Revista de Educação do Vale do São Francisco
ISSN 2177-8183

TECNOLOGIAS ASSISTIVAS NA EDUCAÇÃO DE INDIVÍDUOS COM TRANSTORNO DO ESPECTRO AUTISTA: PATENTES E ESTUDOS CIENTÍFICOS

ASSISTIVE TECHNOLOGIES IN THE EDUCATION OF INDIVIDUALS WITH AUTISM SPECTRUM DISORDER: PATENTS AND SCIENTIFIC STUDIES

TECNOLOGÍAS ASISTIVAS EN LA EDUCACIÓN DE INDIVIDUOS CON TRASTORNO DEL ESPECTRO AUTISTA: PATENTES Y ESTUDIOS CIENTÍFICOS

José Andrey Vaz Rodrigues
andrey.vaz@discente.univasf.edu.br
Mestre em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para Inovação - PROFNIT / UNIVASF

Mário Godoy Neto
Mario.godoy@univasf.edu.br
Doutor em Ciência da Computação (UFPE).
Professor (Univasf).

Michely Correia Diniz
michely.diniz@univasf.edu.br
Doutorado em Biotecnologia. Professora (Univasf) UNIVASF. Professora do Programa Profissional de Pós-Graduação (Mestrado) em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para a Inovação – PROFNIT / Univasf. Professora do Programa Profissional (Doutorado) em Agroecologia e Desenvolvimento Territorial (PPGADT) - Polo UNEB

RESUMO

O Transtorno do Espectro Autista (TEA) afeta a interação social, a comunicação e envolve comportamentos repetitivos, exigindo estratégias educacionais inclusivas. Este estudo objetiva analisar o panorama científico e tecnológico das tecnologias assistivas aplicadas à educação inclusiva de indivíduos com TEA, com foco na identificação de tendências relacionadas ao uso dessas ferramentas. Para isso, foi realizada uma revisão de escopo com análise bibliométrica e prospecção tecnológica nas bases Scopus e Questel-Orbit, abrangendo o período de 2014 a 2024. A metodologia envolveu a análise de publicações

CC BY

acadêmicas e registros de patentes relacionados às tecnologias assistivas na educação de pessoas com TEA. Foram identificados 1.590 artigos científicos e 40 registros patentários, indicando crescimento de 325% nas publicações científicas, além da expansão de inovações voltadas para softwares, aplicativos, dispositivos de comunicação alternativa e aumentativa, interfaces interativas e soluções baseadas em inteligência artificial. Os resultados evidenciam crescente interesse científico e tecnológico na área, mas também desafios relacionados à adaptação ao contexto escolar brasileiro e à capacitação docente. Conclui-se que as tecnologias assistivas apresentam potencial relevante para apoiar processos de inclusão educacional de indivíduos com TEA.

Palavras-chave: Autismo. Educação inclusiva. Tecnologias assistivas. Inovação educacional. Inteligência artificial.

ABSTRACT

Autism Spectrum Disorder (ASD) affects social interaction, communication, and involves repetitive behaviors, requiring inclusive educational strategies. This study aims to analyze the scientific and technological landscape of assistive technologies applied to the inclusive education of individuals with ASD, focusing on identifying trends related to the use of these tools. To this end, a scoping review with bibliometric analysis and technological prospecting was conducted using the Scopus and Questel-Orbit databases, covering the period from 2014 to 2024. The methodology involved the analysis of academic publications and patent records related to assistive technologies in the education of individuals with ASD. A total of 1,590 scientific articles and 40 patent records were identified, indicating a 325% increase in scientific publications, in addition to the expansion of innovations related to software, applications, augmentative and alternative communication devices, interactive interfaces, and artificial intelligence-based solutions. The results demonstrate growing scientific and technological interest in the field, while also highlighting challenges related to adaptation to the Brazilian educational context and teacher training. It is concluded that assistive technologies show relevant potential to support inclusive educational processes for individuals with ASD.

Keywords: Autism. Inclusive education. Assistive technologies. Educational innovation. Artificial intelligence.

RESUMEN

El Trastorno del Espectro Autista (TEA) afecta la interacción social, la comunicación e involucra comportamientos repetitivos, lo que exige estrategias educativas inclusivas. Este

CC BY

estudio tiene como objetivo analizar el panorama científico y tecnológico de las tecnologías asistivas aplicadas a la educación inclusiva de individuos con TEA, con énfasis en la identificación de tendencias relacionadas con el uso de estas herramientas. Para ello, se realizó una revisión de alcance con análisis bibliométrico y prospección tecnológica en las bases Scopus y Questel-Orbit, abarcando el período de 2014 a 2024. La metodología involucró el análisis de publicaciones académicas y registros de patentes relacionados con las tecnologías asistivas en la educación de personas con TEA. Se identificaron 1.590 artículos científicos y 40 registros de patentes, indicando un crecimiento del 325% en las publicaciones científicas, además de la expansión de innovaciones orientadas a softwares, aplicaciones, dispositivos de comunicación alternativa y aumentativa, interfaces interactivas y soluciones basadas en inteligencia artificial. Los resultados evidencian un creciente interés científico y tecnológico en el área, así como desafíos relacionados con la adaptación al contexto escolar brasileño y la capacitación docente. Se concluye que las tecnologías asistivas presentan un potencial relevante para apoyar los procesos de inclusión educativa de individuos con TEA.

Palabras clave: Autismo. Educación inclusiva. Tecnologías asistivas. Innovación educativa. Inteligencia artificial.

INTRODUÇÃO

A consolidação da educação inclusiva requer estratégias atualizadas, voltada para identificar as capacidades únicas das pessoas com deficiência (PCD). Esse avanço em direção à inclusão na educação não apenas busca construir uma sociedade sem discriminação, mas também promove a interação entre diversos grupos e reconhece o aprendizado como um fator fundamental para o desenvolvimento humano.

No entanto, mesmo com os progressos alcançados, a efetivação do acesso à educação para todos enfrenta diversos obstáculos, entre os quais destacam-se: a falta de políticas educacionais apropriadas, a escassez de profissionais da área, lacunas no conteúdo programático, insuficiência de investimentos em formação continuada, materiais didáticos inadequados, espaços físicos não planejados, entre outros, que dificultam o processo de inclusão. Conforme exposto no relatório Global Education Monitoring Report de 2020 da UNESCO, esses desafios são complexos e exigem uma abordagem

coordenada e financiada para serem superados, ressaltando a necessidade de políticas inclusivas eficazes que considerem as particularidades de cada contexto (UNESCO, 2020).

Adicionalmente, existe um legado de equívocos do passado, como a segregação e a falta de apoio especializado, que perpetuaram práticas de exclusão social em abordagens educacionais anteriores.

Frente a este contexto, a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Lei nº 13.146/2015), mais conhecida como Estatuto da Pessoa com Deficiência, apresenta relevância significativa. Ela caracteriza a inclusão como um conjunto de medidas que têm como objetivo garantir o pleno exercício dos direitos e da cidadania das pessoas com deficiência, promovendo sua participação plena e inclusão social.

A Lei em questão enfatiza a importância de medidas constantes para remover entraves e impedimentos que limitam a inclusão total das pessoas com deficiência na sociedade e no ambiente escolar. É importante ressaltar que os indivíduos com autismo são reconhecidos como pessoas com deficiência desde a promulgação da Lei 12.764/12, que institui as Políticas Nacionais de Proteção dos Direitos da pessoa com Transtorno do Espectro Autista (Brasil, 2012).

O Autismo, também conhecido como Transtorno do Espectro Autista (TEA), é caracterizado pela Organização Mundial da Saúde (OMS) como uma série de condições que influenciam a sociabilidade, a comunicação e a linguagem, além de envolver padrões repetitivos e restritos de interesses e atividades. Essas características variam entre os indivíduos e podem se manifestar de forma variada em termos de intensidade (WHO, 2019). De acordo com estudo apresentado pela OMS, em 2023, esse transtorno costuma surgir na infância e persistir até a fase adulta.

De acordo com informações do Censo Escolar 2023, constatou-se uma transformação significativa na realidade educacional no Brasil, no que tange à educação especial. Do total de 1,7 milhão de matrículas contabilizadas nesse segmento de ensino, a maioria, equivalente a 62,90%, está no ensino fundamental. A educação infantil e o ensino médio apresentam, respectivamente, 16% e 12,6% das matrículas (INEP, 2024).

CC BY

Ainda, segundo dados do Censo Escolar da Educação Básica de 2023, o Brasil registrou 636 mil alunos com TEA. Esse dado mostra um aumento considerável, visto que em 2022 eram contabilizadas 429 mil matrículas de pessoas com TEA, representando um crescimento de 48% em apenas um ano.

Esse fenômeno não se restringe ao Brasil. Na esfera global, é possível notar um crescimento significativo nos diagnósticos de autismo. Dados do Centers for Disease Control and Prevention (CDC) indicam que, na década de 1970, aproximadamente 1 em cada 10 mil crianças recebia diagnóstico de Transtorno do Espectro Autista (TEA). Em 2023, essa estimativa passou para 1 em cada 36 crianças diagnosticadas com TEA (CDC, 2023).

O crescimento expressivo do número de estudantes com TEA inseridos no sistema educacional amplia os desafios relacionados à garantia de uma educação verdadeiramente inclusiva e adaptada às necessidades específicas desse público. Nesse contexto, as tecnologias assistivas vêm ganhando destaque como importantes ferramentas de apoio ao processo de ensino-aprendizagem, à comunicação, à interação social e à participação escolar de indivíduos com TEA, contribuindo para a promoção de práticas pedagógicas mais acessíveis e inclusivas.

Estudos recentes demonstram que a aplicação de ferramentas digitais, como a Comunicação Alternativa e Aumentativa (CAA), pode ser uma estratégia eficaz na comunicação de crianças com TEA, favorecendo processos de interação e aprendizagem. No contexto deste estudo, as tecnologias assistivas são compreendidas como recursos voltados principalmente ao apoio da comunicação, da participação escolar, da acessibilidade pedagógica e da interação social de indivíduos com TEA.

Pesquisas como as de Chambers (2020) e Smith et al. (2023) evidenciam que o uso de recursos tecnológicos, incluindo aplicativos para dispositivos móveis, softwares de apoio e realidade virtual, auxilia no desenvolvimento de habilidades comunicativas e na participação ativa desses alunos em ambientes educacionais. Além disso, a revisão conduzida por Katerberg (2021) reforça o potencial dessas tecnologias na criação de um

CC BY

ambiente escolar mais inclusivo e estimulante, sendo descritas na literatura como ferramentas associadas ao apoio da adaptação e autonomia.

Entretanto, as opções de recursos disponíveis para ajudar na instrução de estudantes com Transtorno do Espectro Autista vão além. Vários sistemas, softwares e aplicativos têm sido criados para atender às demandas particulares desse grupo, entre os quais, destacam-se: sistemas de comunicação alternativa e aumentativa (CAA), que oferecem suportes para estudantes que enfrentam desafios na interação verbal, permitindo que eles se expressem e participem ativamente em diversas atividades (REAB, s.d.; TUTORMUNDI, s.d.).

Apesar do crescimento das pesquisas relacionadas às tecnologias assistivas aplicadas ao TEA, observa-se que a literatura ainda apresenta limitações quanto à sistematização das tendências científicas e tecnológicas dessa área, especialmente no que se refere à articulação entre produção acadêmica e inovação tecnológica. Além disso, são escassos os estudos que integram análises bibliométricas e prospecção tecnológica voltadas especificamente ao contexto educacional inclusivo de indivíduos com TEA. Nesse sentido, torna-se relevante compreender como a produção científica e o desenvolvimento tecnológico têm evoluído nos últimos anos, contribuindo para a identificação de tendências, lacunas e possibilidades futuras de inovação.

Diante desse contexto, o estudo foi guiado pela seguinte questão norteadora: quais são as tendências científicas e tecnológicas relacionadas ao uso de tecnologias assistivas na educação de pessoas com Transtorno do Espectro Autista entre 2014 e 2024?

METODOLOGIA

A presente pesquisa caracteriza-se como uma revisão de escopo, de caráter exploratório, com abordagem quali-quantitativa, análise bibliométrica e prospecção tecnológica, voltada à análise da produção científica e de registros de patentes relacionados às tecnologias assistivas aplicadas à educação de pessoas com Transtorno do Espectro

CC BY

Autista. A integração entre análise bibliométrica e prospecção tecnológica possibilitou uma compreensão ampliada das tendências científicas e tecnológicas relacionadas ao tema.

A etapa quantitativa foi conduzida por meio de buscas nas bases de dados Scopus e Questel-Orbit, realizadas em fevereiro de 2024, considerando o intervalo de tempo entre 2014 e 2024. A escolha dessas bases ocorreu devido à ampla cobertura multidisciplinar da Scopus para estudos bibliométricos e à relevância da Questel-Orbit na análise de registros patentários e prospecção tecnológica relacionados às tecnologias assistivas. Foram utilizadas *strings* de busca estruturadas com operadores booleanos e de truncamento, conforme demonstrado no Quadro 1, visando abranger um conjunto representativo de publicações científicas e depósitos de patentes relacionados aos termos “autismo”, “educação” e “tecnologia”.

Embora o filtro temporal tenha sido o único parâmetro aplicado automaticamente nas plataformas, foi realizada uma triagem posterior para assegurar a relevância e a aderência dos resultados ao objeto de estudo. Essa triagem envolveu a leitura criteriosa dos títulos e resumos dos documentos retornados, possibilitando a exclusão de materiais que não tratavam diretamente da aplicação de tecnologias assistivas no contexto educacional de pessoas com TEA. Assim, garantiu-se que apenas estudos efetivamente relacionados ao tema fossem incluídos na análise final.

Quadro 1 – *String* de busca utilizada para a pesquisa de artigos científicos e patentes

Plataforma	String de Busca Aplicada	Critérios de Inclusão
Scopus	TITLE-ABS-KEY ((autis*) AND ((school) OR (education)) AND ((system) OR (software) OR (program) OR (tool) OR (app*))) AND PUBYEAR > 2013 AND (LIMIT-TO (DOCTYPE,"ar")) AND (LIMIT-TO (SUBJAREA,"SOCI"))	Publicações entre 2014 e 2024. Documentos do tipo artigo. Área temática: Ciências Sociais. Leitura de títulos e resumos para garantir aderência ao tema (tecnologias assistivas aplicadas à educação de pessoas com TEA).
Questel-Orbit	((AUTIS+ AND (SCHOOL OR EDUCATION) AND (SYSTEM OR	Patentes depositadas entre 2014 e 2024. Análise manual de títulos

Plataforma	String de Busca Aplicada	Critérios de Inclusão
	SOFTWARE OR PROGRAM OR TOOL OR APP+)))/TI/AB/IW AND APD >2013	e resumos dos registros para garantir foco em tecnologias educacionais assistivas voltadas ao TEA.

Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

O processo de identificação, triagem, seleção e análise dos documentos incluídos na pesquisa está sintetizado na Figura 1.

Figura 1 – Fluxograma metodológico da seleção e análise dos documentos científicos e patentários

Identificação
Registros identificados na base Scopus (n=1.590) Registros identificados na base Questel-Orbit (n=40)

⇩

Triagem
Leitura de títulos e resumos dos documentos recuperados

⇩

Exclusão
• Documentos sem relação direta com tecnologias assistivas aplicadas ao TEA • Estudos sem enfoque educacional • Documentos duplicados • Materiais fora do escopo temático da pesquisa

⇩

Seleção
Documentos considerados aderentes ao objetivo do estudo

⇩

Análise
Análise bibliométrica: • Evolução temporal das publicações • Distribuição geográfica • Principais instituições • Tendências de produção científica

CC BY

Prospecção tecnológica:

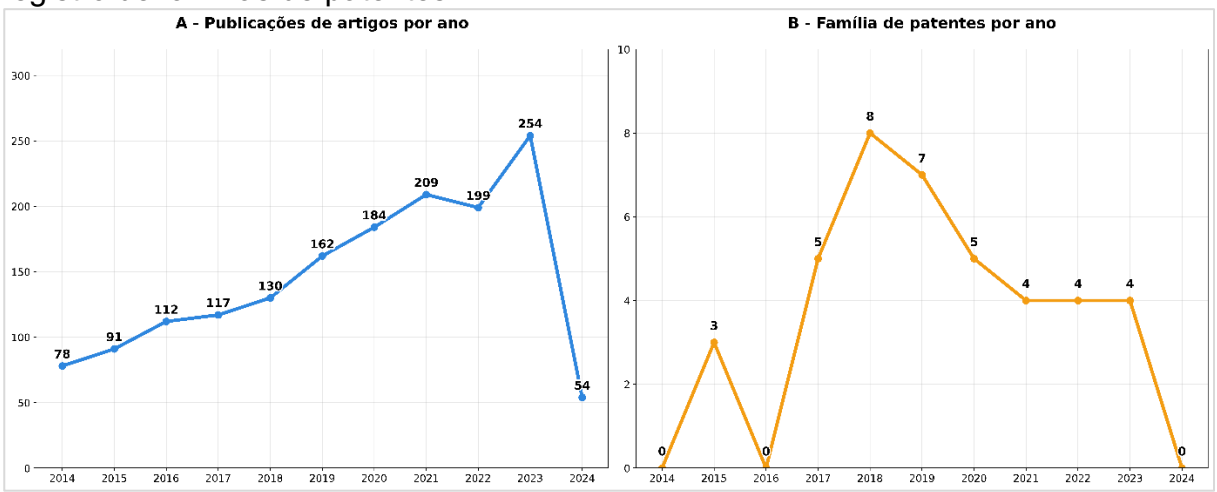
- Registros de patentes
- Países depositantes
- Áreas de inovação tecnológica
- Tendências de desenvolvimento tecnológico

Na etapa qualitativa, realizou-se a interpretação temática dos conteúdos abordados nos estudos e registros patentários selecionados, procedendo-se à análise de conteúdo dos artigos e patentes, com foco nos tipos de tecnologias descritas, nos métodos de aplicação e nas possíveis aplicações descritas sobre a aprendizagem, comunicação e inclusão social dos indivíduos com TEA. Essa análise possibilitou compreender não apenas a evolução quantitativa das produções, mas também as tendências, os desafios e as lacunas existentes na literatura e no campo da inovação tecnológica voltada à inclusão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A pesquisa no repositório Scopus identificou 1.590 publicações acadêmicas, tratando de diferentes metodologias e progressos no cuidado, instrução e entendimento do espectro autista em instituições de ensino.

Gráfico 1 - Análise comparativa anual entre a disseminação de artigos acadêmicos e o registro de famílias de patentes.



Fonte: Elaborada pelos autores a partir de dados da Scopus e Questel-Orbit (2024)

Nos últimos dez anos, houve um progresso notável no número de pesquisas sobre a utilização de tecnologias assistivas aplicadas ao suporte educacional de indivíduos com TEA. Entre 2014 e 2023, o número anual de publicações aumentou de 78 para 254, representando um crescimento acumulado de 325%. **O Gráfico 1A – Publicações de artigo por ano**, ilustra essa tendência de crescimento contínuo e expressivo, demonstrando o crescente interesse científico e tecnológico no desenvolvimento de tecnologias assistivas aplicadas ao contexto educacional de pessoas com TEA. Vale ressaltar que, somente nos primeiros três meses de 2024, já foram encontradas 54 novas publicações, indicando a manutenção dessa tendência.

Um elemento que pode estar influenciando o crescimento das publicações é a valorização da relevância das tecnologias assistivas para a educação inclusiva de alunos com TEA. A utilização de recursos tecnológicos, como programas de comunicação e dispositivos de suporte, está sendo cada vez mais considerada como uma ferramenta relevante para estimular a inclusão e a participação de alunos com autismo em contextos de ensino tradicionais (Chambers, 2020).

Já a pesquisa na plataforma Questel Orbit resultou em um total de 40 patentes relacionadas a sistemas, softwares, aplicativos, dispositivos e recursos voltados para o suporte e progresso de pessoas com autismo.

A análise do **Gráfico 1B - Família de registros patenteados por ano**, demonstra variações na quantidade de patentes depositadas em um intervalo de dez anos. Observa-se que no ano de 2014 não foram identificados registros de patente. Posteriormente, ocorreu uma progressão constante que atingiu o ápice de oito patentes em 2018. Após esse pico, houve uma leve redução para sete patentes em 2019, seguida por uma diminuição para cinco em 2020. Entre 2020 e 2023, o número de patentes depositadas permaneceu estável, com quatro depósitos anuais. Em 2024, o primeiro trimestre não apresentou novos depósitos de patentes, o que não permite conclusões sobre o ano como um todo.

Uma possível razão para o crescimento no número de patentes até 2018 pode ser a convergência de tecnologias assistivas com bens de consumo. Esse fenômeno, aliado ao aumento do interesse em tecnologias assistivas para indivíduos autistas, pode ter contribuído para o aumento dos depósitos. Segundo a World Intellectual Property Organization (WIPO), as tecnologias assistivas estão se tornando parte integrante de uma variedade de produtos de consumo, o que tem impulsionado a busca por inovação nesse setor (World Intellectual Property Organization, 2021; Canete; Peralta, 2022).

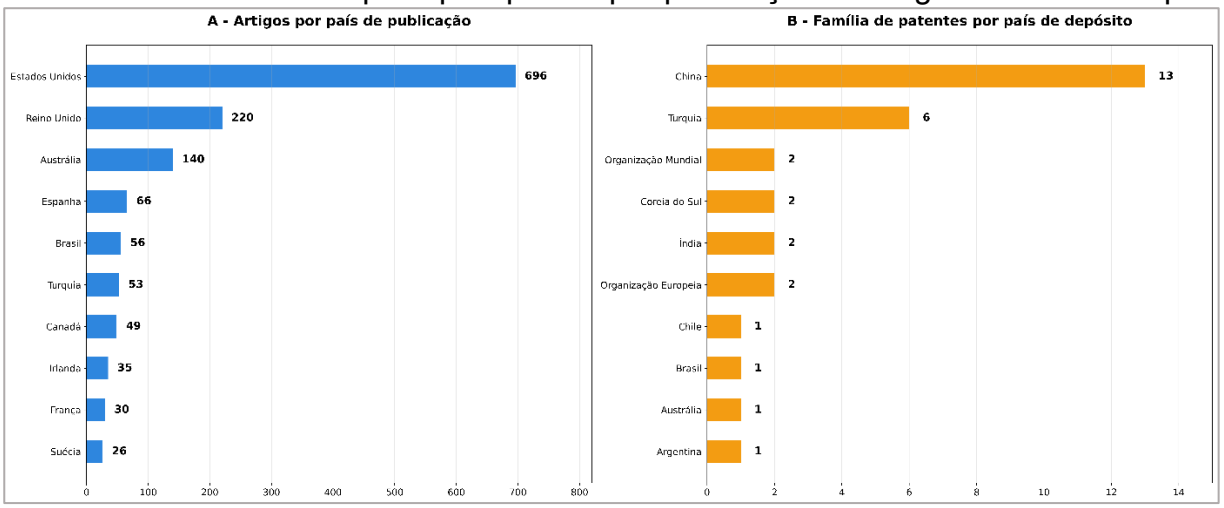
Após o pico observado em 2018, verificou-se uma redução gradual no número de depósitos patentários, seguida de relativa estabilidade entre 2020 e 2023. Entretanto, os dados apresentados não permitem identificar, de forma conclusiva, os fatores responsáveis por essa variação. Durante esse período, diversos setores, entre eles o de tecnologia assistiva, enfrentaram uma desaceleração (Reynolds, 2023).

A relação entre o aumento do número de artigos e o depósito de patentes pode indicar uma aproximação entre a produção acadêmica e o desenvolvimento tecnológico na área das tecnologias assistivas aplicadas ao TEA.

De acordo com o Fórum Econômico Mundial (2023), a perspectiva de investimento em estudos sobre autismo e tecnologias de apoio é vasta, com diversas oportunidades de apoio financeiro e investimento disponíveis. Além disso, os fundos soberanos, que podem auxiliar na cobertura de lacunas de financiamento, estão desempenhando um papel importante no avanço das tecnologias assistivas, apoiadas por algoritmos de inteligência artificial (IA).

CC BY

Gráfico 2 – Gráficos dos principais países por publicação de artigos e famílias de patentes



Fonte: Elaborada pelos autores a partir de dados da Scopus e Questel-Orbit (2024)

O **Gráfico 2A – Artigos por país de publicação**, apresenta a distribuição de artigos por país de publicação, destacando os dez países mais proeminentes na publicação de artigos relacionados ao tema pesquisado. Os Estados Unidos se apresentam em primeiro lugar, com 696 artigos publicados. Em segundo lugar, vem o Reino Unido com 220 artigos, seguido pela Austrália com 140 artigos.

Esse panorama pode indicar não apenas a importância da pesquisa acadêmica nessas nações, como também o montante de recursos investidos em pesquisa e inovação. As informações demonstram a eficácia e a repercussão de estudos sobre o autismo em locais com estruturas de pesquisa avançadas como os Estados Unidos e o Reino Unido (BMJ, 2011). Essas nações têm implementado políticas que favorecem a inovação e a pesquisa científica, o que pode ser visto no crescente número de estudos publicados que exploram novas abordagens pedagógicas e tecnológicas para o autismo (Nominato et al., 2021).

Comparativamente aos países mencionados anteriormente, o Brasil conta com 56 artigos, ocupando uma posição notável em comparação com outras economias emergentes como Espanha (66 artigos), Turquia (53 artigos) e Canadá (49 artigos). O engajamento ativo na investigação acadêmica pode estar associado ao crescente aporte em ciência e

tecnologia, conforme divulgado pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação do Brasil, e reflete a melhora da estrutura de pesquisa no país. Pesquisas têm evidenciado que investimentos em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) são essenciais para o progresso econômico e para a competitividade global (Fonte: Relatório de Ciência da UNESCO, 2021).

A análise sugere que o estudo sobre tecnologia assistiva para autismo está ganhando destaque em escala global, conforme evidenciado pela contribuição de nações de diferentes áreas geográficas. Este fato demonstra a aceitação internacional da importância de elaborar abordagens educacionais adaptadas para atender de forma personalizada às demandas de aprendizagem dos autistas, utilizando recursos tecnológicos para promover ambientes de ensino mais inclusivos e acessíveis (Organização Mundial da Saúde, 2022).

O **Gráfico 2B – Família de patentes por país de depósito**, destaca a liderança da China com 13 famílias de patentes, evidenciando o foco do país em inovações tecnológicas nessa área. Esses resultados estão alinhados com as descobertas de Clark, Zhou e Zheng (2019), que destacam o comprometimento chinês com avanços significativos em estudos epidemiológicos sobre o autismo, incluindo pesquisas revolucionárias centradas na genética desse transtorno.

A Turquia ocupa a segunda posição com 6 famílias. Chama a atenção a presença marcante da Turquia, que, mesmo tendo menos artigos publicados, apresenta um número significativo de patentes, indicando uma boa transformação da pesquisa em oportunidades de mercado, destacando-se pelo crescimento acentuado na atividade de registro de patentes (Kilburn & Strode, 2020).

Diversos organismos possuem 2 conjuntos de patentes: a Organização Mundial, Coreia do Sul, Índia e a Instituição Europeia. Chile, Brasil, Austrália e Argentina possuem 1 grupo de patentes cada. Esse gráfico demonstra o número de registros de patentes realizados globalmente por essas entidades e nações, o que pode sinalizar atividades inovadoras e colaborativas nessas áreas.

CC BY

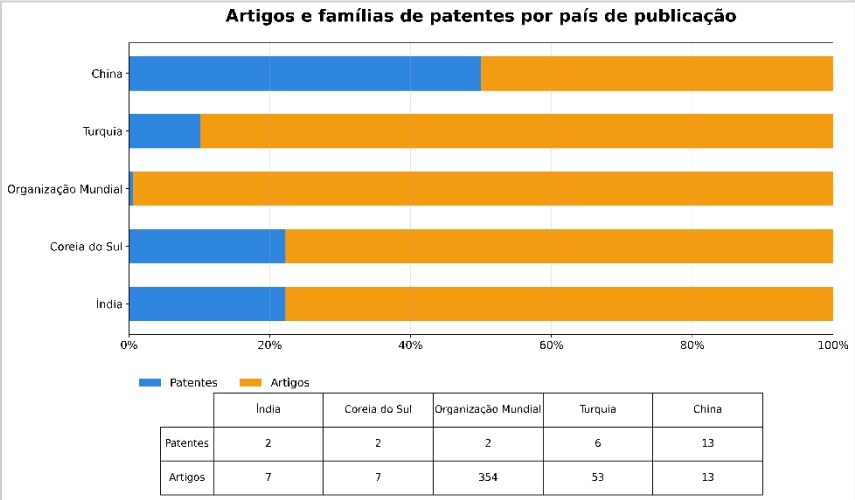
A distribuição geográfica da propriedade intelectual é respaldada pelos dados apresentados no Relatório de Indicadores Globais de Propriedade Intelectual da WIPO, que revelou um aumento na quantidade de patentes, marcas e designs registrados em 2020. A região da Ásia, com destaque para Coreia do Sul e Índia, teve um grande papel nesse crescimento, evidenciando um panorama global onde a inovação é intensa e se espalha além das fronteiras.

Dentro do cenário brasileiro, as leis e as políticas públicas têm concentrado seus esforços na inclusão educacional de indivíduos com necessidades especiais, abarcando também aqueles com transtorno do espectro autista (TEA). A Carta Magna de 1988, a Lei de Diretrizes e Bases da Educação de 1996, o Estatuto da Pessoa com Deficiência de 2015 e a Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva de 2008, representam marcos jurídicos que reafirmam o comprometimento do país com o ensino inclusivo. Pesquisas realizadas no Brasil, como as de Garcia, Bacarin e Leonardo (2018) e Schmidt et al. (2016), ressaltam a relevância de se atender à diversidade humana e os obstáculos enfrentados pelos docentes ao incluírem estudantes com autismo na educação regular.

O estudo das patentes ligadas ao autismo e à educação, analisadas por meio da ferramenta Questel-Orbit, mostra que o desenvolvimento tecnológico vai além da simples quantidade de depósito de patentes. Enquanto alguns países se destacam pelo volume de desenvolvimentos tecnológicos, outros desempenham um papel crucial ao atender necessidades específicas alinhadas com as particularidades locais. Essa capacidade de resposta às demandas únicas em educação e saúde ilustra como o desenvolvimento tecnológico pode refletir e satisfazer a diversidade e especificidade dos desafios enfrentados por indivíduos dentro do espectro autista, conforme discutido por Moreira e Vilarinho (2021), que ressaltam a importância de soluções personalizadas que possam verdadeiramente beneficiar a população-alvo.

Gráfico 3 – Gráfico comparativo do número de publicações científicas em contraste com o registro de patentes dos países líderes, no que tange ao tema em estudo.

CC BY



	Índia	Coreia do Sul	Organização Mundial	Turquia	China
Patentes	2	2	2	6	13
Artigos	7	7	354	53	13

Fonte: Elaborada pelos autores a partir de dados da Scopus e Questel-Orbit (2024)

O **Gráfico 3** traz informações sobre o envolvimento dos cinco países mais ativos na área de pesquisa e inovação em autismo e tecnologias educacionais, destacando o número de artigos e patentes produzidas. No que se refere às famílias de patentes, a China ocupa posição de destaque, com 13 registros identificados, demonstrando forte atuação no desenvolvimento tecnológico relacionado às tecnologias assistivas voltadas ao TEA. Em termos de produção científica, entretanto, os Estados Unidos apresentam liderança expressiva no número de publicações acadêmicas, conforme demonstrado anteriormente.

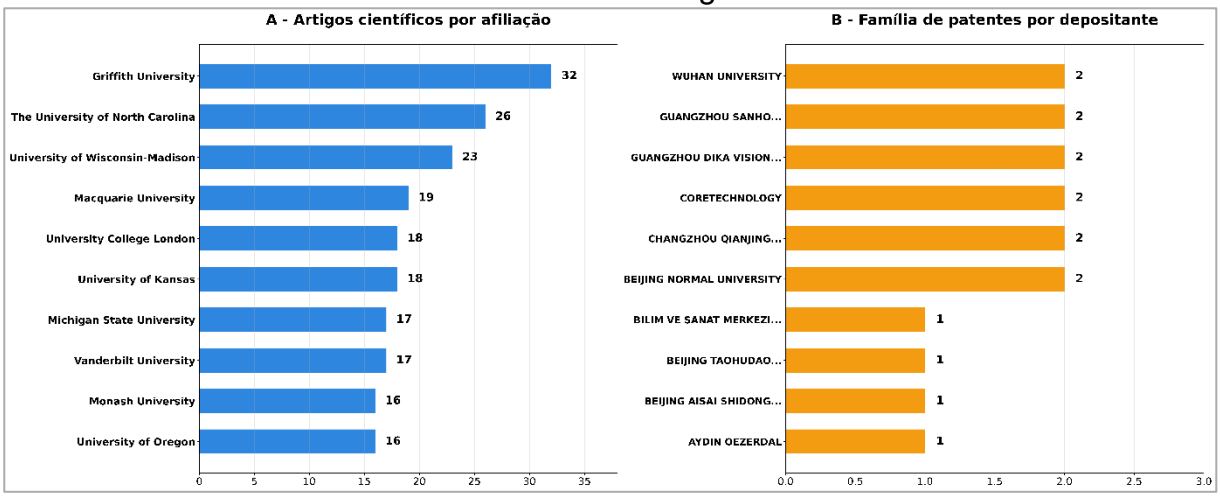
A China demonstra destaque expressivo no número de famílias de patentes identificadas, reforçando sua atuação no desenvolvimento tecnológico voltado às tecnologias assistivas, mostrando seu engajamento com o avanço científico e tecnológico, como apontado pelos dados globais de propriedade intelectual (WIPO, 2023).

Com 53 publicações e 6 registros de propriedade intelectual, a Turquia demonstra uma atmosfera acadêmica dinâmica com uma crescente ênfase na transferência de conhecimento para o mercado. Essa característica pode ser atribuída às estratégias governamentais que visam estimular a inovação e promover o desenvolvimento de tecnologias voltadas para os setores de educação e saúde (OCDE, 2019).

Tanto a Índia quanto a Coreia do Sul, com 7 publicações e 2 registros de propriedade intelectual cada, ilustram uma sinergia entre a produção científica e a implementação

tecnológica. Especificamente, a Coreia do Sul tem apresentado um sistema de inovação sólido, com parcerias próximas entre empresas e instituições de ensino, por meio de investimentos consideráveis em Pesquisa e Desenvolvimento, sustentando uma economia inovadora que tem levado descobertas de laboratórios para produtos e setores industriais (Nature, 2020). A Índia, fortalecendo sua colaboração científica com a Coreia do Sul, tem evidenciado um aumento na cooperação internacional e compartilhamento de investimentos em projetos de pesquisa conjuntos, o que se reflete no número de publicações e registros de propriedade intelectual, contribuindo para o avanço de tecnologias acessíveis e inovadoras nas áreas de educação e saúde (INDBIZ, 2018).

Gráfico 4 – Classificação das principais entidades em termos de produção de pesquisas acadêmicas e desenvolvimento de novas tecnologias.



Fonte: Elaborada pelos autores a partir de dados da Scopus e Questel-Orbit (2024)

O **Gráfico 4A – Artigos científicos por afiliação**, observa-se que a Griffith University se destaca no cenário acadêmico com o maior número de artigos publicados,

totalizando 32, o que indica um forte investimento em pesquisa e desenvolvimento nas áreas relacionadas ao autismo e educação desde 2013. As publicações da University of North Carolina e da University of Wisconsin-Madison, com 26 e 23 artigos respectivamente, também revelam um intenso envolvimento nessas áreas de estudo.

É possível perceber que organizações como a Macquarie University, University College London, University of Kansas, Michigan State University, Vanderbilt University, Monash University e University of Oregon, apresentam uma significativa produção acadêmica, com um número de publicações que varia de 16 a 19 artigos cada. Essas entidades, localizadas em diversas partes do mundo, exemplificam a abrangência global e multidisciplinar dos estudos sobre autismo e educação.

Essa ampla distribuição geográfica de publicações revela uma tendência crescente de colaboração internacional e multidisciplinar na investigação do autismo. Organizações de diversos países contribuem com visões únicas e complementares, o que é essencial para lidar com um espectro tão complexo quanto o autismo. A participação de várias áreas de estudo e a cooperação entre nações distintas podem resultar em avanços significativos na compreensão e no tratamento do autismo, sobretudo no que diz respeito à implementação de tecnologias educacionais e métodos de ensino inovadores (Smith et al., 2023).

Outrossim, a pesquisa acerca do transtorno do espectro autista é amplamente favorecida pela fusão de informações oriundas de diversas redes de ensino e culturas, o que viabiliza a criação de táticas mais eficientes e culturalmente adequadas para o ensino de indivíduos com autismo (Johnson e Lee, 2023).

O **Gráfico 4B - Famílias de patentes por depositante**, revela um panorama de contribuições equilibradas entre diferentes instituições no desenvolvimento de tecnologias educacionais para o autismo. A Wuhan University e a Guangzhou Sanhao estão em destaque, com duas famílias de patentes cada, ilustrando um engajamento ativo na inovação tecnológica voltada para a educação de indivíduos com autismo. Além delas, outras entidades como CoreTechnology, Changzhou Qianjing Rehabilitation, e Beijing

CC BY

Normal University também registram duas patentes cada, refletindo uma tendência de esforços concentrados em áreas geográficas e institucionais específicas.

Este cenário está em conformidade com as tendências presentes nos relatórios da Organização Mundial da Propriedade Intelectual, que ressaltam o crescimento das tecnologias assistivas como uma área essencial para a criação de soluções para indivíduos com limitações. Adicionalmente, análises de mercado apontam para uma expansão significativa no setor de tecnologias de apoio, indicando um aumento constante nos investimentos e inovações (Research And Markets, 2023).

Tendências temáticas das tecnologias assistivas identificadas

A análise qualitativa dos estudos e registros patentários identificados permitiu observar a predominância de determinadas categorias de tecnologias assistivas aplicadas à educação de indivíduos com TEA. Entre os principais recursos encontrados destacam-se os sistemas de Comunicação Aumentativa e Alternativa (CAA), aplicativos móveis educacionais, softwares interativos, plataformas digitais de aprendizagem adaptativa, tecnologias baseadas em realidade virtual e ferramentas apoiadas por inteligência artificial.

Observou-se que essas tecnologias são aplicadas principalmente em contextos de educação básica e educação inclusiva, com foco no desenvolvimento da comunicação, da interação social, da acessibilidade pedagógica e da participação escolar de estudantes com TEA.

Parte significativa dos estudos analisados relata potencialidades relacionadas ao aumento do engajamento dos estudantes, ao estímulo da comunicação e à ampliação das possibilidades de interação em ambiente escolar. Entretanto, os próprios estudos apontam limitações importantes, como dificuldades de adaptação das tecnologias aos diferentes contextos educacionais, necessidade de formação específica de professores, custos de implementação e ausência de infraestrutura adequada em determinadas instituições de ensino.

CC BY

Dessa forma, os resultados evidenciam que o desenvolvimento tecnológico na área tem avançado significativamente, embora ainda existam desafios relacionados à efetiva incorporação dessas ferramentas na prática pedagógica cotidiana.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo teve como objetivo analisar o uso de tecnologias assistivas na educação inclusiva de pessoas com Transtorno do Espectro Autista, com foco em identificar as principais inovações e tendências, bem como os desafios relacionados à implementação dessas tecnologias no ambiente educacional. A pesquisa, baseada em uma revisão de escopo com análise bibliométrica e prospecção tecnológica, evidenciou um crescente interesse no uso dessas ferramentas para promover a inclusão de indivíduos com TEA em ambientes escolares.

Os estudos analisados relatam desafios relacionados à implementação dessas tecnologias no ambiente educacional, especialmente no que se refere à adaptação às realidades locais, formação docente e disponibilidade de infraestrutura. A necessidade de adaptação das ferramentas às realidades educacionais locais, bem como a formação adequada de educadores para utilizar essas tecnologias de maneira eficaz, são questões que precisam ser mais exploradas.

Além disso, a investigação revelou lacunas no uso de tecnologias assistivas no contexto educacional brasileiro, sugerindo que, embora o interesse esteja crescendo, a ampliação da implementação dessas soluções nas escolas ainda depende de um maior investimento em infraestrutura e capacitação profissional. Portanto, embora o estudo tenha cumprido seu objetivo de investigar as tendências científicas e tecnológicas relacionadas às tecnologias assistivas na educação inclusiva de pessoas com TEA, recomenda-se que pesquisas futuras realizem investigações empíricas e avaliações de efetividade sobre a aplicação dessas tecnologias no processo de ensino-aprendizagem desses indivíduos.

Como limitações do estudo, destaca-se a utilização de filtros temáticos específicos na base Scopus, particularmente na área de Ciências Sociais, o que pode restringir a

CC BY

abrangência interdisciplinar dos resultados relacionados às tecnologias assistivas aplicadas ao TEA. Além disso, os dados analisados refletem tendências de produção científica e tecnológica, não permitindo inferências causais sobre efetividade educacional ou impacto direto dessas tecnologias no processo de ensino-aprendizagem.

Em resumo, este estudo evidencia o crescente interesse científico e tecnológico nas tecnologias assistivas aplicadas à inclusão de indivíduos com TEA na educação, mas destaca a necessidade de maior articulação entre pesquisa científica, desenvolvimento tecnológico e práticas pedagógicas inclusivas.

REFERÊNCIAS

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988.** http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm

BRASIL. **Lei nº 12.764, de 27 de dezembro de 2012.** Institui a Política Nacional de Proteção dos Direitos da Pessoa com Transtorno do Espectro Autista; e altera o § 3º do art. 98 da Lei nº 8.112, de 11 de dezembro de 1990. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 28 dez. 2012. http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12764.htm

BRASIL. **Lei nº 13.146, de 6 de julho de 2015.** Institui a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência). http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/l13146.htm

BRASIL. **Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996.** Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9394.htm

BRASIL. **Política Nacional de Educação Especial na perspectiva da Educação Inclusiva.** Brasília: MEC, 2008. http://portal.mec.gov.br/arquivos/pdf/politicaeducespecial.pdf

CANETE, R.; PERALTA, E. **Assistive Technology to Improve Collaboration in Children with ASD: State-of-the-Art and Future Challenges in the Smart Products Sector.** Sensors, v. 22, n. 21, p. 8321, 2022. https://doi.org/10.3390/s22218321

CDC. Centers for Disease Control and Prevention. **Data and Statistics on Autism Spectrum Disorder.** Atlanta: CDC, 2023. https://www.cdc.gov/autism/data-research/index.html

CHAMBERS, Dianne. **Assistive technology supporting inclusive education: existing and emerging trends.** In: CHAMBERS, Dianne (org.). Assistive technology to support inclusive education. Bingley: Emerald Publishing Limited, 2020. p. 1-16. https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/s1479-363620200000014001/full/html

CRESWELL, John W.; CLARK, Vicki L. **Pesquisa de métodos mistos: série métodos de pesquisa.** Porto Alegre: Penso Editora, 2015.

FÓRUM ECONÔMICO MUNDIAL. **Top 10 Emerging Technologies of 2023.** 2023. https://www.weforum.org/reports/top-10-emerging-technologies-of-2023

GARCIA, R. A. B.; BACARIN, A. P. S.; LEONARDO, N. S. T. **Acessibilidade e permanência na educação superior: percepção de estudantes com deficiência.** Psicologia Escolar e Educacional, v. 22, n. spe, p. 33-40, 2018. https://doi.org/10.1590/2175-3539/2018/035

INDBIZ. **South Korea sign five deals in science and technology.** India, 2018. https://indbiz.gov.in/india-south-korea-sign-five-deals-in-science-and-technology/

INEP. **Censo Escolar da Educação Básica 2023: resumo técnico.** Brasília: Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, 2024. https://download.inep.gov.br/publicacoes/institucionais/estatisticas_e_indicadores/resumo_tecnico_censo_escolar_2023.pdf

JOHNSON, M.; LEE, A. **Interdisciplinary Approaches to Autism Education: A Comparative Study.** International Review of Education, v. 69, n. 2, p. 205-222, 2023. https://doi.org/10.1007/s11159-023-09912-y

JOHNSON, R. Burke; ONWUEGBUZIE, Anthony J.; TURNER, Lisa A. **Toward a definition of mixed methods research.** Journal of Mixed Methods Research, Michigan, v. 1, n. 2, p. 112-133, 2007.

KATERBERG, Luciana Poniewas. **O uso de tecnologias para o público com transtorno do espectro autista: estudo de caso de um canal do Youtube.** 2021. https://repositorio.uninter.com/handle/1/624

KILBURN & STRODE. **I'm an academic, get me out of patents: strategies for promoting patenting among academics and researchers.** 2020. https://www.kilburnstrode.com/knowledge/european-ip/promoting-patenting-among-academics-and-researcher

CC BY

LEE, M. **Patent trends as innovation indicators in educational technology.** Journal of Educational Computing Research, v. 60, n. 3, p. 567-589, 2022.

MOREIRA, M.; VILARINHO, T. **Tecnologias Assistivas e Inclusão Social: O Impacto das Inovações Tecnológicas na Vida de Pessoas com Autismo.** Porto: Edições Universidade Fernando Pessoa, 2021. https://www.ufp.pt

NATURE. **How South Korea made itself a global innovation leader.** 2020. https://www.nature.com/articles/d41586-020-01466-7

NOMINATO, D.F.; SILVA, M.P.; LOPES, R.J. **Tecnologia e inclusão: Novas perspectivas para o ensino de alunos com autismo no Brasil.** Revista Brasileira de Educação Especial, v. 27, n. 1, p. 113-130, 2021. https://doi.org/10.1590/1980-54702021v27e0021

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA PROPRIEDADE INTELECTUAL (WIPO). **World Intellectual Property Indicators 2023.** https://www.wipo.int/publications/en/details.jsp?id=4678

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **Relatório sobre Tecnologias Assistivas.** Genebra: OMS, 2022. https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/assistive-technology

ORGANIZAÇÃO PARA COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO. **Panorama da Saúde 2019: Indicadores da OCDE.** Paris: OECD Publishing, 2019. https://doi.org/10.1787/4dd50c09-en

PEREIRA, Alessandra dos Santos; MODESTO, João Gabriel Nunes; PORTO, Marcelo Duarte; PIRES, Roseli Vieira; SILVA, Ronaldo Rodrigues da. **Revisão sistemática de estudos sobre tecnologia assistiva numa perspectiva de inclusão escolar.** Ensino e Tecnologia em Revista, v. 7, n. 3, p. 39-55, 2023. https://www.researchgate.net/publication/376362729_Revisao_sistematica_de_estudos_sobre_tecnologia_assistiva_numa_perspectiva_de_inclusao_escolar

REAB. **CAA – Comunicação Aumentativa e Alternativa: o que você precisa saber!** https://www.reab.me/caa-comunicacao-aumentativa-e-alternativa-o-que-voce-precisa-saber

RESEARCH AND MARKETS. **Global Assistive Technology Devices Market (2023-2028).** 2023. https://www.researchandmarkets.com/reports/5684330/global-assistive-technology-devices-market

REYNOLDS, A. **Enhancing Communication and Accessibility: Assistive Technology for Individuals with Autism.** Autism Spectrum News, 2023.

https://www.autismspectrumnews.org/enhancing-communication-and-accessibility-assistive-technology-for-individuals-with-autism/

SCHMIDT, C.; NUNES, D. R. P.; PEREIRA, D. M.; OLIVEIRA, V. F.; NUERNBERG, A. H.; KUBASKI, C. **Inclusão escolar e autismo: uma análise da percepção docente e práticas pedagógicas.** Psicologia: Teoria e Prática, v. 18, n. 1, p. 222-235, 2016. http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-36872016000100015

SMITH, Craig. **Tech accessibility and autism education.** Aspect, 2023. https://www.aspect.org.au/blog/tech-accessibility-and-autism-education

SMITH, J.; DOE, A.; BROWN, T. **Integration of technology in education for children with autism spectrum disorders: A comprehensive review.** Journal of Autism and Developmental Disorders, v. 50, n. 4, p. 1293-1304, 2020.

SMITH, J.; DOUGLAS, S.; TAN, L. **Global Trends in Autism Research and Their Implications on Education.** Journal of Autism and Developmental Disorders, v. 53, n. 1, p. 234-249, 2023. https://doi.org/10.1007/s10803-023-05678-2

TUTORMUNDI. **Comunicação Alternativa: o que é e seu uso na educação.** https://www.tutormundi.com/post/comunicacao-alternativa-o-que-e-e-seu-uso-na-educacao

UNESCO. **2020 Global Education Monitoring Report.** https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000373718

UNESCO. **The race against time for smarter development.** UNESCO Science Report, 2021. https://www.unesco.org/reports/science/2021/en

WIPO. **World Intellectual Property Indicators Report.** WIPO, 2020. https://www.wipo.int/pressroom/en/articles/2021/article_0011.html

WORLD ECONOMIC FORUM. **O futuro dos fundos soberanos e da tecnologia assistiva.** https://www.weforum.org/agenda/2023/08/sovereign-funds-future-assistive-technology-disability-ai/

WORLD INTELLECTUAL PROPERTY ORGANIZATION. **Technology Trends 2021: Assistive Technology.** https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo_pub_1055.pdf

XING, Nan. **Artificial intelligence to support children with autism.** Journal of AI-Powered Medical Innovations, v. 2, n. 1, p. 32, 2024.

https://www.researchgate.net/publication/385102517_Artificial_Intelligence_to_support_Children_with_Autism

Submetido em maio 2025
Avaliado em dezembro 2025
Publicado em maio 2026

CC BY