

Justiça, Responsabilidade, Transparência e Ética (FATE) em sistemas de recomendação na educação: uma análise de coocorrência de palavras

Rafael Antunes dos Santos

Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação, Porto Alegre, RS, Brasil
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1529-9063>
rderafa@gmail.com

Priscila Ferreira Beni

Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação, Porto Alegre, RS, Brasil
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1890-9899>
priscila.beni.phd@gmail.com

Eliseo Berni Reategui

Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação, Porto Alegre, RS, Brasil
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5025-9710>
eliseoreategui@gmail.com

Dante Augusto Couto Barone

Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação, Porto Alegre, RS, Brasil
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5133-0144>
dante.barone@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.26512/rici.v19.n2.2026.60555>

Recebido/Recibido/Received: 2025-11-30

Aceito/Aceptado/Accepted: 2026-03-28

Publicado/Publicado/Published: 2026-05-07

Resumo

O objetivo deste artigo é examinar a produção científica sobre os conceitos de justiça, responsabilidade, transparência e ética (FATE) em artigos sobre sistemas de recomendação na educação, utilizando indicadores bibliométricos e análise de coocorrência de palavras. A pesquisa identifica um aumento exponencial na produção acadêmica desde 2020, com destaque para palavras-chave como *Fairness* e *Explainable AI*, consolidadas como pilares nas discussões éticas da área. A análise baseou-se em 160 registros das bases *Scopus* e *Web of Science*, utilizando *RStudio* e *Bibliometrix* para mapeamento dos dados. Os resultados destacam a interdisciplinaridade da área e a emergência de tópicos como *Responsible AI* e *AlgorithmicFairness*, ainda em estágio inicial. A rede de coocorrência e o diagrama temático revelaram conexões importantes entre os princípios FATE e suas aplicações práticas, apontando lacunas teóricas e oportunidades de pesquisa futura. Apesar das limitações relacionadas ao escopo da busca, o estudo oferece uma visão abrangente das implicações éticas de sistemas de recomendação educacionais, enfatizando a necessidade de sistemas mais justos, transparentes e responsáveis. As

conclusões reforçam a relevância de FATE como agenda prioritária para o design de tecnologias educacionais éticas e inclusivas.

Palavras-chave: Sistema de recomendação. Ética. Análise de coocorrência de palavras. Tecnologia educacional. Bibliometria.

Justicia, Responsabilidad, Transparencia y Ética (FATE) en sistemas de recomendación en la educación: un análisis de coocurrencia de palabras

Resumen

El objetivo principal de este artículo es examinar la producción científica relacionada con los conceptos de justicia, responsabilidad, transparencia y ética (FATE) en artículos sobre sistemas de recomendación en educación, utilizando indicadores bibliométricos y análisis de coocurrencia de palabras clave. La investigación identifica un aumento exponencial en la producción académica desde 2020, destacando palabras clave como *Fairness* y *Explainable AI*, consolidadas como pilares en las discusiones éticas del área. El análisis se basó en 160 registros de las bases Scopus y Web of Science, utilizando RStudio y Bibliometrix para el mapeo de datos. Los resultados destacan la interdisciplinariedad del área y la emergencia de temas como *Responsible AI* y *Algorithmic Fairness*, aún en etapas iniciales de desarrollo. La red de coocurrencia y el diagrama temático revelaron conexiones importantes entre los principios FATE y sus aplicaciones prácticas, señalando vacíos teóricos y oportunidades para futuras investigaciones. A pesar de las limitaciones relacionadas con el alcance de la búsqueda, el estudio ofrece una visión amplia de las implicaciones éticas de los sistemas de recomendación educativos, enfatizando la necesidad de sistemas más justos, transparentes y responsables. Las conclusiones refuerzan la relevancia de FATE como agenda prioritaria para el diseño de tecnologías educativas éticas e inclusivas.

Palabras clave: Sistema de recomendación. Ética. Análisis de co-palabras. Tecnología educativa. Bibliometría.

Fairness, Accountability, Transparency and Ethics (FATE) in recommended systems in education: a co-word analysis

Abstract

The main objective of this article is to examine scientific production related to the concepts of fairness, accountability, transparency, and ethics (FATE) in articles on recommended systems in education, using bibliometric indicators and keyword co-occurrence analysis. The research identifies an exponential increase in academic production since 2020, highlighting keywords such as *Fairness* and *Explainable AI*, which have become pillars in ethical discussions in the field. The analysis was based on 160 records from the Scopus and Web of Science databases, using RStudio and Bibliometric for data mapping. In addition to growth trends, the results emphasize the interdisciplinarity of the field and the emergence of topics such as *Responsible AI* and *Algorithmic Fairness*, still in early stages of development. The co-occurrence network and thematic diagram revealed important connections between FATE principles and their practical applications, pointing to theoretical gaps and opportunities for future research. Despite limitations related to the search scope, the study offers a comprehensive view of the ethical implications of recommended educational systems, highlighting the need for fairer, more transparent, and accountable systems to promote advancements in education. The conclusions reinforce the relevance of FATE as a priority agenda for the design of ethical and inclusive educational technologies.

Keywords: Recommender system. Ethics. Co-word analysis. Educational technology. Bibliometrics.

1 Introdução

A revolução tecnológica do século XXI produziu um profundo aprimoramento nos recursos informacionais, apoiando o desenvolvimento de serviços on-line inovadores (Maphosa; Maphosa, 2023). Avanços tecnológicos significativos levaram a melhorias substanciais nas capacidades da Inteligência Artificial (IA), permitindo que ela se envolvesse em tarefas como pesquisar, descobrir e recomendar uma ampla gama de conteúdo e serviços em vários domínios da vida humana (Cardona; Rodríguez; Ishmael, 2023). Entre as aplicações mais difundidas da

tecnologia de IA em contextos do mundo real estão os Sistemas de Recomendação (SR) (Deldjoo; Jannach; Bellogin; Difonzo; Zanzonelli, 2024). Recomendações personalizadas assumiram um papel central na formação das informações que os indivíduos encontram e, como resultado, elas não apenas influenciam as crenças, decisões e ações de um indivíduo, mas também exercem o poder de impactar as crenças coletivas de uma comunidade de usuários ou mesmo de uma sociedade inteira (Deldjoo; Jannach; Bellogin; Difonzo; Zanzonelli, 2024).

A integração de recomendações personalizadas, um recurso amplamente adotado em vários aspectos da vida contemporânea, incluindo comércio, entretenimento, notícias e mídia social, expandiu-se para domínios onde as considerações morais da IA permanecem ambíguas (Deldjoo; Jannach; Bellogin; Difonzo; Zanzonelli, 2024). Um desses domínios é o campo da educação, onde os SR são empregados não apenas para auxiliar os alunos na seleção de cursos, programas, palestras e conteúdo, mas também para realizar tarefas significativas tradicionalmente tratadas por professores (Popenici; Kerr, 2017; Memarian; Doleck, 2023). Por exemplo, a IA pode prever as pontuações dos alunos, fornecendo dados aos SR que podem propor intervenções pedagógicas destinadas a minimizar o risco de baixo desempenho ou reprovação no curso. No entanto, para manter a garantia de qualidade, tarefas dessa natureza necessitam da supervisão de profissionais educacionais humanos (Maphosa; Maphosa, 2023). Não obstante, há uma inclinação crescente entre os usuários em aceitar recomendações de IA sem examiná-las (Cardona; Rodríguez; Ishmael, 2023; Memarian; Doleck, 2023).

Devido à capacidade da IA de analisar conjuntos de dados e gerar novos modelos relacionados à educação, programação, ensino e aprendizagem, o campo da educação pode ser suscetível ao uso indevido por indivíduos que empregam lógica falha ou confiam nas abordagens de tentativa e erro da IA (Memarian; Doleck, 2023). Esses fatos lançaram uma série de preocupações sobre a IA influenciando a tomada de decisão dos humanos na educação. Uma das preocupações mais discutidas tem sido sobre suas limitações em aspectos morais. Dentro dos elementos que contribuem para a definição do aspecto "moral" na tecnologia, especialmente na Educação, estão os princípios comumente chamados coletivamente de "FATE", abrangendo justiça, responsabilidade, transparência e ética (Inuwa-Dutse, 2023; Memarian; Doleck, 2023).

Como os SR podem moldar as preferências do usuário e orientar escolhas, tanto individual quanto socialmente, eles têm causado um impacto maior nos usuários e na sociedade ano após ano. Devido à implantação de SR em contextos moralmente carregados, como o educacional, fica claro que seus componentes morais, como justiça, responsabilidade, transparência e ética, devem ser investigados (Milano; Taddeo; Floridi, 2020). Apesar disso, as informações sobre os aspectos morais dos SR em ambientes educacionais são limitadas (Rivera;

Tapia-León; Luján-Mora, 2018). A partir de tais considerações, torna-se emergencial a reflexão sobre os princípios morais reunidos em torno do acrônimo FATE em SR educacionais. Portanto, elaborou-se a questão de pesquisa: Qual o panorama evolutivo e a estrutura conceitual da produção científica sobre os princípios de Justiça, Responsabilidade, Transparência e Ética (FATE) aplicados aos Sistemas de Recomendação no contexto educacional? O objetivo principal é examinar a produção científica relacionada aos conceitos de FATE em artigos sobre SR no domínio da educação, utilizando indicadores bibliométricos de atividade científica e de coocorrência de palavras.

2 Fundamentação teórica

Nesta seção, abordam-se aspectos fundamentais para a compreensão dos Sistemas de Recomendação (SR) no campo da educação e os aspectos morais vinculados à tecnologia e expressos através da sigla FATE.

2.1 Sistemas de Recomendação (SR) na educação

Ao empregar algoritmos que examinam os padrões de navegação, pesquisas e preferências dos usuários, os sistemas de recomendação (SR) são definidos como ferramentas e técnicas capazes de sugerir itens que têm alta probabilidade de capturar o interesse de um usuário específico (Konstan; Riedl, 2012; Ricci; Rokach; Shapira, 2015). Basicamente, eles são IA implementada para ajudar os usuários no processo de tomada de decisão aplicando filtragem de informações, mineração de dados e algoritmos de previsão que oferecem a cada usuário uma variedade de escolhas e opções de acordo com seus interesses e preferências (Venkatraman, 2017). Os sistemas de recomendação coletam, curam e agem sobre grandes quantidades de dados pessoais e, por essa razão, inevitavelmente, acabam moldando a experiência individual de ambientes digitais e interações sociais (Burr; Ladyman, 2018).

Os SR podem ser categorizados de acordo com sua tecnologia e algoritmos subjacentes e divididos em muitos tipos. Na educação, os tipos mais comuns são os SR baseados em conteúdo e colaborativos. Enquanto o primeiro recomenda itens aos usuários comparando a representação do conteúdo do item com o modelo de preferência do usuário (Pazzani; Billsus, 2007), o segundo depende das opiniões e feedback dos usuários sobre os itens. Os sistemas baseados em conteúdo recomendam algoritmos que identificam usuários com ideias semelhantes, chamados de vizinhos mais próximos de um usuário-alvo, e então preveem a classificação de um item para o usuário-alvo com base nas classificações dadas a esse item pelos vizinhos mais próximos do usuário-alvo (Manouselis; Vuorikari; Van Assche, 2010).

Na última década, uma miríade de sistemas de recomendação foi implementada na educação, abordando tarefas que vão desde serviços de ensino e consultoria acadêmica até adaptação e avaliação de aprendizagem. Esses sistemas são implantados por meio de diversas ferramentas, incluindo recomendações para materiais e cursos educacionais, objetos de aprendizagem, informações filtradas, previsões de comportamento e desempenho dos alunos, bem como intervenções e avaliações pedagógicas (Deschênes, 2020).

Existem muitos desafios e problemas em SR educacionais, por exemplo, inicialização a frio, escalabilidade, escassez, confiança e privacidade (Khan; Yadav; Rahi, 2020). Inicialização a frio se refere à incapacidade do sistema de fazer inferências sobre usuários ou itens sem dados suficientes no banco de dados. A escalabilidade apresenta dificuldades devido à variedade de usuários, itens e recomendações em diferentes domínios e ambientes. A escassez surge da concentração de usuários ativos em uma pequena parte do banco de dados, resultando em itens populares, mas provavelmente menos relevantes. Problemas de confiança surgem de comparações inadequadas entre acesso de usuários pouco frequentes e ativos, afetando as classificações de perfil e item. A privacidade é uma preocupação significativa, principalmente quando critérios de personalização, dados demográficos e educacionais são usados para recomendações (Khan; Yadav; Rahi, 2020).

Todas essas questões, e muitas outras, destacam a lacuna em relação às dimensões morais da SR na educação. Claramente, os aspectos morais da SR, como justiça, responsabilidade, transparência e ética, foram negligenciados no design e na implementação desses sistemas.

3 FATE: Fairness, Accountability, Transparency e Ethics

Os aspectos 'morais' das tecnologias podem ser abrangidos por muitos elementos. Na educação, os princípios mais citados são justiça, responsabilidade, transparência e ética (FATE) (Inuwa-Dutse, 2023; Memarian; Doleck, 2023).

Refletindo discussões no contexto mais amplo de aprendizado de máquina justo e IA justa, uma preocupação moral central atualmente em consideração se relaciona à justiça dos Sistemas de Recomendação (SR) (Barocas; Hardt; Narayanan, 2019; Ekstrand; Das; Burke; Diaz, 2022). Comumente definido como a qualidade ou estado de ser um tratamento justo ou imparcial, o conceito de "justiça" pode significar coisas diferentes para pessoas diferentes em contextos diferentes (Mulligan; Kroll; Kohli; Wong, 2019). Na filosofia, por exemplo, está ligado a noções de justiça e equidade e, portanto, é baseado em um senso de que o que é justo também é o que é moralmente certo. No campo do direito, pode ser descrito como algo que protege indivíduos e grupos de discriminação ou maus-tratos, com foco na proibição de

comportamentos, preconceitos e baseando decisões em certos fatores protegidos ou categorias de grupos sociais. Nas ciências sociais, está à luz das relações sociais, dinâmicas de poder, instituições e mercados (Mulligan; Kroll; Kohli; Wong, 2019).

Como as origens da justiça estão nos campos sociais, é comum encontrar argumentos conflitantes sobre o desenvolvimento de SR justas (Ekstrand; Das; Burke; Diaz, 2022). Não é incomum encontrar textos na internet argumentando que é muito difícil ou mesmo impossível estabelecer uma definição geral do que constitui uma recomendação justa (Ekstrand; Das; Burke; Diaz, 2022). Como resultado, sua subjetividade tem sido frequentemente usada por stakeholders para argumentar que seus interesses devem ser levados em consideração em contextos de recomendação do mundo real (Abdollahpouri; Mansoury; Burke; Mobasher, 2020).

Para mitigar a subjetividade da “justiça”, cientistas quantitativos têm buscado incorporar certos critérios à noção de justiça. Esses critérios frequentemente incluem aspectos como distribuição igual ou justa, representação ou taxas de erro adaptadas a uma tarefa ou problema específico (Mulligan; Kroll; Kohli; Wong, 2019). No entanto, essa metodologia quantitativa pode ser desafiadora, pois tende a ser definida de forma restrita e não abrange consistentemente as complexidades e diversas perspectivas associadas à justiça, como a noção de justiça e métricas para evitar vieses (Mulligan; Kroll; Kohli; Wong, 2019).

Devido à influência das previsões dos algoritmos no comportamento do usuário e seu consequente impacto na tomada de decisão, especialmente na delegação de tarefas à inteligência artificial (IA) aplicada em SR, a responsabilização se destaca como um pilar fundamental na governança da IA (Novelli; Taddeo; Floridi, 2023). Embora o termo “*accountability*” carregue múltiplas definições, sua essência está na responsabilidade de fornecer informações e justificar as ações de alguém a uma autoridade (Lindberg, 2013).

A responsabilização implica uma expectativa moral (por exemplo, definida em práticas de gestão ou códigos de conduta) que orienta as ações ou o comportamento de indivíduos ou organizações e permite que eles expliquem as razões pelas quais decisões e ações foram tomadas e tomem medidas para garantir um melhor resultado no futuro (por exemplo, no caso de um resultado negativo) (OECD, 2024). Um dos componentes mais frequentemente citados da responsabilização é a “responsabilidade”, que geralmente se refere às consequências legais negativas da ação ou inação de um indivíduo ou organização (OECD, 2024). Da mesma forma, a noção de “responsabilidade” é digna de nota, pois carrega expectativas morais em contextos legais e não legais e denota um vínculo causal entre um ator e um resultado (OECD, 2024).

A definição vaga de responsabilização leva a um aspecto subjetivo que prejudica o discurso público e a formulação de políticas (Novelli; Taddeo; Floridi, 2023). Isso não é incomum em áreas onde a regulamentação é menos desenvolvida, como a inteligência artificial em

sistemas de recomendação. Uma definição imprecisa de responsabilização obscurece as compensações inerentes entre diferentes escolhas políticas quanto a qual regime de responsabilização deve ser aplicado a muitos serviços de IA e quem é responsável pelas ações e decisões tomadas pela IA (Novelli; Taddeo; Floridi, 2023).

Alguns pesquisadores e muitos ativistas no campo da "IA responsável" argumentam que a responsabilização por algoritmos e suas aplicações começam com os designers e desenvolvedores dos sistemas que dependem deles (Novelli; Taddeo; Floridi, 2023). Em última análise, designers e gerentes são responsáveis pelas consequências ou impactos que um sistema algorítmico impõe às partes interessadas e à sociedade. Não obstante, outra questão importante é que não há um acordo unânime sobre se esses atores devem ser responsabilizados de forma semelhante à humana ou se os humanos devem permanecer consistentemente os únicos atores responsáveis por artefatos tecnológicos (Jobin; Ienca; Vayena, 2019).

Como justiça e responsabilização, o conceito de transparência tem um significado ambíguo. No contexto da tecnologia, refere-se a quão facilmente acessíveis são as informações sobre algo e como elas podem ser usadas pragmaticamente para dar suporte à tomada de decisões. Em um sentido mais amplo, transparência significa facilitar a compreensão dos processos de desenvolvimento, treinamento, operação e implantação de um sistema de IA dentro de seu domínio de aplicação relevante (Milano; Taddeo; Floridi, 2020). Além disso, a transparência inclui a capacidade de fornecer informações significativas e clareza sobre as informações fornecidas e sua justificativa (OECD, 2024).

A transparência como conceito não se estende inerentemente à divulgação de código-fonte ou outros elementos proprietários, incluindo o compartilhamento de conjuntos de dados proprietários, pois estes podem estar sujeitos a considerações de propriedade intelectual, incluindo segredos comerciais (OECD, 2024). No entanto, explicações de algoritmos sensíveis à justiça devem ser fornecidas. A explicação foi identificada como um dos componentes mais comuns do conceito de transparência, pois influencia fortemente a confiança do usuário, a aceitação e a compreensão desses sistemas (Wang; Harper; Zhu, 2020). Vários especialistas afirmam que as leis de propriedade intelectual exigem reavaliação e revisão. A ausência de transparência no avanço da IA em áreas complexas como a educação está evidentemente entre os obstáculos significativos na elaboração de estratégias para incorporar efetivamente princípios morais em sistemas de IA como SR (Jobin; Ienca; Vayena, 2019).

A ética tem sido um tópico central no debate de princípios morais no campo dos SR. Assim como os três elementos morais discutidos anteriormente, o conceito de ética é subjetivo e pode variar dependendo de fatores como geografia, práticas culturais e normas legais. Portanto, é um conceito multidisciplinar que carece de uma definição universal, mesmo em seu

campo de origem (filosofia). Como uma área de estudo, analisa o que constitui o certo e o errado moralmente.

Apesar das discussões aprofundadas por acadêmicos interdisciplinares nos últimos anos sobre o tópico da ética da IA, o campo de estudo ainda está em seus estágios iniciais (Huang; Zhang; Mao; Yao, 2023). O campo da ética da IA é amplo e está em constante evolução, o que despertou o interesse de muitos pesquisadores (Huang; Zhang; Mao; Yao, 2023). Os tópicos investigados abrangem os dilemas éticos associados aos sistemas de recomendação, como desenvolvimento de algoritmos, uso de dados, aplicação, riscos potenciais, IA e vulnerabilidades humanas e muitos mais (Milano; Taddeo; Floridi, 2020; Huang *et al.*, 2023). Entretanto, embora trabalhos anteriores sobre ética da IA tenham se concentrado em aspectos específicos, ainda há uma escassez de literatura abrangente que forneça uma visão geral completa do campo (Huang; Zhang; Mao; Yao, 2023).

4 Metodologia

Esta revisão busca contribuir para a conceituação de Justiça, Responsabilidade, Transparência e Ética (FATE) em sistemas de inteligência artificial (IA) com foco nos Sistemas de Recomendação (SR) aplicados à educação. A abordagem metodológica combina a bibliometria descritiva com análise de coocorrência de palavras para mapear os aspectos semânticos relacionados aos princípios éticos de SR na educação.

O estudo seguiu um processo de busca bibliográfica em bases de dados amplamente reconhecidas pela comunidade científica e usou-se uma estratégia de busca na Coleção Principal da *Web of Science* (WoS) e na *Scopus* para identificar publicações revisadas por pares e publicadas em revistas internacionais ou anais de conferências. A estratégia formulou-se da seguinte *string*: (ALL (“recommend* system*”) AND ALL (education) AND ALL (fairness) AND ALL (accountability) AND ALL (transparency) AND ALL (ethics)). Como o foco do artigo está nas configurações dos SR, variações do termo foram adequadas através do elemento de truncagem [*] que considera qualquer sequência de caracteres a partir dele e propicia o acesso a itens com as versões plurais e singulares das palavras. A estratégia também procurou incluir todos os estudos que mencionaram termos FATE e que indicassem alguma conceituação com a área da educação com amplo uso do operador booleano AND. A partir desta configuração, as coleções de dados foram importadas ao ambiente *RStudio* e organizadas em um *dataframe*, conforme o código usado que segue através da Figura 1.

Figura 1 - Código Bibliometrix

```
library(bibliometrix)

df.scopus <- convert2df("local/scopus_SR.bib",
                      dbsource = "scopus",
                      format = "bibtex")

df.wos <- convert2df("local/wos_SR.bib",
                   dbsource = "wos",
                   format = "bibtex")

df.full <- mergeDbSources(df.wos, df.scopus, remove.duplicated = TRUE)

df.full <- df.full %>%
  mutate(DE = gsub("RECOMMENDER SYSTEM(?!S)", "RECOMMENDER SYSTEMS", DE, ignore.case = TRUE),
         DE = gsub("RECOMMENDATION SYSTEM(S)?", "RECOMMENDER SYSTEMS", DE, ignore.case = TRUE),
         DE = gsub("RECOMMENDATION ENGINE(S)?", "RECOMMENDER SYSTEMS", DE, ignore.case = TRUE),
         DE = gsub("SYSTEM(S)? OF RECOMMENDATION", "RECOMMENDER SYSTEMS", DE, ignore.case = TRUE),
         DE = gsub("SYSTEMS? RECOMMENDATION", "RECOMMENDER SYSTEMS", DE, ignore.case = TRUE),
         DE = gsub("\\bRECSYS\\b", "RECOMMENDER SYSTEMS", DE, ignore.case = TRUE),
         DE = gsub("EDUCATIONAL RECOMMENDER(S)?", "RECOMMENDER SYSTEMS", DE, ignore.case = TRUE),
         DE = gsub("E-LEARNING RECOMMENDER(S)?", "RECOMMENDER SYSTEMS", DE, ignore.case = TRUE),
         DE = gsub("LEARNING RECOMMENDER(S)?", "RECOMMENDER SYSTEMS", DE, ignore.case = TRUE),
         DE = gsub("COURSE RECOMMENDER(S)?", "RECOMMENDER SYSTEMS", DE, ignore.case = TRUE),
         DE = gsub("RECOMMENDER-SYSTEM(S)?", "RECOMMENDER SYSTEMS", DE, ignore.case = TRUE))%>%
  mutate(DE = gsub("RECOMMENDER SYSTEMS", "", DE, ignore.case = TRUE))

descriptive <- biblioAnalysis(df.full)
summary_df <- summary(descriptive)

NetMatrix <- biblioNetwork(df.full, analysis = "co-occurrences", network = "author_keywords", sep = ";")
net=networkPlot(NetMatrix, normalize="association", weighted=T, n = 15, Title = "Keyword Cooccurrences",
               type = "fruchterman", size=T, edgesize = 5, labelsize=0.7)

thematicMap(
  df.full,
  field = "DE",
  n = 250,
  minfreq = 2,
  stemming = FALSE,
  size = 0.5,
  n.labels = 1,
  repel = TRUE
)
```

Fonte: Dados da pesquisa e *Rstudio*.

O pacote *Bibliometrix* (Aria; Cuccurullo, 2017) foi utilizado para conduzir a análise. A busca foi executada no dia 23 de setembro de 2024, recuperando 115 registros na base *Scopus* e 87 na *WoS*, totalizando a seleção de 200 registros após a remoção de uma duplicata e a consideração de um item ininteligível pela linguagem de programação. Como critério de exclusão, foram desconsiderados os documentos que não apresentavam palavras-chave de autor no campo de metadados DE (*Descriptor*). Após identificar 40 registros com dados ausentes, restaram 160 itens para mensuração. Com alguns testes, definiu-se o termo *Recommender Systems* como autorizado a congrega outras palavras-chave vinculadas ao mesmo conceito. A normalização ocorreu com a função *gsub()* e considerou as palavras previstas pelo elemento de truncagem.

Inicialmente, realizou-se uma análise descritiva do conjunto dos dados com a função *BiblioAnalysis()*, incluindo variáveis para taxa de crescimento anual, colaboração, contagem de referências; e análises para a tipologia documental, distribuição temporal da produção científica, identificação dos principais veículos de publicação e um panorama geral acerca das

palavras-chave usadas pelos autores. Em seguida, a coocorrência de palavras foi aplicada a estas palavras-chave (Callon; Courtial; Turner; Bauin, 1983; He, 1999).

Para a visualização dos dados, o estudo aderiu às funções *BiblioNetwork()* e *ThematicMap()* do *Bibliometrix* (Aria; Cuccurullo, 2017) para produzir um grafo de palavras-chave e um mapa temático. Os *clusters* foram interpretados à luz da literatura sobre FATE e SR, com ênfase nas implicações éticas para a educação. Através do mapa temático, foram visualizadas a centralidade (grau de interação de *clusters* com outros temas - relevância) e a densidade (coesão interna no *cluster* - desenvolvimento) com o objetivo de interpretar a rede de palavras-chave, assim como perceber as áreas mais específicas e melhor desenvolvidas. As relações identificadas foram discutidas considerando sua relevância teórica e prática. A análise foi limitada às bases *Scopus* e *WoS*, podendo haver estudos relevantes em outras bases ou fontes não indexadas. Além disso, a *string* de busca procurou restringir o escopo a publicações que explicitamente mencionaram os termos FATE. Como contribuição esperada, o estudo busca avançar a compreensão sobre as implicações éticas dos SR em ambientes educacionais, fornecendo uma revisão atualizada do repertório semântico e *insights* para futuras investigações e aplicações práticas. Em seguida, nas seções seguintes, comenta-se os principais resultados obtidos com a revisão bibliométrica descritiva e com a análise de coocorrência de palavras-chave.

5 Revisão bibliométrica descritiva

A análise bibliométrica realizada a partir dos registros oferece uma visão ampla da produção científica relacionada ao tema em estudo. Nesta seção, apresentam-se as descobertas feitas com a análise das tendências temporais, dos veículos de publicação e das palavras-chave mais frequentes. Esses resultados fornecem características gerais para compreender a evolução da temática, identificar lacunas no conhecimento e destacar as principais conexões entre os conceitos abordados. O painel informativo da Figura 2 informa alguns dados preliminares dos 160 documentos recuperados das bases de dados.

Figura 2 - Painel

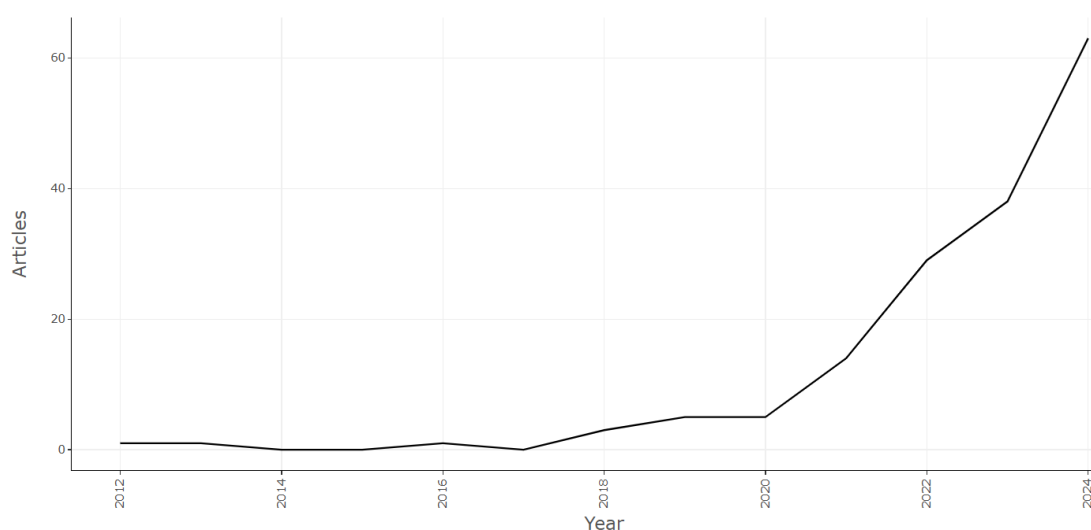


Fonte: Dados da pesquisa (gerado com dados da função *BiblioAnalysis*).

O período compreendido desta coleção de registros inicia em 2012 e ela cresce exponencialmente até 2024, mantendo uma média da taxa de crescimento anual em 41,24%. Neste período, os 549 autores (média de 3,89 por documento) publicaram suas pesquisas em 131 fontes diferentes. A análise da tipologia documental confirma 85 artigos de periódicos, 53 artigos de conferência, 14 artigos de revisão, além de 5 livros e ainda 3 capítulos de livro, sendo que 86,25% dos documentos são dos tipos artigo de periódico (53,12%) e artigo de conferência (33,13%). Deste total, 21,25% das pesquisas foram realizadas a partir de colaboração internacional e 18 trabalhos foram elaborados por um único autor. Todos os trabalhos utilizaram o idioma inglês nas publicações. Por último, os autores usaram 3610 referências e suas pesquisas foram representadas por 612 palavras-chave diferentes e autodenominadas. O exame das associações entre as palavras-chave será relatado na seção sobre a coocorrência de palavras.

A Figura 3, *Crescimento anual da produção*, demonstra que os aspectos FATE em SR educacionais passaram a ser mais considerados na literatura a partir do ano 2020, ano que ainda registra poucas contribuições (5 documentos). A partir de 2021, o crescimento do número de publicações cresce a cada ano: 2021 (14); 2022 (29); 2023 (38); e 2024 (63), considerando que a busca foi realizada no final de setembro de 2024. Estes dados denotam a dinâmica de preocupação da comunidade científica quanto aos aspectos morais relacionados ao FATE na esfera educacional dos SR.

Figura 3 - Crescimento anual da produção



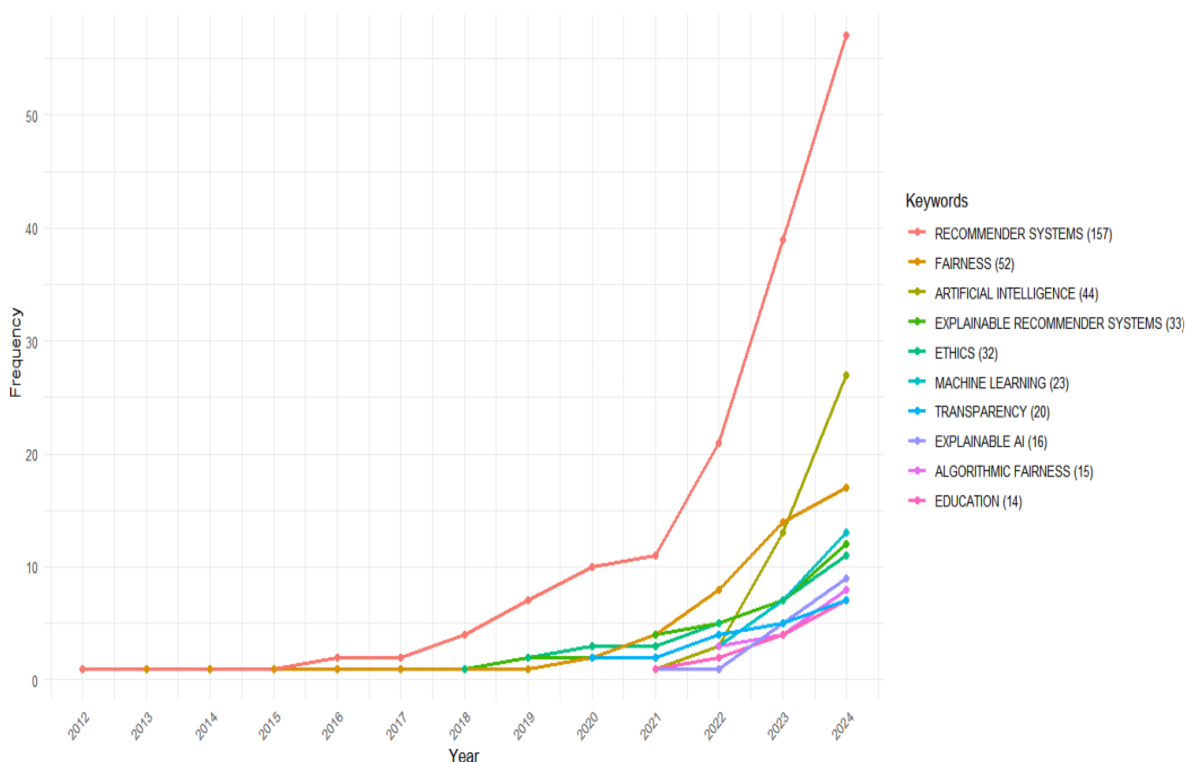
Fonte: Dados da pesquisa

Em relação aos veículos de publicação para comunicar as pesquisas, os autores preferiram o artigo de periódico, mas chama a atenção que o artigo de conferência tenha se destacado. Isso pode ser um reflexo do tipo de comunicação preferida nas áreas tecnológicas, que possui eventos e conferências renomadas, às vezes realizadas anualmente, e que confirmam a necessidade de uma comunicação mais veloz dos resultados de pesquisas, em uma área caracterizada pelo constante fluxo de mudança nos tópicos de interesse da agenda científica (Zawacki-Richter; Latchem, 2020). Ao considerar uma idade média de 1,45 para os documentos, as evidências confirmam o caráter de agilidade vinculado a esta coleção sobre SR, confirmando que abordagens éticas nos estudos sobre o tema são uma preocupação latente da área.

Na contagem dos periódicos, os principais títulos são *Information Processing & Management*, uma publicação que mantém em seu escopo a intersecção entre a computação e a ciência da informação e que possui índices de citações interessantes como Fator de Impacto (FI) 7.5 e CiteScore 17.0, com quatro artigos identificados; e *ACM Computing Surveys*, um dos mais importantes títulos na área de computação, publicado desde 1969 e caracterizado com um alto estrato nos índices de citações (FI 23.8 e CiteScore 33.2), com três publicações. Entre o grupo de principais conferências, dois encontros possuem representatividade relevante: *Conference on Human Factors in Computing Systems*, com 7 publicações; e *Conference on Fairness, Accountability, and Transparency*, com 4 publicações. As duas conferências pertencem ao grupo editorial ACM e os artigos correspondem a edições ocorridas em 2024 e nestas ocasiões, o tema da ética foi central.

Mesmo com um conjunto pequeno de dados como o representado por este estudo, percebe-se alguma padronização correspondente a outros estudos sistemáticos ou bibliométricos que consideraram o crescimento da literatura e a análise das fontes de comunicação (Silva; Slodkowski; Silva; Cazella, 2023; Lampropoulos, 2023). No entanto, este artigo apoia-se no exame da associação de palavras como uma alternativa para a verificação de *insights* que podem ser úteis para novas investigações que tenham como tema os SR educacionais. Conforme comentado anteriormente, os autores utilizaram 612 palavras-chave diferentes, mas usaram um total de 885 instâncias, apresentando uma média de 5,53 termos por artigo. Deste conjunto, foram formados 2320 pares de palavras-chave associadas. Em seguida, a Figura 4, *Evolução da frequência de palavras-chave* apresenta o *ranking* dos 10 termos mais requisitados pelos autores ao longo do tempo.

Figura 4 - Evolução da frequência de palavras-chave



Fonte: Dados da pesquisa

Percebe-se que a linha vermelha do gráfico corresponde à principal palavra-chave, *Recommender Systems*, com 157 ocorrências e um crescimento consistente e acelerado a partir de 2020, sendo a única dentre as principais do *ranking* que consta desde o início das contagens. O maior volume de uso acompanhada de forma lógica o crescimento desta produção ao longo dos anos. As palavras-chave correspondentes ao acrônimo FATE surgem na sequência como palavras-chave emergentes. *Fairness* e *Ethics* mostram um crescimento gradual, sugerindo que

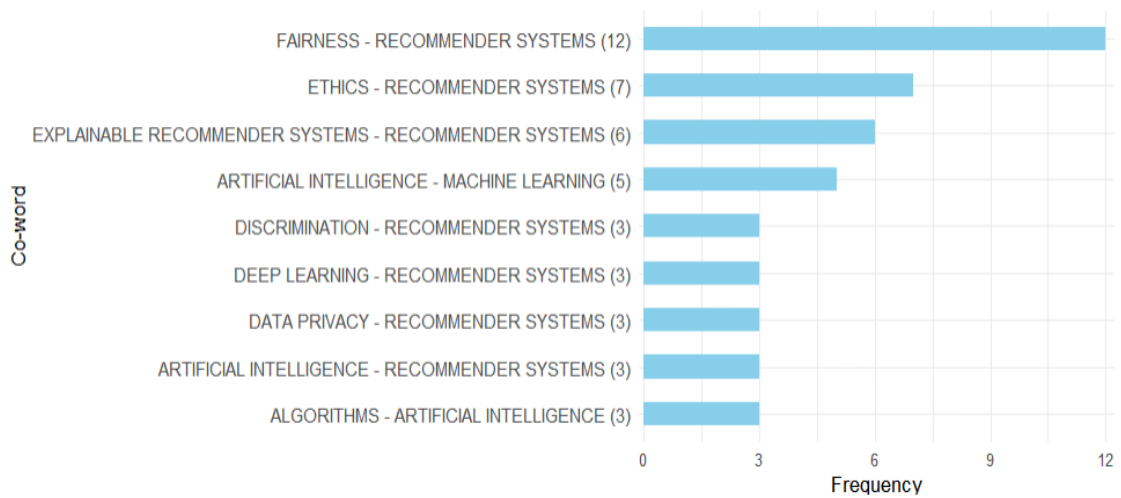
preocupações éticas, como justiça e explicabilidade, estão se consolidando como tópicos centrais na área. Palavras-chave como *Explainable AI*, *Explainable Recommender Systems* e *Transparency* demonstram interesse crescente na transparência e na explicação dos sistemas de recomendação, o que é alinhado com a discussão global sobre a aplicação ética de sistemas de IA. *Education* e *AlgorithmicFairness* aparecem com menor frequência e crescimento, sugerindo que, embora relevantes, esses tópicos ainda têm uma representatividade acadêmica menor em comparação com palavras-chave mais amplas, como *Artificial Intelligence*. Na próxima seção, o estudo examina com maior detalhamento a correlação existente entre as coocorrências no conjunto de palavras-chave.

6 Análise de coocorrência de palavras

Para a análise de coocorrência de palavras da literatura recuperada sobre os termos do acrônimo FATE, definiu-se uma frequência mínima de duas ocorrências para a consideração de determinada palavra-chave nas visualizações. Ainda assim, outros parâmetros foram definidos para cada imagem, especificamente, uma rede *clusterizada* de palavras-chave e um diagrama temático. Tais decisões se firmam para minimizar a carga cognitiva na observação dos componentes ilustrativos (Miller, 1956).

A enumeração em pares das 612 palavras-chave determinou os termos que aparecem juntos em cada artigo, pois “[...] se um número de atores reconhece o mesmo tipo de relacionamento entre termos, pode-se admitir que esse relacionamento possui algum significado dentro da área da ciência considerada” (Robredo; Cunha, 1998, p. 11). Assim, o repertório desta pesquisa produziu 2320 pares de palavras-chave associadas. Na contagem, definiu-se, também, uma frequência mínima de duas associações para a inclusão dos pares na análise. Considerando duas associações ou mais, o *ranking* de palavras associadas diminui para uma lista de apenas 123 pares, ou seja, 94,6% das relações entre palavras-chaves ocorreram uma única vez. A Figura 4, *Frequência dos pares de palavras-chave (f >= 3)* informa os itens com frequência maior ou igual a 3. No gráfico que segue (Figura 5), pode-se notar que outras palavras-chave também adquirem relevância, tais como *Discrimination*, *Deep Learning*, *Data Privacy* e *Algorithms*.

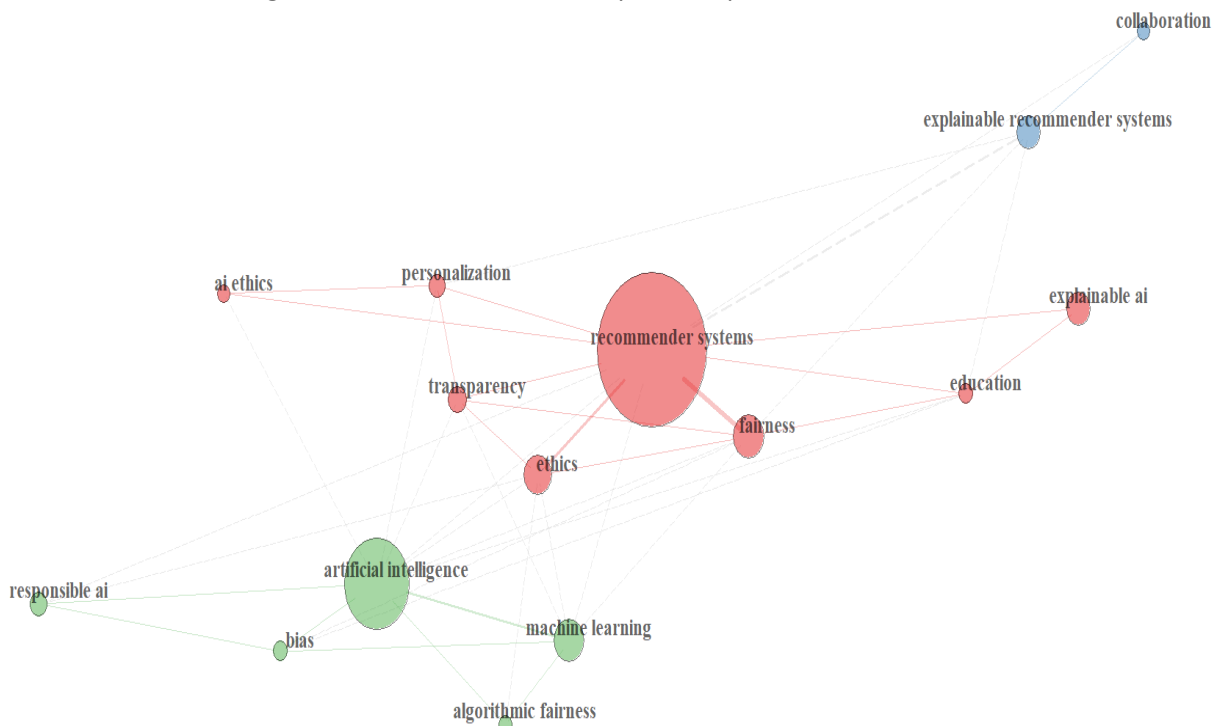
Figura 5 - Frequência dos pares de palavras-chave ($f \geq 3$)



Fonte: Dados da pesquisa

Então, para aplicar a visualização de coocorrência, o estudo produziu um grafo clusterizado pelo algoritmo *Fruchterman-Reingold* para destacar as possibilidades de agrupamento entre os termos (limite de 15), conforme se observa na Figura 6.

Figura 6 - Rede clusterizada de pares de palavras-chave



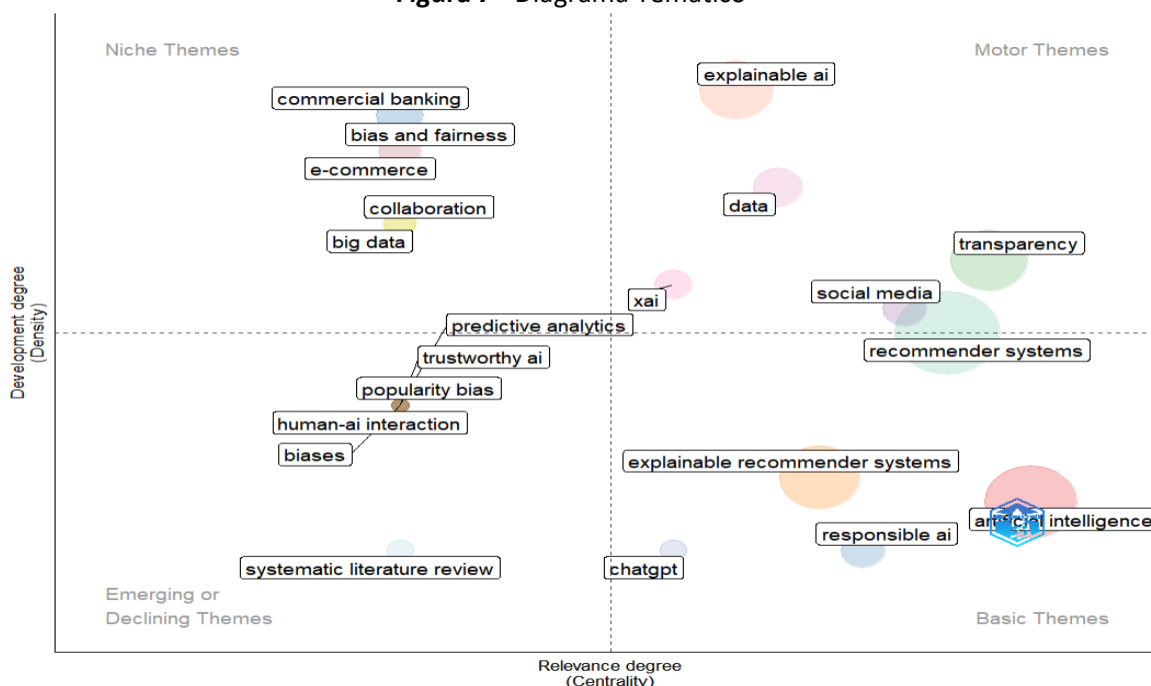
Fonte: Dados da pesquisa

A rede de coocorrências apresentada reflete os principais termos relacionados ao tema FATE (*Fairness, Accountability, Transparency, Ethics*) em sistemas de recomendação (SR), com

base na busca realizada na *Scopus* e na *WoS*. O tamanho dos nós indica a frequência de cada termo. Por exemplo, *Recommender Systems* é claramente o termo central, o que confirma sua maior relevância nos artigos analisados, por ser a principal expressão da estratégia de busca. Outros termos como *Artificial Intelligence*, *Fairness*, e *Explainable AI* também são importantes, mas aparecem com menos frequência. As linhas conectando os nós indicam a coocorrência entre os termos nos mesmos artigos. Palavras-chave como *Ethics*, *Fairness* e *Transparency* mostram conexões fortes com *Recommender Systems*, destacando a interligação desses conceitos no contexto FATE e indica que esses são aspectos críticos para o desenvolvimento de SR mais confiáveis e éticos. As conexões entre *Explainable AI* e *Explainable Recommender Systems* indicam uma abordagem mais específica para sistemas de recomendação. As cores representam agrupamentos ou *clusters* de termos que frequentemente aparecem juntos, sugerindo subtemas ou áreas de foco dentro do domínio. O *cluster* verde parece explorar conceitos técnicos e éticos da IA. O *cluster* vermelho sugere um foco em ética aplicada aos SR. O *cluster* azul conecta tópicos como *Collaboration* destacando seu papel no impacto social. E novas palavras-chave são incluídas com representatividade relevante: *Responsible AI*, *Bias*, *Personalization* e *AI Ethics*. Essa rede oferece uma visão das interseções entre FATE e sistemas de recomendação, permitindo que pesquisadores identifiquem áreas de interesse, lacunas no conhecimento e possíveis colaborações interdisciplinares.

Para criar opções ao juízo de valor do conjunto de palavras-chave, a pesquisa aplicou um diagrama temático que está dividido em quatro quadrantes organizados em sentido horário, conforme a Figura 7.

Figura 7 - Diagrama Temático



Fonte: Dados da pesquisa

No quadrante 1 (*Motor Themes*), as palavras-chaves são internamente coerentes e centrais para a rede de investigação em questão. Contudo, os termos do quadrante 3 (*Emerging or Declining Themes*) parecem ser de interesse apenas marginal na rede de coocorrências da pesquisa. Temas específicos de assuntos coerentes sempre aparecem no quadrante 4 do diagrama (*Niche Themes*). Essas áreas estão bem estruturadas internamente e indicam que nelas atua um grupo social constituído, mas parecem ser mais periféricas que temas motores. As áreas fracamente estruturadas encontram-se no quadrante 2 (*Basic Themes*). Estes assuntos, individualmente, estão fortemente ligados a interesses de investigação específicos em toda a rede, mas estão apenas fracamente ligados entre si. Em outras palavras, estes termos parecem estar subdesenvolvidos, mas poderão ter uma importância considerável para toda a rede de palavras-chave. O diagrama temático relaciona dois eixos principais: grau de desenvolvimento (*Density*) no eixo vertical e grau de relevância (*Centrality*) no eixo horizontal. Este tipo de visualização é comumente utilizado para identificar a maturidade e a importância de temas em uma área de pesquisa (He, 1999).

Explainable AI, *Transparency* e *Recommender Systems* são temas pilares na pesquisa atual e indicam tópicos de alta relevância prática e teórica. Localizados no quadrante superior direito, esses temas possuem posições privilegiadas em relação ao eixo densidade e centralidade, o que significa que são bem desenvolvidos e amplamente conectados com outros tópicos na área. *Commercial Banking*, *Bias and Fairness* e *Collaboration* são tópicos muito específicos e aplicáveis a contextos limitados, mas menos influentes na estrutura geral do campo, representando temas com alta densidade (bem desenvolvidos internamente), mas baixa

centralidade (pouco conectados a outros tópicos). Com baixa densidade e baixa centralidade, a posição de *Systematic Literature Review* indica que revisões sistemáticas são menos proeminentes em comparação com outros tópicos mais aplicados ou contemporâneos e está perdendo relevância ou ainda em fase inicial de desenvolvimento. Já *Artificial Intelligence*, *Responsible AI* e *Explainable Recommender Systems* são caracterizados por alta centralidade, mas baixa densidade, indicando temas fundamentais para a área, mas que ainda podem ser explorados em maior profundidade. Esses tópicos são centrais na discussão sobre sistemas de recomendação e ética, sendo indispensáveis, mas com espaço para expansão teórica. Tópicos emergentes, como *Trustworthy AI*, *Predictive Analytics* e *Popularity Bias*, aparecem em transição, sugerindo que podem ganhar maior atenção no futuro. O posicionamento de *ChatGPT* em um quadrante inferior reflete o potencial da IA generativa como tema emergente, ainda em construção teórica no campo. Este gráfico permite priorizar áreas para investigações futuras e identificar lacunas ou tendências na pesquisa sobre ética e sistemas de recomendação.

7 Considerações finais

Este estudo apresentou uma revisão bibliométrica a partir da análise de coocorrência de palavras-chave com o objetivo de mapear as principais tendências e conexões na literatura sobre os aspectos de Justiça, Responsabilidade, Transparência e Ética aplicados a Sistemas de Recomendação (SR) na educação. A pesquisa demonstrou um crescimento exponencial na produção científica relacionada ao tema a partir de 2020, evidenciando a relevância emergente desses tópicos no cenário acadêmico.

Os resultados deste estudo, ao identificarem a consolidação de *Fairness* e *Explainable AI* como pilares centrais, dialogam diretamente com a literatura recente que aponta para a insuficiência das métricas tradicionais de precisão. Enquanto revisões anteriores, como a de Deschênes (2020), focaram na acurácia e satisfação do usuário como medidas primárias de sucesso, a tendência de crescimento observada em nossa análise bibliométrica sugere uma mudança de paradigma em direção a uma avaliação mais holística e ética. Essa transição é corroborada por Deldjoo, Jannach, Bellogin, Difonzo e Zanzonelli (2024), que argumentam que a avaliação de justiça é multifacetada e que a falta de estudos com usuários dificulta a incorporação da percepção humana sobre o que constitui uma recomendação justa. A predominância de *Explainable AI* nos achados da pesquisa responde, portanto, a essa lacuna, indicando um esforço da comunidade em mitigar a opacidade dos algoritmos, sendo este um problema ético crítico apontado por Milano, Taddeo e Floridi (2020) como uma barreira para a autonomia do usuário e a confiança no sistema.

Além disso, a identificação de *AlgorithmicFairness* como um tópico emergente, porém subdesenvolvido, alinha-se às preocupações levantadas por Abdollahpouri, Mansoury, Burke e Mobasher (2020) sobre os riscos de viés de popularidade e a necessidade de calibrar as recomendações para evitar a amplificação de discriminações existentes. Os resultados apontam que, embora a literatura reconheça a importância da justiça, a aplicação prática de *Responsible AI* ainda está em estágio inicial. Isso ecoa as conclusões de Silva, Slodkowski, Silva e Cazella (2023), que observaram uma carência de *frameworks* de avaliação multidimensionais que verifiquem efetivamente o impacto pedagógico e ético das recomendações, para além de métricas técnicas.

Por fim, a interdisciplinaridade observada na rede de coocorrência deste estudo reforça a visão de que os SR na educação não são apenas ferramentas técnicas, mas artefatos sociotécnicos. Conforme destacado por Lampropoulos (2023) e por Maphosa e Maphosa (2023), o crescimento exponencial da produção científica na área exige uma vigilância constante sobre as disparidades geográficas e de autoria na produção de conhecimento. Portanto, a agenda de pesquisa futura em FATE deve não apenas focar no refinamento de algoritmos explicáveis e justos, mas também garantir que o desenvolvimento dessas tecnologias considere a diversidade de *stakeholders* e contextos educacionais globais, superando as limitações de sistemas focados exclusivamente no desempenho preditivo.

A principal contribuição deste trabalho reside na sistematização do conhecimento atual sobre os aspectos éticos de SR educacionais, fornecendo um panorama que pode orientar futuras pesquisas e aplicações. Como limitações, a análise restringiu-se a dois bancos de dados e à *string* de busca adotada, o que pode ter excluído estudos relevantes em outras fontes. No entanto, os insights apresentados reforçam a importância de incorporar os princípios de FATE no design e na implementação de tecnologias educacionais, promovendo sistemas mais justos, transparentes e responsáveis.

Por fim, espera-se que este estudo sirva como ponto de partida para novas abordagens sobre as intersecções entre ética e inteligência artificial na educação, incentivando debates e colaborações interdisciplinares que impulsionam a área para soluções mais inclusivas e impactantes.

Referências

ABDOLLAHPOURI, H.; MANSOURY, M.; BURKE, R; MOBASHER, B. The connection between popularity bias, calibration, and fairness in recommendation. In: ACM RECOMMENDER SYSTEMS CONFERENCE, 14., 2020. *Proceedings...* Rio de Janeiro: ACM, 2020. p. 726-731. Disponível em: <https://doi.org/10.1145/3383313.3418487>. Acesso em: 23 out. 2024.

- ARIA, M.; CUCCURULLO, C. Bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. *Journal of Informetrics*, v. 11, p. 959-975, 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.joi.2017.08.007>. Acesso em: 23 out. 2024.
- BAROCAS, S.; HARDT, M.; NARAYANAN, A. *Fairness and machine learning: limitations and opportunities*. [S.l.: S.n], 2019. Disponível em: fairmlbook.org. Acesso em: 23 out. 2024.
- BURR, C.; CRISTIANINI, N.; LADYMAN, J. An analysis of the interaction between intelligent software agents and human users. *Minds and Machines*, v. 28, n. 4, p. 735–774, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11023-018-9479-0>. Acesso em: 23 out. 2024.
- CARDONA, M.A.; RODRÍGUEZ, R.J.; ISHMAEL, K. *Artificial intelligence and the future of teaching and learning: insights and recommendations*. Washington: Department of Education, Office of Educational Technology, 2023. Disponível em: <https://www2.ed.gov/documents/ai-report/ai-report.pdf>. Acesso em: 23 out. 2024.
- CALLON, M.; COURTIAL, J; TURNER, W.; BAUIN, S. From translations to problematic networks: an introduction to co-word analysis. *Social Science Information*, v. 22, n. 2, p. 191-235, 1983. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/053901883022002003>. Acesso em: 23 out. 2024.
- DELDJOO, Y.; JANNACH, D.; BELLOGIN, A.; DIFONZO, A.; ZANZONELLI, D. Fairness in recommender systems: research landscape and future directions. *User Modeling and User-Adapted Interaction*, v. 34, p. 59-108, 2024. <https://doi.org/10.1007/s11257-023-09364-z>. Acesso em: 23 out. 2024.
- DESCHÊNES, M. Recommender systems to support learners' agency in a learning context: a systematic review. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*. 2020, v.17, 50, p. 1–23, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s41239-020-00219-w>. Acesso em: 23 out. 2024.
- EKSTRAND, M.; DAS, A.; BURKE, R.; DIAZ, F. Fairness in information access systems. *Foundation and Trends in Information Retrieval*, v. 16, n.1/2, p. 1-177, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1561/1500000079>. Acesso em: 23 out. 2024.
- HE, Q. Knowledge discovery through co-word analysis. *Library Trends*, v. 48, n. 1, p. 133-159, 1999. Disponível em: <http://bit.ly/48aYW5K>. Acesso em: 23 out. 2024.
- HUANG, C.; ZHANG, Z.; MAO, B.; YAO, X. An overview of artificial intelligence ethics. *IEEE Transactions on Artificial Intelligence*, v. 4, n. 4, p. 799-819, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/TAI.2022.3194503>. Acesso em: 23 out. 2024.
- INUWA-DUTSE, I. FATE in AI: towards algorithmic inclusivity and accessibility. In: ACM CONFERENCE ON EQUITY AND ACCESS IN ALGORITHMS, MECHANISMS, AND OPTIMIZATION, 3., 2023. *Proceedings...* Boston: ACM, 2023. p. 1-14. Disponível em: <https://doi.org/10.1145/3617694.3623233>. Acesso em: 23 out. 2024.
- JOBIN, A.; IENCA, M.; VAYENA, E. The global landscape of AI ethics guidelines. *Nature Machine Intelligence*, v. 1, n. 9, p. 389-399, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s42256-019-0088-2>. Acesso em: 23 out. 2024.

KHAN, A.; YADAV, A.; RAHI, A.C. A brief survey on recommendation system. *International Journal of Research in Engineering, Science and Management*, v. 3, n. 6, 2020. Disponível em: <https://www.ijresm.com/volume-3-issue-6-june-2020>. Acesso em: 23 out. 2024.

KONSTAN, J.A.; RIEDL, J. Deconstructing recommender systems. *IEEE Spectrum*, 24 set. 2012. Disponível em: <https://bit.ly/3MgAVSd>. Acesso em: 23 out. 2024.

LAMPROPOULOS, G. Recommender systems in education: a literature review and bibliometric analysis. *Advances in Mobile Learning Educational Research*, v. 3, n. 2, p. 829-850, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.25082/AMLER.2023.02.011>. Acesso em: 23 out. 2024.

LINDBERG, S.I. Mapping accountability: core concept and subtypes. *International Review of Administrative Sciences*, v. 79, n. 2, p. 202–226. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/0020852313477761>. Acesso em: 23 out. 2024.

MANOUSELIS, N.; VUORIKARI, R.; VAN ASSCHE, F. Collaborative recommendation of e-learning resources: an experimental investigation. *Journal of Computer Assisted Learning*, v. 26, n. 4, p. 227-242, 2010. Disponível em: <https://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2729.2010.00362.x>. Acesso em: 23 out. 2024.

MAPHOSA, V.; MAPHOSA, M. Fifteen years of recommender systems research in higher education: current trends and future direction. *Applied Artificial Intelligence*, v. 37, n. 1, 2175106, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/08839514.2023.2175106>. Acesso em: 23 out. 2024.

MEMARIAN, B; DOLECK, T. Fairness, accountability, transparency, and ethics (FATE) in artificial intelligence (AI) and higher education: a systematic review. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, v. 5, 100152, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2023.100152>. Acesso em: 23 out. 2024.

MILANO, S.; TADDEO, M.; FLORIDI, L. Recommender systems and their ethical challenges. *AI & Society*, v. 35, p. 957-967, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s00146-020-00950-y>. Acesso em: 23 out. 2024.

MILLER, G.A. The magical number seven, plus or minus two: some limits on our capacity for processing information. *Psychological Review*, v. 63, n. 2, p. 81-97, 1956. Disponível em: <https://doi.org/10.1037/h0043158>. Acesso em: 23 out. 2024.

MULLIGAN, D.K.; KROLL, J.A.; KOHLI, N.; WONG, R.Y. This thing called fairness: Disciplinary confusion realizing a value in technology. In: ACM ON HUMAN-COMPUTER INTERACTION, 3., 2019. *Proceedings...* New York: ACM, 2019. p. 1-36. Disponível em: <https://doi.org/10.1145/3359221>. Acesso em: 23 out. 2024.

NOVELLI, C.; TADDEO, M.; FLORIDI, L. Accountability in artificial intelligence: what it is and how it works. *AI & Society*, v.39, p. 1-12, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s00146-023-01635-y>. Acesso em: 23 out. 2024.

OECD. Organisation de Coopération et de Développement Économiques. *OECD.AI: policy observatory: OECD AI principles overview*. 2024. Disponível em: <https://oecd.ai/en/ai-principles>. Acesso em: 23 out. 2024.

OLSEN, J.P. Ambiguity and the politics of accountability. In: OLSEN, J.P. (Ed.). *Democratic accountability, political order, and change: exploring accountability processes in an era of European transformation*. Oxford: Oxford University Press, 2017. p. 74-96. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780198800606.003.0004>. Acesso em: 23 out. 2024

PAZZANI, M.J.; BILLSUS, D. Content-based recommendation systems. In: BRUSILOVSKY, P.; KOBASA, A.; NEJDL, W. (Ed.). *The adaptive web: methods and strategies of web personalization*. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2007. p. 325-341. Disponível em: <https://dl.acm.org/doi/10.5555/1768197.1768209>. Acesso em: 23 out. 2024.

POPENICI, S.A.D.; KERR, S. Exploring the impact of artificial intelligence on teaching and learning in higher education. *Research and Practice in Technology Enhanced Learning*, v. 12, n. 22, p. 1-13, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s41039-017-0062-8>. Acesso em: 23 out. 2024.

RICCI, F.; ROKACH, L.; SHAPIRA, B. Recommender systems: introduction and challenges. In: RICCI, F.; ROKACH, L.; SHAPIRA, B. (Ed.). *Recommender systems handbook*. 2.ed. New York: Springer, 2015. p. 1-34. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-1-4899-7637-6_1. Acesso em: 23 out. 2024.

RIVERA, A.C.; TAPIA-LEÓN, M.; LUJAN-MORA, S. Recommendation systems in education: a systematic mapping study. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON INFORMATION TECHNOLOGY & SYSTEMS, 1., 2018. *Proceedings...* Cham: Springer, 2018. p. 937-947. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-3-319-73450-7_89. Acesso em: 23 out. 2024.

SILVA, F.L.; SLODKOWSKI, B.K; SILVA, K.K.A.; CAZELLA, S.C. A systematic literature review on educational recommender systems for teaching and learning: research trends, limitations and opportunities. *Education and Information Technologies*, v. 28, p. 2289-2328, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11341-9>. Acesso em: 23 out. 2024.

WANG, R.; HARPER, F.M.; ZHU, H. Factors influencing perceived fairness in algorithmic decision-making: algorithm outcomes, development procedures, and individual differences. In: CONFERENCE ON HUMAN FACTORS IN COMPUTING SYSTEMS, 1., 2020. *Proceedings...*Honolulu, ACM, 2020. p. 1-14. Disponível em: <https://doi.org/10.1145/3313831.3376813>. Acesso em: 23 out. 2024.

THEODOROU, A.; DIGNUM, V. Towards ethical and socio-legal governance in AI. *Natural Machine Intelligence*, v. 2, p. 10-12, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s42256-019-0136-y>. Acesso em: 23 out. 2024.

VENKATRAMAN, S. A proposed business intelligent framework for recommender systems. *Informatics*, n. 4, 40. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/informatics4040040>. Acesso em: 23 out. 2024.

ZAWACKI-RICHTER, O.; LATCHEM, C. Exploring four decades of research in Computers & Education. *Computers and Education*, New, v. 122, p. 136-152, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.04.001>. Acesso em: 23 out. 2024.