

# ARQUITETURAS TECNOLÓGICAS ADAPTATIVAS PARA O SUORTE À NEURODIVERSIDADE NO ENSINO SUPERIOR ONLINE

ADAPTIVE TECHNOLOGICAL ARCHITECTURES TO SUPPORT  
NEURODIVERSITY IN ONLINE HIGHER EDUCATION

Ciências Exatas e da Terra, Ciências Humanas • 01/09/2026

REGISTRO DOI: [10.70773/revistatopicos/788111814](https://doi.org/10.70773/revistatopicos/788111814)

---

Cristiane Domingos de Aquino Teixeira<sup>1</sup>

Ivaldir Honório de Farias Júnior<sup>2</sup>

Marcelo Mendonça Teixeira<sup>3</sup>

Sidney Marlon Lopes de Lima<sup>4</sup>

Ana Cistina F. C. de Lima<sup>5</sup>

---

## RESUMO

O presente estudo qualitativo e exploratório-descritivo propõe o uso de tecnologias adaptativas em instituições de ensino superior para melhorar a inclusão e o desempenho acadêmico de alunos com TEA. A pesquisa sugere a aplicação do Ciclo de Qualidade de Vida do Software na criação de ambientes virtuais que reduzam a carga cognitiva, garantindo interfaces mais intuitivas. Além disso, defende a implementação de um modelo de maturidade institucional para sistematizar o suporte técnico e didático oferecido, assegurando não apenas o cumprimento das normas regulatórias voltadas a estudantes neurodivergentes, mas também a consolidação de uma cultura de acessibilidade digital que respeite as singularidades cognitivas do estudante.

**Palavras-chave:** Tecnologias Adaptativas; Ensino Superior; Acessibilidade Digital.

## ABSTRACT

This qualitative and exploratory-descriptive study proposes the use of adaptive technologies in higher education institutions to improve the inclusion and academic performance of students with ASD. The research suggests applying the Software Quality of Life Cycle to create virtual environments that reduce cognitive load, ensuring more intuitive interfaces. Furthermore, it advocates for the implementation of an institutional maturity model to systematize the technical and didactic support provided, ensuring not only compliance with regulatory standards for neurodivergent students but also the consolidation of a digital accessibility culture that respects the student's cognitive singularities.

**Keywords:** Adaptive Technologies; Higher Education; Digital Accessibility.

## 1. INTRODUÇÃO

Conceitualmente, o Transtorno do Espectro Autista (TEA) é compreendido por Frazier et al. (2019) e Hatton et al. (2017) não como uma doença estática, mas como uma condição do neurodesenvolvimento marcada por desafios persistentes na comunicação social e padrões de comportamento repetitivos ou restritos. Essa definição encontra eco no DSM-5 (APA, 2013), que operou uma mudança paradigmática ao consolidar diferentes diagnósticos sob o termo "espectro", reconhecendo uma ampla variação de manifestações e níveis de suporte. É justamente essa pluralidade de habilidades e perfis sensoriais mencionada pela APA que impulsiona o argumento central de Klin et al. (2021): se cada indivíduo é único em seu processamento cognitivo, a identificação precoce e a personalização das intervenções tornam-se imperativos éticos e clínicos.

Contudo, Frazier et al. (2019) expandem essa visão ao pontuar que o desenvolvimento dessas competências não ocorre em um vácuo biológico; ele depende intrinsecamente do suporte familiar e da inclusão social. Sem um ecossistema que acolha a diferença, o potencial do indivíduo é limitado por barreiras atitudinais. Essa necessidade de inclusão dialoga diretamente com o conceito de neurodivergência. Como propõe Silva (2019), as variações no funcionamento cerebral que abrangem o TEA, o TDAH e a dislexia não devem ser vistas como patologias a serem curadas sob uma perspectiva médica tradicional, mas como diferenças naturais da diversidade humana a serem valorizadas. No entanto, para que essa valorização transite da retórica teórica para a prática educacional, é mandatório reavaliar as ferramentas de ensino mediadas pela tecnologia.

Em justaposição, a obra de Liebowitz e Frank (2016) em "*Knowledge management and e-Learning*" oferece a base tecnológica necessária, definindo as plataformas de e-learning como ambientes virtuais que medeiam a interação entre educadores e alunos através de ferramentas síncronas e assíncronas. Contudo, emerge aqui um tensionamento crítico, enquanto Brotherhood (2025) foca na funcionalidade estrutural do sistema, Savage (2021) alerta que a maioria desses Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVAs) é projetada para um "usuário padrão" neurotípico, ignorando sistematicamente as particularidades sensoriais e cognitivas de alunos neurodivergentes. A esse respeito, Martins (2021) reforça essa crítica ao argumentar que a eficácia do e-learning para o aluno com TEA não é um subproduto automático da digitalização, mas depende de um design que suporte múltiplos estilos de aprendizagem. Sem uma arquitetura pensada para a previsibilidade e clareza cognitiva, o sistema acaba por excluir o estudante que deveria, por direito, acolher, transformando a ferramenta digital em uma nova barreira arquitetônica, desta vez imaterial.

No Brasil, esse diálogo entre tecnologia e inclusão é mediado por um robusto arcabouço legal que tem avançado significativamente na última década. A Lei Brasileira de Inclusão (Lei nº 13.146/2015) e a LDB (Lei nº 9.394/1996) estabelecem o direito inalienável à educação de qualidade. No entanto, é em legislações específicas que o suporte ao TEA ganha contornos práticos e protetivos:

- **Lei Berenice Piana (Lei nº 12.764/2012):** Instituiu a Política Nacional de Proteção dos Direitos da Pessoa com TEA, equiparando, para fins legais, a pessoa com autismo à pessoa com deficiência.

- **Lei Romeo Mion (Lei nº 13.977/2020):** Criou a Carteira de Identificação da Pessoa com Transtorno do Espectro Autista (Ciptea), visando garantir prioridade no atendimento e acesso a serviços.
- **Decreto de 2024 (SisTEA):** Instituiu o Sistema Nacional de Cadastro da Pessoa com TEA, um passo crucial para o mapeamento demográfico e a formulação de políticas públicas baseadas em dados reais.

Tais diretrizes nacionais convergem para padrões internacionais de tecnologia, notadamente as Diretrizes de Acessibilidade para Conteúdo da Web (WCAG). Ao cruzar as exigências da LBI com as recomendações técnicas da WCAG, emergem cinco pilares fundamentais para a construção de AVAs verdadeiramente inclusivos:

**Personalização da Interface:** A flexibilidade defendida por Martins (2021) traduz-se na capacidade de ajustar ritmos de aprendizagem, fontes (como a OpenDyslexic) e contrastes visuais.

**Redução de Carga Sensorial:** Alinhando-se aos apontamentos de Savage (2021), o design deve ser "limpo" (minimalist design), permitindo o controle rigoroso de estímulos disruptivos, como sons automáticos e animações excessivas.

**Tecnologias Assistivas e Feedback:** O suporte a leitores de tela e legendagem em tempo real deve ser nativo, garantindo que a informação seja percebida por diferentes canais sensoriais.

**Suporte Emocional e Tutoria Especializada:** A complexidade do TEA exige que o ambiente virtual não seja um repositório estático,

mas conte com assistentes (humanos ou IA) que monitorem o engajamento e o bem-estar do aluno.

**Interação Social Controlada:** É preciso equilibrar o desejo de autonomia com a necessidade de colaboração, promovendo as habilidades sociais destacadas por Frazier et al. (2019) de forma estruturada e previsível.

Face ao exposto, em sintonia com a literatura em voga, a qualidade do ciclo de vida do software, como discutido por Santos e Almeida (2020), deve estar intrinsecamente ligada ao conceito de Design Universal para a Aprendizagem (DUA). Se, como afirmam Oliveira e Silva (2022), muitos AVAs ainda falham na usabilidade para o público autista por serem fragmentados ou visualmente poluídos, a solução reside na integração da acessibilidade desde a fase de planejamento (privacy and accessibility by design). É nesse sentido que o presente trabalho propõe, portanto, que a melhoria dos processos de design e gestão nas Instituições de Ensino Superior (IES) não é apenas uma adequação técnica, mas uma transformação necessária para converter a Educação a Distância em um espaço de equidade e pertencimento para a neurodiversidade.

## **2. MÉTODO**

A metodologia adotada neste estudo caracteriza-se por uma abordagem qualitativa, de natureza básica e com delineamento exploratório-descritivo. A investigação é orientada à proposição de Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVAs) mais inclusivos e customizados para estudantes neurodivergentes, em especial aqueles com Transtorno do Espectro Autista (TEA), buscando responder à seguinte problemática: "*Como os ambientes virtuais de*

*aprendizagem podem ser aprimorados para oferecer suporte personalizado, garantindo a inclusão e o sucesso acadêmico de alunos com TEA em instituições de ensino superior?"* O percurso metodológico estruturou-se em dois eixos complementares: Revisão Narrativa da Literatura e Análise de Requisitos e Normativas Técnicas.

a) Revisão Narrativa da Literatura Realizada entre julho e dezembro de 2025, a revisão concentrou-se nas bases de dados IEEE Xplore e ACM Digital Library. A busca utilizou descritores controlados e operadores booleanos, tais como "Neurodiversity", "E-learning Accessibility", "Autism Spectrum Disorder" e "Universal Design for Learning". Para garantir o rigor técnico, foram estabelecidos os seguintes critérios:

**Critérios de Inclusão:** Artigos publicados entre 2021 e 2025; estudos que abordassem diretamente o design de interface para neurodivergentes; e pesquisas focadas no ciclo de vida de software acessível.

**Critérios de Exclusão:** Trabalhos sobre acessibilidade física sem interface digital; artigos duplicados; e revisões sem métricas de usabilidade ou conformidade técnica (WCAG).

A partir de um universo inicial de 142 artigos, a aplicação dos filtros resultou na seleção final de 28 trabalhos de alto impacto. Esse levantamento permitiu identificar lacunas tecnológicas e a importância de incorporar o ciclo de qualidade de vida do software, conforme indicam Ferreira e Ramos (2021), para a coleta de requisitos e validação de acessibilidade.

b) **Análise Técnica e Normativa** A fundamentação da proposta de aprimoramento dos AVAs baseou-se na análise detalhada das legislações vigentes e normas internacionais de engenharia de software e experiência do usuário (UX). O estudo integrou:

**Marcos Legais:** Alinhamento às diretrizes da Lei Brasileira de Inclusão (LBI, Lei nº 13.146/2015).

**Padrões Internacionais:** Conformidade com as normas WCAG 2.2 (Web Content Accessibility Guidelines).

**Métricas de Qualidade:** Avaliação teórica de métricas de software, incluindo usabilidade, acessibilidade, desempenho e confiabilidade, analisando como esses fatores impactam a carga cognitiva de estudantes neurodivergentes.

c) **Elaboração de Recomendações** Com base na síntese dos dados bibliográficos e normativos, foram elaboradas recomendações práticas para o design centrado no usuário. As soluções propostas visam não apenas aprimorar a acessibilidade técnica, mas também promover um ambiente educacional que respeite as necessidades neurodivergentes, garantindo a evolução contínua das plataformas através de boas práticas de Engenharia de Software.

Os resultados refletem a necessidade de um modelo de maturidade futura para ambientes virtuais de aprendizagem reside na urgência de sistematizar e padronizar o nível de suporte oferecido a estudantes neurodivergentes, transcendendo iniciativas isoladas e puramente técnicas. Ao estabelecer uma estrutura evolutiva de requisitos, tal modelo permite que as instituições de ensino avaliem seu estágio atual de acessibilidade cognitiva e identifiquem trajetórias claras para o aprimoramento contínuo, integrando

métricas de engenharia de software, conformidade legal e princípios de design centrado no usuário. Dessa forma, em conclusão, o modelo atua como uma ferramenta estratégica de gestão e inovação, garantindo que a evolução tecnológica das plataformas educacionais acompanhe de forma sustentável as demandas de inclusão, autonomia e sucesso acadêmico de alunos com TEA no ensino superior.

### **3. RESULTADOS**

#### **3.1. TEA, Ambientes Virtuais de Aprendizagem e Ciclo de Qualidade de Vida do Software**

A eficácia das plataformas de e-learning para alunos neurodivergentes está intrinsecamente ligada à integração de protocolos de acessibilidade desde as fases embrionárias do Ciclo de Vida do Software Educacional (CVSE). Conforme postulam Ferreira e Ramos (2021), a qualidade do produto final depende de uma elicitación de requisitos que transcenda o padrão normativo, capturando as especificidades cognitivas desse público. Essa perspectiva dialoga com a necessidade de validação empírica por meio de testes de usabilidade, assegurando que o Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) não seja apenas funcional, mas efetivamente inclusivo. Nesse contexto, a rigidez de modelos tradicionais de desenvolvimento dá lugar à flexibilidade das metodologias ágeis. A natureza dinâmica dessas metodologias facilita a adaptação contínua das plataformas às demandas neurodivergentes. Tal visão é corroborada por Souza e Lima (2020), que destacam o caráter iterativo do desenvolvimento ágil: "O processo de melhoria contínua, baseado no feedback direto e na testagem cíclica, permite que as vozes dos alunos neurodivergentes

sejam integradas à arquitetura do sistema, garantindo que a eficácia técnica caminhe junto à equidade pedagógica."

Para que a tecnologia alcance seu potencial máximo, é imperativo que o desenvolvimento técnico seja acompanhado por uma sólida formação docente. O conhecimento sobre o Transtorno do Espectro Autista (TEA) e outras neurodivergências deve evoluir de uma visão puramente clínica para uma abordagem sociotecnológica. Silberman (2015) estabelece o alicerce teórico para essa transição ao propor que o autismo seja compreendido como uma variação natural do processamento humano, e não como um déficit a ser corrigido. Essa despatologização, defendida por Silberman, exige que o processo formativo de educadores e desenvolvedores incorpore:

- Domínio de Ferramentas Assistivas: Adaptação técnica do ambiente de aprendizagem;
- Empatia Ativa: Práticas que simulem as barreiras sensoriais e cognitivas enfrentadas pelos alunos;
- Colaboração Interdisciplinar: O nexo entre desenvolvedores, pedagogos e especialistas em neurodiversidade.

A convergência entre o rigor da engenharia de software e a sensibilidade pedagógica culmina na criação de ecossistemas de aprendizagem onde a diferença é celebrada como potência. Como bem observa Brotherhood (2025), o objetivo final dos AVAs deve transcender a acessibilidade básica. A formação ideal, portanto, deve ser robusta o suficiente para permitir que o profissional não apenas "acomode" o aluno, mas desenhe múltiplas trajetórias de expressão e aprendizagem. Ao alinhar a agilidade técnica proposta por Souza e

Lima (2020) com a filosofia de Silberman (2015), estabelece-se um padrão de desenvolvimento que não apenas inclui, mas empodera o estudante neurodivergente em sua plenitude.

### **3.2. Ciclo de Qualidade de Vida do Software: Adaptando Ambientes Virtuais para Alunos com TEA**

O Ciclo de Qualidade de Vida do Software (CQVS) é um modelo que abrange as etapas de desenvolvimento e manutenção de software, focando na melhoria contínua da qualidade do produto e na satisfação do usuário (Herman, 2012). Quando adaptamos ambientes virtuais para alunos com Transtorno do Espectro Autista (TEA), o CQVS pode ser aplicado da seguinte maneira:

**Planejamento - Nesta fase, é essencial entender as necessidades específicas dos alunos com TEA. Isso envolve:**

\*Pesquisa e Análise: Realizar uma análise das características do TEA, como dificuldades de comunicação, interação social e preferências sensoriais (American Psychiatric Association, 2013); \*Definição de Objetivos: Estabelecer objetivos claros, como melhorar a acessibilidade, a usabilidade e a personalização do ambiente virtual;

**Desenvolvimento - O desenvolvimento do software deve considerar:**

\*Design Inclusivo: Criar interfaces amigáveis que utilizem cores suaves, tipografia legível e navegação intuitiva (Graham, 2015). Incorporar elementos visuais e auditivos que ajudem na compreensão do conteúdo; \*Recursos Interativos: Implementar funcionalidades que permitam a interação, como feedback instantâneo e gamificação, para manter o engajamento dos alunos

(Miller & Schaeffer, 2019); \*Personalização: Oferecer opções de personalização para atender diferentes estilos de aprendizagem, permitindo ajustes nas configurações de visualização e interação;

### **Teste e Validação - Após o desenvolvimento, é crucial testar o software com os usuários finais:**

\*Teste com Usuários: Conduzir sessões de testes com alunos que têm TEA, observando como interagem com o ambiente virtual. Coletar feedback sobre dificuldades e sugestões de melhoria (Odom et al., 2013); \*Ajustes Baseados em Dados: Analisar os dados coletados e realizar ajustes no software para resolver problemas identificados durante os testes;

### **Implementação - Aqui, o software é colocado em uso real:**

\*Treinamento: Oferecer capacitação para educadores e alunos sobre como utilizar a plataforma, destacando suas funcionalidades inclusivas (Reddy et al., 2016); \*Suporte Contínuo: Disponibilizar suporte técnico para resolver eventuais problemas que possam surgir durante a utilização;

### **Manutenção e Melhoria Contínua - A manutenção é vital para garantir que o software continue a atender às necessidades dos alunos:**

\*Atualizações Regulares: Realizar atualizações do software com base no feedback contínuo dos usuários e nas mudanças nas necessidades educacionais (Herman, 2012); \*Monitoramento da Satisfação: Aplicar questionários e realizar entrevistas para avaliar a satisfação dos alunos e educadores, garantindo que o ambiente virtual continue a ser eficaz e acolhedor;

## **Avaliação de Impacto - Por fim, é importante avaliar o impacto do software na qualidade de vida dos alunos:**

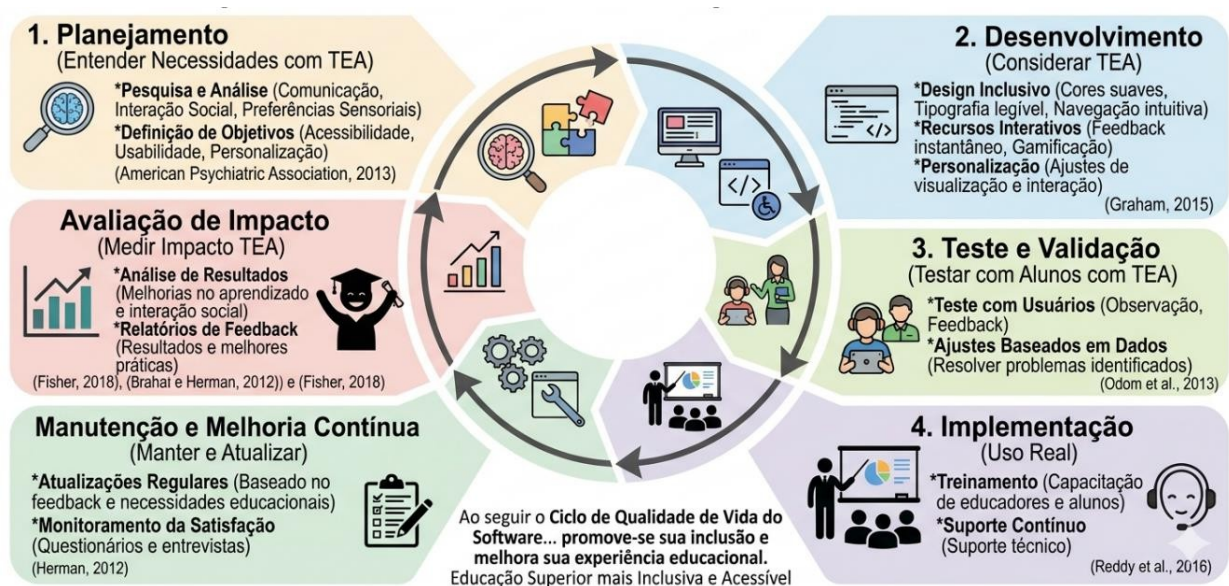
\*Análise de Resultados - Medir melhorias no aprendizado e na interação social dos alunos após a implementação do ambiente virtual adaptado (Fisher, 2018); **\*Relatórios de Feedback:** Criar relatórios para disseminar os resultados e as melhores práticas, promovendo uma cultura de inclusão e qualidade no uso de tecnologia educacional.

Na prática, A adoção de modelos de qualidade estruturados no Ciclo de Vida do Software Educacional (CVSE) permite que o desenvolvimento de Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVAs) transcenda a conformidade técnica, estabelecendo ecossistemas de aprendizagem centrados na acessibilidade cognitiva. Ao integrar requisitos específicos para o Transtorno do Espectro Autista (TEA) desde a fase de concepção, é possível arquitetar interfaces e trilhas de aprendizagem que mitigam a sobrecarga sensorial e promovem a autonomia, garantindo que a infraestrutura tecnológica atue como um facilitador da equidade pedagógica e da permanência estudantil no ensino superior. Sob a perspectiva institucional, a sistematização dessas práticas fornece subsídios críticos para a formulação de políticas de inclusão e para a inovação no design instrucional baseado no Desenho Universal para a Aprendizagem (DUA). Os resultados dessas intervenções não apenas otimizam a experiência de usuário (UX) para alunos neurodivergentes, mas também instrumentalizam gestores e educadores com diretrizes baseadas em evidências.

A convergência estratégica entre a engenharia de software e a pedagogia inclusiva estabelece um novo paradigma para o

ecossistema acadêmico, transformando o empoderamento digital no principal motor para o desenvolvimento integral das singularidades cognitivas. Ao integrar o rigor metodológico dos processos de desenvolvimento à sensibilidade das demandas neurodivergentes, as instituições de ensino transcendem a acessibilidade funcional para consolidar ambientes genuinamente plurais, onde a tecnologia atua como uma ponte para a emancipação e permanência estudantil, de acordo com a retórica de Martins (2021). Nesse contexto, a descrição conceitual que fundamenta a Figura 1 ilustra de forma pragmática o nexo entre os ciclos de vida do software e as adaptações pedagógicas essenciais, demonstrando como a colaboração interdisciplinar e o design centrado no usuário com TEA são capazes de converter requisitos técnicos em trajetórias de sucesso educacional:

**Figura 1.** Ciclo de Qualidade de Vida do Software Adaptando Ambientes Virtuais para Alunos com TEA



Fonte: Elaboração própria (2026)

O infográfico detalha o Ciclo de Qualidade de Vida do Software (CQVS) segmentado em seis fases interdependentes, cujas ações práticas são fundamentadas pelo diálogo entre a engenharia de

software e a pedagogia inclusiva. Na fase de planejamento, a análise de preferências sensoriais e cognitivas alinha-se à premissa de Ferreira e Ramos (2021), que defendem que a qualidade do software educacional emerge da coleta de requisitos que considerem as particularidades do aluno. Esta etapa inicial é crítica, pois estabelece o nexo entre as especificidades neurobiológicas e os parâmetros técnicos de usabilidade, assegurando que o escopo do projeto não negligencie a diversidade cognitiva. Durante o desenvolvimento, a implementação de interfaces intuitivas e gamificação reflete a agilidade técnica proposta por Marc Presky (2000), permitindo que a arquitetura do sistema seja flexível o suficiente para adaptações específicas. Essa flexibilidade arquitetural, derivada de metodologias ágeis, possibilita a entrega incremental de funcionalidades que podem ser ajustadas em tempo real. Tal abordagem garante que elementos como a redução de ruído visual e a previsibilidade da navegação sejam integrados organicamente, transformando o código em um ambiente responsivo às demandas de processamento de informação de estudantes autistas, em consonância com o paradigma de desenvolvimento centrado no usuário.

O fluxo dinâmico, representado pelas engrenagens centrais, materializa o processo iterativo discutido por Souza e Lima (2020), no qual o feedback contínuo dos usuários alimenta ciclos constantes de manutenção e ajuste. Essa dinamicidade é essencial para que as vozes dos alunos neurodivergentes sejam ouvidas, transformando a plataforma em um organismo vivo. Paralelamente, a ênfase em cores suaves e tipografia legível responde à visão de Silberman (2015), que propõe o design como uma forma de respeitar a interação singular do autista com o mundo, reduzindo ruídos sensoriais e focando no potencial cognitivo. As seções laterais, que

tratam da avaliação de impacto e do suporte aos educadores, justificam-se pela necessidade de uma formação robusta. Como observam Maieski e Silva (2021), a eficácia de um AVA reside na capacidade do ecossistema em transcender a acessibilidade básica, promovendo o empoderamento por meio de múltiplas trajetórias de aprendizagem. Assim, a estrutura visual do infográfico consolida uma metodologia onde o rigor técnico da medição de resultados encontra a sensibilidade pedagógica, assegurando que o produto final seja uma ferramenta de equidade no Ensino Superior.

#### **4. CONCLUSÃO**

A presente investigação reitera a premência de arquitetar Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVAs) cujos requisitos funcionais e não-funcionais transcendam a acessibilidade normativa, integrando adaptações heurísticas voltadas ao processamento cognitivo e sensorial de discentes neurodivergentes, com ênfase no Transtorno do Espectro Autista (TEA). Por meio de uma modelagem empírico-descritiva consubstanciada na aplicação do Ciclo de Qualidade de Vida do Software (CQVS), identificou-se que o estado da arte das plataformas de e-learning ainda manifesta lacunas críticas de usabilidade. A mitigação dessas barreiras exige a implementação de camadas de personalização profunda, onde ferramentas de tecnologia assistiva operem de forma nativa e integrada ao ecossistema digital, viabilizando um design instrucional genuinamente inclusivo.

Os dados inferidos demonstram que a eficácia pedagógica está intrinsecamente vinculada ao suporte socioemocional e à interatividade mediada, elementos que atuam como moduladores da experiência de aprendizagem em contextos de neurodiversidade.

Sob a óptica da engenharia de requisitos, a adoção de metodologias ágeis e do desenvolvimento iterativo permite a incorporação de feedbacks dinâmicos, garantindo que o software evolua em conformidade com as respostas comportamentais dos usuários. Este paradigma demanda uma sinergia interdisciplinar entre desenvolvedores, especialistas em neurociência e educadores, assegurando que o planejamento, a prototipação e a manutenção dos AVAs não apenas acomodem a deficiência, mas catalisem múltiplas trajetórias de expressão do conhecimento e empoderamento acadêmico. Em termos de impacto sociotécnico, a migração para ecossistemas educacionais inclusivos reflete o cumprimento de marcos regulatórios, como a Lei Brasileira de Inclusão (LBI), ao transpor diretrizes legais em funcionalidades técnicas. A valorização da diversidade neurológica no Ensino Superior deve ser pautada por políticas institucionais que incentivem o Design Universal para a Aprendizagem (DUA) e a capacitação contínua de recursos humanos. Por fim, este trabalho propõe que futuras pesquisas explorem novas formas de aplicação do CQVS, consolidando avanços significativos na promoção de um ensino inclusivo e acessível para todos.

Para o avanço da investigação em tela, propõe-se que futuras pesquisas evoluam para a proposição de um Modelo de Maturidade de Acessibilidade Cognitiva (CAMM), concebido como um framework estruturado para mensurar e padronizar o nível de prontidão institucional frente à neurodiversidade. Ao transitar de uma postura reativa para um modelo de governança, as instituições de ensino podem consolidar processos replicáveis que garantam a equidade pedagógica e o pleno cumprimento de marcos regulatórios, como a Lei Brasileira de Inclusão. Essa sistematização permite que a acessibilidade deixe de ser uma adaptação pontual

para se tornar um componente intrínseco da gestão educacional, promovendo uma cultura de inclusão sustentável e auditável.

Nesse cenário, a convergência entre os princípios da engenharia de software e as necessidades da educação especial atua como o motor para a construção de ambientes acadêmicos genuinamente plurais. Através da aplicação de métricas de maturidade, é possível otimizar o desenvolvimento de tecnologias assistivas e metodologias de ensino que respeitem as singularidades de processamento de informação. O objetivo final é deslocar o foco da conformidade burocrática para o desenvolvimento das potencialidades cognitivas individuais, assegurando que o ecossistema acadêmico seja projetado, desde sua base, para acolher e potencializar a diversidade humana. Em resposta à pergunta central deste estudo, verificou-se que o aprimoramento dos AVAs para garantir a inclusão e o sucesso acadêmico ocorre pela implementação de camadas de personalização profunda, onde ferramentas de tecnologia assistiva operam de forma nativa e integrada ao ecossistema digital, mitigando lacunas críticas de usabilidade identificadas no estado da arte das plataformas de e-learning.

## **AGRADECIMENTOS**

Os autores agradecem à Universidade de Pernambuco (UPE), por meio do Programa de Fortalecimento Acadêmico (PFA), pelo apoio e incentivo à realização desta pesquisa. Agradecem também ao SEAC LABS – Software Engineering and Applied Computing, grupo de pesquisa da Universidade de Pernambuco (UPE), pelo suporte científico, acadêmico e pelas contribuições ao desenvolvimento deste trabalho.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

American Psychiatric Association. *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders: DSM-5*. Arlington, VA: American Psychiatric Publishing, 2013.

Brasil. Ministério da Educação. *Guia de acessibilidade e inclusão na educação a distância*. Brasília: MEC, 2023.

Brotherhood, K. *Ambiente Virtual de Aprendizagem na Educação - Perspectivas e Estratégias para Educadores Digitais*. Rio de Janeiro: Editora: Freitas Bastos, 2025.

Ferreira, C., Ramos, J. A Qualidade no Ciclo de Vida do Software Educacional: Desafios e Perspectivas. *Revista Brasileira de Educação*, v. 26, n. 4, p. 517-534, 2021.

Frazier, T. W., Gore, N. J., Drake, E. L., Brown, Leah C., Kissel, B., Hedges, C. Autism Spectrum Disorder: A Review of the Literature on the Interventions. *Clinical Psychology Review*, v. 66, p. 12-25, 2019.

Graham, C. R. *Blended Learning Systems: Definition, Current Trends, and Future Directions*. In: K. M. P. (Ed.). *The Handbook of Blended Learning: Global Perspectives, Local Designs*. San Francisco: Pfeiffer, p. 3-21, 2015.

Hatton, C. et al. Supporting Students with Autism in Higher Education: The Role of University Staff. *Higher Education Research & Development*, v. 36, n. 3, p. 556-570, 2017.

Herman, J. *Software Quality and Life Cycle Management: A Framework for Software Quality Assessment*. 2. ed. New York: Wiley,

2012.

Klin, A., Volkmar, F. R., Spector, E. The Importance of Early Identification and Intervention for Young Children with Autism: Current Research and Clinical Recommendations. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, v. 51, n. 8, p. 2635-2645, 2021.

Liebowitz, J., Frank, M. *Knowledge Management and E-learning*. EUA: CRC, 2016.

Maieski, A., Silva, D. G. Apropriações e Sentido na Formação On-line: Conceitos e Práticas em questão. *Educação & Sociedade*, Campinas, v.42, p. 1-15, abr. 2021.

Martins, A. P. Inclusão de Estudantes Neurodivergentes em Ambientes Virtuais de Aprendizagem: desafios e possibilidades. *Revista Brasileira de Educação a Distância*, v. 21, n. 2, p. 45-62, 2021.

Miller, A., Schaeffer, S. *Gamification in Education: What, How, Why Bother?* In: K. M. P. (Ed.). *The Handbook of Gamification in Education*. New York: Routledge, p.105-120, 2019.

Odom, S. L. et al. *Technology and Young Children with Autism Spectrum Disorder: Recommendations for Implementation*. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, v. 43, n. 6, p. 1380-1391, 2013.

Oliveira, F., Silva, L. Neurodiversidade e Educação: A Importância de Ambientes Virtuais Inclusivos. *Educação e Tecnologia*, v. 11, n. 2, p. 83-97, 2022.

Presky, M. *Digital Game-Based Learning*. Londres: McGraw-Hill, 2000.

Reddy, S. et al. *Training Educators to Use Technology in Inclusive Classrooms: Implications for Practice. Journal of Educational Technology Development and Exchange*, v. 9, n. 1, p. 1-12, 2016.

Santos, M., Almeida, R. Plataformas de E-learning e Inclusão: Uma Revisão Crítica. *Revista de Educação a Distância*, v. 20, n. 1, p. 30-45, 2020.

Savage, M. *Understanding Neurodiversity in the Classroom: The Role of Technology in Supporting Diverse Learners*. London: Bloomsbury Publishing, 2021.

Silberman, S. *NeuroTribes: The Legacy of Autism and the Future of Neurodiversity*. New York: Avery, 2015.

Silva, J. C. Neurodiversidade: Um Novo Olhar Sobre as Diferenças. *Psicologia e Educação*, v. 12, n. 1, p. 75-90, 2019.

Souza, A., Lima, P. Metodologias Ágeis e a Inclusão no Desenvolvimento de Software Educacional. *Revista de Tecnologia e Educação*, v. 15, n. 3, p. 45-59, 2020.

---

<sup>1</sup> Doutoranda em Engenharia da Computação no Programa de Pós-Graduação em Engenharia da Computação da Universidade de Pernambuco (PPGEC). E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)

<sup>2</sup> Professor Adjunto do Curso de Bacharelado em Engenharia de Software da Universidade de Pernambuco (Campus Garanhuns) e Professor do PPGEC. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)

<sup>3</sup> Professor Adjunto. Universidade de Pernambuco (UPE). Vice-Coordenador do Curso de Engenharia de Software. Membro Permanente do Mestrado Profissional em Processos e Tecnologias Educacionais (UPE). E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#). LATTES: <http://buscatextual.cnpq.br/buscatextual/visualizacv.do?id=K4237165U2>.

<sup>4</sup> Professor Adjunto do Departamento de Engenharia Eletrônica e Sistemas da Universidade Federal de Pernambuco. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)

<sup>5</sup> Doutoranda em Engenharia da Computação no Programa de Pós-Graduação em Engenharia da Computação da Universidade de Pernambuco (PPGEC – discente ouvinte). E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)