Eixo temático: Educação Especial e Tecnologia

EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA NOS PROCESSOS DE ENSINO-APRENDIZAGEM DO ESTUDANTE COM DEFICIÊNCIA

Douglas Manoel Antonio de Abreu Pestana dos Santos[1]
Celso Francisco do Ó[2]

Resumo: Este artigo analisa o papel da educação tecnológica nos processos de ensino-aprendizagem do estudante com deficiência, com foco nas condições que tornam a tecnologia pedagogicamente significativa em contextos inclusivos. O estudo parte do pressuposto de que a ampliação das matrículas da educação especial na escola comum exige deslocar o debate do acesso formal para a garantia de participação, permanência e aprendizagem. Metodologicamente, trata-se de revisão integrativa, de natureza qualitativa, bibliográfica e documental, com priorização de fontes em português e de estudos empíricos e revisões sistemáticas publicados preferencialmente entre 2015 e 2026, além de documentos normativos indispensáveis. A pesquisa inicial concentrou-se em Google, UFNT, SciELO e Fiocruz, sendo posteriormente ampliada para bases governamentais e institucionais como Inep, MEC, UNESCO, WHO, UNICEF, W3C e periódicos científicos. Os resultados indicam que tecnologias assistivas e recursos digitais acessíveis favorecem comunicação, leitura, mobilidade informacional, acesso ao currículo e avaliação multimodal, com evidências particularmente relevantes para leitores de tela, materiais táteis, legendagem, microfones remotos, comunicação aumentativa e alternativa e intervenções digitais estruturadas. Entretanto, a eficácia dessas mediações depende de formação docente, desenho universal para aprendizagem, materiais acessíveis, acompanhamento intersetorial e integração entre professor da classe comum, AEE e família. Conclui-se que a educação tecnológica só cumpre função inclusiva quando é curricularmente situada, avaliativamente flexível e eticamente comprometida com a eliminação de barreiras. (Fernández-Batanero et al., 2022; Torra Moreno, Canals Sans e Colomina Fosch, 2021; UNESCO, 2023; Inep, 2025).
Palavras-chave. educação inclusiva; tecnologia assistiva; acessibilidade; ensino-aprendizagem; formação docente; avaliação.

Introdução

A educação inclusiva brasileira consolidou, nas últimas décadas, um movimento normativo e político que vincula o direito à educação do estudante com deficiência à eliminação de barreiras e à oferta de apoios adequados. Nesse campo, a Lei Brasileira de Inclusão define acessibilidade como condição para uso seguro e autônomo de espaços, informações, comunicações e tecnologias, além de reconhecer a tecnologia assistiva como conjunto de produtos, equipamentos, dispositivos, recursos, metodologias, estratégias, práticas e serviços voltados à promoção da funcionalidade, da participação e da autonomia.

Esse marco jurídico encontra respaldo em uma transformação objetiva da rede escolar brasileira. O Censo Escolar de 2024 registrou expansão das matrículas da educação especial,

[1] UNIFESP. E-mail: douglas.pestana@unifesp.br
[2] UNESP. E-mail: celso.francisco@unesp.br

com forte presença desses estudantes em classes comuns. Esse dado evidencia avanço no acesso, mas também impõe uma exigência pedagógica decisiva: garantir que a presença física na escola se converta em participação efetiva, comunicação acessível, aprendizagem significativa e avaliação justa.

A discussão sobre educação tecnológica é inseparável desse cenário. A tecnologia pode remover barreiras de leitura, escuta, visão, comunicação, escrita e expressão do conhecimento. Contudo, também pode recriar exclusões quando plataformas, materiais digitais e práticas pedagógicas não são acessíveis. Portanto, o problema central deste artigo pode ser formulado da seguinte maneira: em que condições a educação tecnológica contribui efetivamente para os processos de ensino-aprendizagem do estudante com deficiência?

Defende-se a hipótese de que os ganhos pedagógicos não decorrem do simples uso de recursos digitais, mas da sua inserção em um ecossistema inclusivo composto por acessibilidade técnica, planejamento curricular flexível, mediação docente qualificada, avaliação multimodal e trabalho colaborativo entre profissionais da escola, família e serviços de apoio.

A relevância da investigação reside no fato de que, apesar dos avanços legais e acadêmicos, ainda persiste distância significativa entre o que as políticas públicas preconizam e o que se realiza no cotidiano das escolas. Compreender as possibilidades e os limites da educação tecnológica no contexto da inclusão é condição necessária para avançar em direção a uma escola democrática, acessível e pedagogicamente comprometida com todos os estudantes.

Fundamentação teórica

No campo da educação inclusiva, a educação tecnológica deve ser compreendida como articulação entre recursos digitais, tecnologia assistiva, comunicação acessível, organização do trabalho pedagógico e adaptação das formas de ensinar, aprender e avaliar. Nessa perspectiva, a tecnologia assistiva ocupa lugar estratégico porque opera no encontro entre funcionalidade, participação e acesso ao currículo.

Segundo o relatório global da WHO e da UNICEF (2022), produtos e serviços assistivos são decisivos para a participação em educação, vida comunitária e autonomia. A ausência desses recursos limita direitos e aprofunda desigualdades. No contexto escolar, isso significa que a tecnologia assistiva não deve ser tratada como elemento acessório, mas como condição

concreta para que determinados estudantes possam acessar conteúdos, interagir, comunicar-se e demonstrar aprendizagens.

A literatura recente reforça essa compreensão. Fernández-Batanero et al. (2022), em revisão sistemática sobre tecnologia assistiva e estudantes com deficiência, indicam que esses recursos tendem a ampliar inclusão e acessibilidade, embora sua eficácia dependa de formação docente, informação adequada e condições institucionais de uso. Sarasola Sánchez-Serrano et al. (2020) também destacam impactos positivos das tecnologias de informação e comunicação em comunicação, motivação, autonomia e participação de estudantes com deficiência.

Essa perspectiva aproxima a educação tecnológica do Desenho Universal para Aprendizagem, DUA. Em vez de adaptar o ensino somente após a identificação de dificuldades, o DUA propõe planejar desde o início múltiplas formas de engajamento, representação e ação ou expressão. Assim, a inclusão deixa de operar por uma lógica compensatória e passa a ser pensada como princípio de desenho pedagógico. Leite, Braz e Pinto (2024) mostram que DUA e tecnologia assistiva são estratégias complementares, pois deslocam a prática inclusiva do diagnóstico individual para a análise das barreiras curriculares.

Outro elemento teórico decisivo é a formação docente. A tecnologia acessível não produz efeitos automáticos. Moran, Masetto e Behrens (2000) já indicavam que o impacto pedagógico das tecnologias depende de uso reflexivo, intencional e contextualizado. No mesmo sentido, Oliveira, Senff e Silva (2024) argumentam que a formação docente em tecnologias digitais inclusivas deve ultrapassar o domínio técnico de equipamentos e plataformas, envolvendo compreensão das barreiras comunicacionais, curriculares e avaliativas que esses recursos buscam superar.

Mantoan (2003) salienta que a inclusão escolar não se reduz à aplicação de técnicas ou adaptações pontuais, mas exige transformação da escola em seus valores, concepções e práticas. Dessa forma, a tecnologia não substitui a relação pedagógica, tampouco elimina a necessidade de planejamento docente. Sua potência inclusiva depende de sua inserção em um projeto educativo comprometido com a aprendizagem de todos, com a valorização das diferenças e com a eliminação de barreiras.

Metodologia

Este artigo resulta de revisão integrativa, de natureza qualitativa, bibliográfica e documental, com finalidade analítica e propositiva. O objeto de análise foi a contribuição da educação tecnológica para os processos de ensino-aprendizagem do estudante com deficiência, considerando tecnologias assistivas, acessibilidade digital, currículo, formação docente e avaliação.

Foram priorizados artigos originais, revisões sistemáticas, documentos governamentais e publicações institucionais de referência, preferencialmente publicados entre 2015 e 2026. Textos normativos e curriculares anteriores foram incorporados quando indispensáveis à compreensão do tema. Materiais opinativos, publicitários, comerciais ou sem validação acadêmica foram despriorizados.

A busca contemplou bases acadêmicas, portais governamentais e documentos institucionais, entre eles SciELO, Inep, MEC, Planalto, UNESCO, WHO, UNICEF, W3C e periódicos científicos indexados. A análise foi orientada por quatro eixos: marco normativo, evidências de eficácia, condições de implementação e implicações para a prática pedagógica.

Resultados e discussão

O primeiro achado relevante é a convergência entre marco legal e literatura empírica. No plano normativo, o Brasil vincula o direito à educação inclusiva à oferta de acessibilidade, tecnologia assistiva, Atendimento Educacional Especializado e adaptações razoáveis. No plano empírico, revisões recentes mostram que essas tecnologias favorecem o acesso ao currículo, embora seus resultados sejam condicionados por acessibilidade dos ambientes, formação docente e apoio institucional.

Para estudantes com deficiência visual, a literatura enfatiza leitores de tela, ampliadores, linhas Braille, descrição textual de imagens, gráficos táteis e modelos tridimensionais. Esses recursos são especialmente relevantes quando o conteúdo depende de leitura autônoma, navegação digital ou compreensão de informação espacial, como ocorre em matemática, ciências, mapas, gráficos e diagramas. Mukhiddinov e Kim (2021) destacam a importância dos gráficos táteis para acesso a informações visuais, embora também apontem entraves de custo, padronização e formação para uso pedagógico.

No caso de estudantes surdos e com deficiência auditiva, os resultados indicam a relevância de legendagem, transcrição, vídeos sinalizados, janelas de Libras e tecnologias de apoio à escuta. Rodríguez-Correa et al. (2023) identificaram diferentes grupos de tecnologias voltadas a esse público, incluindo tradução entre línguas de sinais e fala, geração automática de legendas e recursos baseados em conteúdos on-line. Alsalamah (2020) observou benefícios da legendagem para compreensão de aulas, o que reforça que mediações visuais e textuais são parte da própria inteligibilidade curricular.

Para estudantes com autismo e necessidades complexas de comunicação, a Comunicação Aumentativa e Alternativa, CAA, ocupa posição central. Aydin e Diken (2020) identificaram um campo consolidado de pesquisas sobre sistemas de CAA para pessoas com transtorno do espectro autista. Caron, Light e McNaughton (2021) demonstraram que aplicativos de CAA podem favorecer não apenas comunicação funcional, mas também habilidades iniciais de leitura, quando articulados a objetivos pedagógicos claros e acompanhamento sistemático.

Em relação à deficiência intelectual, Torra Moreno, Canals Sans e Colomina Fosch (2021) analisaram intervenções digitais e identificaram resultados promissores em funções executivas, linguagem, habilidades cognitivas e dimensões sociais e comportamentais. Entretanto, os autores indicam cautela, pois muitos estudos apresentam amostras pequenas, curta duração e limitações metodológicas. Desse modo, intervenções digitais estruturadas podem contribuir para a aprendizagem, desde que acompanhadas por mediação docente, objetivos curriculares definidos e avaliação longitudinal.

Essas evidências demonstram que a tecnologia deve ser compreendida como mediação pedagógica situada. A pergunta central não deve ser apenas qual aplicativo ou equipamento utilizar, mas qual barreira de participação e aprendizagem se pretende remover, com qual recurso, em qual contexto, sob qual objetivo curricular e com que forma de acompanhamento.

A formação docente aparece como condição transversal. Professores precisam ser preparados para selecionar, adaptar e avaliar recursos tecnológicos com base nas necessidades dos estudantes e nos objetivos de aprendizagem. Essa formação não pode limitar-se ao treinamento instrumental. Deve envolver reflexão pedagógica, acessibilidade digital, desenho

universal para aprendizagem, avaliação inclusiva, ética dos dados, participação da família e colaboração com o Atendimento Educacional Especializado.

Também se destaca a necessidade de materiais digitais acessíveis desde a origem. O W3C sintetiza a acessibilidade digital em quatro princípios: perceptível, operável, compreensível e robusta. No campo educacional, isso implica produzir textos com estrutura semântica adequada, imagens com descrição, vídeos com legenda e Libras quando pertinente, navegação por teclado, foco visível, contraste adequado, linguagem clara e compatibilidade com leitores de tela.

A avaliação constitui outro ponto decisivo. Não basta tornar o ensino acessível se a avaliação permanece presa a uma única forma de resposta, tempo rígido ou suporte exclusivamente verbal ou escrito. Em contextos inclusivos, avaliar exige admitir múltiplas formas de demonstração da aprendizagem, com adaptações razoáveis e uso pedagógico da tecnologia para expressão, registro, organização e comunicação do conhecimento.

Por fim, a tecnologia precisa ser planejada de forma colaborativa. Professor da classe comum, professor do AEE, gestão escolar, família e, quando necessário, profissionais da saúde e da assistência social devem atuar conjuntamente na definição dos recursos, nas rotinas de uso, no acompanhamento dos resultados e na revisão periódica das estratégias. Sem essa articulação, há risco de subutilização dos equipamentos ou de sua transformação em recurso isolado, sem impacto real sobre a aprendizagem.

Implicações pedagógicas

A primeira implicação é diagnóstica, mas não em sentido clínico. A escola precisa identificar barreiras funcionais relacionadas à leitura, escrita, escuta, visão, comunicação, mobilidade, organização do estudo e expressão do conhecimento. Isso desloca o planejamento da pergunta *qual deficiência o estudante tem* para a pergunta *o que impede sua participação e aprendizagem nesta atividade curricular*.

A segunda implicação é curricular. A tecnologia deve estar vinculada aos objetivos de aprendizagem e não apenas ao uso pontual de equipamentos. Um leitor de tela, uma legenda, um aplicativo de CAA, um material tátil ou uma plataforma adaptativa só fazem sentido quando

ampliam o acesso ao currículo, favorecem participação e permitem ao estudante construir e expressar conhecimento.

A terceira implicação é formativa. A formação docente precisa articular inclusão, tecnologia, currículo e avaliação. O professor deve compreender que a tecnologia pode apoiar a aprendizagem, mas também pode produzir exclusão quando não considera acessibilidade, contexto social, condições de uso e singularidades dos estudantes.

A quarta implicação é institucional. A gestão escolar deve garantir infraestrutura, conectividade, recursos acessíveis, apoio técnico, tempo de planejamento e acompanhamento pedagógico. A inclusão tecnológica não depende apenas da boa vontade docente, mas de condições concretas de trabalho e de políticas públicas consistentes.

A quinta implicação é ética. Tecnologias educacionais devem ser avaliadas quanto à acessibilidade, proteção de dados, transparência, participação dos estudantes e risco de padronização. A inclusão não pode ser reduzida à adaptação técnica. Trata-se de um compromisso político e pedagógico com o direito de aprender.

Limitações

A principal limitação desta revisão está na heterogeneidade da literatura recente. Parte importante dos estudos empíricos sobre tecnologia assistiva utiliza amostras pequenas, delineamentos de sujeito único ou medidas de curto prazo, o que dificulta generalizações amplas. Esse problema aparece especialmente em pesquisas sobre deficiência intelectual, CAA, aplicativos educacionais e formação docente.

Outra limitação refere-se à menor disponibilidade de estudos brasileiros de intervenção longitudinal em contexto escolar, sobretudo na educação básica. Embora haja produção nacional relevante, ainda são necessários estudos que acompanhem, por períodos mais longos, os efeitos pedagógicos das tecnologias assistivas e digitais no cotidiano das escolas.

Considerações finais

O artigo evidenciou que a educação tecnológica, quando articulada a uma perspectiva inclusiva, crítica e comprometida com a equidade, constitui campo estratégico para ampliar as condições de aprendizagem e participação de estudantes com deficiência. Tecnologias digitais

e assistivas podem contribuir para superar barreiras históricas de acesso ao currículo, fortalecer a autonomia discente e construir práticas pedagógicas mais responsivas à diversidade humana.

Entretanto, a efetividade da integração tecnológica depende de condições estruturais, pedagógicas e políticas. Formação docente específica e continuada, infraestrutura adequada, acessibilidade digital, suporte técnico, financiamento público, políticas intersetoriais e avaliação permanente das práticas são elementos indispensáveis para que as tecnologias deixem de ser promessa abstrata e se convertam em direito educacional concretamente assegurado.

Conclui-se que a educação tecnológica inclusiva não pode ser reduzida à adoção de dispositivos, plataformas ou soluções técnicas isoladas. Trata-se de um processo coletivo, ético, político e pedagógico, orientado pela garantia do direito de todos os estudantes a uma educação de qualidade. As tecnologias são meios, não fins. Sua potência inclusiva somente se realiza quando inserida em um projeto de escola democrática, acessível e comprometida com o desenvolvimento pleno de cada sujeito.

O desafio central, portanto, não é apenas inserir tecnologia na escola, mas produzir uma escola acessível por meio da tecnologia, do currículo, da formação docente e da eliminação sistemática das barreiras que impedem a aprendizagem e a participação dos estudantes com deficiência.

Referências

ALSALAMAH, Areej. **Using captioning services with deaf and hard of hearing students in higher education: a systematic review**. *American Annals of the Deaf*, Washington, v. 165, n. 1, p. 114-127, 2020.

AYDIN, Oğuz; DIKEN, İbrahim H. **Studies comparing augmentative and alternative communication systems for individuals with autism spectrum disorder: a systematic review and meta-analysis**. *Education and Training in Autism and Developmental Disabilities*, Arlington, v. 55, n. 1, p. 58-74, 2020.

BERSCH, Rita. **Introdução à tecnologia assistiva**. Porto Alegre: Assistiva Tecnologia e Educação, 2017.

BRASIL. **Decreto nº 7.611, de 17 de novembro de 2011**. Dispõe sobre a educação especial, o atendimento educacional especializado e dá outras providências. *Diário Oficial da União*: seção 1, Brasília, DF, 18 nov. 2011.

BRASIL. **Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996**. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. *Diário Oficial da União*: seção 1, Brasília, DF, 23 dez. 1996.

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. *Diário Oficial da União*: seção 1, Brasília, DF, 7 jul. 2015.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, DF: MEC, 2018.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Especial. **Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva**. Brasília, DF: MEC/SEESP, 2008.

BRASIL. Ministério da Educação. **Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva**. Brasília, DF: MEC, 2025.

BRASIL. Ministério da Gestão e da Inovação em Serviços Públicos. **eMAG: Modelo de Acessibilidade em Governo Eletrônico**. Brasília, DF: Governo Federal, 2024.

CARON, Jessica; LIGHT, Janice; MCNAUGHTON, David. **Effects of a literacy feature in an augmentative and alternative communication app on single-word reading of individuals with autism spectrum disorder**. *Research in Autism Spectrum Disorders*, Amsterdam, v. 82, p. 101730, 2021.

FERNÁNDEZ-BATANERO, José María; MONTENEGRO-RUEDA, Marta; FERNÁNDEZ-CERERO, José; GARCÍA-MARTÍNEZ, Inmaculada. **Assistive technology for the inclusion of students with disabilities: a systematic review**. *Educational Technology Research and Development*, New York, v. 70, p. 1911-1930, 2022.

FERNÁNDEZ-CERERO, José; MONTENEGRO-RUEDA, Marta; FERNÁNDEZ-BATANERO, José María. **Impact of ICT on students with disability in higher education: a systematic review**. *Education and Information Technologies*, New York, v. 28, p. 12345-12367, 2023.

GALVÃO FILHO, Teófilo Alves. **A tecnologia assistiva: de que se trata?** In: MACHADO, Gláucio José Couri; SOBRAL, Maria Neide (org.). **Conexões: educação, comunicação, inclusão e interculturalidade**. Porto Alegre: Redes Editora, 2009. p. 207-235.

INEP. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. **Censo Escolar da Educação Básica 2024: notas estatísticas**. Brasília, DF: Inep, 2025.

KENSKI, Vani Moreira. **Educação e tecnologias: o novo ritmo da informação**. Campinas: Papirus, 2007.

LEITE, Lúcia Pereira; BRAZ, Ana Carolina; PINTO, Gláucia Uliana. **Desenho Universal para Aprendizagem e tecnologia assistiva: interfaces para práticas pedagógicas inclusivas**. *Revista Educação Especial*, Santa Maria, v. 37, p. 1-20, 2024.

MANTOAN, Maria Teresa Eglér. **Inclusão escolar: o que é? por quê? como fazer?** São Paulo: Moderna, 2003.

MORAN, José Manuel; MASETTO, Marcos Tarciso; BEHRENS, Marilda Aparecida. **Novas tecnologias e mediação pedagógica**. Campinas: Papirus, 2000.

MUKHIDDINOV, Mukhriddin; KIM, Jeonghwan. **A systematic literature review on tactile graphics for visually impaired people**. *Applied Sciences*, Basel, v. 11, n. 15, p. 1-23, 2021.

OLIVEIRA, Adriana Aparecida de; SENFF, Luciana; SILVA, Ketia Kellen Araújo da. **Tecnologias digitais e educação inclusiva: desafios para a formação docente**. *Revista Brasileira de Educação Especial*, Bauru, v. 30, p. 1-18, 2024.

RODRÍGUEZ-CORREA, Pedro Alejandro; RAMÍREZ-MONTOYA, María Soledad; GARCÍA-PEÑALVO, Francisco José; QUINTERO-GONZÁLEZ, Luis Eduardo. **Technologies for deaf and hard-of-hearing students in educational settings: a systematic literature review**. *Education and Information Technologies*, New York, v. 28, p. 14567-14595, 2023.

RUSCONI, Laura; SQUILLACI, Myriam. **Universal Design for Learning and teacher training: a systematic review**. *Frontiers in Education*, Lausanne, v. 8, p. 1-15, 2023.

SARASOLA SÁNCHEZ-SERRANO, José Luis; LÓPEZ-MENÉSES, Eloy; VÁZQUEZ-CANO, Esteban; FERNÁNDEZ-MÁRQUEZ, Esther. **Information and communication technologies and students with disabilities: a systematic review**. *Sustainability*, Basel, v. 12, n. 20, p. 1-18, 2020.

STAVRINOS, Georgios; FERGUSON, Melanie A.; HALL, Deborah A.; MOORE, David R. **Remote microphone technology for children with auditory processing disorder: a randomised controlled trial**. *International Journal of Audiology*, London, v. 59, n. 12, p. 933-944, 2020.

TORRA MORENO, Marta; CANALS SANS, Josep; COLOMINA FOSCH, Rosa. **Digital interventions for people with intellectual disabilities: a systematic review**. *Journal of Applied Research in Intellectual Disabilities*, Oxford, v. 34, n. 6, p. 1351-1368, 2021.

TREVISAN, Ana Carolina Rodrigues; BOSA, Cleonice Alves; NUNES, Débora Regina de Paula; SCHMIDT, Carlo. **Aplicativos móveis para intervenção comportamental em estudantes com transtorno do espectro autista: revisão de literatura**. *Revista Brasileira de Educação Especial*, Bauru, v. 27, p. 1-18, 2021.

UNESCO. **Declaração de Salamanca: sobre princípios, políticas e práticas na área das necessidades educativas especiais**. Salamanca: UNESCO, 1994.

UNESCO. **Global education monitoring report 2023: technology in education: a tool on whose terms?** Paris: UNESCO, 2023.

VALENTE, José Armando. **O computador na sociedade do conhecimento**. Campinas: UNICAMP/NIED, 1999.

VILLELA, Flávia; AYRES, Ana Cláudia; VIEIRA, Patrícia. **Tecnologias assistivas e inclusão escolar: direito, acessibilidade e participação no processo de ensino-aprendizagem**. *Revista Educação Especial*, Santa Maria, v. 37, p. 1-22, 2024.

VYGOTSKY, Lev Semionovitch. **A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores**. São Paulo: Martins Fontes, 1984.

WHO. World Health Organization; UNICEF. United Nations Children's Fund. **Global report on assistive technology**. Geneva: World Health Organization; United Nations Children's Fund, 2022.