



INCLUSÃO PARA NEURODIVERGENTES COM APP-BASED LEARNING: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA

Raul Greco Junior¹, Alessandra Dutra²

¹Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Tecnologia (PPGECT) da Universidade Tecnológica do Paraná - UTFPR-Ponta Grossa. Bolsista CAPES. Docente do Cluster T1 do Centro Universitário de Maringá - UNICESUMAR. raulgreco@alunos.utfpr.edu.br

²Orientadora, Doutora em Linguística e Língua Portuguesa pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho – UNESP. Docente do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Tecnologia (PPGECT) da Universidade Tecnológica do Paraná – UTFPR - Ponta Grossa. alessandradutra@utfpr.edu.br

RESUMO

Este estudo apresenta uma revisão sistemática da literatura sobre o uso de tecnologias móveis e assistivas na educação de alunos neurodivergentes, com foco na seguinte questão: "Como a integração da metodologia App-Based Learning com Inteligência Artificial pode otimizar a educação de alunos neurodivergentes?" O objetivo é identificar tendências e lacunas na aplicação dessas tecnologias. A pesquisa seguiu uma metodologia estruturada, utilizando o software Bibliometrix para análise bibliométrica, além de seleção crítica e síntese dos dados. Dos 334 artigos inicialmente encontrados, 12 foram analisados em profundidade. Os resultados revelam que, embora haja grande potencial no uso de tecnologias assistivas, desafios como a falta de infraestrutura, escassez de formação docente e desigualdade nas competências digitais dos usuários ainda limitam sua efetividade. Destaca-se a importância de soluções personalizadas, desenvolvimento contínuo das ferramentas e formação interdisciplinar para uma educação mais inclusiva. Conclui-se que a combinação de App-Based Learning com Inteligência Artificial pode contribuir significativamente para o avanço da inclusão educacional de alunos neurodivergentes, desde que implementada com planejamento, suporte técnico e sensibilidade às necessidades individuais dos estudantes.

PALAVRAS-CHAVE: App-Based Learning; Inclusão Educacional; Inteligência Artificial; Neurodivergência; Tecnologias Assistivas.

1 INTRODUÇÃO

Vivemos uma era marcada pela informação e pela aceleração tecnológica, na qual as instituições educacionais enfrentam o desafio de adaptar-se continuamente para promover um ensino inclusivo e equitativo. A integração de tecnologias digitais e assistivas tem se mostrado uma estratégia promissora para atender às necessidades de estudantes com transtornos do neurodesenvolvimento, entre eles o Transtorno do Espectro Autista (TEA), o Transtorno de Déficit de Atenção e Hiperatividade (TDAH) e dificuldades específicas de aprendizagem, como dislexia, discalculia e disgrafia. Inserir tais recursos nos currículos escolares possibilita ampliar o acesso e a efetividade das práticas pedagógicas voltadas à diversidade cognitiva.

Esses transtornos costumam acarretar desafios expressivos nas áreas de comunicação, comportamento, habilidades sociais e aprendizagem (BARKLEY, 1997; SIEGEL, 1999; BARON-COHEN, 2003; BROWN, 2005). Segundo o Centro de Controle e Prevenção de Doenças dos Estados Unidos (CDC), a prevalência do TEA é de uma criança a cada 36, conforme dados de 2020 (AUTISMO & REALIDADE, 2023). No Brasil, estima-se que cerca de 2 milhões de pessoas convivam com o transtorno (SOCIEDADE BRASILEIRA DE PEDIATRIA, 2022). Já o TDAH apresenta incidência global entre 5% e 8% (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2022a), e atinge 7,6% das crianças e adolescentes brasileiros entre 6 e 17 anos (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2022b). Diante da complexidade dessas condições e de seus impactos acadêmicos e sociais, torna-se urgente o desenvolvimento de estratégias educacionais que reduzam a sobrecarga cognitiva — um dos principais desafios enfrentados por esses estudantes.



Este estudo tem início com uma revisão sistemática da literatura, apoiada na análise bibliométrica via Bibliometrix, centrada no uso de tecnologias móveis e assistivas na educação de alunos neurodivergentes. O objetivo é identificar tendências emergentes e lacunas no campo, com ênfase na implementação e eficácia dessas tecnologias no ambiente escolar. Busca-se, assim, estabelecer uma ponte entre as evidências científicas e a necessidade de investigar o potencial do App-Based Learning como instrumento de inclusão e aprimoramento da aprendizagem para mentes neurodiversas.

2 METODOLOGIA

Este estudo qualitativo configura-se como uma revisão sistemática da literatura (RSL), estruturada em dez etapas: formulação da pergunta de pesquisa, definição dos descritores, busca em repositórios, seleção e extração dos dados, análise bibliométrica, avaliação metodológica, síntese e interpretação dos resultados, avaliação da qualidade das evidências e redação final (GALVÃO; PEREIRA, 2014).

A pergunta que norteou o estudo foi: “Como a integração da metodologia App-Based Learning com Inteligência Artificial pode otimizar a educação de alunos neurodivergentes?”. Os descritores foram definidos em língua inglesa, dada a predominância de publicações internacionais sobre o tema. A pesquisa foi conduzida nas bases Scopus e Web of Science, reconhecidas por seu rigor e abrangência científica.

Quadro 01 – Descritores primários e secundários

Categoria	Palavras-chave
Palavra Primária	“App-Based Learning”.
Palavras Secundárias	- “Mobile Learning” - “Mobile Assessment”; - “App Engagement”; - “User Interface Design for Learning”; - “UI Design for Learning”.
Palavra Primária	“Inclusion”.
Palavras Secundárias	- “Neurodiversity”; - “Neurodivergent”; - “Sensory Integration”; - “Executive Functioning”; - “Accommodations”; - “Autism”; - “ADHD”.
TOTAL	

Fonte: Os autores (2025).

A coleta de dados contemplou apenas artigos completos e revisados por pares, provenientes de periódicos de alto impacto e com referências acessíveis, garantindo a verificação das fontes e a consistência metodológica. Os artigos foram exportados em formato BibTeX e integrados em um único conjunto de dados por meio do R. Após a fusão e a remoção de duplicidades, iniciou-se a análise bibliométrica com o pacote Bibliometrix, que permitiu examinar indicadores como frequência de publicações, redes de coautoria e distribuição geográfica.

A análise concentrou-se em publicações dos últimos cinco anos, priorizando artigos mais citados e de maior fator de impacto. Foram aplicados filtros para excluir estudos fora



do escopo temático, assegurando que o corpus final refletisse diretamente os objetivos da pesquisa. O uso de funções de co-citação, colaboração e correspondência no Bibliometrix possibilitaram identificar obras influentes, parcerias institucionais e padrões temáticos emergentes.

A etapa de mapeamento de rede visualizou conexões entre autores, instituições e países, revelando centros de pesquisa e fluxos de cooperação internacional. A análise de citações permitiu destacar teorias e metodologias recorrentes nas áreas de App-Based Learning e inclusão digital. O processo completo, descrito na Figura 1, seguiu um fluxo rigoroso que abrangeu a coleta via CAPES e CAFe, exportação dos dados, tratamento no R/Bibliometrix e visualização final pelo módulo Shiny, conforme metodologia proposta por Terra et al. (2022).

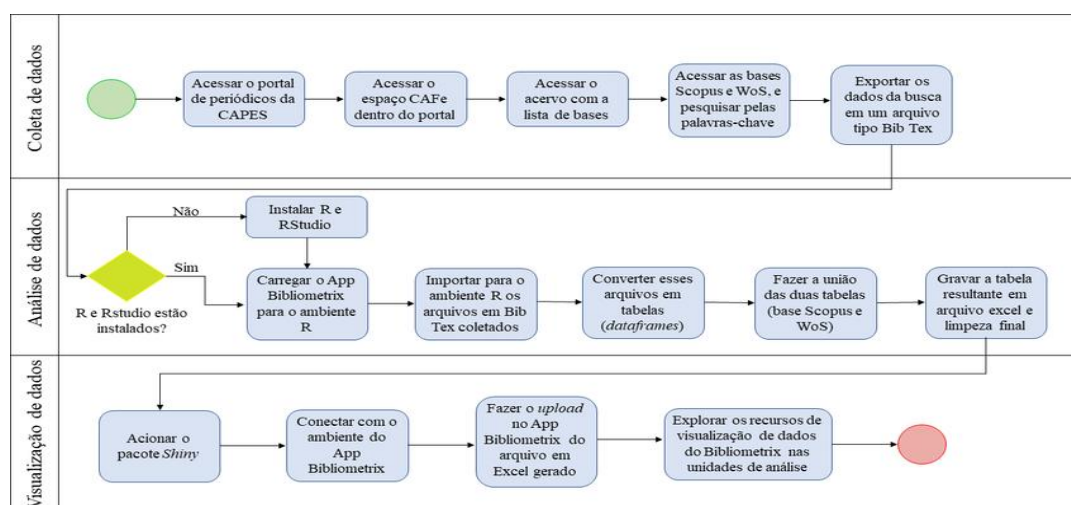


Figura 1 - Fluxograma do processo de mapeamento científico com Bibliometrix

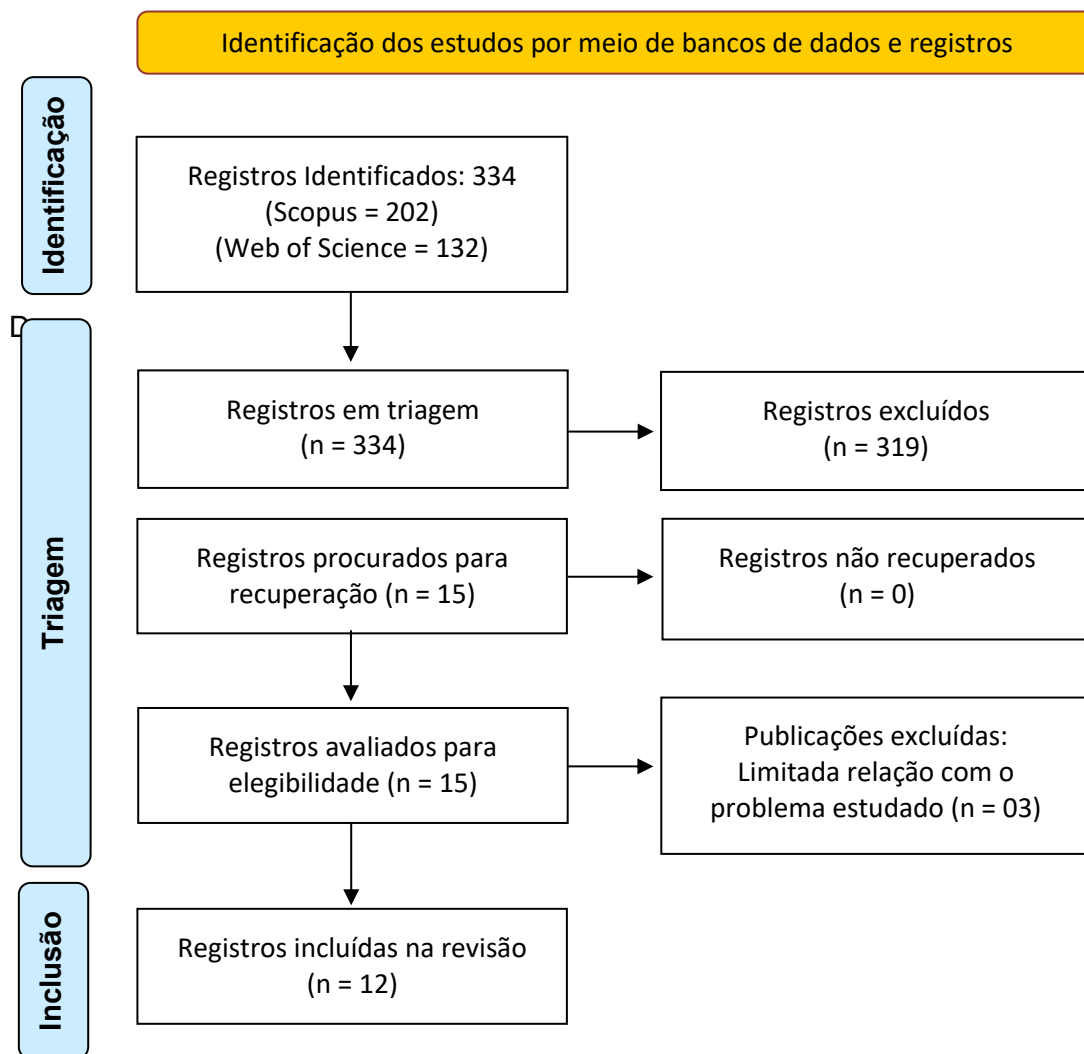
Fonte: Terra et al. (2022).

A avaliação metodológica dos artigos seguiu as diretrizes de **Patias e Hohendorff (2019)**, considerando a clareza dos objetivos, adequação dos métodos e transparência na apresentação dos resultados. Na síntese dos dados, os estudos foram comparados quanto a objetivos, métodos e conclusões, permitindo identificar padrões e lacunas de pesquisa. A qualidade das evidências foi avaliada com o método **GRADE** (GALVÃO; PEREIRA, 2015), que considera consistência, precisão e aplicabilidade dos resultados.

A aplicação rigorosa dessas etapas assegurou a validade e integridade da revisão, permitindo um panorama confiável sobre o estado atual das pesquisas em *App-Based Learning* e seu potencial inclusivo para mentes neurodiversas.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados apresentados a seguir refletem a aplicação sistemática da metodologia descrita, evidenciando padrões na literatura sobre o uso de tecnologias móveis e assistivas na educação de estudantes neurodivergentes. A análise revelou tendências de publicação, abordagens metodológicas predominantes e lacunas de pesquisa relevantes. Essa etapa permitiu uma leitura integrada — quantitativa e qualitativa — das investigações recentes, oferecendo um panorama das contribuições atuais e dos campos que demandam aprofundamento.



Fonte: Os autores, com base nos dados da pesquisa (2025).

Após a triagem e avaliação, foram selecionados 12 artigos elegíveis para compor o corpus final. A classificação Most Global Cited Documents, gerada no software Bibliometrix, permitiu organizar os estudos segundo sua relevância e impacto na comunidade científica. Os resultados estão sintetizados no Quadro 2.

Quadro 2 – Corpus da pesquisa apurado pelo Bibliometrix

Autoria (Ano)	Total de citações	Citações por ano	Citações normalizadas
Gallardo-Montes <i>et al.</i> (2022)	16	5,33	2,21
Sanromà-Giménez <i>et al.</i> (2021)	13	3,25	2,10
Sysoev <i>et al.</i> (2022)	10	3,33	1,38
Lopez-Morinigo <i>et al.</i> (2021)	9	2,25	1,46
Roldán-Álvarez <i>et al.</i> (2021)	9	2,25	1,46



García-Estela <i>et al.</i> (2022)	5	1,67	0,69
Reddy <i>et al.</i> (2021)	3	0,75	0,49
Hale Ilgaz (2021)	2	0,5	0,32
Doulou <i>et al.</i> (2023)	0	0,00	0,00
Kamaruzaman <i>et al.</i> (2023)	0	0,00	0,00
Hemmatipour <i>et al.</i> (2024)		0,00	0,00
Li <i>et al.</i> (2024)	0	0,00	0,00

Fonte: Os autores, com base na tabela *Most global cited documents* via Biblioshiny (2025).

No Quadro 3, são descritos os objetivos, sujeitos e principais desafios dos estudos analisados, permitindo visualizar a evolução temática e metodológica ao longo do tempo.

Quadro 3 – Objetivos e principais achados dos estudos incluídos no corpo de pesquisa

N.º	Autoria (Ano)	Objetivos do Estudo	Sujeitos da Pesquisa	Principais Desafios Relatados
01	Sanromà-Giménez <i>et al.</i> (2021)	O estudo visa validar uma ferramenta para avaliar aplicativos móveis educacionais destinados a aprendizes autistas, focando na adequação desses aplicativos em contextos educacionais variados.	Participaram do estudo 12 especialistas de áreas diversas e 60 professores que avaliaram 11 aplicativos em um teste piloto.	As dificuldades incluíram definir critérios claros para avaliar uma ampla gama de aplicativos e desenvolver continuamente os professores para o uso eficaz dessas tecnologias na educação inclusiva.
02	Reddy <i>et al.</i> (2021)	Avaliar as percepções dos estudantes sobre o uso de tecnologias assistivas no aprendizado de matemática no ensino superior.	185 estudantes matriculados em cursos de matemática na Universidade do Pacífico Sul.	Os desafios incluíram competências digitais dos facilitadores, conscientização e orientação dos alunos sobre tecnologias assistivas, e adaptação das metodologias de ensino para integrar essas tecnologias na matemática.
03	Hale Ilgaz (2021)	Investigar o papel das tecnologias móveis na transição para a educação digital, especialmente durante o ensino remoto emergencial.	Estudo baseado em respostas de dois acadêmicos internacionais sobre o uso de sistemas de gerenciamento de aprendizado móvel.	As barreiras incluíram a acessibilidade dos dispositivos móveis, variando por renda, país e habilidades digitais. Também foram discutidos problemas de design e soluções para otimizar o uso das tecnologias.



04	Roldán-Álvarez <i>et al.</i> (2021)	Determinar se a combinação de metodologias ativas de aprendizado colaborativo e o uso de iPads e uma plataforma de aprendizado baseada em vídeo são eficazes para ensinar habilidades profissionais a estudantes com deficiências intelectuais.	15 estudantes com idades entre 18 e 23 anos, todos com deficiências intelectuais, participantes de um programa de inclusão laboral na Universidade Autônoma de Madrid.	As dificuldades incluíram problemas com a interação escrita nos iPads devido à falta de teclados, questões de acessibilidade para participantes com deficiências visuais e a necessidade de adaptar os métodos de ensino para atender às necessidades específicas dos estudantes.
05	Lopez-Morinigo <i>et al.</i> (2021)	Investigar a aceitabilidade do uso de um aplicativo de Avaliação Ecológica Momentânea (EMA) baseado em smartphone, passivo (eB2), entre pacientes com esquizofrenia e os fatores que influenciam essa aceitação.	77 pacientes com transtornos do espectro da esquizofrenia, participantes de um ensaio clínico randomizado em andamento no Hospital Universitario Fundación Jiménez Díaz, em Madrid.	As complicações incluíram baixa aceitabilidade do aplicativo (31% de instalação), problemas técnicos na instalação e preocupações com a privacidade. A aceitação foi associada à idade mais jovem e melhor ajuste pré-mórbido dos usuários.
06	Sysoev <i>et al.</i> (2022)	Explorar a viabilidade de um aplicativo de alfabetização precoce, chamado SpeechBlocks II, que utiliza scaffoldings automáticos para facilitar o aprendizado de crianças de 4 a 6 anos.	25 crianças de 4 a 6 anos em cinco turmas de jardim de infância em uma escola pública na área metropolitana de Boston.	Ajustar o nível de dificuldade do aplicativo para crianças envolveu lidar com comportamentos impulsivos e problemas de atenção, especialmente em crianças com baixa consciência fonológica e capacidade executiva. Melhorar o aprendizado exigiu equilibrar a liberdade expressiva com a orientação adequada.
07	García-Estela <i>et al.</i> (2022)	Descrever o uso, engajamento e taxas de retenção de um programa de psicoeducação baseado em smartphone (SIMPLe) para transtorno bipolar, identificando padrões de retenção ao longo dos primeiros seis meses de uso e explorando fatores que contribuem para a descontinuação do uso do aplicativo.	503 participantes com transtorno bipolar, dos quais 390 usaram o aplicativo e 173 completaram a avaliação de seguimento.	Os principais obstáculos incluíram a rápida queda nas taxas de retenção após o primeiro mês, com apenas um terço dos usuários permanecendo após seis meses. A idade, o tempo desde o início da doença, os anos desde o diagnóstico de transtorno bipolar e o uso de antipsicóticos foram identificados como fatores influenciadores da continuidade no uso do aplicativo.
08	Gallardo-Montes <i>et al.</i> (2022)	Avaliar e classificar aplicativos móveis gratuitos disponíveis no Google Play voltados para a educação de crianças e adolescentes com autismo, analisando suas funcionalidades e áreas de atuação.	Amostra de 155 aplicativos gratuitos encontrados na Google Play Store, utilizando os termos "autismo" em inglês e espanhol.	Os problemas incluíram a falta de especialização dos aplicativos, que trabalham em várias áreas ao mesmo tempo, reduzindo a eficácia. É necessário melhorar o design, o conteúdo e os elementos pedagógicos para atender melhor às crianças com autismo.



09	Doulou <i>et al.</i> (2023)	Examinar as dificuldades no tratamento de crianças de minorias étnicas com Transtorno de Déficit de Atenção e Hiperatividade (TDAH) e o papel das aplicações móveis em melhorar a qualidade de vida e o acesso aos serviços de tratamento.	Crianças de minorias étnicas diagnosticadas com TDAH, juntamente com a análise de dados de vários estudos e pesquisas sobre o uso de aplicativos móveis para tratamento e suporte.	A menor frequência de diagnóstico e tratamento do TDAH entre crianças de minorias étnicas ocorre devido a barreiras culturais, socioeconômicas e de comunicação, além da desconfiança nos medicamentos e falta de serviços culturais adequados. Tecnologias móveis são vistas como uma solução potencial para superar essas barreiras.
10	Kamaruzaman <i>et al.</i> (2023)	Avaliar a eficácia do aplicativo móvel TaLNA para aprendizado de habilidades numéricas em crianças com autismo, especialmente no período pós-pandemia.	Cinco crianças com autismo de alta funcionalidade e dois professores de educação especial participaram do estudo realizado em Selangor, Malásia.	As dificuldades incluíram adaptar o ap às necessidades das crianças com autismo, treinar os professores para usá-lo corretamente e superar obstáculos técnicos e de usabilidade para garantir o aprendizado numérico eficaz.
11	Hemmatipour <i>et al.</i> (2024)	Avaliar o impacto do modelo de empoderamento centrado na família, utilizando aprendizado móvel, na qualidade de vida de crianças com talassemia.	172 crianças com talassemia, divididas em grupos de intervenção (86) e controle (86), no Centro de Talassemia Shafa em Ahvaz, Irã.	Os problemas incluíram a participação dos participantes, variações nas características psicológicas e interações interpessoais, e a necessidade de manter os grupos de intervenção e controle separados.
12	Li <i>et al.</i> (2024)	Investigar o impacto do uso de aplicativos móveis baseados em algoritmos genéticos no desempenho acadêmico de estudantes, particularmente em cursos que envolvem algoritmos genéticos.	160 estudantes de graduação da Universidade Malaya, Kuala Lumpur, Malásia, que participaram de um estudo quasi-experimental.	A variação no nível de conhecimento prévio dos alunos sobre algoritmos genéticos, problemas técnicos no uso dos aplicativos móveis e a necessidade de adaptar os métodos de ensino para incluir os aplicativos móveis no currículo escolar foram alguns dos obstáculos encontrados.

Fonte: Os autores (2025).

Os estudos analisados abrangem tanto alunos neurodivergentes quanto aqueles com Necessidades Educacionais Especiais (NEE), convergindo para o uso de tecnologias assistivas e inclusão digital — especialmente via aplicativos móveis. Essa tendência acompanha a Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva (BRASIL, 2008), que incentiva metodologias pedagógicas adaptativas. Evidencia-se também a importância da formação docente, uma vez que o preparo inicial e continuado influencia diretamente a efetividade das práticas inclusivas e o sucesso do uso de tecnologias emergentes no contexto escolar.



4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Esta revisão indica que App-Based Learning apoiado por IA é promissor para personalização, engajamento e acessibilidade de estudantes neurodivergentes, mas seu impacto depende de desenho pedagógico robusto, curadoria criteriosa de aplicativos, infraestrutura adequada e capacitação docente. Em síntese, a literatura converge para o desenho de ecossistemas adaptativos — tecnicamente escaláveis e didaticamente significativos — que reduzam sobrecarga cognitiva e ampliem autonomia.

No campo da avaliação e curadoria de aplicativos, Sanromà-Giménez et al. (2021) propõem e validam uma ferramenta específica para apps destinados a aprendizes autistas (Delphi com especialistas e piloto com professores), demonstrando validade e utilidade para selecionar recursos alinhados a metas de aprendizagem e acessibilidade. Ao estabelecer critérios claros de qualidade, o estudo oferece um caminho prático para mitigar a baixa especialização observada no mercado e apoiar decisões pedagógicas baseadas em evidências.

Quanto à adoção discente em disciplinas de alta abstração, Reddy et al. (2021) mostram percepções positivas sobre tecnologias assistivas em Matemática no ensino superior (ERT), indicando que recursos de apoio (gravações, softwares diagnósticos, simulações) elevam engajamento e usabilidade, desde que acompanhados por mediação pedagógica e infraestrutura. Reforça-se aqui a necessidade de formação docente e desenho de experiências que combinem ferramentas com estratégias cognitivamente orientadas.

Tratando da transição sistêmica para o digital, Hale Ilgaz (2021) destaca o papel central dos dispositivos móveis no ensino remoto emergencial e discute barreiras de acessibilidade e equidade (renda, país, letramento digital), além de princípios de design inclusivo para maximizar eficácia. O estudo sustenta que mobilidade e ubiquidade dos smartphones são alavancas para inclusão, especialmente quando orientadas por diretrizes de usabilidade e acessibilidade.

Na formação para a vida profissional de estudantes com deficiência intelectual, Roldán-Álvarez et al. (2021) evidenciam ganhos em comunicação, colaboração e autonomia ao integrar video-based learning colaborativo em tablets (auto-modelagem e avaliação entre pares). O achado ilustra que multimodalidade e atividade prática filmada reduzem barreiras e promovem autoavaliação significativa — princípios facilmente integráveis a fluxos app-based com apoio de IA.

Em saúde mental, Lopez-Morinigo et al. (2021) analisam a aceitabilidade de um app de Avaliação Ecológica Momentânea (eB2) para esquizofrenia: 31% aceitaram instalar e 70% mantiveram uso; idade menor e melhor funcionamento executivo previram adesão. Implicação direta para educação: personalização do onboarding, feedbacks graduais e suporte contínuo são decisivos para adesão sustentada em públicos com perfis cognitivos heterogêneos.

No desenvolvimento inicial da alfabetização, Sysoev et al. (2022) mostram que scaffolding automático e ajuste dinâmico de dificuldade em app de letramento sustentam autonomia infantil e engajamento lúdico. O estudo oferece um modelo de adaptação em tempo real (coerente com teorias de carga cognitiva), crucial para perfis com flutuações atencionais.

Em cenário de implementação real de psicoeducação móvel para transtorno bipolar, García-Estela et al. (2022) observam queda acentuada de retenção após o 1º mês e fatores (idade, tempo de doença, uso de antipsicóticos) associados à continuidade. Para educação, o recado é claro: métricas de engajamento, ciclos de reativação e design de hábito



(notificações, metas, recompensas significativas) devem compor qualquer estratégia app-based.

Sobre especialização vs. multifuncionalidade em autismo, Gallardo-Montes et al. (2022) mapeiam 155 apps e concluem que muitos são pouco especializados, ainda que “recomendáveis”; faltam foco em dimensões emocionais e gestão do tempo. A implicação é priorizar apps com objetivos instrucionais estreitos, componentes pedagógicos claros e indicadores de progresso alinhados a habilidades-alvo.

Enfrentando desigualdades de acesso no TDAH em minorias étnicas, Doulou; Drigas; Skianis (2023) sugerem que apps móveis podem superar barreiras culturais e socioeconômicas, fortalecendo funções executivas e adesão terapêutica por meio de estímulos audiovisuais e acessibilidade ampliada. Para escola, reforça-se a importância de design multicultural, linguagem clara e offline-first quando possível.

Em numeracia para autismo, Kamaruzaman; Majid; Mukmin (2023) mostram que um app interativo (TaLNA) melhora habilidades numéricas, desde que haja treinamento docente e ajustes finos de usabilidade. O estudo ilustra a tríade essencial: conteúdo especializado + interface adaptativa + mediação pedagógica.

No âmbito de educação mediada pela família, Hemmatipour et al. (2024) evidenciam que um modelo de empoderamento centrado na família via mobile learning melhora a qualidade de vida de crianças com talassemia. Para contextos escolares, sinaliza valor de ecossistemas app-família-escola, com fluxos de comunicação e rotinas de apoio que extrapolam a sala de aula.

Por fim, Li; Abdul Rahman; Zhang (2024) demonstram que algoritmos genéticos em aplicativos móveis favorecem personalização e previsão de desempenho, permitindo intervenções responsivas. Tal arquitetura algorítmica é compatível com trilhas adaptativas que modulam carga cognitiva (sequência, ritmo, modalidade) segundo respostas do estudante.

Tomados em conjunto, os estudos sustentam que App-Based Learning com IA otimiza a aprendizagem de mentes neurodiversas quando: (i) avalia e seleciona apps com critérios validados (Sanromà-Giménez et al., 2021); (ii) combina tecnologia com didática explícita e formação docente (Reddy et al., 2021; Kamaruzaman et al., 2023); (iii) assegura acessibilidade, usabilidade e inclusão desde o design (Hale Ilgaz, 2021; Gallardo-Montes et al., 2022); (iv) implementa adaptação em tempo real e scaffolding automatizado (Sysoev et al., 2022; Li et al., 2024); (v) gerencia engajamento/ retenção com analíticas e reativações (García-Estela et al., 2022; Lopez-Morinigo et al., 2021); e (vi) integra família e serviços em redes de apoio (Hemmatipour et al., 2024; Doulou; Drigas; Skianis, 2023). Assim, a resposta à questão norteadora é afirmativa, condicionada à combinação de arquitetura tecnológica adaptativa com mediação pedagógica competente e governança de dados para monitorar progresso e reduzir sobrecarga cognitiva. (Gráfico 2).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na análise das limitações no uso de tecnologias assistivas e aplicativos educacionais para estudantes neurodivergentes, observou-se que a integração dessas ferramentas ainda enfrenta desafios significativos. A falta de infraestrutura adequada, a variabilidade nas competências digitais dos usuários e a ausência de uma adaptação personalizada que atenda às necessidades específicas desses estudantes são fatores frequentes. É fundamental que as tecnologias móveis e os aplicativos educacionais sejam projetados para facilitar a aprendizagem, sendo ao mesmo tempo intuitivos e funcionais para todos os tipos de usuários, incluindo aqueles com neurodivergências.



A implementação de tecnologias assistivas na educação de estudantes neuroatípicos tem demonstrado melhorar a atitude e o desempenho acadêmico desses alunos, promovendo um ambiente mais inclusivo e equitativo. No entanto, a implementação efetiva dessas ferramentas requer desenvolvimento contínuo e um investimento significativo em tecnologias que sejam verdadeiramente acessíveis e adaptáveis às necessidades individuais dos alunos. As ferramentas educacionais devem ser avaliadas rigorosamente para assegurar que cumpram seu propósito de facilitar o processo de ensino-aprendizagem.

Os resultados deste estudo indicam que, embora as tecnologias assistivas e aplicativos educacionais ofereçam promessas significativas, a falta de infraestrutura adequada e a variabilidade nas competências digitais dos estudantes e educadores muitas vezes limitam o impacto positivo dessas tecnologias. Para uma educação inclusiva efetiva, futuros desenvolvimentos tecnológicos devem ser acompanhados de suporte adequado e adaptação constante às necessidades dos estudantes neurodivergentes.

Respondendo à pergunta inicial, “Como a integração da metodologia App-Based Learning com Inteligência Artificial pode otimizar a educação de alunos neurodivergentes?”, este estudo revela que a integração de tecnologias na educação inclusiva requer uma abordagem interdisciplinar e personalizada, considerando as especificidades de cada grupo de usuários. Investimentos contínuos em formação docente e infraestrutura tecnológica são essenciais para sustentar práticas de ensino inovadoras. A personalização das tecnologias assistivas, a competência digital docente e uma abordagem colaborativa são cruciais para uma inclusão educacional eficaz. Somente com desenvolvimento tecnológico contínuo e suporte adequado será possível garantir uma educação verdadeiramente inclusiva para todos os estudantes, incluindo aqueles com neurodivergências..

REFERÊNCIAS

AUTISMO & REALIDADE. **Uma a cada 36 crianças é autista, segundo CDC**. 2023. Disponível em: <https://autismoerealidade.org.br/2023/04/14/uma-a-cada-36-criancas-e-autista-segundo-cdc/>. Acesso em: 12 jan. 2025.

BRASIL. **Ministério da Educação**. Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização e Diversidade. Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva. Brasília, DF: MEC, 2008. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/arquivos/pdf/politicaeduc ESPECIAL.pdf>. Acesso em: 25 jan. 2025.

BRASIL. **Ministério da Saúde**. Entre 5% e 8% da população mundial apresenta Transtorno de Déficit de Atenção com Hiperatividade. 2022a. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/noticias/2022/setembro/entre-5-e-8-da-populacao-mundial-apresenta-transtorno-de-deficit-de-atencao-com-hiperatividade>. Acesso em: 12 jan. 2025.

BRASIL. **Ministério da Saúde**. Protocolo Clínico e Diretrizes Terapêuticas do Transtorno do Déficit de Atenção com Hiperatividade (TDAH). 2022b. Disponível em: https://www.gov.br/conitec/pt-br/midias/consultas/relatorios/2022/20220311_relatorio_cp_03_pcdt_tdah.pdf. Acesso em: 12 jan. 2025.

DOULOU, Aikaterini; DRIGAS, Athanasios; SKIANIS, Charalampos. Difficulties in Treating Ethnic Minority Children with ADHD and the Role of Mobile Applications. **International**



Journal of Interactive Mobile Technologies (iJIM), v. 17, n. 15, p. 155-170, 2023.
Disponível em: <https://doi.org/10.3991/ijim.v17i15.39553>. Acesso em: 17 jan. 2025.

GALLARDO-MONTES, Carmen del Pilar; CAURCEL CARA, María Jesús; RODRÍGUEZ FUENTES, Antonio. Technologies in the education of children and teenagers with autism: evaluation and classification of apps by work areas. **Education and Information Technologies**, v. 27, p. 4087-4115, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10773-z>. Acesso em: 21 jan. 2025.

GALVÃO, Taís Freire; PEREIRA, Mauricio Gomes. Avaliação da qualidade da evidência de revisões sistemáticas. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, Brasília, v. 23, n. 1, p. 173-175, jan./mar. 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5123/S1679-49742015000100019>. Acesso em: 11 jan. 2025.

GARCÍA-ESTELA, Adrián; CANTILLO, Juan; ANGARITA-OSORIO, Natalia; MUR-MILÀ, Eduard; ANMELLA, Gerard; PÉREZ, Víctor; VIETA, Eduard; HIDALGO-MAZZEI, Diego; COLOM, Francesc. Real-world Implementation of a Smartphone-Based Psychoeducation Program for Bipolar Disorder: Observational Ecological Study. **Journal of Medical Internet Research**, v. 24, n. 2, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.2196/31565>. Acesso em: 14 jan. 2025.

GRANT, Michael M. Difficulties in defining mobile learning: analysis, design characteristics, and implications. **Education Tech Research and Development**, v. 67, p. 361-388, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11423-018-09641-4>. Acesso em: 26 jan. 2025.

HEMMATIPOUR, Akram; ROKHAFROOZ, Dariush; GHAHFAROKHI, Seyedeh Moloud Rasouli; MIRMOHTADAIE, Zohrehsadat. Effect of Family-Centered Empowerment Model Using Mobile Learning on the Quality of Life in Children with Thalassemia: A Quasi-Experimental Study. **Jundishapur Journal of Chronic Disease Care**, v. 13, n. 1, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.5812/jjcdc-138139>. Acesso em: 18 jan. 2024.

ILGAZ, Halle. The role of mobile technologies in shifting to digital. **Education Tech Research and Development**, v. 69, p. 189-190, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11423-021-09945-y>. Acesso em: 16 jan. 2025.

KAMARUZAMAN, Muhamad Fairus; ABDUL MAJID, Faizah; MUJIO MUKMIN, Toto. TaLNA App: An Interactive Numeracy Mobile Learning Application for Children with Autism. **International Journal of Interactive Mobile Technologies (iJIM)**, v. 17, n. 21, p. 50-64, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.3991/ijim.v17i21.41443>. Acesso em: 24 jan. 2025.

LI, Chen; RAHMAN, Mohammad Nurul Amin; ZHANG, Xiaohong. An Analysis of Student's Academic Achievement in Genetic Algorithms Based on Mobile Learning Applications. **International Journal of Interactive Mobile Technologies (iJIM)**, v. 18, n. 09, p. 88-99, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.3991/ijim.v18i09.49033>. Acesso em: 19 jan. 2025.

LOPEZ-MORINIGO, Javier-David; BARRIGÓN, María Luisa; PORRAS-SEGOVIA, Alejandro; GONZÁLEZ RUIZ-RUANO, Verónica; SÁNCHEZ ESCRIBANO MARTÍNEZ, Adela; ESCOBEDO-AEDO, Paula Jhoana; SÁNCHEZ ALONSO, Sergio; MATA



ITURRALDE, Laura; MUÑOZ LORENZO, Laura; ARTÉS-RODRÍGUEZ, Antonio; DAVID, Anthony S.; BACA-GARCÍA, Enrique. Use of Ecological Momentary Assessment Through a Passive Smartphone-Based App (eB2) by Patients With Schizophrenia: Acceptability Study. *Journal of Medical Internet Research*, v. 23, n. 7, p. 1, 2021. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.2196/26548>. Acesso em: 23 jan. 2025.

PATIAS, Naiana Dapieve; HOHENDORFF, Jean Von. Critérios de qualidade para artigos de pesquisa qualitativa. *Psicologia em Estudo*, Maringá, v. 24, e43536, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.4025/psicoestud.v24i0.43536>. Acesso em: 11 jan. 2025.

REDDY, Pritika; REDDY, Emmenual; CHAND, Vishal; PAEA, Sione; PRASAD, Avinesh. Assistive Technologies: Saviour of Mathematics in Higher Education. *Frontiers in Applied Mathematics and Statistics*, v. 6, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fams.2020.619725>. Acesso em: 15 jan. 2025.

ROLDÁN-ÁLVAREZ, David; MARTÍN, Estefanía; HAYA, Pablo A. Collaborative Video-Based Learning Using Tablet Computers to Teach Job Skills to Students with Intellectual Disabilities. *Educational Sciences*, v. 11, n. 8, p. 437, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/educsci11080437>. Acesso em: 22 jan. 2025.

SANROMÀ-GIMÉNEZ, Mònica; CANTABRANA, José Luis Lázaro; RODRÍGUEZ, Mireia Usart; GISBERT-CERVERA, Mercè. Design and Validation of an Assessment Tool for Educational Mobile Applications Used with Autistic Learners. *Journal of New Approaches in Educational Research*, v. 10, n. 1, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.7821/naer.2021.1.574>. Acesso em: 12 jan. 2025.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE PEDIATRIA. **Cerca de 2 milhões de pessoas vivem com o autismo no Brasil**. 2022. Disponível em: <https://www.sbp.com.br/imprensa/detalhe/nid/cerca-de-2-milhoes-de-pessoas-vivem-com-o-autismo-no-brasil/>. Acesso em: 12 jan. 2025.

SYSOEV, Ivan; GRAY, James H.; FINE, Susan; MAKINI, Sneha Priscilla; ROY, Deb. Child-driven, machine-guided: Automatic scaffolding of constructionist-inspired early literacy play. *Computers & Education*, v. 182, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2022.104434>. Acesso em: 13 jan. 2025.

TERRA, Adilson Vilarinho; SANTOS, Marcos dos; GOMES, Carlos Francisco Simões; COSTA, Igor Pinheiro de Araújo; MOREIRA, Miguel Ângelo Lellis. Análise bibliométrica com o software Bibliometrix. In: **XLII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**, 04-07 out. 2022, Foz do Iguaçu. Anais [...]. Foz do Iguaçu: ENEGEP, 2022. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/363170565_Analise_Bibliometrica_com_o_Software_Bibliometrix. Acesso em: 12 jan. 2025.

WOOD, David; BRUNER, Jerome S.; ROSS, Gail. The role of tutoring in problem solving. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, [s. l.], v. 17, n. 2, p. 89-100, 1976. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.1976.tb00381.x>. Acesso em: 10 jan. 2025.