TPBCI Tendências da Pesquisa Brasileira em Ciência da Informação

A PRODUÇÃO DE ARTIGOS SOBRE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO: HISTORIOGRAFIA BIBLIOMÉTRICA A PARTIR DA WEB OF SCIENCE[1]

THE PRODUCTION OF ARTICLES ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN INFORMATION SCIENCE: BIBLIOMETRIC HISTORIOGRAPHY BASED ON THE WEB OF SCIENCE

Ana Sara Pereira de Melo Sobral[2]
Murilo Artur Araújo da Silveira[3]
Natanael Vitor Sobral[4]

Resumo: A investigação historiográfica permite desvelar as trilhas genealógicas do conhecimento a partir da história presente nas fontes e registros de informação. No âmbito da bibliometria, a historiografia se potencializa, fundando a historiografia bibliométrica, ao permitir reconhecer a gênese de determinados domínios, enfocando os autores e temas de pesquisa seminais. Desta feita, este artigo objetiva analisar, na perspectiva da historiografia bibliométrica, a produção de artigos sobre inteligência artificial, indexados na *Web of Science,* no âmbito da Ciência da Informação. Para isto, distinguem-se as etapas: busca de informações na *Web of Science* utilizando o termo "artificial intelligence"; correção e cruzamento dos dados no *Vantage Point*; e apresentação gráfica analítica dos dados no *Ucinet*. Os resultados englobam 1259 artigos, 3503 autores e 3112 palavras-chave em 47 anos de produção, iniciada em 1975. Os anos 1990 são os primeiros com publicações em todos os anos (n=76), e as décadas 2000, 2010 e 2020 mantêm produção de artigos em todos os seus anos (n=44), (n=217) e (n=879) respectivamente. O destaque da última década merece realce por ser composta por apenas quatro anos incompletos, denotando expressivo crescimento do interesse pelo tema. Sobre a constelação temática, em 2010, consolida-se o perfil atualmente praticado, incluindo: aprendizado de máquina (n=20), bibliotecas (n=18), rede (n=15), bibliometria (n=14), processamento de linguagem natural (n=13) e ética (n=13). Além disto, verificou-se que as produções sobre inteligência artificial iniciaram-se na década de 1970 nos Estados Unidos, Canadá e Rússia, e, atualmente, possuem forte participação da China, países da Europa e dos BRICS.

Palavras-chave: inteligência artificial; *Web of Science*; produção científica; historiografia; bibliometria.

---

[1] Este texto foi submetido, avaliado, aprovado, apresentado e premiado no ENANCIB 2023.

[2] Doutoranda em Ciência da Informação (UFPE). Bibliotecária da UPFE. E-mail: anasarap@hotmail.com. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-8794-0905.

[3] Doutor em Comunicação e Informação (UFRGS). Docente da UPFE. E-mail: muriloas@gmail.com. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-9708-6001.

[4] Doutor em Ciência da Informação (UFBA). Docente da UPFE. E-mail: natanvsobral@gmail.com. ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2410-494X.

Abstract: *Historiographical research allows us to uncover the genealogical trails of knowledge based on the history present in sources and information records. In the context of bibliometrics, historiography is strengthened, establishing bibliometric historiography, by allowing us to recognize the genesis of certain domains, focusing on seminal authors and research themes. Therefore, this article aims to analyze, from the perspective of bibliometric historiography, the production of articles on artificial intelligence, indexed in the Web of Science, within the scope of Information Science. To this end, the following steps are distinguished: Search for information in the Web of Science using the term "artificial intelligence"; correction and cross-referencing of data in Vantage Point; and analytical graphic presentation of data in Ucinet. The results include 1,259 articles, 3,503 authors, and 3,112 keywords in 47 years of production, which began in 1975. The 1990s are the first decades with publications in all years (n=76), and the 2000s, 2010s, and 2020s maintain article production in all their years (n=44), (n=217), and (n=879), respectively. The highlight of the last decade is worth highlighting because it consists of only four incomplete years, denoting a significant growth in interest in the topic. Regarding the thematic constellation, in 2010, the profile currently practiced was consolidated, including: machine learning (n=20), libraries (n=18), network (n=15), bibliometrics (n=14), natural language processing (n=13), and ethics (n=13). Furthermore, it was found that productions on artificial intelligence began in the 1970s in the United States, Canada and Russia, and currently have strong participation from China, European countries and the BRICS.*

Keywords: *artificial intelligence; Web of Science; scientific production; historiography; bibliometrics.*

1 INTRODUÇÃO

A historiografia é, entre outras coisas, um diálogo entre presente e passado, constituindo-se como uma interrogação sistemática feita por pesquisadores de um determinado presente sobre temas e problemas do passado (Moreira, 2001). Conforme afirma Costa (2008), é uma viagem no tempo — uma frágil e arriscada *peregrinatio* em mundos distantes e estranhos — imergir o presente no passado para entender as raízes do primeiro e a direção de sentido do segundo.

Mediante a investigação historiográfica é viável reconstruir a história a partir das fontes de informação e fundar as bases para novos pressupostos de natureza epistemológica, teórica, metodológica, temática e empírica. É possível encontrar neste tipo de estudo as trilhas genealógicas percorridas, sejam de natureza científica ou intelectual. Os percursos do conhecimento são desvelados e manifestados em

redes com sujeitos enodados a partir de suas ações e interesses enquanto agentes no mundo.

Na bibliometria, a historiografia se potencializa, fundando o que se chama de historiografia bibliométrica. Este método aparece em Santos, Holanda, Silva e Silveira (2012) quando utilizaram o *software HistCite* (Garfield; Pudovkin; Istomin, 2002), reconstruindo a historiografia de um tema na forma de "mapa de visualização cronológica", a partir dos metadados. E, também, tem-se a publicação "*Suzana Mueller: estudo da historiografia bibliométrica na Ciência da Informação*" (Gabriel Junior; Sobral; Bufrem, 2021), objetivando construir uma historiografia bibliométrica da egrégia pesquisadora da Ciência da Informação (CI), Suzana Pinheiro Machado Muller, a partir de suas publicações indexadas na Base de Dados Referencial de Artigos de Periódicos em Ciência da Informação (Brapci).

Impulsiona esta investigação, o interesse em acompanhar a evolução da inteligência artificial (IA) no âmbito da CI, sendo a historiografia bibliométrica um método adequado a este fim. Segundo Casimiro e Araújo (2021), o movimento dos estudos de diferentes tecnologias digitais, tais como a IA, tornaram-se necessários e evidentes no âmbito da CI, exigindo maiores habilidades técnicas e científicas dos profissionais da informação com o propósito de criar, organizar, armazenar, preservar, descartar e compartilhar dados e informações.

Para o desenvolvimento da historiografia bibliométrica sobre IA, segue-se o caminho de Santos, Holanda, Silva e Silveira (2012), a partir dos metadados dos artigos, em especial as correlações com o campo "ano de publicação", visando construir cronologias que apontem para a construção de uma cultura de publicação no tema e no campo selecionado, propondo uma "viagem no tempo", diacrônica e particularizada, a partir e por meio da produção bibliográfica selecionada. A pergunta

norteadora do estudo é: Qual a historiografia bibliográfica da produção de conhecimento sobre IA na CI?

Considera-se que a IA é composta por uma constelação de itens, envolvendo conhecimentos em algoritmos, robótica, redes neurais, infraestrutura de *software* e *hardware*, aprendizagem de máquina, mineração de dados e texto, processamento de linguagem natural e tantos outros elementos que proporcionem ao *software*/sistema propriedades de inteligência comparadas a de um ser humano (Forsting, 2017; Mesquita, 2017) com representativo grau de elaboração intelectual e competência de reflexão e execução. Assim, os agentes dotados de IA são capazes de aprender e reaprender, a partir de fontes de informação que incluem plataformas, bancos de dados, indexadores, repositórios etc., podendo elaborar sínteses numa linguagem inteligível em nível de conhecimento, acarretando potencial contribuição para o desenvolvimento do campo da CI.

Para identificar os elementos referidos, este artigo objetiva analisar, na perspectiva da historiografia bibliométrica, a produção de artigos sobre IA, indexados na *WoS*, no âmbito da CI. Justifica este estudo a necessidade de avaliar os conhecimentos produzidos, ao longo da história, sobre a presença da IA na CI, o reconhecimento da gênese em uma base de dados internacional estruturada, e, portanto, capaz de capturar os temas coocorrentes, suas particularidades e características, e os autores seminais partícipes da construção do *corpus* a ser analisado. Além disto, compreende-se a relevância dos estudos envolvendo a IA como aporte ao passado, presente, e, sobretudo, ao futuro da CI, ao vislumbrar possíveis reconfigurações dos modos de fazer pesquisa.

2 A CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO DIANTE DE NOVAS PRÁTICAS

O contexto de surgimento da IA é percebido pelo cruzamento de conhecimentos advindos de áreas distintas ao confrontarem o funcionamento de uma célula viva (neurônio) com o de um dispositivo eletrônico (válvula, circuito, ralé, transistor, chip) e de identificarem uma característica comum a ambos (Silveira, 2017). A IA é um campo associado à computação, mas têm muitas conexões importantes com outras áreas, como matemática, psicologia, cognição, biologia, linguística e filosofia, ciência comportamental e cerebral, dentre outras. Dodig-Crnkovic (2003) acredita que a capacidade da IA de combinar conhecimentos de diversas áreas irá beneficiar o progresso na busca de criar um ser artificialmente inteligente. Nesta ideia, percebe-se a presença da interdisciplinaridade para juntar teorias diferentes com o intuito de resolver problemas comuns.

Nesta perspectiva, "A CI está inexoravelmente ligada à tecnologia da informação" (Saracevic, 1996), ao investigar a informação observa-se o comparecimento das tecnologias deste os primórdios, com as respectivas características de cada época. O conhecimento se reverte em ferramentas e dispositivos tecnológicos, transformando a vida em sociedade.

Entretanto, assim como a máquina de Alan Turing e a matemática explicada por Leibniz e Frege não podiam resolver todos os problemas, é complexo afirmar que a CI pode resolver todos os enigmas informacionais. Cada área do conhecimento, além de ampla, possui especificidades e os desafios não terminam por aí, mas se modificam, transformando-se em outras possíveis incógnitas.

Bush (1945) descreveu um dispositivo de uso individual, um tipo de biblioteca mecanizada onde o indivíduo pudesse consultar informação com rapidez e flexibilidade, uma memória externa e aumentada capaz de ligar itens, recuperá-los, armazená-los, e deu a isso o nome de “memex”. O autor percebeu o problema da

"explosão Informacional", propôs ajustes tecnológicos, imaginou como seria o futuro e acertou em muitas questões, como o conhecimento armazenado em suportes cada vez menores, a ponto de as pessoas poderem levar para onde quiserem.

Diante dos processos de transformação digital, Dodig-Crnkovic (2003) declarou que a sociedade está testemunhando uma mudança de paradigma. Kuhn (2017), explica que as novas teorias ocorrem por meio de revoluções científicas, as crises iniciam-se com o obscurecimento da ciência normal e o surgimento de um novo paradigma. Diante da atual necessidade e mecanismo de busca e gerenciamento de informação, pode-se considerar que a sociedade se encontra em crise, seguindo para um novo paradigma. Essa próxima ciência aprecia tudo que é digital, virtual, on-line e isso requer reconstrução e adaptação dos estudos, métodos e práticas vividas e conhecidas.

Neste contexto, a CI encontra a IA, estabelecendo um conjunto de convergências e possibilidades, em um momento histórico marcado pela necessidade de adaptação e por transformações na forma de ser e de fazer ciência no orbe dos estudos em informação. Assim, segundo Martins (2010), o uso da IA possui benefícios na CI para a recuperação da informação (textos, imagens, sons e outros tipos); na construção de agentes inteligentes de maneira a resolver problemas de localização de informações, como se o próprio humano a estivesse realizando; podendo ser empregada em sistemas que permitem a classificação automática de conteúdos; no processamento em linguagem natural; na gestão da informação, especialmente na tomada de decisão por especialistas; e no apoio de instrumentos de mineração de dados e textos.

No campo bibliométrico, vocacionado à mensuração de atividades científicas, particularmente no contexto bibliográfico, a IA possibilita a reconfiguração nos modos de recuperação, processamento e visualização dos dados, evoluindo de um

modelo booleano para diálogos em linguagem natural, propiciando novos contextos de comunicação entre os seres humanos e as máquinas, permitindo a automatização de tarefas e a concentração de múltiplos processos em uma única plataforma orientada à produção de resposta.

Desta feita, o conjunto de atividades que caracterizam o campo bibliométrico, como a observação de tendências na produção de conhecimento, a recuperação e mensuração do estado da arte (Pereira; Santos; Oliveira; Leão, 2019), a avaliação dos avanços da ciência e tecnologia, a análise performática dos setores científicos e tecnológicos com base em fontes bibliográficas para identificar os atores, suas relações e tendências (Spinak, 1996), tendem a sofrer profundas transformações, deslocando esforços da capacidade de processamento de dados para atividades analíticas de alto valor agregado, como a criação de competências interpretativas, aplicações de inteligência para a elaboração de perguntas e aptidão para solução de problemas e desenvolvimento de produtos e serviços baseados em dados.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Os procedimentos metodológicos englobam um conjunto de ferramentas e técnicas baseadas em publicações com propósito similar. Assim, inicialmente, buscou-se inspiração em Tu *et al.* (2022), que utilizaram a *WoS - Core Collection* e *software* de análise de redes para analisar a aplicação e o desenvolvimento da IA no assunto “câncer de esôfago”. Em tom semelhante, Jabeen, Liu Yun, Jabeen e Tahir (2017) aplicaram a mineração de textos, a partir da ferramenta *Vantage Point*, para analisar dados da *WoS* sobre a produção acadêmica em Biblioteconomia e Ciência da Informação (BCI).

Assim, neste artigo, discutem-se as tendências globais em IA no âmbito da BCI com base em dados obtidos na *WoS*. O enfoque adotado foi a historiografia

bibliométrica, que tem como propósito recuperar o pensamento de precursores de um campo e suas contribuições para o desenvolvimento de uma disciplina (Sáiz Roca, 1989). Acerca disto, destaca-se o artigo publicado por Bufrem, Silva, Sobral e Correia (2016), onde apresenta-se a cronologia da produção científica relacionada à Ciência Orientada a Dados, identificando que até 2013 havia uma grande preocupação dos pesquisadores com as questões ligadas à computação em grade (*Grid computing*), e a partir de 2014 o foco foi redirecionado a *Big Data*. No presente artigo, realizam-se ponderações desta natureza acerca da IA.

Em síntese, a pesquisa demandou as seguintes etapas:

a) Busca de informações: por meio da base *WoS*, foi realizada uma busca na aba "Tópico", que recupera por título, resumo, palavras-chave e *Keywords Plus*, utilizando o termo "*artificial intelligence*". Em relação ao truncador (" "), seu papel foi de delimitar resultados exatos quanto ao termo descrito em qualquer um dos tópicos mencionados. A pesquisa não determinou um recorte temporal específico, haja vista a necessidade de mapear os primeiros artigos, e, consequentemente, identificar os autores seminais no assunto. Houve filtro por tipologia documental, considerando os artigos em periódicos (incluindo acesso antecipado e artigos de revisão), por expressarem as pesquisas mais consolidadas no campo, avaliadas por pares e publicadas em periódicos indexados. Quanto à área do conhecimento, optou-se pela BCI, dada a necessidade de investigar o tema na perspectiva do avanço da informação diante das inovações tecnológicas neste campo, pois segundo Zins (2011), um dos enfoques existentes da CI é estudar os aspectos tecnológicos e mediadores do conhecimento objetivo, ou seja, a produção, a representação, a organização, o processamento, o armazenamento, a disseminação e a recuperação do conhecimento. No que

tange aos resultados de busca[5], foram obtidos 126.876 registros da coleção principal da *WoS* sobre IA, 1699 após o refinamento para a categoria *Information Science/Library Science* (BCI), chegando-se a 1259 itens ao selecionar os artigos de periódicos, incluindo os de revisão e acesso antecipado: *Tópico "artificial intelligence". = 126.876 / Categorias: Information Science Library Science = 1699 / Tipologia: Artigo; Acesso antecipado; Artigo de revisão = 1259;*

b) Obtenção dos dados: em seguida, realizou-se os *downloads* dos registros bibliométricos apresentados pela base de dados. O formato selecionado foi o arquivo de texto sem formação (.txt), que, por preservar as marcações, é compatível com *Microsoft Excel*® e outros *softwares* de planilha de cálculo. O recurso "analisar resultados", disponível na base, foi utilizado de modo complementar enfocando a elaboração de *rankings*;

c) Correção e cruzamento dos dados: foi possível corrigir os registros e realizar eventuais agrupamentos de dados, tais como junção de palavras-chave e autores sinônimos. Neste aspecto, adotou-se o *software Vantage Point*® (Porter; Cunningham, 2005) ao utilizar rotinas de mineração de textos, chamadas de *clean up*, que implicou na limpeza dos dados e estandardização; cruzamento de dados, possibilitando o vínculo de campos para análises multivariadas; e a elaboração de matrizes, que determinaram a ausência ou presença de relação entre categorias de dados, por exemplo: palavras-chave e anos de publicação, autores e autores, países e anos de publicação, entre outros. A organização das décadas foi realizada pela

[5] Link para acesso aos resultados de busca: https://www.webofscience.com/wos/woscc/summary/188fc857-4704-4607-8d60-d93b0c4a0b6c-9554e906/relevance/1.

funcionalidade "criação de grupos" disponível no referido *software* com o propósito de evitar a dispersão da análise ano a ano. Os produtos desta etapa foram matrizes matemáticas e rankings estatísticos;

d) Representação gráfica analítica dos dados: no intuito de apresentar os resultados, foi utilizada a ferramenta *Ucinet* (Borgatti; Everett; Freeman, 2002), baseando-se nas matrizes elaboradas na etapa anterior. Nos grafos, foram consideradas as relações, sua intensidade, o quantitativo de produções e a clusterização, sendo estas variáveis expressadas pelos nós, vínculos e cores. Com o propósito de proporcionar uma visualização legível, alguns filtros foram aplicados com base no grau de cada nó. Para a elaboração de outros gráficos, a ferramenta *Microsoft Excel*® foi acionada.

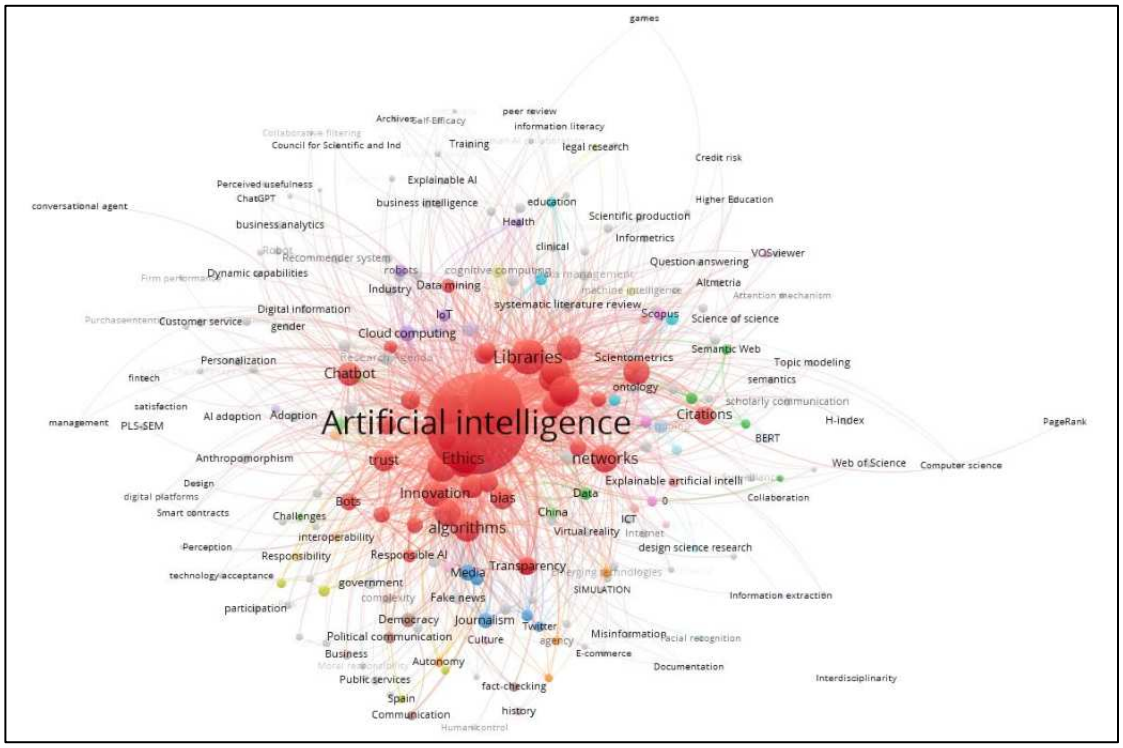
4 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Esta seção tem como objetivo discutir os resultados do estudo. Para isto, adota-se a seguinte ordem de exposição: Na subseção 4.1, têm-se as palavras-chave mais representativas, suas relações de coocorrência e os temas organizados em décadas, visando representar a constelação temática ao longo dos anos; na sequência (4.2), encontram-se os autores mais produtivos, suas relações de coautoria e a produtividade dos países nas décadas.

4.1 PALAVRAS-CHAVE MAIS REPRESENTATIVAS, SUAS RELAÇÕES DE COOCORRÊNCIA E OS TEMAS ORGANIZADOS EM DÉCADAS

Foram identificadas 3112 palavras-chave, sendo 2873 com uma ou duas ocorrências. Dada esta grande dispersão, foram considerados apenas os termos com três ou mais ocorrências. Assim, o léxico da rede foi composto por 239 palavras, dispostas na Figura 1:

Figura 1 - Rede de palavras-chave relacionadas à IA, na produção de BCI, na *WoS*



Fonte: Elaborada pela autora (2024).

As palavras-chave mais representativas no aspecto quantitativo são: *artificial intelligence* (n=654), *machine learning* (n=147), *decision making* (n=86), *libraries* (n=68), *ethics* (n=67), *knowledge* (n=61), *networks* (n=49), *natural language processing* (n=47), *big data* (n=46), *deep learning* (n=45), *bibliometrics* (n=43), *innovation* (n=41) *learning* (n=40), *neural networks* (n=38), *algorithms* (n=37), *governance* (n=33) e *automation* (n=32).

Para a análise, foram ignoradas as relações envolvendo o termo específico "*artificial intelligence*", haja vista ser a palavra utilizada na expressão de busca, e, em consequência disto, tem relação óbvia estabelecida com todos os termos recuperados. O objetivo desta análise é refletir sobre as palavras que coocorrem a IA,

por entender que elas, em conjunto, provêm conhecimento novo que sustenta e circunda o desenvolvimento da especialidade.

A alta representatividade dos termos *machine learning* (aprendizado de máquina), junto às *neural networks* (redes neurais) e *deep learning* (aprendizado profundo), encontra-se no âmago do progresso das pesquisas em IA no período. O **aprendizado de máquina** é o estudo de algoritmos e modelos para sistemas de computação que busca executar tarefas com base na identificação e inferência de padrões, sendo os modelos de *aprendizado profundo* mais recentes, baseados em redes neurais artificiais, que imitam a estrutura do cérebro humano configurando-se em neurônios interconectados (Véstias, 2021). *Decision making* (tomada de decisão) e *libraries* (bibliotecas) surgem, especialmente, como oportunidades e *locus* de aplicação das tecnologias de IA, beneficiando-se da atuação de agentes inteligentes baseados em algoritmos que contribuam para a redução das incertezas em processos decisórios complexos e nas atividades de coleta, organização, processamento e disseminação da informação, nucleares nos ambientes das bibliotecas.

O tema *ethics* (ética), imprescindível numa discussão humanizada sobre as inteligências artificiais, teve sua primeira aparição em 1996, no estudo de Remenyi e Williams, intitulado *Some aspects of ethics and research into the silicon brain*, objetivando discutir algumas das questões relacionadas à ética no contexto da pesquisa sobre o cérebro de silício no âmbito dos sistemas de informação e IA. Neste texto, os autores chegam a afirmar que a pesquisa em IA não para de avançar devido à competição comercial, mas falta compreensão de onde ela pode estar nos levando e como seremos capazes de controlar seus efeitos (Remenyi; Williams, 1996). Esta é a base do dilema ético que circunda o tema.

Uma reflexão importante sobre o tema ética em IA proporcionada pela historiografia bibliométrica é a lacuna entre a primeira e a segunda publicação. O

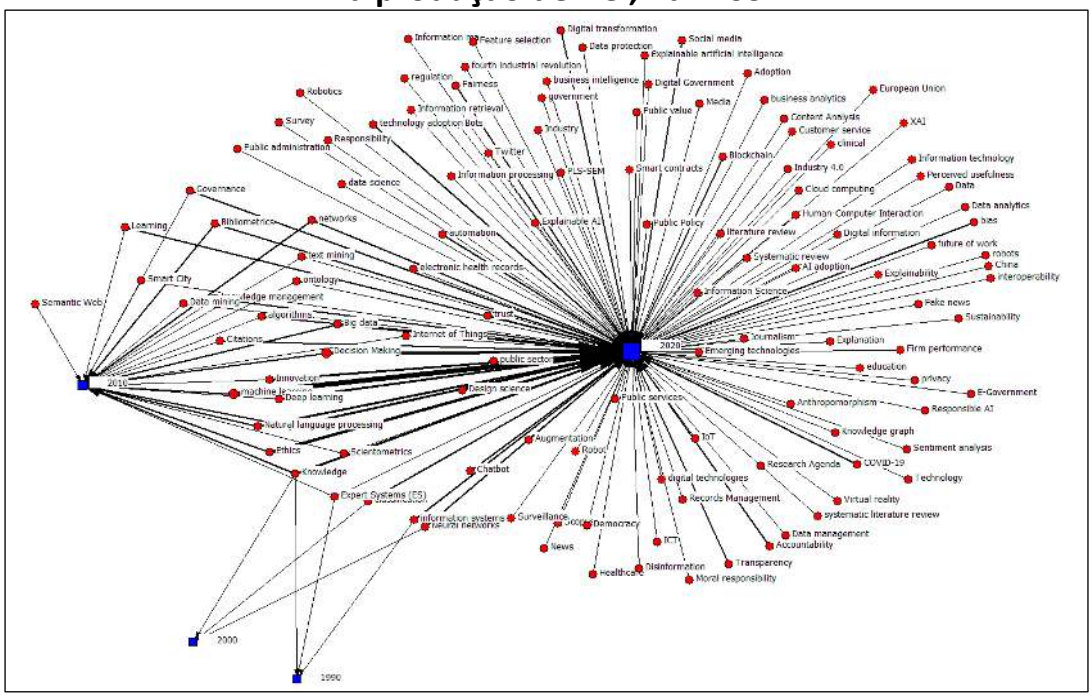
segundo artigo foi apenas publicado em 2008, por Bernd Frohmann, no *Journal of the American Society for Information Science and Technology* (JASIST), um periódico internacional do núcleo da CI. O manuscrito discute o papel da subjetividade na ética da informação, reforçando a centralidade do sujeito ético e engajado na deliberação moral frente aos vários padrões e códigos morais existentes, sendo julgado pelos outros sujeitos e por si.

No que se refere às relações entre os termos, os pares de palavras a seguir denotam o grau de coocorrência temática: *machine learning & natural processing language* (n=17); *machine learning & deep learning* (n=12); *machine learning & decision support* (n=10); *bibliometrics & h-index* (n=10); *machine learning & algorithms* (n=8); *machine learning & ethics* (n=8); *ethics & governance* (n=8); *neural networks & classification* (n=7); *machine learning & classification* (n=7); *machine learning & data mining* (n=7); *governance & regulation* (7); *machine learning & automation* (6). Pode-se observar a predominância de vínculos envolvendo *machine learning*, haja vista sua centralidade para a IA. Segundo Challapalli e Li (2020), o aprendizado de máquina é a IA que pode ser usada para treinar sistemas para aprender com os dados fornecidos, que por sua vez podem ser usados para prever ou categorizar novos dados não treinados.

Igualmente dignos de destaque os laços estabelecidos entre a bibliometria e o **índice h**, reforçando a importância de dados historiográficos na pesquisa bibliométrica, tendo em vista o foco deste índice ser a mensuração do histórico de produções de pesquisadores, ponderado pela quantidade de citações que recebe, gerando a estatística de que o autor X recebeu X ou mais citações, por exemplo. E, também, as relações entre **ética & governança** e **ética & regulação**, reforçando a necessidade de marcos regulatórios sobre a produção de inteligências artificiais que atendam a princípios éticos.

A Figura 2 relaciona as palavras-chave dos autores com a década das publicações, consolidando dados acerca das opções temáticas dos autores ao longo dos anos, no escopo da IA. Similarmente à Figura 1, foram considerados apenas os termos com três ou mais ocorrências, estabelecendo um corpus de 239 palavras.

Figura 2 - Palavras-chave dos autores organizadas em décadas relacionadas à IA, na produção de BCI, na *WoS*



Fonte: Elaborada pela autora (2024).

Com o intuito de proporcionar uma melhor visualização, fez-se um recorte nas palavras que possuíam no mínimo quatro relações com alguma outra, excluindo o termo "*artificial intelligence*", por entender que é uma palavra-chave que estabelece todas as relações entre elas, formalizada pela expressão de busca realizada. Com isto, nota-se que as décadas 1970 e 1980 não aparecem na rede, tendo em vista a baixa produção no período. Todavia, estes anos farão parte da análise para que se possa observar os temas seminais que compõem o orbe do assunto.

Na década de 1970, têm-se termos voltados à recuperação da informação (n=1), comunicação homem-máquina (n=1), análise das linhas de estudos em IA (n=1) e associação de recursos em IA (n=1). Na perspectiva historiográfica, estes termos possuem singular importância, pois expressam os temas seminais que pavimentaram as publicações no campo, reflexo de esforço pioneiro. Nos anos 1980, há uma grande pulverização dos temas, porém, nota-se o enfoque da BCI presente de forma muito clara, a exemplo de recuperação da informação (n=4), problemas (n=3), educação em CI (n=2), linguagem (n=2), pesquisa (n=2), sistemas de informação (n=2), terminologia (n=2) e usuários (n=2). Neste momento, os cientistas da informação passam a contextualizar de maneira mais efetiva a IA nos temas de área, com mérito expressivo da Dra. Linda C. Smith, com seis publicações no período, merecendo uma análise na subseção seguinte deste artigo, que aborda os autores.

Nos anos 1990 destacam-se os sistemas especialistas (n=6) e os estudos sobre conhecimento, incluindo a gestão do conhecimento (GC). Na década de 2000 há um foco continuado na GC (n=5), todavia, inicia-se um aprofundamento nos estudos envolvendo redes neurais (n=4), classificação (n=4) e jogos (n=3); Na seguinte década – 2010 – há um impactante aumento nas publicações, sendo o perfil temático mais similar ao que conhecemos hoje, incluindo: aprendizado de máquina (n=20), bibliotecas (n=18), rede (n=15), bibliometria (n=14), processamento de linguagem natural (n=13) e ética (n=13). Por fim, na década presente vê-se um enfoque em aprendizado de máquina (n=125), tomada de decisão (n=71) e ética (n=54).

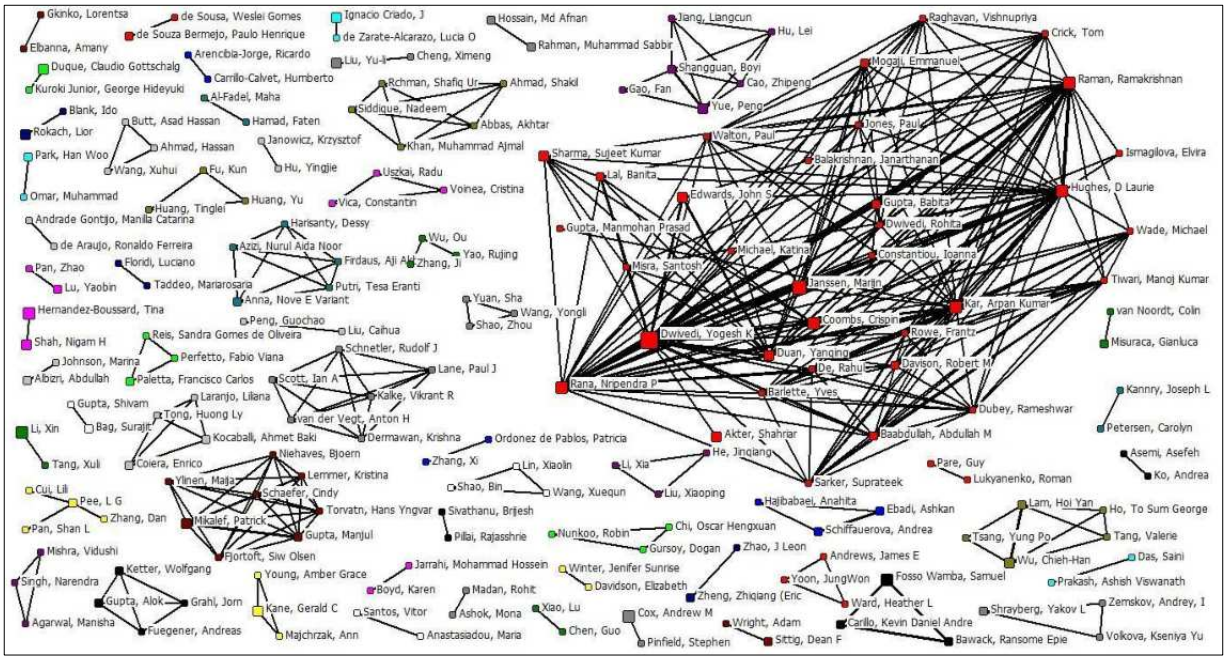
Conforme se vê, a evolução dos temas apresentou uma configuração dispersiva no início, sendo os anos 2010 fundamentais para a consolidação de um perfil nuclear capaz de caracterizar as discussões sobre IA na CI frente às demandas da atualidade, desvelando o aprendizado de máquina como tema de maior destaque, definido por Gangloff *et al*. (2021) como uma abordagem herdada de IA que permite aos

computadores a extração e classificação de padrões, valendo-se de variáveis explicativas.

4.2 AUTORES DO CAMPO DA BCI, NA *WOS*, NA TEMÁTICA "IA" E SUAS RELAÇÕES AO LONGO DOS ANOS

No total, foram mapeados 3503 autores, sendo selecionados apenas os que possuíam mais de uma publicação e mais de um relacionamento na rede. Assim, a Figura 3 foi gerada:

Figura 3 - Rede de autores mais representativos em IA, na produção de BCI, na *WoS*



Fonte: Elaborada pela autora (2024).

Os autores mais produtivos da rede são: Dwivedi YK (n=9); Janssen M & Smith LC (n=7); Chatterjee S, Fosso Wamba S, Kar AK & Rana NP (n=6); Coombs C, Cox AM, Hernandez-Boussard T, Raman R, Hughes DL & Li X (n=5).

Dwivedi é professor de Marketing Digital e Inovação, diretor fundador do *Emerging Markets Research Center* (EMaRC) e codiretor de pesquisa da *School of*

Management, *Swansea University*, País de Gales, Reino Unido. Atualmente é o editor-chefe do prestigiado *International Journal of Information Management*. Marjin é professor titular em "Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) e Governança" e chefe do departamento de *Engineering Systems and Services* (ESS) da Faculdade de Tecnologia, Política e Gestão da *Delft University of Technology*. O departamento da ESS é composto por mais de 175 acadêmicos que estudam a engenharia de sistemas sociotécnicos, combinando *insights* de Engenharia, Ciências Sociais e Comportamentais.

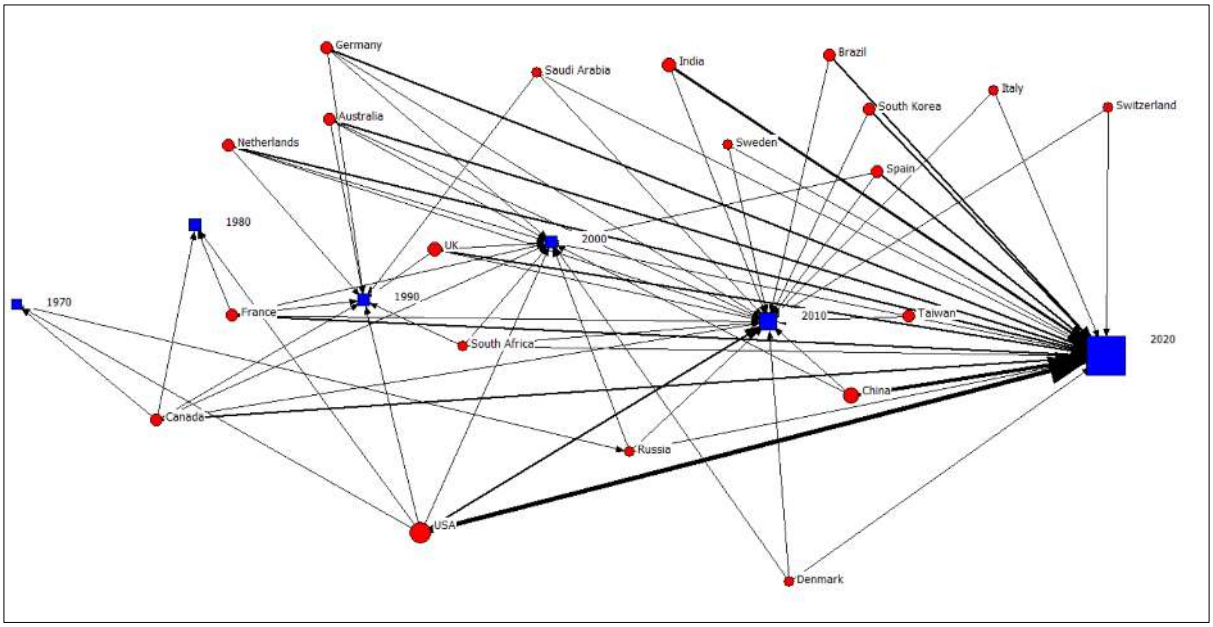
Smith consta no site da Illinois Experts como ex-reitora interina para assuntos docentes e ex-reitora interina da *School of Information Sciences* da *University of Illinois Urbana-Champaign*. O último artigo da autora, no *corpus*, foi publicado em 1989 e o primeiro em 1976, na revista *Information Processing & Management*, denominado *Artificial Intelligence in Information-Retrieval Systems*. Neste texto, a pesquisadora parte dos questionamentos de Bush "*As We May Think?*" e Turing "*Can Machines Think*?". O foco do artigo é debater os papéis e limitações do homem e da máquina no processo de recuperação da informação. Está aposentada desde 2019, possuindo vários prêmios e honras conquistados em 42 anos de carreira (1977-2019).

Na linha do tempo do *corpus* recuperado pelo presente artigo, o artigo de Smith foi o terceiro publicado do conjunto total, antecedido por: "*Automatic classification of bibliographic data bases - model for cognitive biological processes and artificial intelligence*", de Schiminovich, S (1975), do *American Institute of Physics* (EUA), considerado o primeiro estudo sobre modelos em IA (Ho; Wang, 2020); o segundo artigo foi produzido por Pertsova, NN (1975), da *Lomonosov Moscow State University*, denominado "*Line of studies in artificial intelligence (vinograds robot)*", num período de grande influência da Rússia no cenário global da CI.

No que se refere aos relacionamentos, os pares coocorrentes mais representativos na rede são: Raman, R & Dwivedi, YK; Dwivedi, YK & Rana, NP; Dwivedi, YK & Hughes, DL; Raman, R & Hughes, DL (n=5); Dwivedi, YK & Duan, Y; Raman, R & Rana, NP; Rana, NP & Hughes, DL (n=4). Chama a atenção que todos os autores mencionados estão vinculados a um mesmo *cluster*, o mais denso, com 34 autores representados em nós vermelhos à supra direita na Figura 3. A propósito dessa representação gráfica, o processo de coautorias, no período, se concentra em torno de publicações veiculadas pelo periódico *International Journal of Information Management*, em que um dos autores centrais da rede e editor-chefe do periódico publicou seis dos seus nove artigos (Dwivedi). Raman publicou cinco de cinco, Rana quatro de seis, Hughes três de cinco e Duan quatro de quatro, denotando uma forte endogenia em torno do referido veículo.

Em seguida, é analisada a produtividade em torno das décadas. Este mapeamento contribui para a compreensão da produtividade dos países ao longo do tempo (Figura 4). 80 países foram identificados, sendo os vinte primeiros países (25%) responsáveis por 81,24% das publicações. Desta feita, apenas estes foram selecionados para o grafo.

Figura 4 - Produtividade dos países em IA através das décadas, na produção de BCI, na *WoS*



Fonte: Elaborada pela autora (2024).

A princípio, tem-se 47 anos de produção, sendo o primeiro ano 1975, conforme já informado. Devido a algumas lacunas de anos sem publicação, o primeiro período (década de 1970) tem quatro anos de publicações com cinco artigos no total, a década de 1980 tem nove anos de publicação com 35 artigos, os anos 1990 são os primeiros com publicações todos os anos (n=76), as décadas 2000, 2010 e 2020 também possuem publicações todos os anos, possuindo 44, 217 e 879 artigos respectivamente. O destaque quantitativo de publicações na última década merece realce, haja vista ser composta por apenas 4 anos incompletos, denotando uma "explosão" do interesse pelo tema "IA" na CI.

Em relação aos países, os mais produtivos são: Estados Unidos (n=326), China (n=180), Reino Unido (n=111), Índia (n=99), Alemanha (n=76), Austrália (n=73), Espanha (n=68), Canadá (n=59), Brasil (n=47), França (n=45), Holanda (n=43) e Coréia do Sul (n=41). Os países que obtiveram maior representatividade nas décadas foram Estados Unidos (n=2), Canadá (n=1) e Rússia (n=1) em 1970; Estados Unidos (n=3),

França (n=3) e Canadá (n=1) nos anos 1980; Estados Unidos (n=23), França (n=4), Canadá (n=4) na década 1990; Estados Unidos (n=17), Canadá (n=3), China (n=3), Taiwan (n=3) nos anos 2000; Estados Unidos (n=52), China (n=27), Espanha e Reino Unido (n=20) na década 2010. Chama a atenção que nesta década o Brasil começa a figurar nos países de elite com 14 publicações.

E, por fim, nos anos 2020, Estados Unidos (n=229), China (n=150) e Índia (n=87), consolidando dois BRICS entre os três primeiros, tendo ainda o Brasil (n=33), a África do Sul (n=22) e a Rússia (n=14) em boas posições. Os únicos países com produção presente em todas as décadas estudadas foram Estados Unidos e Canadá, ambos com linha de tendência ascendente, demonstrando crescimento de interesse no tema. Chama a atenção a China ter iniciado sua produção nos anos 2000 e já encontrar-se consolidada como o segundo país mais produtivo, o que ratifica o discurso da ascensão e solidificação da China como uma potência científica e tecnológica.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo vale-se da literatura científica indexada na *WoS* para desenvolver uma historiografia bibliométrica da produção científica sobre IA, na BCI. As palavras-chave indicam uma trajetória iniciada na década 1970 com a investigação da recuperação da informação, comunicação homem-máquina e recursos de IA, incluindo nos anos 1980 a produção de pesquisas focadas no impacto das tecnologias de IA nos usuários, na pesquisa e educação em CI, nos sistemas de informação e em questões de cunho bibliográfico-documental; nas décadas seguintes incluem-se discussões envolvendo aprendizado de máquina, redes neurais, processamento de linguagem natural, ética, bibliotecas, tomada de decisão e a bibliometria que surgem da necessidade de avaliar a produção científica no âmbito da IA, semelhantemente ao presente artigo.

Os dados coletados e as informações constantes na discussão realizada neste e na literatura evidenciam que a eminência e a presença da IA no campo da CI, no cenário global, acompanhou o seu desenvolvimento sociotécnico diante das novas perspectivas: nas três primeiras décadas abarcadas pela pesquisa (1970 a 1990, os artigos focados nas formas e nos impactos da IA nos processos de recuperação da informação, bem como as repercussões nos processos de organização, disseminação e uso da informação; nas décadas seguintes (2000 a 2020), tem-se uma produção bibliográfica ampla e consistente voltadas para outros elementos do ciclo da informação, em especial na gestão da informação e da tecnologia da informação em processos de coleta, armazenamento e organização para fins decisórios em unidades de informação.

Nota-se também uma predominância autoral em poucos autores entre os mais produtivos do período, como também o elemento endógeno entre eles. Nesse sentido, convém destacar que tais produções podem, em certa medida, situar problemas de pesquisa particulares, bem como interesses sociopolíticos de grupos de pesquisa e de veículos de comunicação científica.

Além do mais, os dados evidenciam um aumento expressivo do interesse na temática nas duas últimas décadas, refletindo a forte presença dos BRICS, que nos anos 1970 eram representados apenas pela Rússia, e, agora, têm a China atrás apenas dos EUA e a Índia e o Brasil bem representados enquanto retrato do ímpeto de desenvolvimento que este grupo de países possui, sobretudo, nas intenções de superar a defasagem tecnológica em relação aos países de primeiro mundo.

Em pesquisas futuras pretende-se aprofundar os conceitos de transtemporalidade e transgeracionalidade presentes em Bufrem e Sobral (2022) com o propósito de interpretar a constância de assuntos, autores, referentes e periódicos ao longo dos anos em posições de destaque na produção em IA. Tal

reflexão serve para distinguir as presenças constantes e esporádicas ao longo da trajetória temporal analisada, permitindo interpretar questões ligadas à perenidade e à obsolescência.

REFERÊNCIAS

BORGATTI, Stephen P.; EVERETT, Martin G.; FREEMAN, Linton. C. **UCINET for windows:** software for social network analysis. Harvard: Analytic Technologies, 2002.

BUFREM, Leilah Santiago; SOBRAL, Natanael Vitor. Indícios de transgeracionalidade nas práticas de citação dos bolsistas de produtividade em pesquisa da área de ciência da informação. *In*: ENCONTRO BRASILEIRO DE BIBLIOMETRIA E CIENTOMETRIA, 8., 2022, Maceió. **Anais** [...]. Maceió: UFAL, 2022. Disponível em: https://cip.brapci.inf.br/download/219958. Acesso em: 17 set. 2024.

BUFREM, Leilah Santiago; SILVA, Fábio Mascarenhas e; SOBRAL, Natanael Vitor CORREIA, Anna Elizabeth Galvão Coutinho. Produção internacional sobre ciência orientada a dados: análise dos termos data science e e-science na Scopus e na Web of Science. **Informação & Informação**, Londrina, v. 21, n. 2, p. 40-67, maio/ago. 2016. Disponível em: https://ojs.uel.br/revistas/uel/index.php/informacao/article/view/26543/20114. Acesso em: 11 abr. 2023.

BUSH, Vannevar. As we may think. **Atlantic Monthly**, [*s. l.*], v. 176, n. 1, p. 101-108, 1945. Disponível em: https://www.theatlantic.com/magazine/archive/1945/07/as-we-may-think/303881/. Acesso em: 11 jun. 2024.

CASIMIRO, Adelaide Helena Targino; ARAÚJO, Wagner Junqueira de. Inteligência artificial em ciência da informação: revisão sistemática da literatura. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO, 21., 2021, Rio de Janeiro. **Anais** [...]. Rio de Janeiro: ANCIB/UFRJ, 2021. Disponível em: https://enancib.ancib.org/index.php/enancib/xxienancib/paper/viewFile/8/442. Acesso em: 17 set. 2024.

CHALLAPALLI, Adithya; LI, Guoqiang. 3D printable biomimetic rod with superior buckling resistance designed by machine learning. **Scientif Reports,** [*s. l.*], v. 10, p.

20716, nov. 2020. Disponível em: https://www.nature.com/articles/s41598-020-77935-w#citeas. Acesso em: 17 set. 2024.

COSTA, Pietro. Passado: dilemas e instrumentos da historiografia. **Revista da Faculdade de Direito - UFPR**, Curitiba, n. 47, p. 21-28, 2008. Disponível em: https://revistas.ufpr.br/direito/article/view/15733/10439. Acesso em: 17 maio 2023.

DODIG-CRNKOVIC, Gordana. Shifting the paradigm of philosophy of science: philosophy of information and a new Renaissance. **Minds and Machines,** [*s. l.*], v. 13, p. 521-536, nov. 2003. Disponível em: https://link.springer.com/article/10.1023/A:1026248701090. Acesso em: 28 mar. 2024.

FORSTING, Michael. Machine learning will change medicine. **Journal of Nuclear Medicine**, [*s. l.*], v. 58, n. 3, p. 357-358, 2017. Disponível em: https://jnm.snmjournals.org/content/jnumed/58/3/357.full.pdf. Acesso em: 17 set. 2024.

GABRIEL JÚNIOR, Rene Faustino; SOBRAL, Natanael Vitor. BUFREM, Leilah Santiago. Suzana Mueller: estudo da historiografia bibliométrica na Ciência da Informação. **Tendências da Pesquisa Brasileira em Ciência da Informação**, [*s. l*], n. 14, p. 1-21, 2021. Disponível em: https://revistas.ancib.org/index.php/tpbci/article/view/552/518. Acesso em: 15 jun. 2023.

GANGLOFF, Cedric; RAFI, Sonia, BOUZILLÉ, Guillaume; SOULAT, Louis; CUGGIA, Marc. Machine learning is the key to diagnose COVID-19: A proof-of-concept study. **Scientific reports**, [*s. l.*], v. 11, n. 1, p. 7166, 2021. Disponível em: https://www.nature.com/articles/s41598-021-86735-9#:~:text=Conclusion,by%20using%20clinico%2Dbiological%20variables. Acesso em: 17 set. 2024.

GARFIELD, Eugene; PUDOVKIN A. I.; ISTOMIN, V. S. Algorithmic Citation-Linked Historiography: mapping the literature of science. *In*: ANNUAL MEETING OF THE AMERICAN SOCIETY FOR INFORMATION SCIENCE & TECHNOLOGY, 65., 2002, Philadelphia. **Proceedings** […]. Philadelphia:: ASIST, 2002. p. 14-24. Disponível em:

https://asistdl.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/meet.1450390102. Acesso em: 29 jun. 2024.

HO, Yuh-Shan; WANG, Ming-Huang. A bibliometric analysis of artificial intelligence publications from 1991 to 2018. **COLLNET Journal of Scientometrics and Information Management**, [*s. l.*], v. 14, n. 2, p. 369-392, jun. 2020. Disponível em: https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09737766.2021.1918032. Acesso em: 17 set. 2024.

JABEEN, Munazza; YUN, Liu; RAFIQ, Muhammad; JABEEN, Misbah; TAHIR, Muhammad Azam. Scientometric analysis of library and information science journals 2003-2012 using Web of Science. **International Information & Library Review,** [*s. l.*], v. 47, n. 3-4, p. 71-82, 2015. Disponível em: https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/10572317.2015.1113602. Acesso em: 28 jul. 2023.

KUHN, Thomas Samuel. **A estrutura das revoluções científicas**. 13. ed. São Paulo: Perspectiva, 2017.

MARTINS, Agnaldo Lopes. Potenciais aplicações da inteligência artificial na ciência da informação. **Informação & Informação**, [*s. l.*], v. 15, n. 1, p. 1-16, 2010. Disponível em: https://ojs.uel.br/revistas/uel/index.php/informacao/article/view/3882. Acesso em: 28 jul. 2024.

MESQUITA, Cláudio Tinoco. Inteligência Artificial e Machine Learning em Cardiologia: uma mudança de paradigma. **International Journal of Cardiovascular Sciences**, [*s. l.*], v. 30, n. 3, p. 187-188, maio 2017. Disponível em: https://ijcscardiol.org/pt-br/article/inteligencia-artificial-e-machine-learning-emcardiologia-uma-mudanca-de-paradigma/. Acesso em: 17 set. 2024.

MOREIRA, Vânia Maria Losada. Os índios e a historiografia. **Dimensões**, Espírito Santo, v. 13, jul./dez. 2001. Disponível em: https://periodicos.ufes.br/dimensoes/article/download/2398/1894. Acesso em: 24 jun. 2024.

PEREIRA, Raquel da Silva; SANTOS, Isabel dos; OLIVEIRA, Keilla D. da Silva; LEÃO, Nilson. Metanálise como instrumento de pesquisa: uma revisão sistemática dos

estudos bibliométricos em administração. **Revista de Administração Mackenzie**, São Paulo, v. 20, n. 5, p. 1-33. Disponível em: https://www.scielo.br/j/ram/a/WLb3HLHPs3KyTX9rrVDjdTd/?format=pdf&lang=pt. Acesso em: 17 set. 2024.

PORTER, Alan L.; CUNNINGHAM, Scott W. **Tech Mining**: exploiting new technologies for competitive advantage. Nova Jersey: Wiley Online Library, 2005.

REMENYI, Dan; WILLIAMS, Brian. Some aspects of ethics and research into the silicon brain. **International journal of Information Management**, [*s. l.*], v. 16, n. 6, p. 401-411, de. 1996. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0268401296000291. Acesso em: 28 jul. 2024.

SÁIZ ROCA, Milagros. **Ramón Turró**: una aproximación historiográfica-bibliométrica. 1989. Tesis (Doctorado en Psicologia) – Universitat Autònoma de Barcelona, Facultat de Psicologia, Departament de Psicologia de l'Educación, Barcelona, 1989. Disponível em: https://ddd.uab.cat/record/36878. Acesso em: 28 set. 2024

SANTOS, Raimundo Nonato Macedo dos.; HOLANDA, Cinthia Maria Silva de; SILVA, Fábio Mascarenhas e; SILVEIRA, Murilo Artur Araújo da. Historiografia da atividade científica: reflexões sobre o papel da teoria "vis-à-vis" da prática. *In:* ENCONTRO BRASILEIRO DE BIBLIOMETRIA E CIENTOMETRIA, 3., 2012, Gramado. **Anais** [...]. Gramado: EBBC, 2012. Disponível em: https://cip.brapci.inf.br//download/46908. Acesso em: 28 jul. 2024.

SARACEVIC, Tefko. Ciência da informação: origem, evolução e relações. **Perspectivas em Ciência da Informação**, Belo Horizonte, v. 1, n. 1, p. 41-62, jan./jun. 1996. Disponível em: https://periodicos.ufmg.br/index.php/pci/article/view/22308/17916. Acesso em: 17 set. 2024.

SILVEIRA, José Atílio Pires da. **Inteligência artificial**: um perguntar pelo homem. 2017. Tese (Doutorado em filosofia) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2017. Disponível em: https://repositorio.ufpb.br/jspui/bitstream/123456789/11842/1/Arquivototal.pdf. Acesso em: 17 set. 2024.

SPINAK, Ernesto. **Diccionario enciclopédico de bibliometría, cienciometría e informetría.** Montevideo**:** UNESCO, 1996. *E-book.* Disponível em: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000243329. Acesso em: 2 jun. 2024.

TU, Jia-Xin; LIN, Xue-Ting; YE, Hui-Qing; YANG, Shan-Lan; DENG, Li-Fang; ZHU, Ruo-Ling; WU, Lei; ZHANG, Xiao-Qiang. Global research trends of artificial intelligence applied in esophageal carcinoma: a bibliometric analysis (2000-2022) via CiteSpace and VOSviewer. **Frontiers in Oncology**, [*s. l.*], v. 12, p. 972357, 2022. Disponível em: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36091151/. Acesso em: 29 jul. 2024.

VÉSTIAS, Mário Pereira. Convolutional Neural Network. Section 1 Artificial Intelligence*. In:* KHOSROW-POUR, Mehdi (D.B.A). **Encyclopedia of Information Science and Technology**. 5. ed. Florida: Engineering Science Reference, 2020. p. 12-26. *E-book.* Disponível em: https://www.igi-global.com/chapter/convolutional-neural-network/260172. Acesso em: 18 jun. 2023.

ZINS, Chaim. Redefinindo a ciência da informação: da "ciência da informação" para a "ciência do conhecimento". **Informação & Sociedade**, [*s. l.*], v. 21, n. 3, 2011. Disponível em: https://periodicos.ufpb.br/ojs2/index.php/ies/article/view/11901. Acesso em: 18 jun. 2023.

Copyright: Esta obra está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional.

tpbci@ancib.org @anciboficial @ancib_brasil