelos autores utilizando o VOSviewer (2022)

Na sequência, a rede foi exportada em formato GML para ser recuperada no Gephi (BASTIAN, HEYMANN; JACOMY, 2009)

com o intuito de calcular as métricas de rede: grau médio, diâmetro da rede, classes de modularidade e centralidade de autovetor.

A seguir, apresentamos a tabela 1 com os 15 termos de maior relevância, ordenados pela centralidade de autovetor. Destaca-se que, a centralidade de autovetor atribui relevância a um nó na rede a partir de suas conexões com os demais. Assim, quanto maior for a conexão maior será a influência de um nó na rede (NEWMAN, 2009).

TABELA 1: Palavras-chave com as maiores centralidades de autovetor

Palavra-chave	*Comunidade*	*Grau*	*Centralidade de autovetor*
students	1	499	1.0
artificial intelligence	1	470	0.9397
teaching	1	397	0.8490
e-learning	1	381	0.8308
learning systems	2	312	0.7223
education	1	298	0.6984
deep learning	3	308	0.6875
education computing	1	286	0.6871
blended learning	1	291	0.6698
engineering education	1	282	0.6673
machine learning	2	283	0.6600
curricula	1	249	0.6184
computer aided instruction	1	244	0.6042
higher education institutions	1	195	0.5061
active learning	1	188	0.5008

Fonte: Gerado pelos autores utilizando o Gephi (2022)

A base de dados coletada formou um conjunto de 654 palavras-chave, diferentes, onde o termo de maior relevância foi *students* com 499 aparições. As palavras-chave utilizadas na busca inicial - *artificial intelligence, deep learning, machine learning* e *blended learning* - encontram-se entre os termos de maior recorrência. Nota-se que, dentre os termos de maior relevância, a maioria concentra-se na comunidade 1. Observa-se ainda que nesta lista não aparece nenhum termo das comunidades 4 e 5. A seguir, apresentamos as análises de cocitação de documentos.

2.2 Rede de cocitação de documentos

As redes de cocitação de documentos são geradas a partir do momento em que dois documentos são citados por um terceiro. Assim, a relação de cocitação entre dois documentos se torna mais forte quanto maior o número de publicações em que estes forem citados concomitantemente (GRIFFITH, SMALL, *et al.*, 1974). Hjorland (2013) aponta que publicações que são frequentemente citadas em conjunto por outros artigos apresentam maior chance de pertencerem a um grupo que discute assuntos semelhantes. Nesse sentido, as análises de cocitação se apresentam como uma possibilidade interessante para, a partir da análise das relações entre as publicações, explorar temas fundamentais sobre o campo de pesquisa. Neste artigo, este conceito foi utilizado para identificar os temas de pesquisa relacionados ao objeto de estudo.

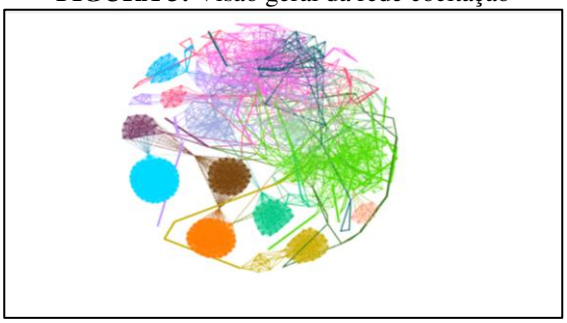
Para gerar a rede de cocitação de palavras citadas utilizamos o software VOSviewer (VAN ECK; WALTMAN, 2019). Após a leitura dos metadados extraídos da plataforma Scoopus, foi selecionado como tipo de análise, cocitação de referências citadas e como unidade de análise foi selecionada a opção referências citadas. No item método de contagem, optou-se pela contagem fracionada. Sem realizar o controle do vocabulário e utilizando o mínimo de duas ocorrências para cada documento, obtivemos uma rede de coocorrência constituída por 644 nós, 5 comunidades e 7972 arestas.

Na sequência, a rede foi exportada em formato GML para ser recuperada no Gephi (BASTIAN, HEYMANN; JACOMY, 2009) utilizando-se da opção grafo não dirigido para calcular as métricas de rede: grau médio, diâmetro da rede, classes de modularidade e centralidade de autovetor.

A seguir, apresentamos a figura 3 com a visualização da rede, cuja aparência foi organizada por *modularity class* utilizando

como forma de distribuição o algoritmo *Fruchterman-Reingold.*

FIGURA 3: Visão geral da rede cocitação

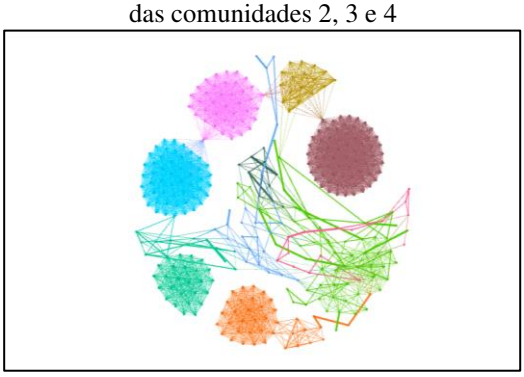


Fonte: Gerado pelos autores utilizando o Gephi (2022)

Ao visualizar o grafo, observa-se que a partir das comunidades, foram geradas 15 classes de modularidade. Destaca-se que a classe de modularidade é uma métrica que contribui na identificação de subgrupos de uma comunidade maior. Assim, conseguimos observar subgrupos cujas conexões são mais frequentes entre si do que com o restante da rede. Ao observar a figura 3, conseguimos observar claramente a existência desses subgrupos dentro da rede de cocitação e o modo como alguns nós estão mais conectados aos nós de seu subconjunto. Outra observação é a existência de "buracos estruturais" entre estes subgrupos, o que demonstra que a informação circula menos entre alguns subgrupos do que dentro de cada um deles.

Ao fazer a análise no laboratório de dados, observou-se que os nós que apresentaram maior centralidade de autovetor pertencem às comunidades 2, 3 e 4. Nessas comunidades, as classes de modularidade são formadas por nós que possuem exatamente a mesma centralidade de autovetor, ou seja, temos um número grande de nós que possuem a mesma influência dentro da rede. Diante desse resultado, optou-se por gerar uma nova rede de cocitação, apenas com as comunidades 2, 3 e 4, pois estas apresentaram os nós mais influentes da rede. A seguir, apresentamos a figura 4 com a visualização da rede de cocitação das comunidades 2, 3 e 4, cuja aparência foi organizada por *modularity class* utilizando como forma de distribuição o algoritmo Fruchterman-*Reingold.*

FIGURA 4: Visão geral da rede cocitação das comunidades 2, 3 e 4



Fonte: Gerado pelos autores utilizando o Gephi (2022)

A nova rede de cocitação apresentou como resultado 10 classes de modularidade. Ao observar o grafo, verifica-se que dentre elas, seis classes estão mais conectadas com os nós de seu subgrupo. Ao analisar o laboratório de dados, verifica-se que as publicações destas classes são as que possuem maior influência na rede. Após análise no laboratório de dados, selecionamos um documento de cada classe de modularidade para compor o estado do conhecimento desta pesquisa.

2.3 Estado do Conhecimento

Nesta seção, apresentamos o estado do conhecimento com as 8 publicações mais recentes e as 8 publicações mais citadas, resultado da pesquisa inicial na base de dados Scopus e com as 10 publicações mais influentes da rede de cocitação, de cada classe de modularidade, gerados pelo aplicativo Gephi, totalizando 26 publicações. Destaca-se que, após realizar uma leitura mais aprofundada, realizamos a etapa da

bibliografia categorizada, onde as publicações foram reorganizadas em categorias de análise, selecionadas por aproximações temáticas, conforme apresentado na metodologia do estado do conhecimento (MOROSINI, KOHLS-SANTOS; BITTENCOURT, 2021).

Assim, as publicações selecionadas foram agrupadas a partir dos principais temas abordados nos trabalhos, sendo reorganizados em duas categorias de análise: Inteligência artificial na educação e prática pedagógica. Para melhor compreensão das categorias de análise, elas foram organizadas em subcategorias.

2.3.1 Inteligência artificial na educação

Nos últimos anos, o uso da inteligência artificial no contexto educativo tem sido cada vez mais frequente. O avanço do campo de estudo tem apresentado inúmeras contribuições com o objetivo de apoiar as aprendizagens em diferentes contextos por meio dos avanços tecnológicos, inovações teóricas e metodológicas causando grande impacto pelas inúmeras possibilidades de uso (CIEB, 2019).

No contexto desta pesquisa, buscamos compreender os desafios e possibilidades da inserção da inteligência artificial na educação e seu impacto nas aprendizagens. Para melhor analisar a categoria, as publicações foram reorganizadas nas seguintes subcategorias de análise: tendências e tópicos em IAED, sistemas tutores inteligentes e *learning analytics.*

a. Tendências e tópicos em IAED

Tendo em conta o aumento significativo de produções que investigam a inteligência artificial na educação, consideramos as revisões bibliográficas um instrumento valioso para melhor compreender o campo de pesquisa. Sendo assim, agrupamos nesta subcategoria algumas publicações que sintetizam as principais tendências e tópicos de discussão em inteligência artificial aplicada à educação em contextos híbridos de aprendizagem.

Nessa perspectiva, Torres Diaz, Infante Moro e Torres Carrión, (2015) apontaram que no futuro, a aprendizagem seria definida por quatro eixos em torno dos quais giram os esforços tecnológicos e metodológicos. Esses eixos são mobilidade, interação (socialização e aprendizado), inteligência artificial e recursos de base tecnológica. Assim, os autores sinalizam para a "[...] necessidade urgente de experimentar essas tecnologias e ter um eixo metodológico interdisciplinar eficaz que garanta níveis adequados de aprendizagem" (TORRES DIAZ, INFANTE MORO; TORRES CARRIÓN, 2015, p. 45). Nesse sentido, salientam que, combinar esses eixos significa criar um modelo de cenários móveis, interativos e inteligentes que aproveitem os espaços e tempos disponíveis para o educando.

Com o objetivo de historicizar a inteligência artificial na educação traçando alguns dos fios e convergências genealógicas que levaram a sociedade atual ao fascínio pela sua aplicação no contexto educacional, Williamson e Eynon (2020) identificaram alguns elementos-chave que precisam ser reconfigurados para que as pesquisas em AIed possam "[...] apoiar a visão mais democrática do futuro da educação [...] (WILLIAMSON; EYNON, 2020). Assim, os autores sugerem a necessidade de realizar pesquisas etnográficas de IAed em uso, por meio de uma abordagem crítica e inclusiva; aumentar as interações entre as comunidades acadêmicas, e; expandir as metodologias e abordagens de pesquisa estabelecendo vínculos com a filosofia da educação.

Mais recentemente, Yang et al. (2021) realizou uma pesquisa bibliográfica para avaliar novos métodos e ferramentas de design que podem ser aproveitados para avançar na pesquisa, educação, política e prática de inteligência artificial para melhorar a condição humana. Os autores preveem que a IA pode evoluir para uma inteligência que seja centrada no homem, numa perspectiva mais humana e considerando os diferentes contextos. Nessa perspectiva, podem trazer inúmeros benefícios para a educação como: o desenvolvimento da educação de precisão, a análise de aprendizado inteligente e avaliação inteligente. Para tanto, os autores alertam para a necessidade de se começar uma discussão sobre ética e normas de uso, além de explorar os impactos dos ambientes de aprendizagem inteligentes nos ambientes tecnológicos e físicos e sua relação com a condição humana.

Chen *et al.* (2022), buscou identificar tendências e tópicos relacionados a aplicações de IA na educação usando a bibliometria. Os resultados revelaram um interesse crescente no uso da IA para fins educacionais por parte da comunidade acadêmica. Os principais tópicos de pesquisa incluem sistemas tutores inteligentes para educação especial; processamento de linguagem natural para ensino de idiomas; robôs educacionais para educação em IA; mineração de dados educacionais para previsão de desempenho; análise do discurso na aprendizagem colaborativa apoiada por computador; redes neurais para avaliação de ensino; computação afetiva para detecção de emoções do aluno; e sistemas de recomendação para aprendizagem personalizada.

Numa perspectiva aproximada, Xu e Ouyang, (2022), realizaram uma revisão sistemática da literatura para propor uma estrutura conceitual sobre os papéis da inteligência artificial no sistema educacional. Os resultados da revisão indicaram que quando a IA é adicionada a um sistema educacional, seus papéis podem ser caracterizados como uma nova temática, como mediadora direta da aprendizagem e como assistente complementar para influenciar as relações de ensino e aprendizagem.

b. Sistemas tutores inteligentes

Esta subcategoria apresenta e analisa publicações que estejam voltadas para experimentos realizados por pesquisadores que utilizam sistemas tutores inteligentes (STI) com o intuito de desenvolver sistemas que apresentem impacto na melhoria da aprendizagem dos estudantes. Nesse sentido, Kukulska – Hulme *et al* (2020) apontam que, dentre as vantagens de uso de STI, destaca-se a possibilidade de estudar e desenvolver sistemas que interagem com estudantes e professores. Seguindo a mesma lógica, a nota técnica 16 do Centro de Inovação para a Educação Brasileira (CIEB) destaca que:

> [...] dependendo dos conhecimentos, habilidades e características pessoais do estudante, o sistema apresenta conteúdos diferenciados, utiliza estratégias pedagógicas que tragam mais benefícios, considerando as particularidades do indivíduo e oferecendo gatilhos motivacionais adequados para que ele consiga construir seu próprio conhecimento (CIEB, 2019, p. 15).

Nessa perspectiva, apresentamos os estudos de Wang et al. (2022) que investigaram a aplicação de um treinador de inteligência artificial (IA), considerado como um agente humanizado, para o aprendizado de segunda língua em uma escola primária. O estudo indicou que os alunos que percebem presenças sociais e cognitivas mais altas por meio da interação com a IA e mostram maior

afeição por sua aparência, tendem a usar o treinador de IA com uma frequência maior, além de demonstrarem mais prazer no aprendizado, alcançando melhores resultados.

Seguindo uma lógica parecida, Hwang et al. (2020), desenvolveram um sistema de aprendizagem adaptativo, com mecanismo de análise de desempenho que leva em consideração tanto o estado afetivo quanto o cognitivo de cada estudante. Os resultados revelaram que o uso do modelo facilitou a aprendizagem dos estudantes, melhorando o desempenho de aprendizagem e reduzindo a ansiedade na aprendizagem da matemática. Além disso, verificou-se que a abordagem proposta ajudou os alunos com maiores dificuldades de aprendizagem a completar com sucesso as suas tarefas. Como principal contribuição, o estudo destaca a importância de se levar em conta fatores cognitivos e afetivos ao desenvolver sistemas de aprendizagem adaptativa.

Gupta e Chen (2022) realizaram um estudo exploratório com o objetivo de investigar as oportunidades, exigências e limitações dos *chatbots* como tutores inteligentes para apoiar o aprendizado personalizado dos estudantes. Para tanto, foi desenvolvido um *chatbo*t como plataforma experimental num ambiente online acessível, interativo e confidencial. Como resultado, a pesquisa aponta que os *chatbots* apresentam potencial para criar um aprendizado inclusivo utilizando para isso ambientes variados que atendam às necessidades dos diferentes tipos de alunos. Entre os benefícios de seu uso destaca-se: a capacidade de responder informações de curso e conteúdo, fornecer materiais complementares, personalizar o aprendizado para atender as necessidades individuais e oferecer apoio para a vida e o bem-estar dos estudantes.

c. *Learning analytics*

Por fim, na subcategoria *learning analytics,* estão localizados os trabalhos que têm como objetivo melhorar a educação por meio da análise e do uso de grande quantidade de dados, recorrendo a oferta de ferramentas que buscam "[...] entender melhor os problemas educacionais tanto do ponto de vista dos estudantes, quanto dos professores e gestores" (CIEB, 2019, p. 12). Assim os resultados podem ser utilizados para desenvolver modelos e estratégias que possibilitem entender melhor o processo de ensino e aprendizagem.

Em seus estudos Luo, Han e Zhang (2022), examinaram os resultados de aprendizagem em todos os cursos mistos ofertados em uma universidade chinesa por meio do aprendizado de máquina e propuseram uma classificação com base no comportamento online dos estudantes. Os resultados indicaram que, como pré-requisito para a previsão faz-se necessário que a maioria dos estudantes estejam altamente engajada numa variedade de atividades de aprendizagem online, pois quanto maior o engajamento dos estudantes, maior a possibilidade de prever com precisão os seus resultados em cursos semipresenciais.

Yan *et al* (2022) utilizaram análise de aprendizagem para prever a progressão acadêmica dos estudantes, com base em seus comportamentos sociais e espaciais na escola. Os autores apontam que o comportamento social dos alunos nas atividades de aprendizagem é um fator chave na previsão de sua progressão. Os resultados demonstraram que as tecnologias de detecção e algoritmos de aprendizado de máquina podem oferecer oportunidades para estudar os comportamentos sociais dos alunos em tempo real, em espaços físicos e digitais, gerando insights valiosos sobre construções de aprendizado de ordem superior.

2.3.2 Prática pedagógica

Ao analisar as publicações relacionadas a intersecção entre inteligência artificial e ensino híbrido e suas contribuições para a educação uma das categorias que emergiu foi a de prática pedagógica. No contexto desta pesquisa, entende-se por prática pedagógica ações intencionais e reflexivas que contemplem novas formas de atuação mediadas pelas tecnologias digitais em ambientes híbridos de aprendizagem, com a finalidade de concretizar processos pedagógicos.

Nesta direção, as publicações aqui apresentadas abordam práticas que combinam espaços físicos e digitais de aprendizagem, em processos de colaboração mútua, assim como, apresentam a necessidade de formação para estudantes e professores como uma forma de aprimorar as experiências de aprendizagem e o uso das diferentes tecnologias. Para melhor analisar a categoria, as publicações foram organizadas nas seguintes subcategorias de análise: aprendizagem híbrida, sala de aula invertida, interatividade, alfabetização tecnológica e informacional e formação docente.

a. Aprendizagem híbrida

Nesta subcategoria apresentam-se as publicações relacionadas à aprendizagem híbrida. Entende-se por aprendizagem híbrida, metodologias que destacam "[...] a flexibilidade, a mistura e compartilhamento de espaços, tempos, atividades, materiais, técnicas e tecnologias que compõem esse processo ativo" (MORAN, 2018, p. 4). Nesse cenário, o uso das tecnologias digitais torna-se fundamental para expandir fronteiras e estabelecer conexões com diferentes espaços de saber.

Nessa perspectiva, Khan et al. (2012) apontam que o avanço e uso das tecnologias da informação trouxe para educação mudanças fenomenais que facilitaram a experiência de ensino e aprendizagem por meio da utilização de aplicativos e tecnologias de última geração. De acordo como os autores, a possibilidade de adaptar métodos de aprendizagem auxiliados pela tecnologia à abordagem tradicional, tem aprimorado as experiências de ensino pois "a aprendizagem combinada suporta experiências de aprendizagem mais flexíveis, interativas, eficientes, acessíveis e variadas, tanto para professor quanto seus alunos" (KHAN, SHAIK, *et al.*, 2012, p. 28).

Garrison e Kanuka (2004), apresentaram uma discussão sobre o potencial transformador do uso da aprendizagem combinada no contexto dos desafios enfrentados pelo ensino superior. Segundo os autores, o modelo de ensino apresenta potencial para aumentar as experiências significativas de aprendizagem. Para tanto, faz-se necessário repensar e redesenhar a relação de ensino e aprendizagem, assim como reestruturar as questões administrativas, organizacionais e de liderança.

Em seu artigo Rodrigo e Platon (2022), buscaram descobrir o impacto da aprendizagem híbrida no desempenho acadêmico e nas abordagens de aprendizagem dos estudantes na oferta de cursos acadêmicos de inglês em uma universidade internacional. Os resultados mostraram que a modalidade de aprendizado híbrido de 50% a 50%, fez uma diferença significativa no desempenho acadêmico dos estudantes, melhorando os aspectos de pensamentos, habilidades, aprendizado profundo, ampliando as interações e reflexões sobre as aprendizagens.

Kaur, Bhatia, e Stea (2022) realizaram um estudo multi-campo com o objetivo de revelar novas possibilidades de pesquisa e problemas que devem ser enfrentados para

integrar trabalhos interdisciplinares. Para tanto, implementaram uma sala de aula inteligente, a qual definem como um espaço composto

> [...] por vários componentes que trabalham em conjunto para proporcionar um ambiente interativo e envolvente, que melhora as técnicas de ensino, desenvolve as capacidades dos estudantes, eleva o seu nível acadêmico e permite-lhes envolver mais ativamente no processo de aprendizagem". (KAUR, BHATIA; STEA, 2022, p. 1)

Como resultado, a análise mostrou que a sala de aula inteligente se apresenta como uma área de pesquisa em desenvolvimento que complementa uma série de tecnologias emergentes e, quando bem implementada, pode ser utilizada para aprimorar os sistemas educacionais, resultando em maior envolvimento e capacitação de alunos, educadores e administradores.

Por fim, Collins e Halverson (2009) destacam em seu artigo que o mundo está passando por uma grande revolução como resultado da revolução digital e esse contexto trouxe grandes impactos para a educação. Nesse cenário, o grande desafio é saber se as escolas serão capazes de se adaptar e incorporar em suas práticas o novo poder da aprendizagem orientada pela tecnologia. Os autores salientam que entramos na era da educação ao longo da vida, no qual os tempos e espaços de aprendizagem se ampliam com uso das tecnologias, integrando novos elementos às necessidades educacionais. Nesse contexto, os autores alertam que diante de tantas mudanças, novos letramentos se tornam importantes, assim como as questões de equidade no acesso, por isso, faz-se necessário um esforço conjunto que entenda a necessidade de uma reforma educacional que colabore na criação de novas oportunidades de aprendizagem e torne os novos recursos educacionais disponíveis para todos.

b. Sala de aula invertida

Nessa subcategoria encontram-se produções que abordam o modelo da sala de aula invertida. Este modelo é assim denominado por inverter a lógica convencional da sala de aula. Nele, o contato com o conteúdo teórico é feito pelo estudante por meio do ensino on-line, de forma independente, num período que antecede a aula presencial. Assim, ao utilizar o modelo da sala de aula invertida o professor ocupa o período em sala de aula com atividades que envolvam a participação ativa, a resolução de problemas, discutindo questões ou trabalhando em projetos (BACICH, TANZI NETO; TREVISANI, 2015).

Goedhart *et al.* (2019), examinaram os efeitos de aplicação do modelo de sala de aula invertida realizado durante um curso de mestrado. Entre os resultados, destaca-se o sucesso da aplicação do modelo com base no feedback positivo da maioria dos estudantes e do tutor, pois estes apontaram que a combinação de aprendizagem pré-aula personalizada e atividades na sala de aula por meio da aprendizagem entre pares, facilitou o aprendizado. O estudo aponta ainda que, nem todos os estudantes concordaram que a sala de aula invertida contribuiu para resultados positivos de aprendizagem, o que deve ser investigado mais profundamente, pois esses resultados podem alterar a depender dos estilos e preferências gerais de aprendizagem de cada um.

Em seu estudo Chen, Hwang e Chang (2019) propõem uma abordagem de promoção do pensamento reflexivo no primeiro estágio de implementação do modelo de sala de aula invertida. Os resultados indicam que, além de melhorar a aprendizagem e o desempenho dos

estudantes, a abordagem proposta fornece indicações promissoras sobre a experiência de aprendizagem ativa aprimorada pela tecnologia e a participação na aprendizagem online na fase pré-aula da aprendizagem invertida.

Seguindo uma lógica parecida, Kim et al. (2014) implementou a abordagem de sala de aula invertida para estudantes de engenharia elétrica com o objetivo de melhorar as aprendizagens e diminuir os índices de reprovação. Como resultado, os autores apontam que o alinhamento de palestras online, as interações presenciais aluno/professor e pares/pares, combinados com o componente de aprendizagem ativa da sala de aula invertida apresentaram vantagens como a realização de atividade criativas e ativas em sala de aula e a personalização do aprendizado.

c. Interatividade

Na perspectiva deste estudo, compreende-se interatividade como um processo de colaboração e aprendizagem mútua, entre os diferentes sujeitos, mediatizados pela tecnologia. Segundo Lévy, "O termo "interatividade" em geral ressalta a participação ativa do beneficiário de uma transação de informação" (LÉVY, 2010, p. 81). Assim, o autor aponta que o acesso às diferentes tecnologias possibilita o rápido alcance de um número expressivo de informações, que modifica as formas de pensar e construir conhecimentos dos sujeitos.

Nessa perspectiva, Northey *et al.* (2015) testaram o uso de um site de rede social (Facebook) como ferramenta para facilitar oportunidades de aprendizagem assíncrona como uma maneira de complementar as interações presenciais e, assim, permitir um ecossistema de aprendizagem mais forte. De acordo com os autores, os estudantes que participaram de aulas presenciais no campus e tiveram oportunidades de aprendizado online assíncrono, apresentaram-se mais engajados e obtiveram melhores resultados acadêmicos do que os estudantes que participaram apenas de aulas presenciais.

Com o intuito de descrever as fases atribuídas ao desenvolvimento da aprendizagem em um fórum online, Kanuka e Anderson (1998) apresentaram em seu estudo o resultado de uma pesquisa exploratória de avaliação multimétodos. Foram observados os padrões de interação e os processos sociocognitivos que incluíam o tempo de intercâmbio social, assim como os momentos de divergência. Os autores concluíram que os fóruns online colaboram no processo de aprendizagem, tendo em vista que "[...] o processo de construção do novo conhecimento é desenvolvido à medida que compartilhamos e comparamos nossas observações e compreensão com os outros" (KANUKA; ANDERSON, 1998, p. 71). Apontam ainda que seu uso oferece potencial para o desenvolvimento de novas formas de trabalho colaborativo, de construção de conhecimento e formação de comunidade afins, reduzindo as barreiras de tempo e distância. De acordo com os autores, os momentos de divergência servem de catalisador para o processo de construção do conhecimento. Os resultados do estudo demonstraram que existem muitos tipos de estruturas, motivações e aplicações de interação online, o que torna a compreensão desse meio de comunicação desafiador e emocionante.

Jahnke e Kumar (2014) apresentam em sua pesquisa exemplos de como os professores integraram *iPads* em suas salas de aula. De acordo com os autores estes dispositivos permitem o acesso fácil às informações, além da possibilidade de compartilhamento a qualquer tempo e espaço.

O estudo revelou ainda que, integrar o *iPad* ao projeto didático possibilita o uso de vários aplicativos com foco na criatividade, produção e colaboração no processo de aprendizagem. Por fim, os autores apontam a importância de fomentar a utilização de dispositivos móveis por parte dos professores para que estes possam criar projetos didáticos digitais que impulsionem o engajamento e a aprendizagem colaborativa.

Blasco-Arcas *et al*. (2013) propuseram em seu estudo investigar o efeito dos *clickers* no desempenho do aprendizado dos estudantes. Para tanto, desenvolveram uma estrutura conceitual na qual propuseram que a interatividade, a aprendizagem colaborativa ativa e o engajamento são três principais forças subjacentes que explicam os efeitos positivos e os benefícios dos *clickers* na melhoria do desempenho de aprendizagem dos alunos. Como resultado, os autores revelam que seu uso promove um alto nível de interatividade com os colegas e com o professor melhorando a experiência de aprendizagem dos estudantes.

d. Alfabetização midiática e informacional

Nesta subcategoria tratamos dos aspectos relacionados à alfabetização midiática e informacional (AMI). As duas publicações analisadas destacam que na atualidade, as competências adquiridas pela AMI são primordiais para a formação dos indivíduos, pois possibilitam o acesso à informação e ao conhecimento, além de intensificar a liberdade de expressão e melhorar a qualidade da educação (UNESCO, 2016). Nesta perspectiva a AMI pode ser entendida

> [...] como um conjunto de competências que empodera os cidadãos, permitindo que eles acessem, busquem compreendam, avaliem e usem, criem e compartilhem informações e conteúdos midiáticos em todos os formatos, usando várias ferramentas, de forma crítica, ética e eficaz, com o objetivo de participar e de se engajar em atividades pessoais, profissionais e sociais (UNESCO, 2016, p. 17)

Nesta esteira, podemos dizer que desenvolver as competências fundamentais da alfabetização midiática e informacional é fundamental para que as pessoas possam de fato participar de maneira efetiva de todos os aspectos desenvolvimento.

Nessa perspectiva, com o objetivo de apoiar os estudantes no desenvolvimento de competências de alfabetização informacional e habilidades de pensamento crítico, Kong (2014) realizou um estudo por meio do aprendizado em sala de aula digital no ensino médio. Os resultados apontaram que os estudantes apresentaram um crescimento significativo em seu conhecimento e que tanto estudantes quanto professores perceberam a eficiência dos projetos pedagógicos realizados na sala de aula digital para apoiar o desenvolvimento das competências de alfabetização informacional e das habilidades de pensamento crítico.

Em seu estudo "Inteligência artificial e ciência da computação na educação: do jardim de infância à universidade" Kandlhofer *et al.* (2016) salienta que diante dos avanços tecnológicos, em breve a alfabetização em inteligência artificial e ciência da computação se tornará tão importante quanto a alfabetização clássica e por isso é necessário introduzir a IA em um estágio inicial na escola para familiarizar as crianças com os seus conceitos básicos. Nesse sentido, os autores desenvolveram um novo conceito de educação com o objetivo de promover a alfabetização em IA desde a educação infantil até a universidade. O conceito compreende módulos adaptados às diferentes faixas etárias e níveis educacionais e emprega estratégias como aprendizado por

descoberta, por investigação, colaborativo, aprendizagem baseada em problemas e aprendizagem entre pares. Os resultados preliminares das implementações piloto indicaram que os estudantes obtiveram uma boa compreensão dos tópicos básicos de IA/ciência da computação, ampliando a conexão entre esses conceitos e sua aplicação na vida real.

e. Formação docente

Diante das mudanças do mundo contemporâneo, a escola de hoje precisa repensar o seu papel e consequentemente, o professor precisa mudar junto com ela. Assim, torna-se necessário experimentar novas formas de atuação, propondo ações pedagógicas que superem a fragmentação e a reprodução do conhecimento e proponha a participação ativa dos estudantes no processo educativo. Nessa perspectiva, torna-se fundamental refletir acerca do desenvolvimento profissional dos professores para que estes desenvolvam competências no uso das tecnologias digitais, de forma integrada ao currículo por meio de metodologias que se traduzam em resultados de aprendizagem (BACICH, 2018).

Assim, Koschmann *et al*. (1994) descrevem em seu artigo um conjunto de princípios para aprimorar técnicas que utilizam ferramentas tecnológicas que dependem do aprendizado colaborativo, baseado em casos ou centrado no aluno. Os autores argumentam que para progredir um projeto deve passar por quatro etapas: tornar explícitas as instruções que servem como objetivos de design para o projeto; realizar um estudo detalhado da prática educacional atual em relação a esses objetivos; desenvolver uma especificação com base nos requisitos e nas limitações identificados do ambiente instrucional e nas capacidades conhecidas da tecnologia, e; pensar num processo de implementação que permita a adaptação local à prática instrucional.

Nesse viés, Mishra e Koehler (2006) propõem em seu artigo uma estrutura conceitual para integrar a tecnologia educacional às práticas pedagógicas. Os autores argumentam que o uso pedagógico da tecnologia requer o desenvolvimento de um modelo que denominaram de conhecimento tecnológico e pedagógico do conteúdo (TCPK). Reforçam ainda, a importância da intersecção entre três componentes principais nos ambientes de aprendizagem: conteúdo, pedagogia e tecnologia e apontam estes como aspectos centrais a ser considerados para o uso eficiente da tecnologia no ensino. Segundo os autores, ofertar uma educação de qualidade "requer desenvolver uma compreensão diferenciada das relações complexas entre, tecnologia, conteúdo e pedagogia, e usar essa compreensão para desenvolver estratégias e representações apropriadas e específicas ao contexto" (MISHRA; KOEHLER, 2006, p. 1029).

Assim, os autores argumentam que esses três componentes não existem isoladamente e sua interação é complexa, pois os professores precisam demonstrar competência nos três domínios para conseguir integrar a tecnologia ao ensino de forma produtiva. Destacam ainda, que este movimento precisa ser pensado colocando o estudante no centro do processo. Por fim, argumentam que este modelo tem muito a contribuir nas discussões sobre a integração da tecnologia nos contextos educacionais nos níveis teóricos, pedagógicos e metodológicos.

2.3.3 Sinalizações e proposições das publicações

Ao realizar a bibliografia propositiva, última etapa do estado do conhecimento, buscamos dialogar com as publicações

ampliando e aprofundando conhecimentos, os elementos fundantes, as tensões e as perspectivas relacionadas a intersecção entre inteligência artificial e a educação híbrida (MOROSINI, KOHLS-SANTOS; BITTENCOURT, 2021).

Desse modo, dentre as contribuições das publicações anteriormente referenciadas, destacamos as manifestações relativas às proposições do uso da inteligência artificial na educação e sua utilização com o objetivo de integrar diferentes tecnologias e espaços de aprendizagem. Diante disso, as pesquisas apresentam as seguintes proposições: criar um eixo metodológico interdisciplinar, com o objetivo de expandir o uso de tecnologias e inteligência artificial na educação por meio de diferentes metodologias e abordagens; realizar um diálogo aprofundado entre pesquisadores baseados em tecnologia e humanidade para melhorar a compreensão da inteligência artificial por várias perspectivas, fomentando sua utilização com ética e valorizando os aspectos humanos; utilizar as redes sociais para aumentar o engajamento e criar ecossistemas de aprendizagem mais fortes; acompanhar as transformações resultantes do uso de metodologias de aprendizagem híbrida, com respeito aos resultados de aprendizagem e satisfação dos estudantes; explorar o impacto da aprendizagem híbrida e sua relação na obtenção de experiências de aprendizagem mais significativas; contemplar nos espaços educativos, a alfabetização midiática e informacional para que os indivíduos tenham acesso às mídias e informações e sejam capazes de lidar com elas de forma crítica, de produzir conteúdo e de compartilhá-los com ética e respeito.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise bibliométrica acerca da intersecção entre inteligência artificial e educação híbrida nos possibilitou verificar que estudos relacionados ao tema têm sido desenvolvidos a partir de diferentes abordagens. Destaca-se, que inteligência artificial aplicada à educação é um campo que se encontra em pleno desenvolvimento e apresenta inúmeras possibilidades de uso, podendo ser utilizada para apoiar as aprendizagens, acompanhar e monitorar o progresso dos estudantes, capturar e gerar insights sobre o processo de construção do conhecimento, prever a progressão acadêmica, promovendo o desenvolvimento de ambientes de aprendizagem mais flexíveis, inclusivos, personalizados, interativos e eficazes.

De modo geral, as pesquisas sinalizam para a necessidade de desenvolver um currículo integrado à tecnologia, que aborde as habilidades exigidas no século XXI, criando e experimentando modelos de ensino e aprendizagem híbridos, não apenas como propostas de inovação tecnológica, mas também como alternativas capazes de desenvolver a autonomia, o pensamento reflexivo, a aprendizagem ativa e assim ser utilizada como uma ferramenta real de construção do conhecimento.

Consideramos que, quando bem empregada, a utilização da inteligência artificial em contextos educativos pode contribuir para a criação de perspectivas educacionais que apoiem o processo de ensino e aprendizagem, favorecendo a construção de novas relações em torno do conhecimento. Assim, sugerimos que um importante caminho a seguir, poderia ser o uso de modelos de educação híbrida, adaptado as diferentes realidades das etapas e modalidades de ensino, como uma oportunidade de buscar alternativas e explorar percursos que possibilitem repensar e recriar os tempos e espaços educativos, pautada no compromisso de promover a educação de qualidade para todos. Para tanto,

faz-se necessário investir no desenvolvimento profissional dos professores, tendo em vista que estes são os principais agentes de mudança.

Finaliza-se com o registro da expectativa de que as considerações trazidas sobre inteligência artificial e educação híbrida, instiguem reflexões, debates, proposições, e principalmente, que tenham continuidade e se reverberem em estudos para aprofundamento da temática.

REFERÊNCIAS

BACICH, L. Formação continuada de professores para o uso de metodologias ativas. In: BACICH, L.; MORAN, J. **Metodologias ativas para uma educação inovadora:** uma abordagem teórico prática. Porto Alegre: Penso, 2018.

BACICH, L.; TANZI NETO, A.; TREVISANI, F. D. M. **Ensino híbrido:** personalização e tecnologia na educação. Porto Alegre: Penso, 2015.

BASTIAN, M.; HEYMANN, S.; JACOMY, M. **Gephi:** An Open Source Software for Exploring and Manipulating Networks. Proceedings of the International AAAI Conference on Web and Social Media. V. 1, p. 361-362, 2009. Disponível em: gephi.org/publications/gephi Acesso em: 10 jun. 2022.

BLASCO-ARCAS , L. et al. Using clickers in class. The role of interactivity, active collaborative learning and engagement in learning performance. **Computers & Education**, n. 62, p. 102-110, 2013. Disponível em: sciencedirect.com/science/article/ . Acesso em: 10 jun. 2022.

CHEN, M.-R. A.; HWANG, G.-J.; CHANG, Y.-Y. A reflective thinking-promoting approach to enhancing graduate students' flipped learning engagement. **British Journal of Educational Technology**, n. 50, p. 2288-2307, 2019. Disponível em: journals.onlinelibrary Acesso em: 10 jun. 2022.

CHEN, X. et al. Two Decades of Artificial Intelligence in Education: Contributors, Collaborations, Research Topics, Challenges, and. **Educational Technology and Society**, v. 1, n. 25, p. 28-47, 2022. Disponível em: https://www.jstor.org/stable/48647028. Acesso em: 10 jun. 2022.

CIEB, C. D. I. P. A. E. B. **Notas técnicas #16 Inteligência artificial na educação**. São Paulo: CIEB, 2019.

COLLINS, A.; HALVERSON, R. **Rethinking education in the age of technology:** the digital revolution and schooling in america. New York: Teachers College Press, 2009. Disponível em: https://courses.aiu.edu/Educational%20Technology/PDF/Collins-Rethinking-Education.pdf . Acesso em: 10 jun. 2022.

FISHER, F., GOLDMAN, S., HMELO-SILVER, C., & REIMANN, P. Introduction: Evolution of Research in the Learning Sciences. Em F. Fischer , C. Hmelo-Silver, S. Goldman, & P. Reimann, **International handbook of the learning sciences**. New York, NY: Routledge, p.1-8, 2018.

GARRISON, D. R.; KANUKA, H. Blended learning: uncovering its transformative potential in higher education. **The internet and higher education**, v. 2, n. 7, p. 95-105, 2004. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1096751604000156?via%3Dihub . Acesso em: 10 jun. 2022.

GOEDHART, N. S. et al. The flipped classroom: supporting a diverse group of students in their learning. **Learning Environments Research**, n. 22, p. 297 – 310, 2019. Disponível em: https://link.springer.com/article/10.1007/s10984-019-09281-2 . Acesso em: 10 jun. 2022.

GRIFFITH, B. C. et al. The Structure of Scientific Literatures II: Toward a Macro-and

Microstructure for Science. **Social Studies of Science 4**, p. 339-365, 1974. Disponível em: https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/030631277400400402 . Acesso em: 10 jun. 2022.

GUPTA, S.; CHEN, Y. Supporting Inclusive Learning Using Chatbots? A Chatbot-Led Interview Study. **Journal of Information Systems Education**, 33, p. 98 -108, 2022. Disponível em: https://eric.ed.gov/?id=EJ1326931 Acesso em: 10 jun. 2022.

HJORLAND, B. Citation analysis: a social and dynamic approach to knowledge. **Information Processing & Management**, v. 49, n. 6, p. 1313-1325, 2013. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0306457313000733?via%3Dihub . Acesso em: 10 jun. 2022.

HWANG, G. J. et al. A fuzzy expert system-based adaptive learning approach to improving students' learning performances by considering affective and cognitive factors. **Computers and Education:** Artificial Intelligence, v. 1, 2020. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/. Acesso em: 10 jun. 2022.

JAHNKE, I.; KUMAR, S. Digital didactical designs: teachers' integration of ipads for learning-centered processes. **Journal of digital learning in teacher education**, n. 30, p. 81-88, 2014. Disponível em: https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/21532974.2014.891876 . Acesso em: 20 mai. 2022.

KANDLHOFER, M. et al. **Artificial intelligence and computer science in education:** From Kindergarten to university. Proceedings - Frontiers in Education Conference. v.l, s.n, 2016. Disponível em: https://ieeexplore.ieee.org/document/7757570 . Acesso em: 10 jun. 2022.

KANUKA, H.; ANDERSON, T. On-line social interchange, discord and knowledge construction. **Journal of distance education**, n. 13, p. 57 – 74, 1998. Disponível em: https://www.scirp.org/(S(i43dyn45teexjx455qlt3d2q))/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=654810 . Acesso em: 10 jun. 2022.

KAUR, A.; BHATIA, M.; STEA, G. A Survey of Smart Classroom Literature. **Education Sciences**, v. 2, n. 12, 2022. Disponível em: https://www.mdpi.com/2227-7102/12/2/86 . Acesso em: 10 jun. 2022.

KHAN, A. I. et al. Study of blended learning process in education context. **International journal of modern education and computer science**, v. 9, n. 4, p. 23 – 29, 2012. Disponível em: https://www.mecs-press.org/ijmecs/ijmecs-v4-n9/v4n9-3.html. Acesso em: 20 mai. 2022.

KIM, G. J. et al. Perspective on flipping Circuits I. **IEEE Transactions on Education**, n. 54, p. 188-192, 2014. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/264427656_Perspective_on_Flipping_Circuits_I . Acesso em: 20 mai. 2022.

KONG, S. C. Developing information literacy and critical thinking skills through domain knowledge learning in digital classrooms: an experience of practicing flipped classroom strategy. **Computers & education**, n. 78, p. 160 -173, 2014.

KOSCHMANN, T. D. et al. Using technology to assist in realising effective learning and instruction: a principal approach to the use of computers in collaborative learning. **Journal of the learning science**, n. 3, p. 227-264, 1994. Disponível em: https://www.jstor.org/stable/1466821. Acesso em: 10 jun. 2022.

KUKULSKA-HULME, A. et al. Artifcial intelligence in education: preparing for life and learning in. **Innovating Pedagogy 2020:** Open University Innovation Report 8, p.10-13, 2020. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/338991922_Innovating_Pedagogy_2020_Open_Univers

ity_Innovation_Report_8 . Acesso em: 10 jun. 2022.

LÉVY, P. **Cibercultura**. 3. ed. ed. São Paulo: Editora 34, 2010.

LUO, Y.; HAN, X.; ZHANG, C. Prediction of learning outcomes with a machine learning algorithm based on online learning behavior data in blended courses. **Asia Pacific Education Review**, 2022. Disponível em: https://link.springer.com/article/10.1007/s12564-022-09749-6 . Acesso em: 10 jun. 2022.

MISHRA, P.; KOEHLER, M. J. Technological pedagogical content knowledge: a new framework for teacher knowledge. **Teachers college record**, n. 108, p. 1017 – 1054, 2006. Disponível em: https://journals.sagepub.com/doi/10.1111/j.1467-9620.2006.00684.x . Acesso em: 10 jun. 2022.

MORAN, J. Educação Híbrida: um conceito chave para a educação, hoje. In: BACICH, L.; TANZI NETO, A.; TREVISANI, F. D. M. **Ensino híbrido:** personalização e tecnologia na educação. Porto Alegre: Penso, 2015.

MORAN, J. Metodologias ativas para uma aprendizagem mais profunda. In: BACICH, L.; MORAN, J. **Metodologias ativas para uma educação inovadora:** uma abordagem teórico-prática. Porto Alegre: Penso, 2018.

MORESI, E. A. D.; PIEROZZI JÚNIOR, I. **Knowledge representation approaches for Science & Technology:** towards methodological sistematization. 16th CONTECSI USP - International Conference on Information Systems and Technology Management. Brasil, s.n., 2019. Disponível em: https://www.tecsi.org/contecsi/index.php/contecsi/16CONTECSI/paper/view/6275/0 . Acesso em: 20 mai. 2022.

MOROSINI, M.; KOHLS-SANTOS, P.; BITTENCOURT, Z. **Estado do conhecimento:** teoria e prática. Curitiba: CRV, 2021.

NEWMAN, M. **Networks:** an introduction. Oxford: Oxford University Press, 2009. Disponível em: https://math.bme.hu/~gabor/oktatas/SztoM/Newman_Networks.pdf . Acesso em: 10 jun. 2022.

NORTHEY, G. et al. Increasing Student Engagement Using Asynchronous Learning. **Journal of Marketing Education**, n. 37, p. 171-180, 2015. Disponível em: https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/0273475315589814 . Acesso em: 20 mai. 2022.

PRITCHARD, A. Statistical bibliography or bibliometrics? **Journal of Documentation**, v. 25, n. 4, p. 348-349, 1969. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/236031787_Statistical_Bibliography_or_Bibliometrics. Acesso em: 20 mai. 2022.

RAMSARAN-FOWDAR, R. R.; VENCATACHELLUM, I. **An assessment of students' perceptions of online conferencing:** The case of full-time learners. 8th IFIP World Conference on Computers in Education, WCCE 2005. Cape Town, 2005. Disponível em: conference_contribution . Acesso em: 10 jun. 2022.

RODRIGO, R. T.; PLATON, L. H. Hybrid learning for the digital natives: Impacts on academic performance and learning approaches. **Kasetsart Journal of Social Sciences**, v. 1, n. 43, p. 201 – 208, 2022. Disponível em: kasetsartjournal . Acesso em: 10 jun. 2022.

TORRES DIAZ, J. C.; INFANTE MORO, A.; TORRES CARRIÓN, P. V. Mobile learning: Perspectives. **RUSC Universities and Knowledge Society Journal**, v.12, n. 1, p. 38-49, 2015. Disponível em: https://rusc.uoc.edu/rusc/ca/index.php/rusc/article/view/v12n1-torres-infante-torres/2394.html. Acesso em: 10 jun. 2022.

UDEN, L.; BEAUMONT, C. **Technology and Problem-Based Learning**. Hershey: IGI Global, 2005.

UNESCO. **Marco de Avaliação Global da Alfabetização Midiática e Informacional (AMI):** disposição e Competências do País. Brasília: Cetic, 2016.

VAN ECK, N. J.; WALTMAN, L. Software survey: VOSviewer, a computer program. **Scientometrics**, v. 84, n. 2, p. 523-538, 2010.

VAN ECK, N. J.; WALTMAN, L. Visualizing bibliometric networks. In: ROUSSEAU, R.; WOLFRAM, D. **Measuring scholarly impact:** methods and practice. New York: Springer, p. 285-320, 2014.

VAN ECK, N. J.; WALTMAN, L. **VOSviewer manual**. Leiden: Universiteit Leiden, 2019.

WALTMAN, L.; VAN ECK, N. J.; NOYONS, E. C. M. A unified approach to mapping and clustering of bibliometric networks. **Journal of Informetrics**, v. 4, n. 4, p. 629-635, 2010.

WANG, X. et al. Learners' perceived AI presences in AI-supported language learning: a study of AI as a humanized agent from community of inquiry. **Computer Assisted Language Learning**, 2022. Disponível em: https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09588221.2022.2056203 . Acesso em: 10 jun. 2022.

WILLIAMSON, B.; EYNON, R. Historical threads, missing links, and future directions in AI in education. **Learning, media and technology**, v. 3, n. 45, 223-235, 2020. Disponível em: https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/17439884.2020.1798995 . Acesso em: 10 jun. 2022.

XU, W.; OUYANG, F. A systematic review of AI role in the educational system based on a proposed conceptual framework. **Education and Information Technologies**, n. 27, p. 4195-4223, 2022. Disponível em: https://link.springer.com/article/10.1007/s10639-021-10774-y . Acesso em: 10 jun. 2022.

YAN, L. et al. Mapping from proximity traces to socio-spatial behaviours and student progression at the school. **British Journal of Educational Technology**,v. 53, n. 6, p. 1645-1664, 2022. Disponível em: https://bera-journals.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/bjet.13203 . Acesso em: 10 jun. 2022.

YANG, S. J. H. et al. Human-centered artificial intelligence in education: Seeing the invisible through the visible. **Computers and Education:** Artificial Intelligence, v. 2, artigo 100008, 2021. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666920X21000023?via%3Dihub. Acesso em: 10 jun. 2022.

ZUPIC, I.; CATER, T. Bibliometric methods in management organization. **Organizational Research Methods**, v. 18, n. 3, p. 429-472, 2014. Disponível em: https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1094428114562629 . Acesso em: 10 jun. 2022.