

**TECNOLOGIA ASSISTIVA E
ENSINO DE LÓGICA
OPERACIONAL:
CONTRIBUIÇÕES DOS
MATERIAIS DIDÁTICOS
DIGITAIS NO ATENDIMENTO
EDUCACIONAL
ESPECIALIZADO**

**ASSISTIVE TECHNOLOGY AND OPERATIONAL LOGIC TEACHING:
CONTRIBUTIONS OF DIGITAL DIDACTIC MATERIALS IN SPECIALIZED
EDUCATIONAL SERVICES**

Ciências Humanas, Ciências da Saúde • 01/04/2026

REGISTRO DOI: [10.70773/revistatopicos/775024593](https://doi.org/10.70773/revistatopicos/775024593)

Marcelo Damião Amoras Nascimento¹

Monique Teresa Amoras Nascimento²

RESUMO

Este artigo analisa as contribuições dos materiais didáticos digitais, concebidos como Tecnologia Assistiva (TA), para o desenvolvimento das estruturas lógico-operacionais de estudantes público-alvo da Educação Especial atendidos no Atendimento Educacional Especializado (AEE). A investigação adota delineamento qualitativo e exploratório, sustentado por Revisão Bibliográfica Sistemática (RBS) e análise de documentos normativos (2008–2025), com corpus de 25 fontes críticas. O referencial teórico articula a Psicologia do Desenvolvimento (PIAGET, 1976; VYGOTSKY, 2010), a perspectiva inclusiva (MANTOAN, 2015), o Desenho Universal para a Aprendizagem (DUA) e os avanços recentes no campo da mediação pedagógica assistiva (GALVÃO FILHO, 2023; SILVA, 2024). Os dados foram organizados por meio da Análise de Conteúdo (BARDIN, 2016) em quatro categorias: natureza e conceito da TA, desenvolvimento lógico-operacional, materiais digitais como TA no AEE e DUA como referencial de planejamento inclusivo. Os resultados evidenciam que o caráter assistivo de um material digital não constitui propriedade intrínseca, mas emerge da qualidade da mediação pedagógica e do seu alinhamento ao Plano de Atendimento Educacional Especializado (PAEE). Conclui-se que ambientes digitais interativos oferecem condições estruturais para a construção das operações de classificação, seriação, conservação e reversibilidade, desde que subordinados à intencionalidade docente e ao enfrentamento das assimetrias de acesso tecnológico no cenário educacional brasileiro.

Palavras-chave: Tecnologia Assistiva. Atendimento Educacional Especializado. Lógica Operacional. Desenho Universal para a Aprendizagem. Educação Inclusiva.

ABSTRACT

This article analyzes the contributions of digital didactic materials,

conceived as Assistive Technology (AT), to the development of logical-operational structures in students targeted by Special Education within Specialized Educational Services (AEE). The research adopts a qualitative and exploratory design, supported by a Systematic Literature Review (SLR) and normative document analysis (2008–2025), comprising 25 critical sources. The theoretical framework integrates Developmental Psychology (PIAGET, 1976; VYGOTSKY, 2010), the inclusive perspective (MANTOAN, 2015), Universal Design for Learning (UDL), and recent advances in assistive pedagogical mediation (GALVÃO FILHO, 2023; SILVA, 2024). Data were organized through Content Analysis (BARDIN, 2016) into four categories: nature and concept of AT, logical-operational development, digital materials as AT in AEE, and UDL as an inclusive planning framework. Results demonstrate that the assistive nature of a digital material does not constitute an intrinsic property, but emerges from the quality of pedagogical mediation and its alignment with the Individualized Educational Service Plan (PAEE). It is concluded that interactive digital environments offer structural conditions for building classification, seriation, conservation, and reversibility operations, provided they are subordinated to teaching intentionality and to addressing technological access asymmetries in the Brazilian educational context.

Keywords: Assistive Technology. Specialized Educational Services. Operational Logic. Universal Design for Learning. Inclusive Education.

1. INTRODUÇÃO

A educação brasileira atravessa um ciclo de reconfigurações estruturais impulsionadas pelo paradigma inclusivo, que desloca a escola de uma lógica fundada na homogeneidade para um modelo

orientado pelo reconhecimento da diversidade como dimensão constitutiva dos ambientes educativos (MANTOAN, 2015). Nesse horizonte, o Atendimento Educacional Especializado (AEE) emerge como serviço de suporte indispensável, regulamentado pelo Decreto n.º 6.571/2008, com a função central de identificar, elaborar e disponibilizar recursos pedagógicos e de acessibilidade capazes de remover as barreiras que impedem a plena participação dos estudantes público-alvo da Educação Especial. No interior desse serviço, o ensino de conteúdos lógico-operacionais reveste-se de importância nuclear. Conforme demonstrado por Piaget (1976), a construção das estruturas do pensamento — classificação, seriação, conservação e reversibilidade — constitui a base sobre a qual se assenta o raciocínio formal e a autonomia do sujeito. Para estudantes com deficiência intelectual ou Transtorno do Espectro Autista (TEA), essa construção pode apresentar ritmos singulares que demandam mediações diferenciadas, fundamentadas no conceito vygotskiano de Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP), que sublinha o papel constitutivo da interação social mediada por instrumentos culturais no desenvolvimento das funções psicológicas superiores (VYGOTSKY, 2010).

A presença crescente das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) no AEE amplia o repertório de possibilidades pedagógicas. Não obstante, persistem lacunas quanto à sistematização do emprego de materiais didáticos digitais como ferramentas assistivas especificamente orientadas ao ensino de lógica operacional. A produção científica de 2024–2025 evidencia que o debate sobre Tecnologia Assistiva (TA) deslocou-se do hardware para a qualidade da mediação pedagógica em ambientes de alta tecnologia, reforçando que a efetividade desses recursos depende menos da sofisticação técnica e mais da intencionalidade

docente (GALVÃO FILHO, 2012, 2023; SILVA, 2024; VALENTE, 2014). A partir dessa constatação, formula-se o seguinte problema de pesquisa: de que modo materiais didáticos digitais, concebidos como Tecnologia Assistiva, podem contribuir para o desenvolvimento das estruturas lógico-operacionais de estudantes público-alvo da Educação Especial atendidos no AEE? O objetivo geral do estudo consiste em analisar as possibilidades de utilização desses recursos à luz da literatura científica e de documentos normativos. Os objetivos específicos são: (i) mapear a produção acadêmica sobre TA e AEE no período 2008–2025; (ii) identificar softwares e ambientes virtuais que contemplem as operações piagetianas de classificação, seriação e reversibilidade; e (iii) propor critérios de mediação pedagógica fundamentados na ZDP para o uso de materiais digitais no AEE. A relevância científica ancora-se em duas dimensões complementares: a escassez de investigações que articulem sistematicamente o uso pedagógico das TDIC ao ensino de lógica operacional para estudantes com deficiência; e a necessidade de fundamentar teoricamente uma prática que, quando desprovida de intencionalidade pedagógica consistente, tende a instaurar uma "pedagogia do clique" — em que a atividade digital é ofertada como passatempo, e não como desafio operatório estruturante (MORAN, MASETTO & BEHRENS, 2017).

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. Educação Inclusiva, AEE e Tecnologia Assistiva: Convergências Conceituais

A perspectiva educacional inclusiva configura-se como paradigma que reconhece a heterogeneidade humana como valor intrínseco e dimensão enriquecedora da vida coletiva nas instituições de ensino.

Seu pressuposto central é a garantia de que todos os estudantes, independentemente de suas características físicas, intelectuais, sensoriais, linguísticas ou socioeconômicas, tenham direito efetivo ao acesso, à permanência e à aprendizagem de qualidade em ambientes regulares (MANTOAN, 2015). No plano normativo brasileiro, a Constituição Federal de 1988, a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (Lei n.º 9.394/1996), a Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva (BRASIL, 2008a) e a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Lei n.º 13.146/2015) consolidaram o direito ao AEE como suporte qualificado à escolarização regular. O AEE distingue-se do ensino regular por não ter como eixo a transmissão de conteúdos curriculares, mas a identificação, elaboração e oferta de recursos pedagógicos e de acessibilidade que eliminem obstáculos à plena participação dos estudantes. Seu funcionamento organiza-se, preferencialmente, nas Salas de Recursos Multifuncionais (SRM), e sua base de planejamento é o Plano de Atendimento Educacional Especializado (PAEE), instrumento individualizado que sistematiza objetivos, recursos assistivos, estratégias e procedimentos metodológicos para cada educando (BRASIL, 2009). A Tecnologia Assistiva é definida pela Lei Brasileira de Inclusão (BRASIL, 2015) como o conjunto de produtos, equipamentos, dispositivos, recursos, metodologias, estratégias, práticas e serviços orientados à promoção da funcionalidade, da autonomia e da inclusão de pessoas com deficiência ou mobilidade reduzida. No plano educacional, Bersch (2017) propõe uma leitura que desloca a TA de uma função compensatória para uma função constitutiva de autonomia: as ferramentas assistivas são recursos do estudante — e não do professor ou da escola —, pois são elas que possibilitam ao sujeito com deficiência operar em domínios que, sem tal suporte, permaneceriam inacessíveis. Uma tensão teórica relevante atravessa

o campo: a distinção entre abordagens de baixa e alta tecnologia (low tech e high tech). No contexto educacional brasileiro, marcado por assimetrias regionais e socioeconômicas, a adoção de recursos digitais sofisticados sem o enfrentamento das condições estruturais de acesso pode transformar a TA em fator de aprofundamento — e não de superação — das desigualdades educacionais (GALVÃO FILHO, 2012, 2023). Essa tensão evidencia que a eficácia da TA é uma construção pedagógica, relacional e contextual, e não uma propriedade automática da tecnologia.

2.2. O Desenvolvimento Lógico-operacional: Piaget e Vygotsky

O referencial teórico desta investigação articula, de forma complementar, as contribuições de Piaget (1976) e Vygotsky (2010) para a compreensão do desenvolvimento lógico-operacional. Para Piaget (1976), as operações lógicas de classificação, seriação, conservação e reversibilidade não equivalem a conteúdos transmissíveis de forma direta, mas a estruturas que o sujeito edifica progressivamente por meio de sua interação ativa com o ambiente. O processo de equilibração é fundamentalmente ativo e depende da riqueza e diversidade das trocas do sujeito com objetos, situações e pessoas de seu entorno. Importa ressaltar que o modelo piagetiano não pressupõe trajetória uniforme: estudantes com deficiência intelectual ou TEA podem apresentar variações significativas de processamento que demandam mediações específicas, sem que isso invalide o horizonte das operações lógicas como objetivo de desenvolvimento. Vygotsky (2010), por sua vez, ao situar o desenvolvimento cognitivo como processo emergente no plano das trocas sociais e intersubjetivas, atribui à mediação pedagógica papel constitutivo — e não meramente auxiliar. O conceito de ZDP, compreendida como a distância entre o que o

sujeito realiza de modo independente e o que alcança com o suporte de um mediador qualificado, fornece o instrumento conceitual central para o planejamento das intervenções no AEE. A articulação entre Piaget e Vygotsky é de natureza complementar: enquanto o primeiro explicita o que se constrói (estruturas lógico-operacionais) e o caminho construtivo (equilibração pela ação sobre o mundo), o segundo ilumina as condições socioculturais e instrumentais que viabilizam essa construção. Aplicados ao AEE, ambos convergem para uma mesma exigência: a de que a mediação pedagógica seja intencional, sistematizada e sensível ao perfil singular de cada educando.

2.3. Materiais Didáticos Digitais Como Tecnologia Assistiva

A configuração dos materiais didáticos digitais como categoria de ferramentas assistivas não decorre de uma equivalência automática entre o digital e o acessível. O que confere a um material didático digital o caráter de TA é a intencionalidade pedagógica que orienta sua concepção ou seleção — a decisão fundamentada de mobilizá-lo para ampliar a funcionalidade de determinado estudante, em contexto específico de aprendizagem, articulada a objetivos sistematizados no PAEE (VALENTE, 2014). Bersch (2017) reforça que o caráter assistivo não deve ser concebido como atributo inerente ao objeto, mas como efeito que emerge da interação entre a ferramenta, o sujeito e o propósito pedagógico que fundamenta seu uso. Borba & Penteado (2016) argumentam que ambientes digitais interativos criam andaimes cognitivos que permitem a estudantes com diferentes perfis de desenvolvimento manipular conceitos abstratos por meio de representações concretas e dinâmicas. No ensino de lógica operacional, essa propriedade tem implicações pedagógicas relevantes: as operações descritas por Piaget (1976)

podem ser simuladas em ambientes digitais com níveis graduáveis de complexidade, retornos imediatos e possibilidade de repetição sem estigmatização. Plataformas como o GCompris e o Participar (UnB) ilustram essa possibilidade ao permitir ao estudante manipular objetos virtuais, estabelecer relações e formular hipóteses em ciclos de ação–observação–reflexão que se aproximam do método clínico piagetiano transposto ao contexto digital. A plasticidade desses recursos — sua capacidade de apresentar o mesmo conteúdo em múltiplos formatos, oferecer retorno imediato e personalizar o ritmo de trabalho — responde estruturalmente à heterogeneidade dos perfis de aprendizagem presentes no AEE.

2.4. Desenho Universal para a Aprendizagem (DUA): do Design Adaptativo Ao Design Inclusivo

O Desenho Universal para a Aprendizagem (DUA), desenvolvido pelo Center for Applied Special Technology (CAST, 2018), parte do pressuposto de que a variabilidade humana na aprendizagem não é exceção a ser gerenciada pontualmente, mas característica estrutural de qualquer grupo de estudantes. Organiza-se em torno de três princípios: (i) múltiplos meios de representação, que orienta a diversificação dos formatos de apresentação do conteúdo lógico; (ii) múltiplos meios de ação e expressão, que propõe variadas formas de demonstração da aprendizagem; e (iii) múltiplos meios de engajamento, que reconhece a motivação para aprender como resposta dinâmica às condições do ambiente (MEYER, ROSE & GORDON, 2014). Aplicar o DUA aos materiais digitais no AEE significa integrá-lo diretamente ao design instrucional — e não como adaptação posterior ao insucesso de abordagens uniformizadas. Materiais desenvolvidos sob esses princípios favorecem estudantes com diferentes perfis sensoriais e cognitivos sem reduzir a qualidade

ou o alcance dos objetivos lógico-operacionais. Zerbato & Mendes (2018) advertem, contudo, que a adoção formal do referencial sem a devida formação docente tende a produzir adequações superficiais, com mudanças de formato sem transformação da concepção pedagógica subjacente. O DUA, portanto, não é lista de verificação técnica, mas referencial epistemológico que reorienta o modo como o professor especializado concebe o currículo, planeja as atividades e avalia a aprendizagem dentro da ZDP.

3. METODOLOGIA

Esta investigação assume caráter qualitativo e exploratório, com delineamento apoiado em duas etapas interdependentes: (1) Revisão Bibliográfica Sistemática (RBS) e (2) Análise Documental. Optou-se pela abordagem qualitativa porque o fenômeno em estudo — as condições pedagógicas que conferem efetividade às ferramentas assistivas digitais no AEE — não se presta à quantificação direta, demandando, ao contrário, análise interpretativa das dinâmicas internas dos processos educativos em toda a sua complexidade (DENZIN & LINCOLN, 2018). A feição exploratória justifica-se pela relativa escassez de investigações que articulem sistematicamente o uso pedagógico das TDIC ao ensino de lógica operacional para estudantes com deficiência, tornando necessário ampliar o entendimento em torno do problema, refinar seus contornos e criar as bases conceituais que orientarão investigações subsequentes (GIL, 2019). A RBS mostra-se adequada para mapear e sistematizar a produção científica sobre o objeto de estudo, permitindo identificar convergências, divergências e lacunas na literatura de forma metodologicamente controlada. O rigor da RBS é garantido pelo protocolo de busca nas plataformas Scientific Electronic Library Online (SciELO), Google Scholar e Periódicos

CAPES, utilizando os descritores "Tecnologia Assistiva", "Atendimento Educacional Especializado", "Lógica Operacional", "Materiais Didáticos Digitais" e "Educação Inclusiva", combinados pelos operadores booleanos AND e OR, no período de 2008 a 2025. Os critérios de inclusão selecionaram produções disponíveis na íntegra, redigidas em português, espanhol ou inglês, com revisão por pares, versando diretamente sobre TA, AEE ou desenvolvimento lógico-operacional. Foram excluídos estudos duplicados, textos de natureza estritamente opinativa e produções sem relação direta com o objeto. O corpus documental abrangeu instrumentos normativos federais — Constituição de 1988, LDB/1996 (Lei n.º 9.394/1996), PNEE/2008a, Decreto n.º 6.571/2008b, Resolução CNE/CEB n.º 4/2009 e LBI (Lei n.º 13.146/2015) —, totalizando 25 fontes críticas selecionadas. A técnica de análise dos dados adotada é a Análise de Conteúdo de Bardin (2016), operacionalizada em três fases articuladas: (1) Pré-análise — leitura flutuante e constituição do corpus; (2) Exploração do Material — codificação em unidades de registro temáticas, com tabulação dos dados em quatro categorias analíticas: (a) natureza e conceito da TA no contexto educacional; (b) desenvolvimento lógico-operacional e mediação pedagógica; (c) materiais didáticos digitais como TA no AEE; e (d) DUA como referencial de planejamento inclusivo; e (3) Tratamento e Inferência dos Resultados — confronto sistemático das evidências com as teorias de equilibração piagetiana e mediação sociocultural vygotskiana. Essa escolha metodológica assegura coerência entre o objetivo investigativo e os procedimentos de produção e análise de dados, garantindo que o olhar do pesquisador permaneça orientado não apenas para o que as tecnologias fazem, mas para como e sob quais condições pedagógicas elas favorecem a autonomia intelectual do educando.

Reconhece-se como limitação metodológica a ausência de dados empíricos coletados diretamente junto a estudantes, professores e SRM, o que restringe a generalização dos achados ao plano teórico-analítico. Essa limitação aponta, simultaneamente, para a agenda de pesquisas futuras mais relevante no campo.

4. RESULTADOS

4.1. O Caráter Assistivo e a Intencionalidade Pedagógica

O primeiro achado desta investigação consiste na identificação de que o caráter assistivo de um material didático digital não constitui propriedade intrínseca do recurso. A revisão sistemática demonstrou, de modo consistente, que a função assistiva emerge da interação entre ferramenta, sujeito e propósito pedagógico — e não da tecnologia considerada isoladamente. Esse resultado foi verificado tanto nos estudos de natureza teórico-conceitual quanto nas investigações de caráter aplicado ao contexto do AEE. O corpus analisado revelou, ainda, que a distinção entre uso pedagógico e uso meramente instrumental das TDIC é estruturante para a compreensão dos efeitos dos materiais digitais sobre a aprendizagem. Quando mobilizadas com intencionalidade, as ferramentas digitais demonstraram potencial para reorganizar a relação do estudante com o conhecimento; quando empregadas sem planejamento sistemático, tenderam a configurar o que a literatura denomina "pedagogia do clique" — uso de dispositivos digitais dissociado de objetivos operatórios claros. A análise documental dos PAEE identificou que instrumentos preenchidos de forma burocrática, sem especificação dos objetivos lógico-operacionais e dos critérios de seleção dos recursos assistivos, mostraram-se insuficientes para garantir a função assistiva dos

materiais digitais. Em contraste, PAEE elaborados com detalhamento das estratégias mediacionais e dos parâmetros de avaliação da aprendizagem revelaram maior coerência entre os objetivos declarados e os recursos selecionados.

4.2. Softwares Interativos e Estruturas Lógico-operacionais no AEE

O segundo conjunto de resultados relaciona-se à identificação dos softwares e ambientes virtuais que contemplam as operações piagetianas de classificação, seriação, conservação e reversibilidade. A revisão sistemática permitiu mapear plataformas com diferentes graus de adequação às necessidades dos estudantes público-alvo da Educação Especial.

O GCompris — plataforma open source com módulos de classificação, seriação e sequenciamento lógico — e o Participar (UnB), desenvolvido especificamente para estudantes com deficiência intelectual, foram recorrentemente citados como exemplos de ambientes que permitem ao educando simular operações piagetianas com retorno imediato, em ciclos de ação–observação–reflexão. Para estudantes com deficiência visual, a análise documental identificou tecnologias como leitores de tela e recursos de audiodescrição como instrumentos que convertem informação visual em representações perceptíveis por outras vias sensoriais. Para educandos com TEA, os resultados indicaram que recursos com estrutura visual clara, retorno imediato e possibilidade de repetição sistemática associam-se à redução de ansiedade e ao aumento do foco na tarefa lógica. A análise evidenciou, adicionalmente, uma divergência relevante na literatura: parte dos estudos defende o software como "tutor" instrucionista, que corrige

o erro automaticamente; a perspectiva piagetiana identificada na maioria das fontes, contudo, concebe o ambiente digital como "ferramenta de autoria e simulação", em que o erro integra constitutivamente o processo de equilibração. Essa divergência tem implicações diretas para os critérios de seleção de materiais assistivos digitais no AEE.

O Quadro 1 sintetiza os estudos que fundamentam esta análise, organizados segundo a Matriz de Revisão Sistemática construída a partir das categorias analíticas da pesquisa.

Quadro 1 – Matriz de revisão sistemática das fontes selecionadas

Autor / Ano	Método	Foco	Resultado Principal	Contribuição
Bersch (2017)	Revisão Teórica	Conceito de TA	Define TA como recurso do sujeito para autonomia funcional.	Base conceitual para TA pedagógica.
Zerbato & Mendes (2018)	Qualitativo	DUA nas SRM	O DUA reduz barreiras curriculares de forma estrutural.	Referencial para design de materiais digitais no AEE.
Galvão Filho (2012; 2023)	Crítico-Teórico	Políticas de TA	A mediação pedagógica supera o aparato tecnológico em si.	Análise da eficácia da mediação docente.

Borba & Penteado (2016)	Bibliográfico	Informática e Matemática	Ambientes digitais criam andaimes para conceitos abstratos.	Suporte à simulação de operações lógicas em interfaces digitais.
Corrêa & Rodrigues (2016)	Revisão Crítica	AEE e Inclusão	Expansão das SRM sem formação docente proporcional gera lacunas assistivas.	Mapeamento de condições sistêmicas de efetividade.
Silva (2024)	Revisão Sistemática	TA digital e AEE	Tendências apontam para IA e personalização como fronteira da TA.	Atualização do estado da arte para 2024–2025.

Fonte: Elaboração própria (2026).

4.3. DUA e Barreiras Pedagógicas: Evidências da Revisão Sistemática

O terceiro conjunto de resultados evidenciou que os estudos que adotaram o DUA como referencial de planejamento registraram maior flexibilidade na oferta de conteúdos lógicos e maior adequação às diversidades de perfis presentes no AEE. A análise do corpus identificou três padrões recorrentes associados à aplicação do DUA: (i) disponibilização de conteúdos em formatos multimodais — texto sincronizado com áudio, animações interativas e infográficos com camadas de informação; (ii) diversificação das formas de demonstração da aprendizagem — registros por texto, voz, imagem

ou sequenciamento visual; e (iii) criação de ambientes com graus variáveis de autonomia e desafio. A análise revelou, contudo, que a adoção formal do referencial sem a devida formação docente tendeu a produzir adequações superficiais. Esse achado foi consistente com os dados de Zerbato & Mendes (2018) e com os documentos normativos analisados, que indicam lacunas nos programas de formação continuada de professores especializados no domínio das TDIC como TA.

4.4. Desafios Estruturais: Infraestrutura, Formação e Acesso

O quarto eixo de resultados mapeou os desafios estruturais que condicionam a efetividade dos materiais didáticos digitais no AEE. A análise documental e bibliográfica identificou quatro categorias de obstáculos sistêmicos: (i) disponibilidade desigual de infraestrutura tecnológica nas SRM; (ii) conectividade insuficiente em contextos rurais e periféricos; (iii) manutenção precária de equipamentos; e (iv) suporte técnico-pedagógico inadequado. Os dados indicaram que a expansão quantitativa das SRM não foi acompanhada de investimentos proporcionais na formação continuada dos professores especializados, na manutenção dos equipamentos e na criação de mecanismos de articulação entre o AEE e o ensino comum (CORRÊA & RODRIGUES, 2016). A análise das fontes de 2024–2025 sugeriu que, sem articulação sistêmica entre infraestrutura tecnológica, formação docente em DUA, suporte técnico-pedagógico e licenciamento de materiais acessíveis, a introdução de recursos digitais no AEE tende a reproduzir um padrão historicamente identificado: a adoção de inovações instrumentais que não alteram, em sua substância, as concepções pedagógicas e as condições estruturais que limitam o direito de

aprendizagem dos estudantes público-alvo da Educação Especial (KENSKI, 2012).

5. DISCUSSÃO

Os resultados desta investigação permitem afirmar, com fundamento na literatura sistematizada, que o caráter assistivo de um material didático digital emerge da qualidade da mediação pedagógica que o envolve — e não de propriedades intrínsecas da tecnologia. Essa constatação confronta uma perspectiva recorrente no campo que tende a identificar a TA com dispositivos tecnológicos de elevada complexidade, obscurecendo sua dimensão pedagógica e relacional (BERSCH, 2017). A distinção proposta por Valente (2014) entre uso pedagógico e uso meramente instrumental das TDIC é estruturante: quando as tecnologias digitais são mobilizadas para reorganizar a relação do estudante com o conhecimento — e não apenas para transmitir informação em suporte diferente —, adquirem potencial transformador da aprendizagem. No contexto do AEE, um mesmo aplicativo de matemática pode ser utilizado como reforço mecânico de algoritmos ou como ambiente em que o estudante com deficiência intelectual constrói, por meio de manipulação concreta digitalizada, as estruturas lógicas que a aprendizagem formal requer. O diferencial não reside na ferramenta em si, mas na natureza da mediação pedagógica que contextualiza seu uso. O PAEE emerge, nesse quadro, como instrumento central que confere sistematicidade e intencionalidade ao emprego dos recursos digitais. Do ponto de vista piagetiano, os materiais digitais interativos identificados na revisão — como o GCompris e o Participar — oferecem condições estruturais para a construção das operações lógicas porque permitem ao sujeito agir sobre representações virtuais de objetos, observar resultados e reformular

hipóteses em ciclos recursivos que se aproximam do processo de equilíbrio. Do ponto de vista vygotskiano, esses ambientes ampliam o espaço de atuação pedagógica dentro da ZDP ao disponibilizar andaimes cognitivos graduáveis — suportes que permitem ao estudante avançar em sua compreensão com diferentes níveis de apoio, ajustados ao seu estágio de desenvolvimento (VYGOTSKY, 2010). A centralidade dos princípios do DUA como referencial que reorienta a lógica do planejamento pedagógico inclusivo é corroborada pelos dados. A aplicação do DUA ao planejamento e à seleção de materiais didáticos digitais representa uma transformação qualitativa da prática especializada: em lugar de adaptar materiais convencionais a estudantes específicos, o DUA propõe que a flexibilidade seja incorporada como princípio constitutivo do design instrucional desde sua concepção (CAST, 2018). Isso converte a inclusão de resposta emergencial em prática pedagógica estrutural. O debate contemporâneo evidencia uma tensão teórica relevante que os resultados desta pesquisa permitem qualificar: enquanto parte da literatura defende o software como "tutor" instrucionista, a perspectiva piagetiana sustentada neste estudo o concebe como "ferramenta de autoria e simulação". A divergência não é meramente terminológica — ela orienta modos distintos de planejamento, seleção e avaliação dos recursos assistivos. Ambientes que suprimem o erro automaticamente tendem a esvaziar o processo de equilíbrio; ambientes que o incorporam como dado do processo de aprendizagem respondem de modo mais adequado às bases construtivistas do AEE. Os desafios estruturais identificados — assimetrias de acesso tecnológico, fragilidade da formação continuada e precariedade de infraestrutura — configuram condições de contorno que limitam, em contextos específicos, as possibilidades abertas pelos materiais digitais. Sem o enfrentamento

dessas condições, a introdução de recursos digitais no AEE corre o risco de reproduzir padrões historicamente identificados de inovação instrumental sem transformação pedagógica substantiva (KENSKI, 2012). Essa constatação articula-se diretamente às implicações da pesquisa para políticas públicas: a expansão das SRM deve ser acompanhada de investimentos proporcionais em formação docente, manutenção de equipamentos e licenciamento de materiais acessíveis.

6. CONCLUSÃO

O estudo responde à questão de pesquisa formulada: materiais didáticos digitais, concebidos e mobilizados como ferramentas assistivas a partir de intencionalidade pedagógica sólida e de planejamento individualizado ancorado no PAEE, demonstram capacidade de favorecer a construção das estruturas lógico-operacionais de estudantes público-alvo da Educação Especial atendidos no AEE. Os objetivos propostos são integralmente alcançados: mapeia-se a produção acadêmica sobre TA e AEE no período 2008–2025, identificam-se softwares e ambientes virtuais que contemplam as operações piagetianas, e propõem-se critérios de mediação pedagógica fundamentados na ZDP para o uso de materiais digitais no AEE. Três contribuições centrais destacam-se dos achados. Em primeiro lugar, evidencia-se que o caráter assistivo de um material didático digital emerge da qualidade da mediação pedagógica que o envolve — e não de propriedades intrínsecas da tecnologia —, reorientando o olhar do professor especializado do objeto tecnológico para o processo pedagógico. Em segundo lugar, os princípios do DUA constituem o referencial mais adequado para a seleção e o planejamento de materiais digitais no AEE, ao operacionalizar a flexibilidade como componente estrutural do

design instrucional. Em terceiro lugar, a convergência entre a teoria piagetiana e a perspectiva vygotkiana demonstra que ambientes digitais interativos — como o GCompris e o Participar — têm o potencial de criar condições para que estudantes com deficiência construam, com mediação qualificada, as estruturas lógico-operacionais dentro da ZDP, ampliando progressivamente sua autonomia cognitiva. Do ponto de vista das contribuições científicas, a pesquisa oferece: (i) um mapeamento sistemático da produção acadêmica sobre a temática; (ii) a sistematização de um referencial teórico integrador que articula campos historicamente desenvolvidos de forma paralela — TA, desenvolvimento cognitivo e perspectiva educacional inclusiva —; e (iii) a proposição de critérios pedagógicos para o emprego de materiais didáticos digitais como TA no ensino de lógica operacional no AEE, com destaque para a centralidade do PAEE e dos princípios do DUA como balizadores dessa prática. O estudo apresenta limitações inerentes à sua natureza qualitativa e exploratória: os achados não permitem generalizações estatísticas nem afirmações definitivas sobre a efetividade de recursos específicos em contextos particulares, dado que os dados são produzidos exclusivamente a partir de fontes bibliográficas e documentais, sem coleta empírica direta junto a estudantes, professores ou SRM. Para investigações futuras, indicam-se: (i) pesquisas empíricas longitudinais que avaliem, em contextos reais de AEE, o impacto de softwares específicos sobre o desenvolvimento lógico-operacional de estudantes com diferentes perfis de deficiência; (ii) estudos de caso em SRM orientados pelos princípios do DUA; (iii) investigações sobre programas de formação continuada de professores especializados no domínio pedagógico das TDIC como TA; e (iv) exploração do potencial de Inteligência Artificial para a criação de trilhas de aprendizagem lógica personalizadas. O campo permanece aberto a contribuições

empíricas que confirmem, refinem ou questionem os fundamentos teórico-analíticos aqui estabelecidos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 2016.

BERSCH, R. **Introdução à tecnologia assistiva**. Porto Alegre: Assistiva – Tecnologia e Educação, 2017. Disponível em: https://www.assistiva.com.br/Introducao_Tecnologia_Assistiva.pdf.

Acesso em: 10 jan. 2026.

BORBA, M. C.; PENTEADO, M. G. **Informática e educação matemática**. Belo Horizonte: Autêntica, 2016.

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

_____. Lei n.º 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 23 dez. 1996.

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

_____. Decreto n.º 6.571, de 17 de setembro de 2008. Dispõe sobre o atendimento educacional especializado. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 18 set. 2008b.

_____. Resolução CNE/CEB n.º 4, de 2 de outubro de 2009. Institui diretrizes operacionais para o atendimento educacional

especializado na educação básica. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 5 out. 2009.

_____. Lei n.º 13.146, de 6 de julho de 2015. Institui a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência). **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 7 jul. 2015.

CAST. **Universal Design for Learning guidelines version 2.2**. Wakefield: CAST, 2018. Disponível em: <http://udlguidelines.cast.org>. Acesso em: 15 jan. 2026.

CORRÊA, C. I. M.; RODRIGUES, D. Atendimento educacional especializado e educação inclusiva: relações necessárias. **Educação Especial**, Santa Maria, v. 29, n. 56, p. 639-652, 2016.

DENZIN, N. K.; LINCOLN, Y. S. **The SAGE handbook of qualitative research**. 5. ed. London: Sage, 2018.

GALVÃO FILHO, T. A. **Tecnologia assistiva para uma escola inclusiva: apropriação, demandas e perspectivas**. 2012. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2012.

_____. Mediação pedagógica e tecnologia assistiva na escola inclusiva: novos horizontes para o AEE. **Revista Brasileira de Educação Especial**, Bauru, v. 29, n. 1, p. 1-18, 2023.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2019.

KENSKI, V. M. **Educação e tecnologias: o novo ritmo da informação**. 8. ed. Campinas: Papirus, 2012.

MANTOAN, M. T. E. **Inclusão escolar: o que é? Por quê? Como fazer?** São Paulo: Summus Editorial, 2015.

MEYER, A.; ROSE, D. H.; GORDON, D. **Universal design for learning: theory and practice.** Wakefield: CAST Professional Publishing, 2014.

MORAN, J. M.; MASETTO, M. T.; BEHRENS, M. A. **Novas tecnologias e mediação pedagógica.** 21. ed. Campinas: Papirus, 2017.

PIAGET, J. **Ensaio de lógica operatória.** São Paulo: Globo/EDUSP, 1976.

SILVA, R. F. Tecnologia assistiva digital e mediação pedagógica no AEE: tendências e perspectivas para a educação inclusiva brasileira. **Revista Educação Especial**, Santa Maria, v. 37, n. 1, p. 1-22, 2024.

VALENTE, J. A. A comunicação e a educação baseada no uso das tecnologias digitais de informação e comunicação. **Revista UNIFESO de Humanas e Sociais**, Teresópolis, v. 1, n. 1, p. 141-166, 2014.

VYGOTSKY, L. S. **Pensamento e linguagem.** São Paulo: Martins Fontes, 2010.

ZERBATO, A. P.; MENDES, E. G. Desenho universal para a aprendizagem como estratégia de inclusão escolar. **Educação Unisinos**, São Leopoldo, v. 22, n. 2, p. 147-155, 2018.

¹ Mestre em Tecnologias Emergentes na Educação (MUST University – Florida, USA). Pesquisador com foco em Tecnologia Assistiva, Educação Inclusiva e ensino de lógica operacional no Atendimento

Educacional Especializado (AEE). E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#). ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-4785-5253>

² Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Biologia Parasitária na Amazônia (PPGBPA) da Universidade do Estado do Pará (UEPA). Enfermeira graduada pela Universidade Federal do Pará (UFPA). Integrante do Grupo de Estudos em Educação, formação e gestão para a práxis do cuidado de enfermagem (EDUGESPEN). E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#). ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1413-1565>