

Um levantamento bibliométrico: o uso de Inteligência Artificial para Neurodivergentes na Educação Básica Brasileira

Bruce dos Santos Albino 

Rafael Silva Santos 

Resumo

Tratar de neurodivergência no cenário de inclusão é um desafio contemporâneo. Anteriormente, o assunto era abordado por uma perspectiva focada na deficiência, em vez de ser vista como parte da diversidade humana. Da mesma forma, o uso de Tecnologia da Informação era visto como um suporte e não com um recurso facilitador. Dentro desse contexto, este estudo tem como objetivo, por meio de uma pesquisa bibliométrica nas bases de dados SciELO, Scopus e Web of Science, e com o auxílio do software VOSviewer, construir um panorama do estado da arte sobre o uso da Inteligência Artificial para neurodivergentes na educação básica brasileira. Os resultados indicam que o tema ainda tem sido pouco explorado em trabalhos recentes.

Palavras-chave: Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação, Inclusão, Acessibilidade.

A bibliometric survey: the use of Artificial Intelligence for Neurodivergents in Brazilian Basic Education

Bruce dos Santos Albino

Rafael Silva Santos

Abstract

Addressing neurodivergence in the inclusion scenario is a contemporary challenge. Previously, the subject was approached from a disability-focused perspective, rather than being seen as part of human diversity. Likewise, the use of Information Technology was seen as support and not as a facilitating resource. Within this context, this study aims, through bibliometric research in the SciELO, Scopus and Web of Science databases, and with the help of the VOSviewer software, to build an overview of the state of the art on the use of Artificial Intelligence to neurodivergent people in Brazilian basic education. The results indicate that the topic has still been little explored in recent works.

Keywords: Digital Information and Communication Technologies. Inclusion. Accessibility.

Introdução

Tratar de Inteligência Artificial (IA) e educação para neurodivergentes demanda a compreensão das necessidades psicopedagógicas particulares de cada grupo foco. Neurodivergência é um conceito que teve uma ampla difusão nos anos 90, através dos trabalhos das australianas Judy Singer e Havey Blume (BOTHÁ *et al.*, 2024) com a finalidade de representar e discutir as diferentes características das pessoas autistas, porém atualmente representa o movimento de modelos social reconhecimento de outras formas de funcionamento do cérebro (DWYER *et al.*, 2024). Apesar da relevância, essa compreensão ainda é incipiente, especialmente quando a neurodivergência não se enquadra na categoria de educação para Pessoas com Deficiência (PCD). O uso da tecnologia, quando adaptado, é uma realidade que pode proporcionar avanços na qualidade de vida e na aprendizagem.

Sabe-se que, ao longo dos anos, diferentes estudos têm sido inseridos no contexto da educação para neurodivergentes, tais como os de Minatel e Matsukura (2014), Souza e Anache (2020) e Farias e Martins (2022). Todos esses estudos apontam caminhos para o ensino, a aprendizagem, as políticas públicas e a melhoria da qualidade de vida. Alguns estudos, como os de Balisa *et al.* (2022), Bonkalo *et al.* (2021), Tsuzuki (2022), Delfino (2022) e Silva (2022) buscam aprimorar o desenvolvimento social e cognitivo, com objetivos de integração dos indivíduos com deficiência na sociedade, mas demonstram incipiência no tema de IA. Por outro lado, outros trabalhos tratam isoladamente do uso da tecnologia na educação.

Assim, este estudo objetiva elaborar um panorama que tem por escopo todos os trabalhos sobre o uso de IA para neurodivergentes na educação básica brasileira. Trata-se de uma pesquisa bibliométrica que visa identificar o volume de publicações sobre o tema. O escopo do trabalho compreende a utilização de metadados de diferentes bases de publicações acadêmicas, especialmente SciELO, Scopus e Web of Science. A pesquisa envolve a utilização de termos de busca para apresentar o panorama das publicações. Além disso, utilizamos um software de visualização, o VOSviewer, para construir mapas a fim de entender o que está sendo discutido sobre o tema.

Referencial Teórico

A pesquisa bibliométrica é uma metodologia quantitativa que se caracteriza pelo levantamento de dados relacionados ao volume de publicações, autores, gráficos e outras métricas que mensuram a produção científica. Essa abordagem possibilita compreender o estado da arte sobre determinado tema ou assunto em discussão. Kyrby (2023) e Yarmohammadi, Hayes e Karimi (2024) definem a bibliometria como uma técnica que analisa, ao longo do tempo, a incidência, evolução e correlações de um tema. Ambos os estudos destacam a relevância de repositórios como Web of Science e Scopus, que oferecem ferramentas para rastrear a conexão entre artigos científicos. Por meio dessas ferramentas, é

possível identificar quantas vezes um artigo foi citado e quais são suas referências, permitindo avaliar a influência de uma publicação na construção de novos conhecimentos.

Além disso, a bibliometria também auxilia na análise do impacto dos termos de busca escolhidos, orientando a pesquisa e permitindo a exploração de temas relacionados ao objeto investigado. Ramírez *et al.* (2023) apontam dois aspectos principais de sua aplicação nas Ciências Sociais e Humanas. O primeiro é a construção de um marco teórico, que define em que momento um tema começou a ser discutido e suas motivações. O segundo aspecto destaca a utilização de dados estatísticos e métricas como base para discussões e formulação de políticas públicas.

No contexto da bibliometria, o software VOSviewer desempenha um papel importante. Gratuito e amplamente utilizado, o VOSviewer facilita a construção e visualização de redes bibliométricas a partir da exportação de metadados, que podem incluir informações como autores, coautores, citações, títulos e resumos. Ao analisar esses metadados, o software gera mapas de correlação, condensando dados de forma eficiente para ampliar a assertividade e reduzir o tempo de análise.

O VOSviewer também utiliza técnicas de agrupamento para criar diferentes visualizações com base na similaridade entre periódicos, pesquisadores ou publicações. Esses agrupamentos podem ser refinados ajustando os itens de interesse. De acordo com o manual do software (versão 1.6.20), as conexões podem ocorrer por coautoria, citações entre trabalhos ou termos comuns em títulos, resumos e bibliografias, permitindo uma análise aprofundada e visualmente intuitiva.

Metodologia

A pesquisa bibliométrica foi realizada em 16 de julho de 2024. Todos os trabalhos publicados até a data de pesquisa foram incluídos nos resultados.

Antes de realizar a coleta e exportação dos dados, foi necessário definir os termos de busca. Além dessa primeira especificação, os termos de busca foram traduzidos para o inglês e intercalados com uso de conectores lógicos. Os conectores disponíveis são: AND (E) para juntar os termos, OR (OU) para apontar termos similares e NOT (NÃO) para excluir trabalhos cujo assunto seja afastado do objeto de pesquisa.

O Quadro 1 apresenta os termos de busca em português e o seu correspondente em inglês separado pelo conector lógico. Esta configuração foi utilizada para gerar os metadados.

Após a aplicação dos termos de busca nas plataformas, os resultados foram exportados em formato RIS. O formato compreende metadados de resultados de busca e é compatível com o VOSviewer. Foram utilizados os seguintes repositórios bibliográficos: SciELO, Scopus e Web of Science.

Quadro 1: Termos de busca.

	Termo em Português	Termo em Inglês	Booleano
1°	Educação	<i>Education</i>	AND
2°	Especial	<i>Special</i>	
3°	Necessidades	<i>Needs</i>	AND
4°	Criança	<i>Children</i>	
5°	Inteligência Artificial	<i>Artificial Intelligence</i>	AND
6°	Brasil	<i>Brazil</i>	

Fonte: Elaborado pelos autores.

A Figura 1 apresenta a tela de definição do tipo de dado a ser visualizado no VOSviewer. Neste caso, é necessário escolher a opção de mapa baseado em dados bibliográficos. Essa opção gera uma visualização com informações de coautoria, coincidência de palavras-chave em relação aos dados de citação, acoplamento bibliográfico ou co-citação.

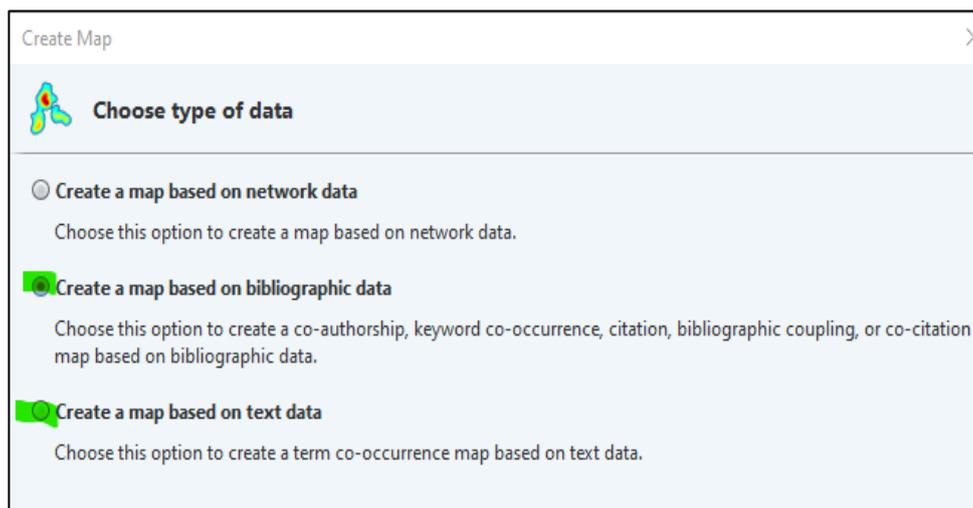
É importante ressaltar que "palavra-chave" se refere a uma palavra com alta ocorrência identificada no processo de mineração de texto. Nesse contexto, não se trata necessariamente de uma palavra-chave indicada pelos autores na estrutura do artigo.

Antes de iniciar a análise dos dados, foi necessário ajustar alguns parâmetros: o tipo de análise e a quantidade de ocorrências de cada palavra-chave. As telas que permitem essas configurações são apresentadas na Figura 2.

Outra configuração foi realizada para definir os campos de extração de cada termo de busca, isto é, quais partes de um artigo seriam analisadas. O escopo foi definido para o título e o resumo. Além disso, foi definida a quantidade mínima de ocorrências desses termos. As telas de configuração são apresentadas na Figura 3. É importante ressaltar que todos os resultados utilizaram como padrão o limiar 10 como o mínimo de ocorrência dos termos.

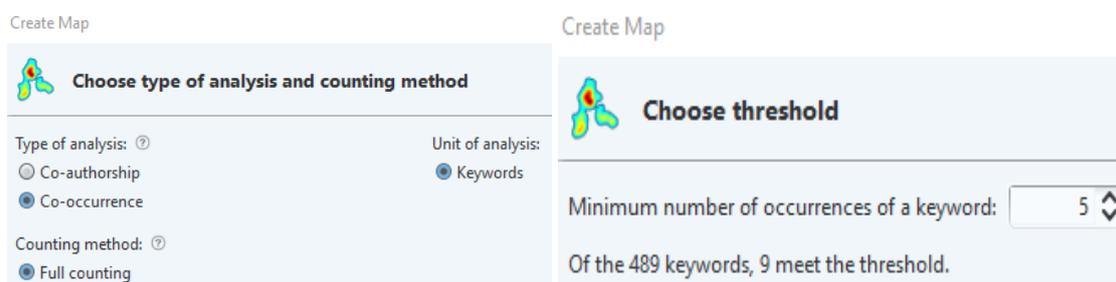
O VOSviewer constrói os mapas baseados em mineração de texto e técnicas de agrupamento, resultando na formação de grupos de palavras-chave por similaridade. O software ainda permite ajustar os parâmetros de cada visualização produzida para permitir uma melhor exploração por parte do usuário. Todo o resultado pode ser utilizado para a construção e o levantamento de informações para análises bibliométricas e quantitativas.

Figura 1: Escolha do modelo de Mapa VOSviewer



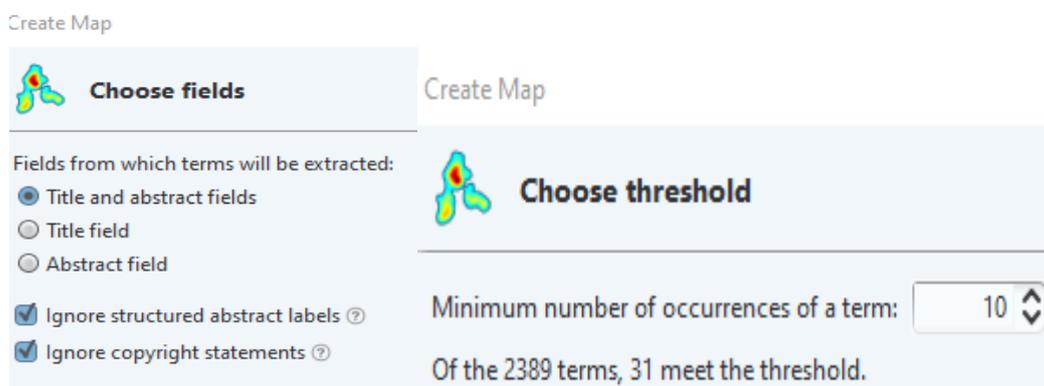
Fonte: Elaborada pelos autores.

Figura 2: Definição do método de análise e do limite mínimo de ocorrências das palavras-chave.



Fonte: Elaborada pelos autores.

Figura 3: Definição das partes extraídas dos artigos e do limite de ocorrências das palavras-chave.



Fonte: Elaborada pelos autores.

Resultados

Os seguintes parâmetros foram ajustados para a geração dos mapas no VOSviewer:

- *Attraction* (em tradução livre, “atração”): apresenta a relação de proximidade entre as palavras-chave ou os autores.

- *Repulsion* (em tradução livre, “repulsão”): demonstra a distância entre as palavras-chave ou os autores.
- *Min. Cluster Size* (em tradução livre, “tamanho mínimo do agrupamento”): define a quantidade mínima de palavras-chave ou autores que serão identificados por cores no mapa.
- *Min. Strength* (em tradução livre, “força mínima”): refere-se à quantidade mínima de conexões. Uma conexão é uma relação existente entre palavras-chave ou entre os autores.

O VOSviewer utiliza uma configuração padrão de parâmetros para gerar os resultados. No entanto, durante o processo de aplicação dos metadados e simulação, foi necessário ajustar esses parâmetros para facilitar a interpretação dos mapas. A configuração ajustada está apresentada no Quadro 2. Os parâmetros *attraction* e *repulsion* foram modificados apenas para melhorar a interpretação visual. Já os parâmetros *min. cluster size* e *min. strength* foram ajustados para refinar os resultados e destacar as relações mais significativas a partir do processo de mineração de texto.

SciELO

SciELO é uma base de dados de artigos científicos que reúne publicações sobre as principais áreas das ciências humanas no país. Foram submetidos termos de definidos no Quadro 1.

Quadro 2 – Configuração dos parâmetros dos mapas do VOSviewer.

Configuração padrão	Configuração utilizada
<i>Attraction</i> = 2 <i>Repulsion</i> = 1	<i>Attraction</i> = 4 <i>Repulsion</i> = -2
<i>Min. Cluster size</i> = 1	<i>Min. Cluster size</i> = 5
<i>Min. strength</i> = 0	<i>Min. strength</i> = 2 e 5

Fonte: Elaborado pelos autores.

Antes da definição dos termos de busca do Quadro 1, foram realizadas buscas mais amplas na base utilizando termos específicos relacionados à neurodivergência, como: transtorno do espectro autista (TEA), dislexia, discalculia, transtorno do déficit de atenção (TDAH) e transtorno opositor desafiador (TOD), combinados com o termo *Artificial Intelligence* ou sua sigla AI. Esses termos levaram a um número restrito de resultados, mas a busca inicial ajudou a identificar quais termos poderiam trazer resultados correlacionados com o objeto da pesquisa deste trabalho.

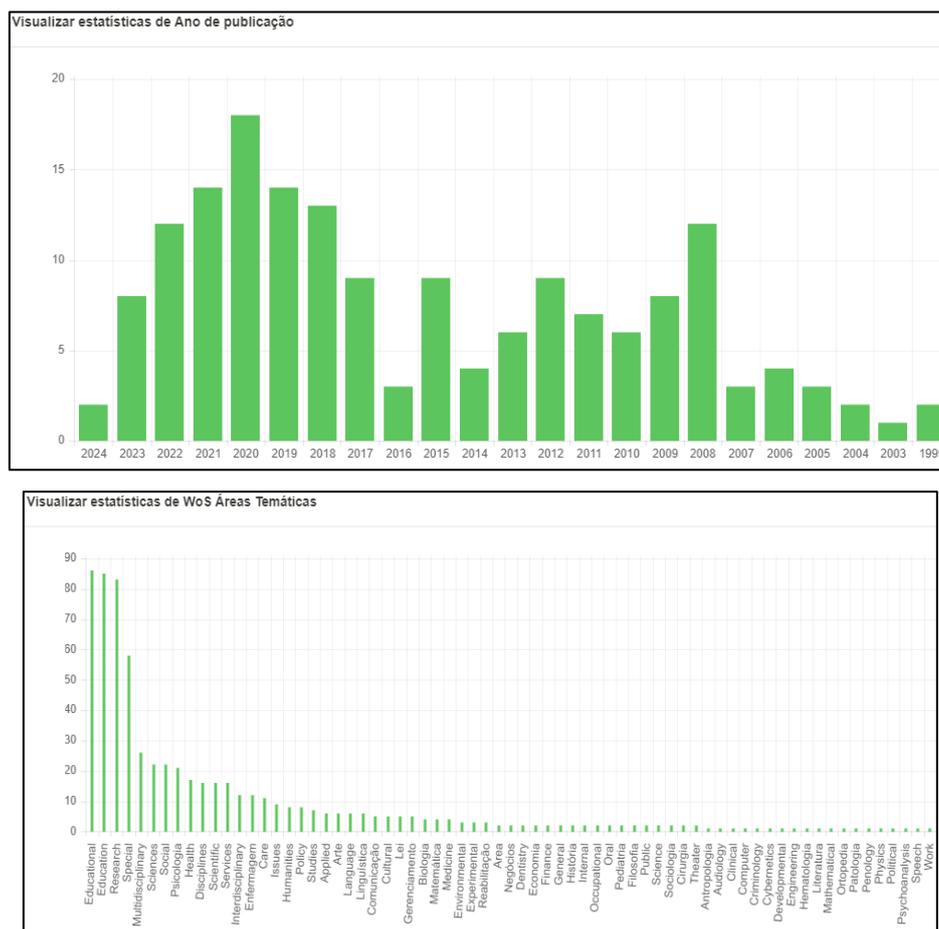
Foram realizadas duas tentativas de busca sem resultados, utilizando todos os termos definidos no Quadro 1. Uma terceira tentativa obteve sucesso ao utilizar os termos de 1 a 4. Essa tentativa retornou 169 publicações, das quais 10 eram duplicadas. Após a pré-seleção dos

metadados fornecidos pela base SciELO, foram analisados os indicadores de produção gerados pela própria plataforma: o ano de publicação, a área do conhecimento e o país com o maior número de publicações.

A Figura 4 apresenta os gráficos gerados por esses indicadores. Foi possível verificar algumas informações relevantes, como que, no período de 2020 a 2023, houve um maior volume de publicações. O ano de 2020 foi o pico de discussão sobre educação especializada, um tema que tangencia a neurodiversidade. Outro ponto relevante é a identificação das cinco principais palavras-chave que se destacaram em ordem decrescente: *education* (educação), *educational* (educacional), *research* (pesquisa), *special* (especial / especializado) e *multidisciplinary* (multidisciplinar). No gráfico sobre os países com maior volume de publicações, o Brasil se destaca na América Latina, seguido pela África do Sul no continente africano.

Os metadados bibliográficos foram exportados para serem analisados na ferramenta VOSviewer com o objetivo de observar quais palavras-chave se relacionam e têm maior ligação, bem como em que período elas aparecem.

Figura 4: Indicadores de produção por ano de publicação, por área do conhecimento e por país com o maior número de publicações na base SciELO.



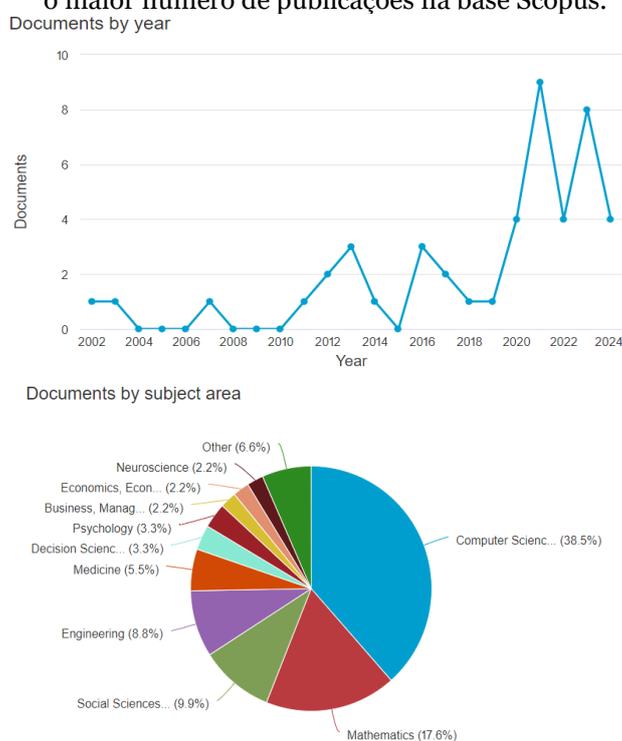
Scopus

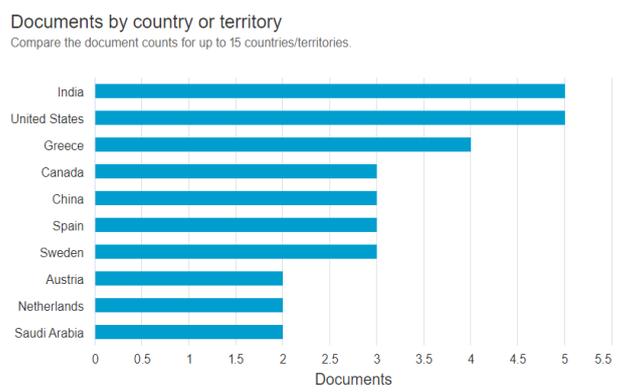
Na base Scopus, ao aplicar todos os termos de busca Quadro 1, não foram obtidos resultados na primeira tentativa. Na segunda tentativa, ao retirar o 6º termo, “Brazil”, foram obtidos 46 resultados, dos quais 1 era duplicado e outro apresentava erro. Assim, restaram 44 publicações, cujos dados estão apresentados na Figura 8.

A Figura 9 apresenta um mapa de agrupamento das palavras-chave com maior ocorrência nos trabalhos extraídos da base Scopus. Na primeira análise de título, palavras-chave e referências, de termos que aparecem 3 vezes com no mínimo 1 ligação, obtivemos agrupamentos formados por *artificial intelligence* (Inteligência Artificial), *special education* e *human* (humano).

A Figura 10 apresenta o momento temporal em que ocorrem os aparecimentos das palavras-chave, considerando *strength* = 2. É possível observar diferenças entre os resultados da base Scopus (Figura 10) e da base SciELO (Figura 6). Nota-se que *special education* (educação especial) e *artificial intelligence* (inteligência artificial) começam a surgir nos estudos a partir de 2016.

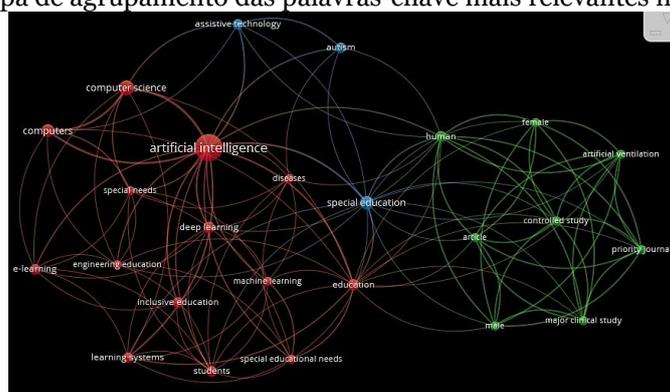
Figura 8: Indicadores de produção por ano de publicação, por área do conhecimento e por países com o maior número de publicações na base Scopus.





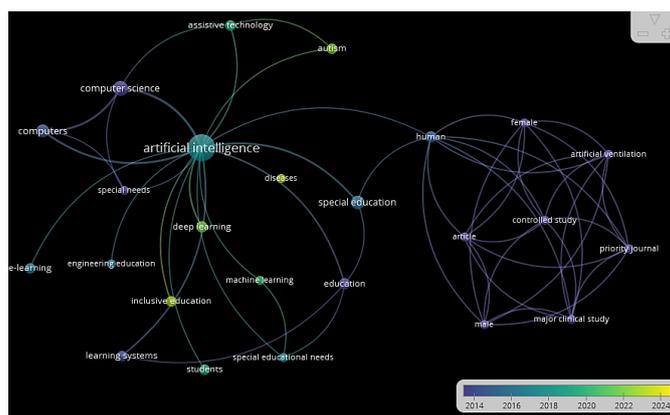
Fonte: Elaborada pelos autores.

Figura 9: Mapa de agrupamento das palavras-chave mais relevantes na base Scopus.



Fonte: Elaborada pelos autores.

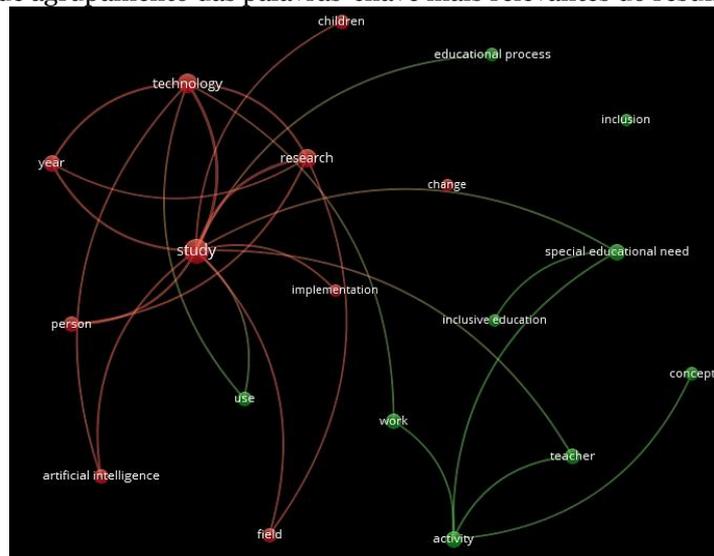
Figura 10: Mapa de ocorrência temporal das palavras-chave identificadas na base Scopus. Parâmetro *strength* = 2.



Fonte: Elaborada pelos autores.

Os metadados da base Scopus e Web of Science permitiram fazer uma análise adicional do resumo das publicações, isso não é possível de realizar com os metadados da base de dados Scielo. Os arquivos RIS disponibilizados pela base de dados Scielo não contemplam o mesmo volume de informações que os arquivos disponibilizados pela Scopus e Web of Science. O mapa das palavras-chave de maior relevância para os resumos na base Scopus é apresentado na Figura 11. Assim percebe-se uma aproximação entre todas as áreas dos conhecimentos, sendo possível definir que teremos o agrupamento de estudos e a necessidade educacional especializada como referência.

Figura 11: Mapa de agrupamento das palavras-chave mais relevantes do resumo na base Scopus.



Fonte: Elaborada pelos autores.

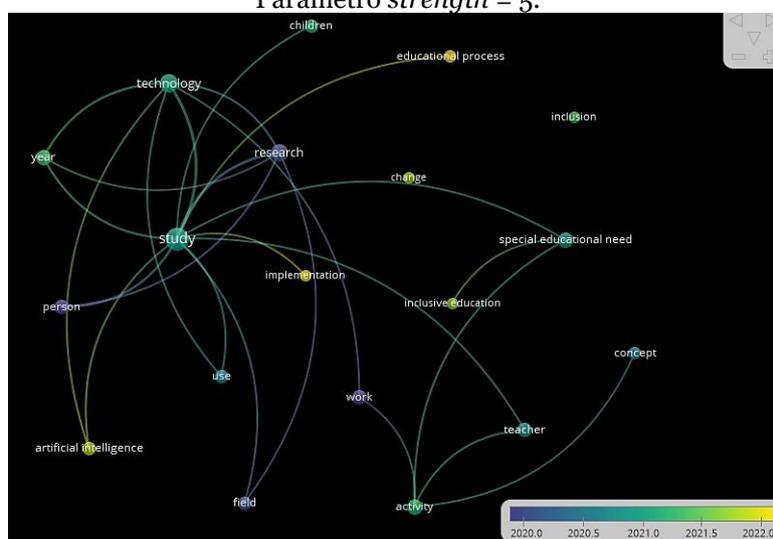
Quando aplicado o marcador temporal nos metadados de resumos, como pode ser visto na Figura 12, em comparação ao mapa da Figura 11, observa-se a ocorrência de um novo conjunto de palavras. Os estudos que se referem ao termo “*artificial intelligence*” (inteligência artificial) aparecem somente a partir de 2021.

Web of Science

Ao utilizar todos os termos de busca do Quadro 1 na base de dados Web of Science, foi encontrada apenas uma publicação. Entretanto, em uma segunda tentativa sem o termo de busca “Brazil” foram obtidas 97 publicações. A Figura 13 apresenta os indicadores de produção gerados pela própria plataforma: o ano de publicação, a área do conhecimento e os países com o maior número de publicações.

Figura 12: Mapa de ocorrência temporal das palavras-chave identificadas nos resumos na base Scopus.

Parâmetro *strength* = 5.



Fonte: Elaborada pelos autores

educacional, além de ressaltar a importância de avançar em pesquisas voltadas à emancipação de pessoas neurodivergentes por meio de instrumentos educacionais e tecnológicos.

Dessa forma, o trabalho oferece uma base orientadora para outros pesquisadores, uma vez que os mapas gerados pelo VOSviewer apresentam termos relevantes para novas investigações, indicando aqueles mais evidentes nos estudos analisados. Isso pode dinamizar o processo de pesquisa, ampliando as possibilidades de aprofundamento em temas específicos, como educação especial e inteligência artificial. Além de identificar os termos-chave, o estudo também aponta as bases de dados mais produtivas, as áreas do conhecimento nas quais o tema é abordado e sua evolução temporal.

Uma das principais limitações deste estudo está no escopo restrito da pesquisa, tanto na seleção das bases de dados quanto na delimitação temporal. Pesquisas futuras devem ampliar esse escopo, abrangendo um período temporal mais extenso e incluindo uma gama maior de repositórios científicos, a fim de proporcionar uma visão mais completa do campo.

Referências

- BALISA, Bárbara D. C. *et al.* Transtorno do espectro autista: a percepção do cuidador acerca das dificuldades encontradas no acesso aos serviços de saúde. **Revista Eletrônica Acervo Saúde**, v. 15, n. 9, p. e10857-e10857, 2022.
- BONKALO, T. I. *et al.* Activating model of professional training of persons with disabilities as competitive specialists in higher education establishment. **Laplage Em Revista**, v. 7, n. 3A, p. 235-244, 2021.
- BOTHA, Monique *et al.* The neurodiversity concept was developed collectively: An overdue correction on the origins of neurodiversity theory. **Autism**, [s. l.], v. 28, n. 6, p. 1591–1594, 2024. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/13623613241237871>. Acesso em: 20 de dezembro de 2024.
- DELFINO, Talita. Desafios e possibilidades no entrecruzamento da deficiência enquanto vivência pessoal e objeto de pesquisa. SILVA, Shirley *et al.* (org.). **Diferenças, deficiências e desigualdades: cenários de pesquisas**. Universidade de São Paulo. Faculdade de Educação, 2022. p. 367-384.
- DWYER, Patrick *et al.* Community views of neurodiversity, models of disability and autism intervention: Mixed methods reveal shared goals and key tensions. **Autism**, [s. l.], p. 13623613241273029, 2024. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/13623613241273029>. Acesso em: 20 dez. 2024.
- FARIAS, Leticia M. R.; MARTINS, Mirela Q. Direitos educacionais em relação a alunos com Transtorno do Espectro Autista. **Ensino em Perspectivas**, v. 3, n. 1, p. 1-5, 2022.

- KIRBY, Andrew. Exploratory bibliometrics: using VOSviewer as a preliminary research tool. **Publications**, v. 11, n. 1, p. 10, 2023.
- MINATEL, Martha M.; MATSUKURA, Thelma S. Famílias de crianças e adolescentes com autismo: cotidiano e realidade de cuidados em diferentes etapas do desenvolvimento. **Revista de Terapia Ocupacional da Universidade de São Paulo**, São Paulo, Brasil, v. 25, n. 2, p. 126–134, 2014. DOI: 10.11606/issn.2238-6149.v25i2p126-134. Disponível em: <https://revistas.usp.br/rto/article/view/65682>. Acesso em: 2 de março de 2024.
- RAMÍREZ, Y. S.; RUANO, J. R.; LIMA E LIMA, K.; DA SILVA E SILVA, L. P.; CUTIÑO, Y. P.; ROCHA, I. de O.; RIBEIRO, D. C. Análisis bibliométrico sobre políticas públicas en la pandemia. **CONTRIBUCIONES A LAS CIENCIAS SOCIALES**, [S. l.], v. 16, n. 5, p. 2760–2777, 2023. DOI: 10.55905/revconv.16n.5-049. Disponível em: <https://ojs.revistacontribuciones.com/ojs/index.php/clcs/article/view/713>. Acesso em: 11 de agosto de 2024.
- SILVA, Leticia P. F. P. Perspectivas de pertencimento e subjetivações de jovens com deficiência no contexto escolar. SILVA, Shirley *et al.* (org.). **Diferenças, deficiências e desigualdades: cenários de pesquisas**. Universidade de São Paulo. Faculdade de Educação, 2022. p. 213-246.
- SOUZA, André L. A.; ANACHE, Alexandra A. A educação das pessoas com o transtorno do espectro autista: avanços e desafios. **Revista on-line de Política e Gestão Educacional**, v. 24, n. 2, p. 1035-1053, 2020.
- TSUZUKI, Rodrigo H. Desigualdades e pessoas com deficiência: um debate silenciado pela promoção da inclusão. SILVA, Shirley *et al.* (org.). **Diferenças, deficiências e desigualdades: cenários de pesquisas**. Universidade de São Paulo. Faculdade de Educação, 2022. p. 43-70.
- YARMOHAMMADI, Fatemeh; HAYES, Wallace A.; KARIMI, Gholamreza. Molecular mechanisms involved in doxorubicin-induced cardiotoxicity: A bibliometrics analysis by VOSviewer. **Naunyn-Schmiedeberg's Archives of Pharmacology**, v. 397, n. 4, p. 1971-1984, 2024.

Biografia Resumida

Bruce dos Santos Albino. Especialista em Docência e Práticas Educativas Inclusivas pelo Instituto Federal do Paraná- Campus Arapongas e Mestrando em Tecnologia e Sociedade pela Universidade Tecnológica do Paraná- Campus Curitiba.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0340368441674149>

Contato: bruce@alunos.utfpr.edu.br

Rafael Silva Santos. Professor de Ciência da Computação do Instituto Federal do Paraná (IFPR). Mestre em Ciência da Computação pela Universidade Estadual Paulista (UNESP). Graduado em Ciência da Computação Pela Universidade Estadual Paulista (UNESP).

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/5012355566936752>

Contato: santos.rafael@ifpr.edu.br