

## NEUROCIÊNCIA E TECNOLOGIA ASSISTIVA NO AEE: UMA ABORDAGEM INOVADORA PARA A INCLUSÃO DE ESTUDANTES COM DEFICIÊNCIA INTELECTUAL E TRANSTORNO DO ESPECTRO AUTISTA

NEUROSCIENCE AND ASSISTIVE TECHNOLOGY IN SPECIAL EDUCATION: AN INNOVATIVE APPROACH TO THE INCLUSION OF STUDENTS WITH INTELLECTUAL DISABILITIES AND AUTISM SPECTRUM DISORDER

 <https://doi.org/10.63330/armv2n1-006>

Submetido em: 26/01/2026 e Publicado em: 29/01/2026

**Débora Alves Faria Diniz**  
E-mail: [dfaria\\_04@hotmail.com](mailto:dfaria_04@hotmail.com)

### RESUMO

Este estudo investiga a contribuição das Tecnologias Assistivas (TAs) para o Atendimento Educacional Especializado (AEE) de estudantes com Deficiência Intelectual (DI) e Transtorno do Espectro Autista (TEA), à luz de princípios neurocientíficos de motivação e aprendizagem. O AEE é fundamental para a inclusão escolar, garantindo condições adequadas de aprendizagem, participação e autonomia para estudantes com necessidades educacionais especiais. No entanto, desafios relacionados à comunicação, processamento cognitivo e interação social exigem estratégias pedagógicas específicas. A Tecnologia Assistiva surge como uma ferramenta para ampliar as competências funcionais desses estudantes, promovendo um ambiente acessível e engajador. A neurociência evidencia que estímulos estruturados e previsíveis, aliados a reforçadores imediatos, ativam redes neurais relacionadas à motivação e à atenção, fundamentais para a aprendizagem. O objetivo geral é analisar como o uso criativo de TAs pode contribuir para o AEE de estudantes com DI e TEA, com base em fundamentos neurocientíficos, pedagógicos e inclusivos. Os objetivos específicos incluem compreender princípios neurocientíficos relevantes, identificar recursos e abordagens de TA, analisar práticas pedagógicas inclusivas e avaliar o impacto das TAs na promoção da autonomia, participação e engajamento. A articulação entre AEE e TA visa construir um ambiente responsivo às necessidades individuais, promovendo a inclusão e o desenvolvimento de estudantes com DI e TEA, em consonância com as políticas públicas de educação inclusiva. A pesquisa busca contribuir para a discussão sobre a importância da TA no AEE, destacando a necessidade de abordagens inovadoras e personalizadas para atender às necessidades específicas desses estudantes.

**Palavras-chave:** Atendimento Educacional Especializado; Tecnologia Assistiva; Deficiência Intelectual; Transtorno do Espectro Autista; Neurociência.



## ABSTRACT

This study investigates the contribution of Assistive Technologies (ATs) to Specialized Educational Services (SES) for students with Intellectual Disability (ID) and Autism Spectrum Disorder (ASD), in light of neuroscientific principles of motivation and learning. SES is fundamental for school inclusion, guaranteeing adequate conditions for learning, participation, and autonomy for students with special educational needs. However, challenges related to communication, cognitive processing, and social interaction require specific pedagogical strategies. Assistive Technology emerges as a tool to expand the functional competencies of these students, promoting an accessible and engaging environment. Neuroscience shows that structured and predictable stimuli, combined with immediate reinforcers, activate neural networks related to motivation and attention, which are fundamental for learning. The overall objective is to analyze how the creative use of ATs can contribute to the SES of students with ID and ASD, based on neuroscientific, pedagogical, and inclusive principles. The specific objectives include understanding relevant neuroscientific principles, identifying assistive technology (AT) resources and approaches, analyzing inclusive pedagogical practices, and evaluating the impact of ATs on promoting autonomy, participation, and engagement. The articulation between Specialized Educational Services (AEE) and AT aims to build an environment responsive to individual needs, promoting the inclusion and development of students with intellectual disabilities (ID) and autism spectrum disorder (ASD), in line with public policies for inclusive education. This research seeks to contribute to the discussion on the importance of AT in AEE, highlighting the need for innovative and personalized approaches to meet the specific needs of these students.

**Keywords:** Specialized Educational Services; Assistive Technology; Intellectual Disability; Autism Spectrum Disorder; Neuroscience.

## 1 INTRODUÇÃO

A inclusão escolar de estudantes com deficiência, transtornos do neurodesenvolvimento e necessidades educacionais específicas constitui um dos principais desafios das políticas públicas educacionais no século XXI. Apesar dos avanços normativos decorrentes da Convenção sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência (ONU, 2006), da Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva Inclusiva e da Rede Nacional de Educação Especial Inclusiva (Brasil, 2025), bem como da Lei Brasileira de Inclusão (Brasil, 2015), ainda se observam dificuldades persistentes relacionadas à acessibilidade pedagógica, à formação continuada de professores e à incorporação sistemática de TAs nos contextos escolares. Estudos internacionais indicam que recursos digitais adequadamente implementados elevam



níveis de autonomia, participação e engajamento de estudantes que enfrentam barreiras cognitivas, comunicacionais e sensoriais (Al-Azawei, Serenelli e Lundqvist, 2016; Dell, Newton e Petroff, 2017).

No contexto brasileiro, entretanto, a adoção de TAs permanece marcada por desigualdades regionais e institucionais, frequentemente condicionadas à disponibilidade de investimentos, infraestrutura, conectividade e políticas de formação docente (Mantoan, 2017). Conforme observa Mittler (2011), a inclusão efetiva não se limita à disponibilização de dispositivos tecnológicos; exige transformações organizacionais, reorganização curricular e práticas pedagógicas que considerem a diversidade neurocognitiva. Dessa forma, compreender como as TAs vêm sendo incorporadas às escolas brasileiras torna-se fundamental para fortalecer a educação inclusiva, reduzir desigualdades históricas de participação escolar e assegurar o direito à aprendizagem em condições equitativas.

Diante desse cenário, formula-se o seguinte problema de pesquisa: como o uso de TAs pode qualificar o AEE de estudantes com DI e TEA? As hipóteses que orientam o estudo partem da literatura consolidada e assumem que: (1) as TAs promovem autonomia, comunicação e participação de estudantes com DI e TEA quando alinhadas a práticas pedagógicas intencionais; (2) a integração das tecnologias ao AEE potencializa processos cognitivos, engajamento e mecanismos de autorregulação da aprendizagem; e (3) práticas pedagógicas inclusivas com TAs dependem de formação docente adequada, apoio institucional contínuo e políticas públicas que assegurem infraestrutura e manutenção.

O objetivo geral desta pesquisa consiste em analisar como o uso criativo, pedagógico e interdisciplinar das TAs pode qualificar o AEE destinado a estudantes com DI e TEA. Os objetivos específicos incluem: (a) compreender fundamentos neurocientíficos relacionados à aprendizagem e ao desenvolvimento cognitivo desses estudantes; (b) identificar recursos de TA pertinentes ao AEE, considerando suas dimensões comunicacionais, sensoriais, motoras e cognitivas; e (c) avaliar o impacto desses recursos na autonomia, participação, comunicação e interação social dos estudantes no ambiente escolar.

A relevância deste estudo reside em contribuir para o aprimoramento da educação inclusiva no Brasil, oferecendo subsídios teóricos e práticos para a formulação de políticas públicas, o fortalecimento de práticas pedagógicas inclusivas e o aperfeiçoamento dos processos formativos de professores e profissionais do AEE. A investigação alinha-se às diretrizes internacionais de inclusão educacional e aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) (ONU, 2026), especialmente ao ODS 4, que preconiza a garantia de educação de qualidade, inclusiva e equitativa para todos.

A metodologia adotada é qualitativa, fundamentada em revisão sistemática e na análise de dados secundários provenientes de artigos científicos, documentos oficiais e relatórios técnicos produzidos por instituições de referência. O trabalho organiza-se da seguinte forma: Capítulo 1 – Introdução; Capítulo 2 – Desenvolvimento, contemplando fundamentos neurocientíficos da aprendizagem, uso de TAs na prática



pedagógica e práticas inclusivas orientadas ao AEE; Capítulo 3 – Resultados e Discussão; Capítulo 4 – Conclusão; e Capítulo 5 – Referências.

## 2 DESENVOLVIMENTO

O estudo evidencia que os fundamentos neurocientíficos, especialmente a neuroplasticidade e o papel modulador da dopamina, ajudam a explicar por que estudantes com DI e TEA respondem melhor a estímulos visuais, estruturados e interativos. Tecnologias Assistivas — como softwares educacionais, aplicativos de Comunicação Alternativa e Aumentativa (CAA) e dispositivos multimodais — ampliam a acessibilidade cognitiva e permitem adaptações pedagógicas individualizadas. Quando integradas a práticas neuroeducacionais e à formação docente, essas ferramentas fortalecem autonomia, engajamento e a efetividade do AEE como espaço de desenvolvimento integral e participação ativa.

### 2.1 FUNDAMENTOS NEUROCIENTÍFICOS E A RELAÇÃO COM O ATENDIMENTO EDUCACIONAL ESPECIALIZADO

A neurociência tem desempenhado papel crucial na ampliação do entendimento sobre mecanismos cognitivos, comportamentais e afetivos que influenciam a aprendizagem de estudantes com DI e TEA. Conforme Gazzaniga (2020), o funcionamento cerebral emerge da integração dinâmica entre sistemas responsáveis pela atenção, memória, regulação emocional, linguagem e tomada de decisão, elementos estruturantes do desempenho escolar. Em estudantes com DI e TEA, esses sistemas apresentam especificidades decorrentes de trajetórias neurodesenvolvimentais diferenciadas, demandando práticas pedagógicas mais ajustadas, previsíveis e responsivas.

A literatura enfatiza que déficits em funções executivas, limitações na comunicação social, dificuldades na flexibilidade cognitiva e padrões singulares de processamento sensorial afetam diretamente o engajamento e a permanência nas atividades escolares (APA, 2022). Assim, compreender como o cérebro organiza, modula e integra estímulos educacionais torna-se requisito essencial para a elaboração de intervenções eficazes no AEE. Essa perspectiva contribui para estratégias pedagógicas baseadas em evidências, favorecendo ambientes estruturados e neurofuncionalmente adequados.

Segundo Kandel, Schwartz e Jessell (2014), a aprendizagem resulta de processos contínuos de modificação sináptica, influenciados pela qualidade dos estímulos ambientais, repetição estruturada de experiências significativas e mediação pedagógica sistemática. À luz desse entendimento, abordagens neuroeducacionais recomendam o uso de recursos visuais, instruções claras, rotinas previsíveis, atividades fragmentadas e tecnologias capazes de apoiar atenção sustentada, memória operacional, antecipação de passos e autorregulação emocional.



Cirino e Tomaz (2025) adicionam que a dopamina desempenha papel central na motivação, nos mecanismos de recompensa, na tomada de decisão e na persistência em tarefas cognitivamente exigentes. A ativação dopaminérgica aumenta quando estudantes são expostos a ambientes previsíveis, interativos e reforçadores, nos quais metas claras e feedback imediato reduzem a ansiedade e ampliam o engajamento. Para estudantes com DI e TEA, tais ambientes promovem maior propensão ao comportamento exploratório e à aprendizagem significativa.

A articulação entre neurociência, pedagogia e TAs configura o AEE como espaço de desenvolvimento global, e não apenas compensatório. Essa integração favorece práticas pedagógicas inclusivas, baseadas no funcionamento cerebral, no uso estratégico de recursos tecnológicos e no respeito à singularidade neurocognitiva dos estudantes, contribuindo para avanços substanciais em autonomia, participação e aprendizagem.

## 2.2 TECNOLOGIAS ASSISTIVAS E PRÁTICAS PEDAGÓGICAS INCLUSIVAS

Segundo o Comitê de Ajudas Técnicas (BRASIL, 2006), TAs compreendem recursos e serviços destinados a ampliar autonomia e participação de pessoas com deficiência. No AEE, incluem dispositivos físicos, softwares, aplicativos, plataformas digitais e materiais pedagógicos acessíveis.

Pesquisas indicam que TAs digitais ampliam engajamento por oferecerem estímulos multisensoriais, interatividade e personalização (Al-Azawi, Serenelli e Lundqvist, 2016). Para estudantes com TEA, recursos de CAA favorecem comunicação, reduzem comportamentos disruptivos e potencializam autonomia (Ganz et al., 2014). Entre estudantes com DI, jogos digitais e softwares estruturados contribuem para o desenvolvimento de habilidades básicas e autonomia funcional.

Dell, Newton e Petroff (2017), porém, alertam que a presença da tecnologia, isoladamente, não garante eficácia. A integração bem-sucedida depende de formação docente, planejamento pedagógico e alinhamento curricular.

## 2.3 TAS NO AEE PARA ESTUDANTES COM DI E TEA: ANÁLISE CRÍTICA DA APLICAÇÃO NA PRÁTICA

A incorporação de TAs no ambiente escolar apresenta potencial significativo para ampliar autonomia, comunicação, participação social e desempenho acadêmico de estudantes público-alvo da Educação Especial. Estudos recentes evidenciam que, quando utilizadas de modo planejado e articulado ao AEE, tais tecnologias promovem avanços nos processos de aprendizagem, autorregulação e interação social (Ganz et al., 2014; Dell, Newton e Petroff, 2017).

Apesar desse potencial, persistem desafios estruturais, pedagógicos e institucionais. Mantoan (2017) destaca desigualdades regionais expressivas associadas à escassez de equipamentos, precariedade da



infraestrutura, insuficiência de conectividade e ausência de políticas de manutenção. Isso resulta frequentemente em equipamentos inutilizados ou subutilizados.

Outro desafio refere-se à formação docente. Em grande parte das redes escolares, professores não recebem orientação suficiente para selecionar, integrar e avaliar TAs no planejamento pedagógico. Mittler (2011) argumenta que a inclusão escolar exige reorganização curricular, cultura institucional inclusiva, planejamento colaborativo e compreensão ampla das necessidades específicas. Sem esses elementos, o uso de tecnologias tende a ser superficial e dissociado dos objetivos pedagógicos.

É evidente, portanto, que as TAs apenas atingem seu potencial inclusivo quando inseridas em ecossistemas educacionais estruturados, com políticas integradas, apoio técnico, liderança pedagógica e práticas fundamentadas na ética do cuidado e no respeito à neurodiversidade. Para Cirino e Tomaz (2025), intervenções que articulam ciência, tecnologia e práticas humanizadas promovem maior engajamento e ativação de circuitos motivacionais, favorecendo trajetórias educativas mais autônomas e significativas.

Dessa forma, a inovação pedagógica no AEE depende da integração coerente entre fundamentos neurocientíficos, tecnologias digitais e práticas inclusivas. Construir ambientes responsivos e equitativos exige formação docente continuada, governança eficiente, suporte técnico permanente e comprometimento institucional. Somente assim é possível garantir que as TAs contribuam efetivamente para o desenvolvimento integral dos estudantes.

### **3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A revisão bibliográfica identificou três eixos centrais que estruturam a discussão contemporânea sobre inclusão mediada por tecnologias: (1) a relevância dos fundamentos neurocientíficos na mediação pedagógica; (2) o papel das TAs na ampliação da autonomia, comunicação e participação; e (3) os desafios estruturais, institucionais e formativos que limitam sua efetividade no AEE.

Do ponto de vista neurocientífico, estudos confirmam que funções executivas, atenção, memória operacional, motivação e regulação emocional constituem pilares fundamentais da aprendizagem (Kandel, Schwartz e Jessell, 2014; APA, 2022). Tais sistemas, frequentemente atípicos em estudantes com DI e TEA, demandam estratégias ajustadas às suas particularidades. Cirino e Tomaz (2025) evidenciam ainda que ambientes previsíveis, estruturados e reforçadores elevam níveis motivacionais e reduzem comportamentos de evitação, ampliando engajamento.

No campo das Tecnologias Assistivas, pesquisas como as de Ganz et al. (2014) e Al-Azawei, Serenelli e Lundqvist (2016) demonstram que softwares educacionais, aplicativos de CAA, sistemas multimodais e recursos gamificados ampliam a acessibilidade cognitiva e favorecem desenvolvimento linguístico, social e motor. Entretanto, sua eficácia depende da mediação docente qualificada (Dell, Newton e Petroff, 2017).



A análise crítica, contudo, revela barreiras significativas à implementação de TAs no AEE, como desigualdades regionais, falta de infraestrutura, conectividade limitada, ausência de planos de manutenção e lacunas formativas (Mantoan, 2017). Além disso, Mittler (2011) destaca que inclusão não se resume ao acesso a dispositivos, mas envolve cultura institucional, políticas integradas e reorganização curricular.

Em síntese, os resultados da revisão revelam que a potência inclusiva das TAs depende da articulação entre fundamentos neurocientíficos, avanços tecnológicos, políticas robustas e práticas humanizadas. Tais diretrizes convergem com o ODS 4, que defende a eliminação de barreiras à aprendizagem e a ampliação do acesso a recursos adequados. Entretanto, persistem lacunas estruturais e formativas que impedem a materialização plena dos compromissos assumidos pelo Brasil na Agenda 2030.

#### **4 CONCLUSÃO**

A presente revisão analisou a interface entre neurociência, TAs e práticas de inclusão no AEE, com foco nos processos de aprendizagem e desenvolvimento de estudantes com DI e TEA. A literatura indica que a integração das TAs ao AEE constitui estratégia promissora para ampliar autonomia, comunicação, participação social e engajamento, desde que articulada a práticas pedagógicas intencionais, formação docente contínua e políticas estruturantes.

A análise também demonstra convergência entre tais princípios e o ODS 4, que estabelece a garantia de educação de qualidade, inclusiva e equitativa. Contudo, há significativo descompasso entre a normativa global e a realidade brasileira, especialmente no que se refere à infraestrutura escolar, formação de professores e implementação consistente de tecnologias.

Do ponto de vista neurocientífico, os estudos revisados reforçam que aprendizagem é processo multifatorial, sustentado por atenção, memória, funções executivas e motivação, modulados por mecanismos dopaminérgicos (Kandel, Schwartz e Jessell, 2014; Cirino e Tomaz, 2025). Ambientes previsíveis, estruturados e estimulantes favorecem engajamento e reduzem comportamentos de evitação, beneficiando particularmente estudantes com DI e TEA.

Em relação às TAs, pesquisas evidenciam avanços significativos na acessibilidade cognitiva, interação social e construção de significados (Ganz et al., 2014; Al-Azawei, Serenelli e Lundqvist, 2016; Dell, Newton e Petroff, 2017). No entanto, desafios estruturais persistem, como desigualdades regionais, insuficiência de equipamentos, falta de conectividade e lacunas na formação docente (Mantoan, 2017; Mittler, 2011).

Conclui-se que a inovação no AEE requer abordagem sistêmica, integrando neurociência, práticas pedagógicas humanizadas e investimentos institucionais contínuos. Somente com políticas educacionais consistentes, cultura institucional inclusiva e formação docente especializada será possível garantir que as TAs constituam vetores efetivos de inclusão e desenvolvimento humano.



Por fim, evidencia-se a necessidade de novas pesquisas que aprofundem os efeitos neuropedagógicos das TAs e de intervenções cognitivas em estudantes com DI e TEA. Persistem lacunas quanto aos efeitos longitudinais sobre funções executivas, motivação intrínseca, engajamento dopaminérgico e desenvolvimento de competências adaptativas. Investigações futuras podem explorar como diferentes configurações tecnológicas e ambientes de aprendizagem modulam redes neurais relacionadas à atenção, tomada de decisão, processamento sensorial e autorregulação emocional. Estudos experimentais e translacionais, integrando neurociência, psicopedagogia e tecnologia educacional, podem fundamentar intervenções mais precisas e orientadas por evidências.

## REFERÊNCIAS

- AL-AZAWEI, A.; SERENELLI, F.; LUNDQVIST, K. Universal Design for Learning (UDL): A content analysis of peer-reviewed journal papers from 2012 to 2015. *Journal of the Scholarship of Teaching and Learning*, v. 16, n. 3, p. 39-56, 2016. Disponível em: <https://scholarworks.iu.edu/journals/index.php/josotl/article/view/21182>. Acesso em: 10 jan. 2026.
- AMERICAN PSYCHIATRIC ASSOCIATION. *Manual Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais – DSM-5-TR*. 5. ed. rev. Porto Alegre: Artmed, 2022.
- BRASIL. Subsecretaria Nacional de Promoção dos Direitos da Pessoa com Deficiência. *Comitê de Ajudas Técnicas: ATA VII*. Brasília: CORDE, 2009. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=196373>. Acesso em: 10 jan. 2026.
- 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*, Brasília, DF, 7 jul. 2015. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2015-2018/2015/lei/l13146.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/l13146.htm). Acesso em: 10 jan. 2026.
- BRASIL. Ministério da Educação. *Política Nacional de Educação Especial Inclusiva e a Rede Nacional de Educação Especial Inclusiva*. Brasília: MEC/SEESP, 2025. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2023-2026/2025/Decreto/D12686.htm#art23](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2023-2026/2025/Decreto/D12686.htm#art23). Acesso em: 10 jan. 2026.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização, Diversidade e Inclusão. *Atendimento Educacional Especializado: orientações gerais*. Brasília: MEC/SECADI, 2014.
- CIRINO, N. R.; TOMAZ, S. M. O. Neurociência e o risco da dependência em programas de transferência de renda: uma análise crítica do Programa Bolsa Família à luz da motivação e tomada de decisão. *Revista OWL – Revista Interdisciplinar de Ensino e Educação*, 2025. DOI: 10.5281/zenodo.17728216. Disponível em: <https://zenodo.org/records/17728216>. Acesso em: 10 jan. 2026.
- DELL, A. G.; NEWTON, D. A.; PETROFF, J. G. *Assistive Technology in the Classroom: Enhancing the School Experiences of Students with Disabilities*. 3. ed. Upper Saddle River: Pearson, 2017.
- GANZ, J. B. et al. Assistive technology for students with autism spectrum disorders: a meta-analysis. *Research in Autism Spectrum Disorders*, v. 5, n. 1, p. 302–311, 2014.



GAZZANIGA, M. *O instinto da consciência: desvendando o mistério de como o cérebro cria a mente.* New York: Fundação James S. McDonnell, 2020. Disponível em: <https://www.journals.uchicago.edu/doi/epdf/10.1086/709072>. Acesso em: 10 jan. 2026.

KANDEL, E.; SCHWARTZ, J.; JESSELL, T. *Princípios de Neurociências*. 5. ed. New York, 2014. Disponível em: [https://books.google.com.br/books?id=cq1\\_BAAAQBAJ](https://books.google.com.br/books?id=cq1_BAAAQBAJ). Acesso em: 10 jan. 2026.

MANTOAN, M. T. E. *Inclusão Escolar: o que é? por quê? como fazer?* 3. ed. São Paulo: Summus, 2017. Disponível em: <https://www.gruposummus.com.br/wp-content/uploads/primeiras-paginas/10999.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2026.

MITTLER, P. *Educação Inclusiva: contextos sociais*. Porto Alegre: Artmed, 2011.

ONU. Organização das Nações Unidas. *Convenção sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência*. Nova York, 2006. Disponível em: <https://www.unicef.org/brazil/convencao-sobre-os-direitos-das-pessoas-com-deficiencia>. Acesso em: 10 jan. 2026.

ONU. Organização das Nações Unidas. *Objetivos de Desenvolvimento Sustentável*. Brasil, 2026. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em: 10 jan. 2026.