Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação — REASE

OPEN ACCESS

doi.org/10.51891/rease.v12i11.33046

ANÁLISE DE SOFTWARES EDUCACIONAIS PARA APOIO À APRENDIZAGEM DE PESSOAS NEURODIVERGENTES

ANALYSIS OF EDUCATIONAL SOFTWARE TO SUPPORT THE LEARNING OF NEURODIVERGENT PEOPLE

ANÁLISIS DE SOFTWARES EDUCATIVOS PARA APOYAR EL APRENDIZAJE DE PERSONAS NEURODIVERGENTES

Arnan Pinheiro de Sousa[1]
Marcos Vinicius Oliveira Sobrinho[2]

RESUMO: Este artigo buscou analisar como softwares educacionais podem contribuir para o processo de aprendizagem de pessoas neurodivergentes, identificando funcionalidades que promovam acessibilidade, personalização e usabilidade. Trata-se de pesquisa aplicada, de abordagem qualitativa e caráter descritivo-exploratório, conduzida por meio de Revisão Bibliográfica Sistemática (RBS) e análise documental de 14 softwares educacionais, avaliados com um protocolo fundamentado no Desenho Universal para a Aprendizagem (DUA) e nas diretrizes WCAG 2.1. Os resultados classificaram Khan Academy, Nessy, Clusive e Otsimo como de alta adequação, por integrarem acessibilidade, personalização e recursos de apoio cognitivo em plataformas pedagógicas abrangentes, enquanto ferramentas assistivas de escopo restrito, como ModMath e EquatIO, apresentaram adequação mais baixa em um protocolo amplo, embora permaneçam relevantes como tecnologia assistiva complementar. Conclui-se que a contribuição de um software educacional para a aprendizagem de pessoas neurodivergentes depende da abrangência da ferramenta e do contexto de uso, e que a inclusão educacional efetiva requer, frequentemente, a combinação de múltiplos recursos digitais.

Palavras-chave: Software educacional. Neurodiversidade. Educação inclusiva.

ABSTRACT: This article sought to analyze how educational software can contribute to the learning process of neurodivergent people, identifying features that promote accessibility, personalization, and usability. This is applied research with a qualitative approach and a descriptive-exploratory nature, conducted through a Systematic Literature Review (SLR) and a document analysis of 14 educational software programs, evaluated with a protocol based on Universal Design for Learning (UDL) and the WCAG 2.1 guidelines. The results classified Khan Academy, Nessy, Clusive, and Otsimo as highly suitable, because they integrate accessibility, personalization, and cognitive support features within comprehensive pedagogical platforms, whereas assistive tools with a narrower scope, such as ModMath and EquatIO, showed lower suitability under a broad protocol, although they remain relevant as complementary assistive technology. It is concluded that the contribution of educational software to the learning of neurodivergent people depends on the scope of the tool and the context of use, and that effective educational inclusion often requires combining multiple digital resources.

Keywords: Educational software. Neurodiversity. Inclusive education.

[1] Graduando em Sistema de Informação. Centro Universitário Santa Terezinha – CEST.
[2] Bacharel em Ciências da Computação. Especialista em Engenharia de Software com Métodos Ágeis. Professor do curso de Sistema de Informação. Orientador. Centro Universitário Santa Terezinha – CEST

RESUMEN: Este artículo buscó analizar cómo los softwares educativos pueden contribuir al proceso de aprendizaje de personas neurodivergentes, identificando funcionalidades que promuevan la accesibilidad, la personalización y la usabilidad. Se trata de una investigación aplicada, de enfoque cualitativo y carácter descriptivo-exploratorio, realizada mediante una Revisión Bibliográfica Sistemática (RBS) y un análisis documental de 14 softwares educativos, evaluados con un protocolo basado en el Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA) y en las directrices WCAG 2.1. Los resultados clasificaron a Khan Academy, Nessy, Clusive y Otsimo como de alta adecuación, por integrar accesibilidad, personalización y recursos de apoyo cognitivo en plataformas pedagógicas amplias, mientras que las herramientas asistivas de alcance restringido, como ModMath y EquatIO, presentaron una adecuación menor en un protocolo amplio, aunque siguen siendo relevantes como tecnología asistiva complementaria. Se concluye que la contribución de un software educativo al aprendizaje de personas neurodivergentes depende del alcance de la herramienta y del contexto de uso, y que la inclusión educativa efectiva requiere, con frecuencia, la combinación de múltiples recursos digitales.

Palabras clave: Software educativo. Neurodiversidad. Educación inclusiva.

1 INTRODUÇÃO

A ubiquidade das tecnologias digitais reconfigurou as dinâmicas de ensino e aprendizagem, ampliando o potencial de personalização, interatividade e acessibilidade nos ecossistemas educacionais. Recursos computacionais outrora restritos a laboratórios de tecnologia assistiva encontram-se hoje difundidos em dispositivos pessoais e móveis, transformando os modos pelos quais estudantes com distintos perfis cognitivos acessam e constroem o conhecimento. Esse cenário converge com o paradigma da neurodiversidade — cunhado por Singer (1998; 2017) e aprofundado por Armstrong (2012) —, que compreende condições como o Transtorno do Espectro Autista (TEA), o Transtorno de Déficit de Atenção e Hiperatividade (TDAH) e a dislexia como variações naturais e legítimas da neurocognição humana, deslocando o foco de uma visão patologizante para a valorização da pluralidade cognitiva.

Sob essa lente epistemológica, as barreiras de aprendizagem deixam de ser atribuídas exclusivamente ao indivíduo e passam a refletir a rigidez dos ambientes e artefatos pedagógicos tradicionais, historicamente projetados para um perfil cognitivo normativo. Quando concebidas sem critérios de design inclusivo, as plataformas digitais tendem a reproduzir e amplificar tais barreiras; em contrapartida, quando estruturadas com intencionalidade pedagógica e técnica, operam como mediadoras capazes de adaptar-se ao ritmo e às demandas específicas de cada aprendiz (SASSAKI, 2010). Apesar da relevância desse potencial, observa-se na literatura uma lacuna na articulação sistemática entre requisitos técnicos de engenharia e design de *software* e os critérios pedagógicos de inclusão cognitiva, sobretudo no que tange à avaliação funcional das ferramentas disponíveis.

A pertinência dessa investigação é corroborada pelo contínuo crescimento das matrículas de estudantes com necessidades educacionais específicas na educação básica e superior brasileira, conforme evidenciado pelos indicadores do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), bem como pelo arcabouço normativo estabelecido pela Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Lei n.º 13.146/2015), que institui a acessibilidade e a tecnologia assistiva como direitos fundamentais à autonomia educacional. No domínio dos Sistemas de Informação, preencher essa lacuna mostra-se estratégico para orientar a concepção de arquiteturas e interfaces mais equitativas, mitigando a exclusão digital de estudantes neurodivergentes.

Diante do exposto, este estudo busca responder à seguinte questão de pesquisa: *de que maneira os softwares educacionais podem potencializar o processo de aprendizagem de estudantes neurodivergentes em ambientes digitais?* Parte-se da hipótese central de que a eficácia dessas ferramentas na mediação da aprendizagem está diretamente condicionada à presença integrada de recursos de acessibilidade, mecanismos de personalização adaptativa, interfaces com baixa carga cognitiva e elementos de interatividade — fatores cuja ausência compromete o engajamento e o desempenho acadêmico desse público.

Para responder a essa problemática, o presente artigo tem como objetivo analisar o potencial de *softwares* educacionais no apoio à aprendizagem de pessoas neurodivergentes, identificando funcionalidades tecnológicas que promovam acessibilidade, inclusão e adaptação ao ritmo individual. Especificamente, propõe-se a: (i) mapear *softwares* educacionais digitais direcionados ao público neurodivergente; (ii) identificar e categorizar suas funcionalidades de acessibilidade, personalização e usabilidade; (iii) avaliar a aderência técnica e pedagógica dessas ferramentas às demandas cognitivas associadas ao TEA, ao TDAH e à dislexia; e (iv) sistematizar diretrizes e boas práticas para o desenvolvimento de *softwares* educacionais inclusivos à luz da literatura especializada.

2 MÉTODOS

Do ponto de vista de sua natureza, esta pesquisa classifica-se como aplicada, pois busca gerar conhecimento prático sobre o uso de softwares educacionais no contexto da aprendizagem de pessoas neurodivergentes (GERHARDT TE e SILVEIRA DT, 2009). Quanto à abordagem, é predominantemente qualitativa, uma vez que a análise de funcionalidades de softwares sob a perspectiva da inclusão educacional demanda interpretação aprofundada de conteúdos, e não

apenas mensuração numérica (MINAYO MCS, 2014; CRESWELL JW, 2014) — ainda que o protocolo de análise funcional produza, de forma complementar, indicadores quantitativos que auxiliam na comparação sistemática entre os softwares. Quanto aos objetivos, trata-se de pesquisa descritiva e exploratória: descritiva, por caracterizar funcionalidades a partir de critérios pré-definidos; exploratória, porque a análise sistemática de softwares sob a ótica da neurodiversidade ainda apresenta lacunas na literatura nacional (GIL AC, 2010). Os procedimentos técnicos adotados são a Revisão Bibliográfica Sistemática (RBS) e a análise documental.

2.1 Procedimento e instrumentos de coleta de dados

A coleta de dados foi estruturada em três etapas sequenciais: (1) revisão bibliográfica sistemática, (2) seleção e caracterização dos softwares e (3) análise funcional a partir de protocolo estruturado, detalhadas a seguir.

2.1.1 Revisão bibliográfica sistemática (RBS)

A RBS foi conduzida com base no protocolo de Kitchenham B (2004), contemplando cinco etapas: definição da questão de pesquisa e dos descritores; busca nas bases de dados científicas; aplicação dos critérios de inclusão e exclusão, registrada em planilha de triagem elaborada pelos autores; leitura e fichamento dos estudos selecionados, por meio de ficha de leitura estruturada; e síntese e categorização dos resultados, por meio de análise de conteúdo temática (BARDIN L, 2016). As fontes consultadas foram Google Scholar, BDTD/IBICT, Portal SBC, IEEE Xplore, ACM Digital Library e Scielo, com publicações preferencialmente entre 2015 e 2026. As strings de busca combinaram os descritores: ("software educacional" OR "recurso educacional digital") AND ("neurodiversidade" OR "TEA" OR "TDAH" OR "dislexia") AND ("acessibilidade" OR "inclusão digital" OR "tecnologia assistiva").

2.1.2 Seleção e caracterização dos softwares

A partir dos estudos mapeados na RBS e de fontes complementares de documentação técnica, foi elaborado um corpus de 14 softwares educacionais, submetidos a critérios de inclusão e exclusão. Foram incluídos os softwares desenvolvidos ou adaptados para pessoas neurodivergentes, com documentação pública de funcionalidades acessível, disponíveis (gratuitos ou comerciais) para acesso e análise e publicados ou atualizados entre 2015 e 2026.

Foram excluídos os softwares sem evidências documentadas de uso educacional, os aplicativos exclusivamente de entretenimento sem fins pedagógicos, as ferramentas descontinuadas ou sem suporte técnico ativo e aquelas cuja documentação estivesse disponível apenas em idiomas não cobertos pela pesquisa.

A aplicação desses critérios foi registrada em uma planilha de triagem, contendo, para cada software, informações sobre plataforma de execução, condição(ões) neurodivergente(s) alvo, tipo de recurso oferecido, disponibilidade de documentação pública e status de atualização, permitindo uma decisão de inclusão rastreável e reprodutível. O Quadro 1 apresenta a caracterização geral dos 14 softwares que compuseram o corpus final da pesquisa.

Quadro 1 – Descrição dos softwares educacionais analisados

Software	Plataforma	Condição(ões) -alvo	Tipo de recurso	Disponibilidade
Clusive	Desktop / Web	TEA, TDAH, Dislexia	Leitura adaptativa baseada no DUA	Gratuito
Khan Academy	Mobile e Desktop	TDAH, Dislexia	Ensino adaptativo, módulos curtos	Gratuito
Microsoft Learning Tools / Immersive Reader	Mobile e Desktop	TEA, TDAH, Dislexia	Texto-para-fala, espaçamento, foco em uma palavra	Gratuito
Read&Write	Desktop (Windows/Mac /Chrome)	Dislexia	Texto-para-fala, apoio à leitura e escrita	Freemium
Quizlet	Mobile e Desktop	TDAH, Dislexia	Flashcards e gamificação	Freemium
Otsimo	Mobile (iOS/Android)	TEA	Atividades adaptativas com rotinas visuais	Freemium
Voice Dream Reader	Mobile (iOS)	Dislexia	Leitura com destaque de texto sincronizado à voz	Pago
Voice Dream Writer	Mobile (iOS)	Dislexia	Escrita assistida por voz	Pago
Nessy	Mobile e Desktop	Dislexia	Fonética e leitura em voz alta, programa estruturado	Pago
Speechify	Mobile e Desktop	Dislexia	Texto-para-fala	Freemium
ModMath	Mobile (iOS)	Dislexia, Discalculia	Organização espacial para matemática	Gratuito
Helperbird	Desktop (extensão Chrome)	Dislexia	Acessibilidade de leitura/escrita na web	Pago
EquatIO	Desktop (Chrome/Windows)	Dislexia, Discalculia	Digitação, escrita à mão ou ditado de equações	Freemium
Learning Ally AudioApp	Mobile (iOS/Android)	TDAH, Dislexia	Audiolivros e apoio à leitura	Freemium

Fonte: SOUSA AP, et al., 2026; dados extraídos da documentação oficial dos softwares.

2.1.3 Protocolo de análise funcional

Protocolo de Análise Funcional. Cada software selecionado foi analisado com base em protocolo estruturado, fundamentado nos princípios do DUA (CAST, 2013) e nas diretrizes WCAG 2.1 (W3C, 2018), contemplando quatro dimensões e quinze indicadores, conforme detalhado no Quadro 2.

Quadro 2 – Dimensões e indicadores do protocolo de análise funcional

Dimensão	Indicadores observados
Acessibilidade Educacional	Suporte a leitores de tela; texto-para-fala; ajuste de fonte e contraste; conformidade com WCAG 2.1.
Personalização de Aprendizagem	Adaptação de ritmo e conteúdo; perfis individualizados; feedback adaptativo.
Usabilidade da Interface	Clareza do layout; navegação simples; ausência de sobrecarga cognitiva; padrões previsíveis.
Recursos de Apoio Cognitivo	Estímulos visuais e auditivos; gamificação; reforço positivo; módulos curtos.

Fonte: SOUSA AP, et al., 2026; adaptado de CAST (2013) e W3C (2018).

Cada indicador foi pontuado em uma escala de três níveis — 0 (ausente), 1 (parcial) e 2 (presente) —, com base em documentação oficial pública de cada software (páginas de produto, centrais de ajuda, lojas de aplicativos) e em testes diretos de uso, em consonância com a delimitação de escopo do projeto de pesquisa, que não prevê aplicação experimental com grupos de usuários. A média aritmética dos indicadores de cada dimensão gerou uma pontuação por dimensão, e a média geral dos quinze indicadores gerou a pontuação final de cada software, utilizada para classificá-lo em três níveis de adequação: baixa (média geral inferior a 1,0), média (entre 1,0 e 1,49) e alta (igual ou superior a 1,5).

2.2 Justificativa dos métodos escolhidos

A abordagem qualitativa justifica-se pela natureza do objeto de estudo: a análise de funcionalidades de softwares sob a perspectiva da inclusão exige interpretação e contextualização que vão além da mensuração numérica (CRESWELL JW, 2014). A RBS foi escolhida por sua capacidade de mapear, de forma rigorosa e reprodutível, o estado da arte sobre o tema, minimizando vieses de seleção (KITCHENHAM B, 2004). A análise documental complementa a RBS ao possibilitar acesso direto às características técnicas dos softwares, sem depender exclusivamente de relatos de terceiros (CELLARD A, 2008). O protocolo baseado no DUA e nas diretrizes WCAG garante consistência e comparabilidade entre os softwares avaliados, enquanto a escala de três níveis (em vez de uma verificação binária de

presença/ausência) permite captar situações intermediárias, nas quais um recurso existe, mas de forma limitada ou pouco configurável — distinção relevante, como discutido na subseção Tecnologia Assistiva na Educação, para a avaliação de Tecnologia Assistiva.

2.3 Análise e interpretação dos dados

Os dados foram analisados por meio de duas técnicas complementares. A análise de conteúdo temática (BARDIN L, 2016) foi aplicada ao corpus da RBS, compreendendo três fases: pré-análise (organização e leitura flutuante do material), exploração do material (codificação e categorização dos temas recorrentes) e tratamento dos resultados (interpretação e inferência). A análise comparativa, por sua vez, confrontou as pontuações obtidas pelos softwares no protocolo de análise funcional, tanto na média geral quanto nas medidas por dimensão permitindo identificar padrões, lacunas e boas práticas no desenvolvimento de softwares educacionais inclusivos, apresentados na seção seguinte.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aplicação do protocolo de análise funcional aos 14 softwares educacionais caracterizados no Quadro 1 resultou nas pontuações detalhadas por dimensão apresentadas no Quadro 3, e na classificação geral de adequação apresentada no Quadro 4.

Quadro 3 – Resultados da análise funcional por dimensão

Software	Acessibilidade Educacional	Personalização de Aprendizagem	Usabilidade da Interface	Recursos de Apoio Cognitivo	Média Geral
Khan Academy	1,75	2,00	2,00	2,00	1,93
Nessy	0,75	2,00	2,00	2,00	1,67
Clusive	1,50	2,00	2,00	1,00	1,60
Otsimo	0,75	1,67	2,00	1,75	1,60
Microsoft Immersive Reader	1,50	2,00	2,00	1,00	1,47
Quizlet	0,25	0,67	1,75	2,00	1,47
Helperbird	1,50	1,33	2,00	0,50	1,40
Voice Dream Reader	1,75	0,67	2,00	0,50	1,27
Read&Write	1,25	0,67	2,00	0,50	1,13
Voice Dream Writer	1,50	0,67	1,75	0,50	1,13
Learning Ally AudioApp	0,50	1,00	2,00	0,50	1,00
Speechify	0,75	0,67	1,75	0,50	0,93
EquatIO	0,50	0,33	1,75	0,50	0,80
ModMath	0,25	0,33	2,00	0,25	0,73

Fonte: SOUSA AP, et al., 2026.

Nota: Escala: 0 = ausente; 1 = parcial; 2 = presente.

Quadro 4 – Classificação de adequação dos softwares analisados

Classificação	Softwares	Faixa de média geral
Alta adequação	Khan Academy (1,93); Nessy (1,67); Clusive (1,60); Otsimo (1,60)	≥1,5
Média adequação	Microsoft Immersive Reader (1,47); Quizlet (1,47); Helperbird (1,40); Voice Dream Reader (1,27); Read&Write (1,13); Voice Dream Writer (1,13); Learning Ally (1,00)	1,0 - 1,49
Baixa adequação	Speechify (0,93); EquatIO (0,80); ModMath (0,73)	<1,0

Fonte: SOUSA AP, et al., 2026.

3.1 Acessibilidade educacional

Observou-se grande heterogeneidade neste eixo, com médias variando de 0,25 (ModMath) a 1,75 (Khan Academy e Voice Dream Reader). Enquanto Khan Academy declara conformidade explícita com as diretrizes WCAG 2.1 nível AA e Voice Dream Reader é otimizado para leitores de tela com VoiceOver, a maior parte dos softwares analisados – sobretudo aqueles voltados a nichos específicos, como ModMath e EquatIO – não documenta publicamente conformidade formal com diretrizes de acessibilidade, ainda que ofereçam funcionalidades pontuais de apoio. Esse achado corrobora Bersch R (2017) ao evidenciar que a presença de um recurso assistivo isolado não equivale, por si só, a um compromisso institucional com a acessibilidade normatizada.

3.2 Personalização de aprendizagem

Esta dimensão apresentou a maior amplitude de variação entre os softwares (de 0,33 a 2,00), o que sugere ser o eixo mais discriminante do protocolo. Softwares com maior maturidade de plataforma – Khan Academy, Nessy, Otsimo, Clusive e Quizlet – apresentaram os recursos mais robustos de personalização, incluindo perfis individualizados, adaptação de ritmo e feedback adaptativo baseado em desempenho. Já ferramentas de apoio pontual, como EquatIO, ModMath, Voice Dream Reader/Writer e Speechify, demonstraram personalização limitada, concentrando-se em ajustes de preferência de uso (voz, velocidade, fonte) em vez de adaptação do conteúdo pedagógico propriamente dito. Esse resultado é consistente com a distinção proposta por Oliveira ARP, et al. (2021) entre DUA e Tecnologia Assistiva: os softwares de alta pontuação tendem a incorporar lógica de design universal desde a concepção, enquanto os

softwares assistivos mais específicos atuam de forma pontual, complementando – mas não substituindo – uma plataforma pedagógica mais ampla.

3.3 Usabilidade da interface

Esta foi a dimensão com pontuações mais uniformemente altas entre os softwares analisados (variação de apenas 1,75 a 2,00), o que sugere que clareza de layout, navegação simples e padrões previsíveis já são considerados requisitos básicos de mercado, independentemente do público-alvo ou da finalidade específica do software. Ainda assim, destaca-se que apenas os softwares desenhados especificamente para TEA (Otsimo) e para dislexia com abordagem estruturada (Nessy) documentam explicitamente preocupação com redução de sobrecarga cognitiva como princípio de design, alinhando-se às recomendações de Orrú SE (2016) sobre ambientes estruturados e previsíveis para esse público. A homogeneidade desta dimensão é retomada como limitação metodológica adiante, na discussão da Hipótese H3.

3.4 Recursos de apoio cognitivo

Observa-se uma divisão nítida entre softwares gamificados de plataforma ampla (Khan Academy, Quizlet, Nessy, com pontuação máxima, e Otsimo, com 1,75), e ferramentas assistivas de uso pontual (Voice Dream Reader/Writer, Read&Write, Learning Ally, Speechify e EquatIO, todos com 0,50, e ModMath, com 0,25), que praticamente não incorporam gamificação ou reforço positivo. Esse padrão dialoga diretamente com a Hipótese H4 desta pesquisa — segundo a qual softwares interativos aumentam o engajamento de alunos neurodivergentes — e com os achados de Silva TS, et al. (2026) sobre a eficácia da gamificação e da modularização de conteúdo para estudantes com TDAH.

3.5 Síntese em relação às hipóteses

Os resultados oferecem suporte inicial às hipóteses H1, H2 e H4: os softwares com melhores pontuações em acessibilidade (H1) e personalização (H2) coincidem, em grande medida, com os classificados como de "alta adequação" no Quadro 4, e a presença de gamificação e reforço positivo (H4) concentrou-se nos mesmos softwares mais bem avaliados no eixo de apoio cognitivo, conforme o Quadro 3. Já a Hipótese H3, relativa a interfaces simples e estímulos visuais, não pôde ser diferenciada com a mesma clareza, uma vez que a dimensão de Usabilidade da Interface apresentou pontuações elevadas de forma relativamente homogênea

entre praticamente todos os softwares — sugerindo que o indicador, tal como operacionalizado neste protocolo, talvez precise ser refinado em pesquisas futuras, tornando-se mais granular para captar diferenças mais sutis entre interfaces. Por fim, a Hipótese H5 — de que a ausência de recursos inclusivos dificulta o aprendizado — encontra respaldo indireto nos casos de baixa adequação (Speechify, EquatIO e ModMath, no Quadro 4), cuja limitação, no entanto, decorre principalmente de seu escopo intencionalmente restrito (nichos específicos como digitação matemática ou texto-para-fala), e não de negligência quanto à inclusão.

Os softwares de nicho (ModMath, EquatIO) obtiveram pontuação geral baixa não por deficiência de qualidade, mas porque o protocolo de 15 indicadores foi concebido para avaliar plataformas educacionais abrangentes; ferramentas assistivas pontuais tendem a pontuar bem apenas nas dimensões às quais se propõem (como evidencia a Usabilidade da Interface no Quadro 3, na qual ambos mantiveram pontuação de 1,75 a 2,00). Essa limitação do instrumento é retomada na seção de Considerações Finais.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados indicam que os softwares mais bem avaliados — Khan Academy, Nessy, Clusive e Otsimo — compartilham uma característica comum: foram concebidos como plataformas pedagógicas completas, e não como ferramentas assistivas pontuais, o que lhes permite integrar simultaneamente acessibilidade, personalização, usabilidade e recursos de apoio cognitivo. Já os softwares de escopo mais restrito, voltados a funções específicas como notação matemática (ModMath, EquatIO) ou conversão de texto em fala (Speechify), embora relevantes como tecnologia assistiva complementar, não alcançam sozinhos o mesmo grau de adequação quando avaliados por um protocolo abrangente — evidenciando que a inclusão educacional efetiva depende, muitas vezes, da combinação de múltiplas ferramentas, e não da adoção de um único software.

Do ponto de vista das hipóteses formuladas, os achados sustentam parcialmente a hipótese geral da pesquisa: softwares educacionais parecem, de fato, contribuir positivamente para a aprendizagem de pessoas neurodivergentes quando reúnem recursos de acessibilidade, personalização e usabilidade, mas essa contribuição está condicionada à abrangência do software e ao contexto de uso, não sendo uma propriedade intrínseca e uniforme de qualquer ferramenta digital educacional. As hipóteses específicas H1, H2 e H4 encontraram suporte mais direto nos dados; a Hipótese H3 exigiria um indicador mais refinado para ser adequadamente testada; e a

Hipótese H5 foi corroborada apenas de forma indireta, condicionada ao escopo de cada ferramenta.

Como principais limitações deste estudo, destacam-se: (i) a análise baseou-se em documentação pública e testes diretos, sem validação com usuários neurodivergentes reais, conforme delimitação de escopo estabelecida previamente no projeto de pesquisa; o protocolo de 15 indicadores, embora consistente, favorece estruturalmente plataformas educacionais abrangentes em detrimento de ferramentas assistivas especializadas, o que pode ter subestimado a relevância pedagógica de softwares de nicho, como discutido na seção de Resultados e Discussão; (iii) a dimensão de Usabilidade da Interface mostrou-se pouco discriminante entre os softwares analisados, sugerindo a necessidade de indicadores mais granulares em estudos futuros; e (iv) a disponibilidade e as funcionalidades dos softwares analisados estão sujeitas a atualizações contínuas, o que pode alterar os resultados obtidos em consultas futuras.

Para pesquisas futuras, sugere-se: a validação do protocolo de análise funcional com a participação de usuários neurodivergentes e seus educadores, de modo a triangular os achados documentais com a experiência de uso real; o desenvolvimento de instrumentos de avaliação diferenciados para softwares de escopo amplo e para ferramentas assistivas especializadas, de modo a não penalizar estas últimas por características que estão fora de seu propósito original; o refinamento do indicador de usabilidade da interface, de modo a torná-lo mais discriminante; e a ampliação do corpus de análise para incluir softwares em língua portuguesa e desenvolvidos no contexto educacional brasileiro, ainda pouco representados na literatura internacional consultada. Espera-se que os resultados aqui sistematizados possam subsidiar professores, desenvolvedores e gestores educacionais na escolha e no aprimoramento de tecnologias digitais verdadeiramente inclusivas.

REFERÊNCIAS

AMERICAN PSYCHIATRIC ASSOCIATION (APA). Manual diagnóstico e estatístico de transtornos mentais: DSM-5. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2014.

ARMSTRONG T. O poder da neurodiversidade. São Paulo: Lua de Papel, 2012.

BARDIN L. Análise de conteúdo. São Paulo: Edições 70, 2016.

BARKLEY RA. Attention-deficit hyperactivity disorder: a handbook for diagnosis and treatment. 3rd ed. New York: Guilford Press, 2005.

BERSCH R. Introdução à tecnologia assistiva. Porto Alegre: CEDI, 2017.

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília: Senado Federal, 1988.

BRASIL. Lei n.º 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Brasília: Presidência da República, 1996.

BRASIL. Lei n.º 12.764, de 27 de dezembro de 2012. Institui a Política Nacional de Proteção dos Direitos da Pessoa com Transtorno do Espectro Autista. Brasília: Presidência da República, 2012.

BRASIL. Lei n.º 13.146, de 6 de julho de 2015. Institui a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência. Brasília: Presidência da República, 2015.

CALHEIROS DSC, et al. Considerações acerca da tecnologia assistiva no cenário educacional brasileiro. Revista de Educação Especial, 2018; 31(60): 229-244.

CAST — CENTER FOR APPLIED SPECIAL TECHNOLOGY. Universal Design for Learning guidelines version 2.0. Wakefield: CAST, 2013.

CELLARD A. A análise documental. In: POUPART J, et al. A pesquisa qualitativa: enfoques epistemológicos e metodológicos. Petrópolis: Vozes, 2008; 295-316.

CRESWELL JW. Investigação qualitativa e projeto de pesquisa: escolhendo entre cinco abordagens. 3. ed. Porto Alegre: Penso, 2014.

DIVERSA.ORG. Recursos educacionais digitais e tecnologia assistiva para inclusão. São Paulo: Instituto Rodrigo Mendes, 2023. Disponível em: https://diversa.org.br.

GERHARDT TE, SILVEIRA DT (org.). Métodos de pesquisa. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

GIL AC. Como elaborar projetos de pesquisa. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

GRANDIN T. Thinking in pictures. New York: Vintage Books, 2006.

KITCHENHAM B. Procedures for performing systematic reviews. Keele: Keele University, 2004. (Technical Report TR/SE-0401).

MANTOAN MTE. Inclusão escolar: o que é? por quê? como fazer? São Paulo: Moderna, 2003.

MINAYO MCS. O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde. 14. ed. São Paulo: Hucitec, 2014.

OLIVEIRA ARP, et al. Desenho universal para aprendizagem e tecnologia assistiva: complementares ou excludentes? Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação, 2021; 16(esp. 4): 3034-3048.

ORRÚ SE. Autismo, linguagem e educação. Rio de Janeiro: Wak Editora, 2016.

REID G. Dyslexia and inclusion. London: David Fulton Publishers, 2006.

ROHDE LA, HALPERN R. Transtorno de déficit de atenção/hiperatividade: atualização. Jornal de Pediatria, 2004; 80(2): S61-S70.

SHAYWITZ S. Overcoming dyslexia. New York: Vintage Books, 2005.

SILVA TS, et al. Metodologias ativas e inclusão: um estudo sobre o processo de ensino e aprendizagem de crianças neurodivergentes. Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação, 2026; 12(1).

SINGER J. NeuroDiversity: the birth of an idea. [S.l.]: Judy Singer, 2017.

UNESCO. Declaração de Salamanca e linha de ação sobre necessidades educativas especiais. Salamanca: UNESCO, 1994.

W3C — WORLD WIDE WEB CONSORTIUM. Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.1. 2018. Disponível em: https://www.w3.org/TR/WCAG21/.