

IA Generativa e Desenho Universal para a Aprendizagem: um Framework Conceitual para Práticas Pedagógicas Acessíveis**Generative AI and Universal Design for Learning: a Conceptual Framework for Accessible Pedagogical Practices****IA Generativa y Diseño Universal para el Aprendizaje: un Marco Conceptual para Prácticas Pedagógicas Accesibles**Bruno Galasso¹**Resumo**

A expansão da inteligência artificial generativa (IAG) na educação tem gerado transformações nas práticas pedagógicas, mas sua incorporação não contempla adequadamente a diversidade dos aprendizes, especialmente estudantes com deficiência. O presente artigo propõe o *framework* DUA-IAG, um arcabouço conceitual que articula os três princípios do Desenho Universal para a Aprendizagem (DUA 3.0) com quatro categorias de *affordances* pedagógicas da IAG (geração textual, multimodalidade, personalização adaptativa e suporte à avaliação), complementado por camadas transversais de análise ética e diferenciação contextual. A metodologia adota a perspectiva da *Design Science Research*, com revisão narrativa da literatura e procedimentos de construção de *frameworks* conceituais. O *framework* é apresentado em estrutura matricial com exemplos aplicados para cenários de alta e baixa conectividade, atendendo à realidade das escolas públicas brasileiras, particularmente nas regiões Norte e Nordeste. A discussão aborda tensões entre a lógica de personalização individual da IAG e a ênfase do DUA 3.0 na aprendizagem coletiva, riscos de viés algorítmico e dependência tecnológica, e propõe o conceito de “uso assimétrico” da IAG, no qual o professor utiliza as ferramentas em ambiente com conectividade e translada os benefícios para a sala de aula na forma de materiais acessíveis previamente preparados. O artigo contribui para a formação docente em educação inclusiva e para políticas públicas de integração da IA em contextos educacionais acessíveis.

Palavras-chave: inteligência artificial generativa; desenho universal para a aprendizagem; educação inclusiva; acessibilidade; *framework* conceitual.

Abstract

The expansion of generative artificial intelligence (GenAI) in education has transformed pedagogical practices, yet its adoption fails to adequately address learner diversity, particularly students with disabilities. This article proposes the DUA-IAG framework (Universal Design for Learning and Generative AI), a conceptual architecture that articulates the three principles of Universal Design for Learning (UDL 3.0) with four categories of GenAI pedagogical affordances (text generation, multimodality, adaptive personalization, and assessment support), complemented by cross-cutting layers of ethical analysis and contextual differentiation. The methodology adopts a Design Science

¹ Doutor em Educação pela Universidade de São Paulo (USP). Professor Associado da Universidade Federal de São Paulo (Unifesp), São Paulo, SP, Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3677-7650>. E-mail: bruno.galasso@unifesp.br

Research perspective, combining narrative literature review with conceptual framework construction procedures. The framework is presented in a matrix structure with applied examples for high and low connectivity scenarios, addressing the reality of Brazilian public schools, particularly in the North and Northeast regions. The discussion addresses tensions between the individual personalization logic of GenAI and the emphasis of UDL 3.0 on collective learning, algorithmic bias risks, and technological dependence, proposing the concept of “asymmetric use” of GenAI, in which teachers access tools in connected environments and transfer benefits to classrooms through previously prepared accessible materials. The article contributes to inclusive education teacher training and public policies for AI integration in accessible educational contexts.

Keywords: generative artificial intelligence; universal design for learning; inclusive education; accessibility; conceptual framework.

Resumen

La expansión de la inteligencia artificial generativa (IAG) en la educación ha generado transformaciones en las prácticas pedagógicas, pero su incorporación no contempla adecuadamente la diversidad de los aprendices, especialmente los estudiantes con discapacidad. Este artículo propone el marco DUA-IAG, una arquitectura conceptual que articula los tres principios del Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA 3.0) con cuatro categorías de *affordances* pedagógicas de la IAG (generación textual, multimodalidad, personalización adaptativa y soporte a la evaluación), complementado por capas transversales de análisis ético y diferenciación contextual. La metodología adopta la perspectiva de la *Design Science Research*, con revisión narrativa de la literatura y procedimientos de construcción de marcos conceptuales. El marco se presenta en estructura matricial con ejemplos aplicados para escenarios de alta y baja conectividad, atendiendo a la realidad de las escuelas públicas brasileñas, particularmente en las regiones Norte y Nordeste. La discusión aborda las tensiones entre la lógica de personalización individual de la IAG y el énfasis del DUA 3.0 en el aprendizaje colectivo, los riesgos de sesgo algorítmico y dependencia tecnológica, y propone el concepto de “uso asimétrico” de la IAG. El artículo contribuye a la formación docente en educación inclusiva y a las políticas públicas de integración de la IA en contextos educativos accesibles.

Palabras clave: inteligencia artificial generativa; diseño universal para el aprendizaje; educación inclusiva; accesibilidad; marco conceptual.

1. INTRODUÇÃO

A expansão acelerada da inteligência artificial generativa (IAG) no campo educacional tem produzido transformações significativas nas formas de ensinar e aprender. Ferramentas como o ChatGPT, o Microsoft Copilot e o Google Gemini passaram a ser utilizadas por milhões de estudantes e educadores em todo o mundo, reconfigurando práticas de produção textual, pesquisa, planejamento didático e avaliação formativa (Miao; Holmes, 2023). Essa disseminação ocorre em velocidade sem precedentes: o ChatGPT alcançou 100 milhões de usuários ativos mensais já em janeiro de 2023, cerca de dois meses após seu lançamento público, ao passo que, até julho do mesmo ano, apenas um país havia publicado regulamentação específica sobre inteligência artificial generativa (Miao; Holmes,

2023). Esse descompasso entre a velocidade da adoção e a lentidão da resposta regulatória e institucional constitui o pano de fundo da discussão aqui proposta.

No entanto, essa expansão não se distribui de maneira equitativa. Estudantes com deficiência, historicamente marginalizados nos processos de inovação tecnológica educacional, enfrentam barreiras específicas no acesso e na utilização dessas ferramentas. Interfaces predominantemente textuais e pouco acessíveis dificultam a interação de estudantes com deficiência visual; respostas extensas podem sobrecarregar estudantes neurodivergentes; e estudantes com deficiência reivindicam recursos multimodais, como entrada e saída por voz, ainda pouco disponíveis (Pierrès; Darvishy; Christen, 2025; Zhao; Cox; Chen, 2025). Essa condição não é meramente técnica, e sim epistêmica: reflete aquilo que Fricker (2007) denomina injustiça epistêmica, o dano infligido a alguém em sua condição de sujeito de conhecimento, aqui manifesto na desconsideração sistemática desses grupos nos processos de concepção e implementação de inovações.

No contexto brasileiro, a situação se torna ainda mais complexa pela interseção entre deficiência e desigualdade socioterritorial. Dados do Censo Escolar de 2023 revelam que o Brasil registrou 1.771.430 matrículas de estudantes da educação especial na educação básica (Brasil, 2024), em sua maioria em redes públicas, nas quais persistem desigualdades de infraestrutura tecnológica, conectividade e formação docente para a mediação de tecnologias digitais. Nas regiões Norte e Nordeste, onde os índices de exclusão digital são mais acentuados, o acesso a ferramentas de IAG permanece restrito, e as potencialidades dessas tecnologias para a acessibilidade educacional permanecem largamente inexploradas.

Diante desse cenário, emerge a necessidade de *frameworks* teórico-práticos que articulem o potencial da IAG com referenciais pedagógicos consolidados no campo da educação inclusiva. O Desenho Universal para a Aprendizagem (DUA), desenvolvido pelo Center for Applied Special Technology (CAST), constitui um referencial amplamente difundido para o planejamento de ambientes educacionais acessíveis a todos os estudantes, com e sem deficiência (Cast, 2024). Estruturado em torno de três princípios fundamentais, que correspondem às múltiplas formas de engajamento (o “porquê” da aprendizagem), às múltiplas formas de representação (o “que” da aprendizagem) e às múltiplas formas de ação e expressão (o “como” da aprendizagem), o DUA oferece um arcabouço flexível para o desenho de experiências educacionais que antecipam e respondem à variabilidade dos aprendizes.

A versão 3.0 das Diretrizes do DUA, publicada em julho de 2024, incorporou avanços significativos ao *framework* original, incluindo o reconhecimento explícito das identidades múltiplas e interseccionais dos aprendizes, a atenção aos vieses institucionais e sistêmicos como barreiras à aprendizagem equitativa, e a valorização da interdependência e da aprendizagem coletiva (Cast, 2024). Essas atualizações ampliam a pertinência do DUA como referencial analítico para a avaliação crítica das ferramentas de IAG em contextos educacionais inclusivos.

Contudo, a articulação sistemática entre DUA e IAG ainda constitui uma lacuna relevante na literatura científica. Embora estudos recentes tenham explorado o uso de IA em contextos de educação inclusiva (Rios; Schlünzen; Schlünzen Junior, 2025; Saborío-Taylor; Rojas-Ramírez, 2024) e investigado

como educadores especiais utilizam ferramentas generativas para criar materiais alinhados ao DUA (Sakowicz; Hamidi, 2025), e ainda que trabalho anterior do autor tenha articulado os princípios do DUA às capacidades da IAG na perspectiva do desenho de sistemas educacionais inclusivos (Galasso, 2026a), não foram identificados *frameworks* conceituais que mapeiem de forma sistemática as *affordances* da IAG nos três princípios do DUA, com atenção simultânea às implicações éticas e aos limites de aplicação em contextos de baixa infraestrutura tecnológica, tomando como ponto de partida a prática pedagógica do professor.

Essa lacuna é particularmente grave no contexto do Sul Global, onde a implementação de tecnologias educacionais frequentemente reproduz modelos desenvolvidos em contextos do Norte Global, desconsiderando as especificidades culturais, linguísticas e infraestruturais das escolas públicas de países como o Brasil. Esse risco se agrava porque sistemas treinados em grandes conjuntos de dados homogêneos tendem a desfavorecer minorias e casos atípicos (Treviranus, 2022). A mera transposição de soluções tecnológicas sem adaptação ao contexto local tende a ampliar, em vez de reduzir, as desigualdades educacionais.

O presente artigo tem como objetivo propor um *framework* conceitual que articule os princípios do DUA com as *affordances* pedagógicas da IAG, com ênfase na construção de práticas pedagógicas acessíveis a estudantes com e sem deficiência. O *framework* proposto será acompanhado de exemplos aplicados que consideram cenários de alta e baixa conectividade, visando à sua pertinência para a realidade da educação pública brasileira, incluindo contextos de escolas rurais e periféricas do Nordeste do Brasil.

Para além da proposição do *framework*, o artigo discute os limites éticos da articulação entre DUA e IAG, abordando questões como vieses algorítmicos na geração de conteúdo educacional, riscos de dependência tecnológica, implicações para a privacidade de dados de estudantes com deficiência e o fenômeno que aqui se denomina injustiça epistêmica computacional, ou seja, a reprodução, por sistemas de IA, de padrões históricos de exclusão que já afetam populações com deficiência (Baker; Hawn, 2022; Whittaker *et al.*, 2019).

A relevância deste estudo se justifica por três argumentos convergentes. Primeiro, pela urgência prática: professores necessitam de orientações claras e aplicáveis para integrar a IAG em suas práticas pedagógicas de forma inclusiva, sem depender de conectividade permanente ou equipamentos sofisticados. Segundo, pela necessidade teórica: o campo carece de *frameworks* que dialoguem com a literatura consolidada do DUA e que incorporem as especificidades da IAG, distinta das tecnologias assistivas tradicionais por sua natureza generativa e conversacional. Terceiro, pela perspectiva ética: a incorporação acrítica da IAG em ambientes educacionais, sem o crivo analítico de referenciais como o DUA, pode ampliar as desigualdades de acesso ao conhecimento e reforçar modelos deficitários de deficiência.

O artigo está estruturado em cinco seções, além desta introdução. A segunda seção apresenta a fundamentação teórica, articulando o DUA, a IAG e os estudos críticos sobre deficiência e tecnologia. A terceira seção descreve o percurso metodológico adotado para a construção do *framework*. A quarta seção apresenta o *framework* DUA-IAG proposto, com exemplos aplicados para cada princípio, incluindo cenários de alta e baixa conectividade. A quinta seção discute as implicações éticas e os limites do *framework*. A sexta seção apresenta as

considerações finais, com indicações para pesquisas futuras e para a formação docente.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 O Desenho Universal para a Aprendizagem: origens, princípios e atualizações

O Desenho Universal para a Aprendizagem (DUA) emergiu na década de 1990 a partir dos trabalhos do Center for Applied Special Technology (CAST), nos Estados Unidos, como uma transposição dos princípios do Desenho Universal da arquitetura para o campo educacional. Enquanto o Desenho Universal arquitetônico propõe que ambientes físicos sejam projetados desde a concepção para serem acessíveis a todas as pessoas, independentemente de suas características corporais ou sensoriais, o DUA estende essa lógica ao planejamento pedagógico, propondo que currículos, materiais didáticos e estratégias de ensino sejam concebidos de modo a antecipar e responder à variabilidade natural dos aprendizes (Cast, 2024).

O DUA fundamenta-se em três princípios centrais, derivados da neurociência da aprendizagem, que reconhecem três redes cerebrais envolvidas no processo de aprender. O princípio das múltiplas formas de engajamento relaciona-se às redes afetivas, responsáveis pela motivação e pelo “porquê” da aprendizagem. O princípio das múltiplas formas de representação relaciona-se às redes de reconhecimento, responsáveis pela percepção e compreensão da informação, ou o “que” da aprendizagem. O princípio das múltiplas formas de ação e expressão relaciona-se às redes estratégicas, responsáveis pelo planejamento e execução de tarefas, ou o “como” da aprendizagem (Cast, 2024).

No contexto brasileiro, o DUA tem ganhado espaço progressivo na literatura acadêmica e nas políticas educacionais. Zerbato e Mendes (2018) destacam o DUA como estratégia de inclusão escolar que supera a lógica de adaptações retroativas destinadas exclusivamente a estudantes com deficiência, propondo um redesenho das práticas pedagógicas que beneficia todos os aprendizes. Prais e Rosa (2016), em pesquisa bibliográfica, sistematizam os princípios do DUA em subsídios para o planejamento de atividades pedagógicas inclusivas, sustentando que a flexibilidade proposta pelo DUA favorece a participação de estudantes com diferentes perfis de aprendizagem. Essas contribuições dialogam com a discussão mais ampla sobre a relação entre tecnologias digitais, linguagens e currículo no Brasil, na qual Almeida e Valente (2012) sustentam que a incorporação das tecnologias digitais demanda sua integração ao currículo, concebendo-as como linguagens que estruturam modos de pensar, e não como ferramentas sobrepostas às práticas existentes.

A versão 3.0 das Diretrizes do DUA, publicada em julho de 2024, representa uma atualização substantiva do *framework*. Entre as principais inovações, destacam-se: (a) a incorporação explícita da dimensão “quem” da aprendizagem, reconhecendo que as identidades múltiplas e interseccionais dos aprendizes integram sua variabilidade e atravessam os três princípios; (b) a atenção aos vieses institucionais e sistêmicos como barreiras à aprendizagem equitativa, superando a noção de que as barreiras residem exclusivamente no indivíduo; e

(c) a valorização da interdependência e da aprendizagem coletiva (Cast, 2024). Essas atualizações tornam o DUA 3.0 particularmente pertinente para a análise crítica das tecnologias de IAG, cujos modelos de personalização tendem a operar em lógica predominantemente individual.

2.2 Inteligência artificial generativa: *affordances* pedagógicas e limites

A inteligência artificial generativa (IAG) refere-se a uma classe de sistemas de IA capazes de produzir conteúdo original, incluindo texto, imagens, áudio, código e vídeo, a partir de instruções em linguagem natural (*prompts*). Diferentemente dos sistemas de IA tradicionais na educação, que operam sobretudo por classificação, previsão ou recomendação (Holmes; Tuomi, 2022), a IAG produz conteúdos novos, e não apenas recupera informações existentes, o que permite gerar planos de aula, questionários, legendas, audiodescrições, traduções e paráfrases utilizáveis como recursos pedagógicos (Miao; Holmes, 2023).

As ferramentas de IAG mais utilizadas no contexto educacional incluem o ChatGPT (OpenAI), o Microsoft Copilot, o Google Gemini e o Claude (Anthropic). Cada uma dessas ferramentas apresenta *affordances* pedagógicas específicas, que podem ser categorizadas, para os fins deste artigo, em funções de: (a) geração de conteúdo textual, incluindo explicações em diferentes níveis de complexidade, resumos, analogias e exemplos contextualizados; (b) geração de conteúdo multimodal, incluindo descrições de imagens para leitores de tela, roteiros em Língua Brasileira de Sinais (Libras), audiodescrição e representações visuais de conceitos abstratos; (c) personalização adaptativa, com ajuste dinâmico de linguagem, extensão e formato conforme as necessidades do aprendiz; e (d) suporte à avaliação formativa, com geração de questões diagnósticas, rubricas de avaliação e *feedback* personalizado.

No entanto, essas *affordances* coexistem com limitações significativas. A IAG pode difundir informações incorretas, reproduzir vieses presentes nos dados de treinamento e aprofundar desigualdades educacionais (García-López; Trujillo-Lián, 2025), além de tender a reproduzir a visão mais comum ou dominante, em detrimento de vozes minoritárias e da diversidade linguística e cultural dos aprendizes (Miao; Holmes, 2023). No contexto da educação inclusiva, a seção de revisão do estudo de Zhao, Cox e Chen (2025) registra que estudantes com deficiência visual têm dificuldade de interagir com *chatbots* textuais e que certas respostas da IAG podem sobrecarregar estudantes com dificuldades de aprendizagem. Os achados empíricos desses mesmos autores, contudo, matizam o quadro: entre os participantes de seu estudo, a IAG operou também como apoio para lidar com textos extensos, por meio da sumarização. Essa ambivalência sugere que o efeito da ferramenta depende menos de suas propriedades intrínsecas do que da mediação pedagógica que a acompanha. Em todo caso, essas limitações não são meramente técnicas: refletem escolhas de *design* que priorizam determinados perfis de usuários em detrimento de outros.

2.3 A interseção entre DUA e IAG: estado da arte

A articulação entre DUA e IAG constitui um campo emergente na literatura científica. Saborío-Taylor e Rojas-Ramírez (2024) exploraram como a combinação de princípios do DUA com ferramentas de IA pode fomentar a inclusão e a aprendizagem autônoma na era digital, apresentando três aplicações práticas, uma para cada princípio do DUA. Mallary, Moore e McClain (2025) discutiram a integração de IAG com DUA no ensino superior de adultos, destacando potencialidades na geração de conteúdo, na personalização e no suporte multilíngue.

No contexto brasileiro, Rios, Schlünzen e Schlünzen Junior (2025) conduziram uma revisão de escopo sobre educação inclusiva, DUA e IA, mapeando as convergências e lacunas na literatura internacional. Os achados indicam que a combinação entre DUA e IA é reconhecida como potente, mas os estudos são majoritariamente exploratórios, com lacunas de evidência empírica sobre sua eficácia, e nenhuma pesquisa nacional foi identificada. Song *et al.* (2024) propuseram, com base nos três princípios do DUA, um *framework* para o *design* inclusivo do ensino sobre IA na educação básica, voltado à IA como conteúdo curricular, e não à IAG como recurso pedagógico de acessibilidade.

Em trabalho anterior, o autor propôs o *framework* UDL-GenAI, que articula os três princípios do DUA, na versão 2.2 das diretrizes, às capacidades da IAG em nove componentes operacionais distribuídos nessas três dimensões, atravessados por um eixo ético centrado em viés algorítmico, privacidade e autodeterminação do aprendiz, com caráter prescritivo para o desenho de sistemas de IA educacionalmente inclusivos (Galasso, 2026a). O presente artigo parte desse trabalho e desloca o foco do desenho dos sistemas para a prática pedagógica do professor. Para isso, adota as Diretrizes do DUA 3.0, organiza as possibilidades da IAG em quatro categorias de *affordances* pedagógicas e acrescenta uma camada contextual que diferencia cenários de alta e baixa conectividade, da qual deriva o conceito de uso assimétrico.

A revisão da literatura permite identificar três lacunas que o presente artigo busca preencher. Primeiro, a ausência de mapeamentos sistemáticos que conectem as *affordances* específicas das ferramentas de IAG (geração de texto, multimodalidade, personalização, avaliação) com cada um dos três princípios do DUA 3.0. Segundo, a escassez de propostas que considerem cenários de baixa conectividade e infraestrutura limitada, predominantes nas escolas públicas brasileiras, especialmente nas regiões Norte e Nordeste. Terceiro, a necessidade de integrar a análise das implicações éticas, incluindo vieses algorítmicos, privacidade e justiça epistêmica, ao próprio *design* do *framework*, e não como um adendo posterior.

2.4 Ética da IAG em educação inclusiva: vieses, justiça epistêmica e o modelo social de deficiência

A incorporação da IAG em contextos de educação inclusiva levanta questões éticas específicas que transcendem as preocupações genéricas sobre privacidade de dados e propriedade intelectual. Baker e Hawn (2022) mostram, em revisão da literatura, que os vieses algorítmicos em sistemas educacionais tendem a refletir desigualdades históricas preexistentes e afetam sobretudo grupos definidos por raça, gênero e nacionalidade, ao passo que a evidência

relativa a estudantes com deficiência permanece escassa. Kizilcec e Lee (2022) acrescentam que a equidade algorítmica em educação não se reduz a critérios estatísticos de paridade entre grupos, exigindo o exame das decisões de *design*, dos usos institucionais e das consequências distributivas dos sistemas ao longo do tempo.

O conceito de injustiça epistêmica, desenvolvido por Fricker (2007), oferece uma lente analítica particularmente produtiva para compreender os riscos da IAG na educação inclusiva. A injustiça epistêmica manifesta-se em duas formas: a injustiça testemunhal, quando o testemunho de um indivíduo é desvalorizado em razão de preconceitos sobre sua identidade; e a injustiça hermenêutica, quando uma lacuna nos recursos interpretativos coletivos, decorrente da marginalização hermenêutica de um grupo, coloca seus membros em desvantagem injusta para dar sentido às próprias experiências sociais. No contexto da IAG educacional, Treviranus (2022) argumenta que sistemas de IA dependentes de grandes conjuntos de dados homogêneos penalizam quem se afasta da média, tratando a diferença como desvio, e Whittaker *et al.* (2019) mostram que essa lógica tende a reproduzir o modelo médico de deficiência, que localiza o “problema” no indivíduo em vez de reconhecer as barreiras ambientais e pedagógicas que produzem a exclusão. Essa codificação algorítmica do déficit pode ser compreendida como uma forma de injustiça epistêmica computacional, na qual os modelos de linguagem reproduzem e amplificam concepções sobre deficiência que desconsideram a perspectiva e a agência das próprias pessoas com deficiência.

A orientação da UNESCO sobre IA e educação (Unesco, 2021; Miao; Holmes, 2023; Unesco, 2025) e os Princípios de IA da OCDE (Oecd, 2019) oferecem diretrizes para a mitigação desses riscos, incluindo transparência algorítmica, promoção da inclusão de grupos sub-representados, participação de estudantes e docentes no desenvolvimento e na governança das ferramentas e gestão contínua de riscos ao longo do ciclo de vida dos sistemas. Essas diretrizes convergem com o modelo social de deficiência, adotado pela Convenção Internacional sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência (ONU, 2006) e pela Lei Brasileira de Inclusão (Brasil, 2015), que compreende a deficiência como resultado da interação entre impedimentos individuais e barreiras sociais. A adoção desse modelo no *design* de *frameworks* que articulam DUA e IAG exige que as barreiras tecnológicas, pedagógicas e epistêmicas sejam identificadas e mitigadas de forma proativa, e não que o estudante com deficiência seja responsabilizado por adaptar-se a tecnologias concebidas sem considerar sua variabilidade.

A Estratégia Brasileira de Inteligência Artificial (Brasil, 2021), embora dedique um de seus eixos temáticos à educação e mencione a deficiência apenas entre as características sensíveis a vieses algorítmicos, não aborda as implicações da IA para estudantes com deficiência, revelando uma lacuna na política pública que reforça a necessidade de produção acadêmica nesse campo. O presente artigo busca contribuir para o preenchimento dessa lacuna, propondo um *framework* que integre princípios do DUA, *affordances* da IAG e salvaguardas éticas em uma arquitetura conceitual coerente e aplicável à realidade educacional brasileira.

3. METODOLOGIA

O presente estudo adota uma abordagem de artigo conceitual, fundamentada em revisão narrativa da literatura e em procedimentos sistemáticos de construção de *frameworks* teórico-práticos. A escolha por essa abordagem se justifica pela natureza do objeto de investigação: a articulação entre dois campos teóricos distintos (DUA e IAG) que, embora compartilhem preocupações convergentes, carecem de um arcabouço integrador que possibilite a operacionalização prática dessa articulação em contextos educacionais inclusivos.

3.1 Abordagem metodológica

A construção do *framework* segue a perspectiva da *Design Science Research*, que se orienta para a produção de artefatos conceituais ou tecnológicos que resolvam problemas práticos identificados no campo (Dresch; Lacerda; Antunes Júnior, 2015). Diferentemente das abordagens exclusivamente descritivas ou explicativas, a *Design Science Research* assume o compromisso com a prescrição, ou seja, com a proposição de soluções que possam ser implementadas e avaliadas em contextos reais.

O percurso metodológico foi organizado em quatro etapas sequenciais e interdependentes, descritas a seguir.

3.2 Etapas da construção do *framework*

A primeira etapa consistiu na revisão narrativa da literatura, conduzida entre janeiro e março de 2026, nas bases de dados Scopus, Web of Science, ERIC, SciELO e Google Scholar. Foram utilizadas combinações de termos de busca em inglês e em português, incluindo “Universal Design for Learning” AND (“generative AI” OR “artificial intelligence” OR “ChatGPT”), “Desenho Universal para Aprendizagem” AND “inteligência artificial”, e “UDL” AND “accessibility” AND “AI”. A revisão abrangeu artigos publicados entre 2020 e 2026, priorizando estudos empíricos e teóricos que abordassem a interseção entre DUA e IA no contexto da educação inclusiva. Foram identificadas e analisadas 30 fontes primárias, incluindo artigos científicos, relatórios de organismos internacionais (Unesco, Ocde) e documentos legais brasileiros.

A segunda etapa envolveu a análise das *affordances* pedagógicas das principais ferramentas de IAG disponíveis, incluindo ChatGPT (versões 3.5, 4 e 4o), Microsoft Copilot, Google Gemini e Claude. Para cada ferramenta, foram mapeadas as funcionalidades com potencial pedagógico, categorizadas segundo os três princípios do DUA 3.0: engajamento, representação e ação e expressão. Essa análise baseou-se tanto na literatura científica quanto na exploração direta das ferramentas, com atenção especial às funcionalidades de acessibilidade (compatibilidade com leitores de tela, suporte multilíngue, capacidade de simplificação textual, geração de imagens e áudio).

A terceira etapa consistiu na construção propriamente dita do *framework* DUA-IAG, seguindo os procedimentos de construção de *frameworks* conceituais propostos por Jabareen (2009). Esse procedimento compreende oito fases: (a) mapeamento das fontes de dados; (b) leitura extensiva e categorização dos

dados; (c) identificação e nomeação dos conceitos; (d) desconstrução e categorização dos conceitos; (e) integração dos conceitos; (f) síntese e ressíntese do *framework*; (g) validação; e (h) reformulação. No presente estudo, as fases (a) a (f) foram integralmente executadas; a validação, que em Jabareen (2009) consiste em submeter o *framework* à apreciação de outros pesquisadores e profissionais, restringiu-se aqui à verificação de consistência interna e coerência teórica, ficando a validação externa como etapa futura. O *framework* resultante foi estruturado em uma matriz de dupla entrada que articula os três princípios do DUA (eixo vertical) com quatro categorias de *affordances* da IAG (eixo horizontal), acrescida de duas camadas transversais (ética e contexto infraestrutural).

A quarta etapa envolveu a elaboração de exemplos aplicados para cada célula da matriz do *framework*, considerando dois cenários infraestruturais contrastantes: (a) cenário de alta conectividade, com acesso à internet estável, dispositivos individuais para estudantes e ferramentas de IAG com funcionalidades completas; e (b) cenário de baixa conectividade, representativo de escolas públicas de regiões periféricas e rurais do Brasil, nas quais o acesso à IAG ocorre predominantemente por via indireta, isto é, por meio do professor que utiliza as ferramentas em sua residência ou em espaço com conectividade para preparar materiais que serão levados impressos ou em mídias removíveis para a sala de aula. Essa diferenciação é central para a pertinência do *framework* ao contexto brasileiro, onde a desigualdade de acesso à infraestrutura digital constitui barreira estrutural à inovação educacional.

3.3 Critérios de qualidade e limitações

A qualidade do *framework* proposto foi avaliada segundo três critérios internos: (a) coerência teórica, verificando a compatibilidade lógica entre os princípios do DUA e as categorias de *affordances* da IAG; (b) completude, assegurando que todos os cruzamentos da matriz fossem preenchidos com exemplos viáveis; e (c) aplicabilidade contextual, confirmando que os exemplos propostos para o cenário de baixa conectividade fossem exequíveis sem acesso direto à internet durante a aula.

Cabe reconhecer as limitações inerentes a essa abordagem. O *framework* proposto não foi submetido a validação empírica com professores e estudantes, o que constitui uma etapa necessária para futuras pesquisas. A revisão narrativa, embora sistemática em seus procedimentos de busca, não possui a exaustividade de uma revisão sistemática com protocolo registrado. A análise das ferramentas de IAG foi conduzida pelo pesquisador, sem triangulação com outros avaliadores, o que limita a generalização das categorizações propostas. Essas limitações são reconhecidas como indicações para investigações futuras que testem e refinem o *framework* em contextos educacionais reais.

3.4 Posição epistêmica e declaração de uso de IA

O presente estudo adota uma posição epistêmica alinhada ao modelo social de deficiência, compreendendo a acessibilidade como responsabilidade dos ambientes e das práticas pedagógicas, e não como atributo ou insuficiência do

aprendiz. Essa posição orienta tanto a construção do *framework* quanto a análise crítica das ferramentas de IAG.

Em atenção à recomendação de uso ético e transparente da IA generativa (Miao; Holmes, 2023), declara-se que ferramentas de IAG foram utilizadas como apoio na busca bibliográfica, na organização de referências e na revisão linguística de trechos específicos do manuscrito. Todas as decisões conceituais, analíticas e argumentativas são de responsabilidade exclusiva do autor.

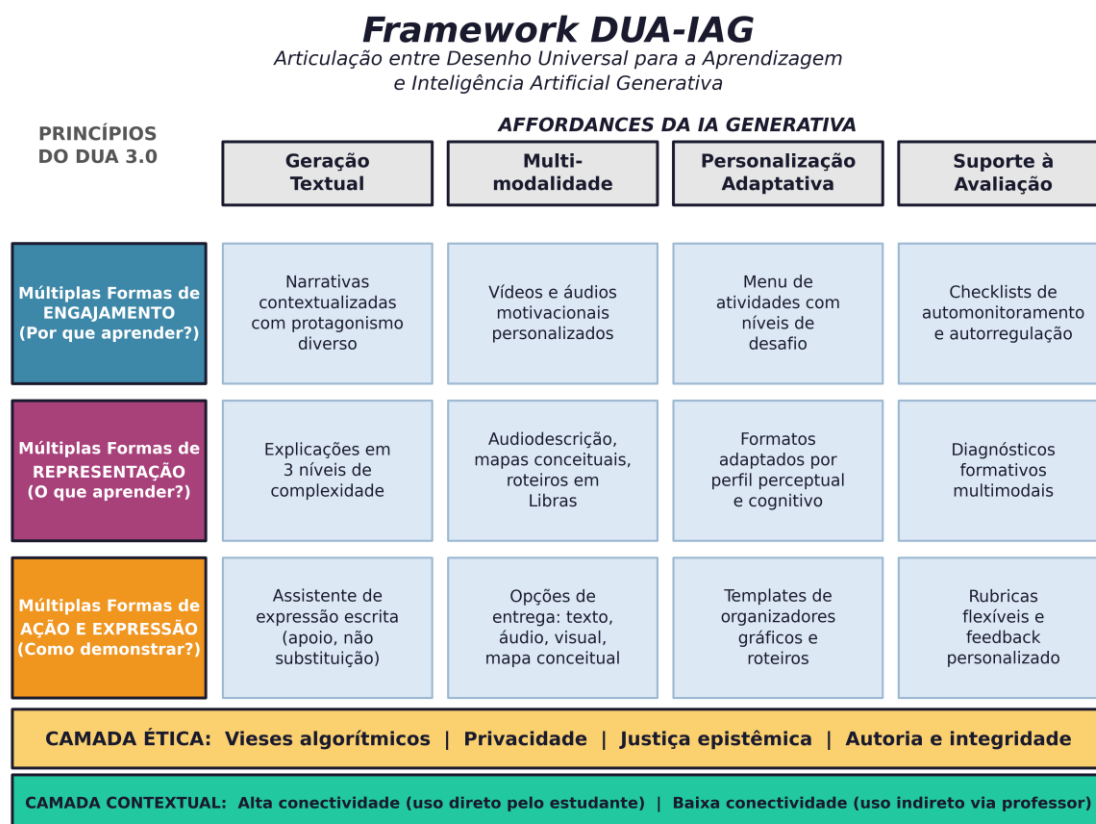
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 O *framework* DUA-IAG: arquitetura conceitual

O *framework* DUA-IAG proposto neste artigo articula os três princípios do Desenho Universal para a Aprendizagem (engajamento, representação, ação e expressão) com quatro categorias de *affordances* pedagógicas da inteligência artificial generativa (geração textual, multimodalidade, personalização adaptativa e suporte à avaliação). A arquitetura do *framework* é complementada por duas camadas transversais que permeiam todos os cruzamentos: uma camada ética, que identifica riscos e salvaguardas para cada aplicação, e uma camada contextual, que diferencia estratégias para cenários de alta e baixa conectividade.

A Figura 1 apresenta a representação visual do *framework* DUA-IAG. A estrutura matricial permite que professores e pesquisadores identifiquem, para cada princípio do DUA, quais *affordances* da IAG podem ser mobilizadas, quais cuidados éticos devem ser observados e quais adaptações contextuais são necessárias para a implementação em diferentes cenários infraestruturais. A descrição alternativa completa das figuras encontra-se no Apêndice A, em atendimento aos princípios de acessibilidade que orientam o próprio *framework*.

Figura 1 – Framework DUA-IG: arquitetura conceitual



Fonte: Elaboração do autor (2026).

As subseções seguintes detalham as aplicações do *framework* para cada princípio do DUA, com exemplos concretos para cenários de alta e baixa conectividade.

Princípio 1: Múltiplas formas de engajamento e IAG

O princípio das múltiplas formas de engajamento refere-se à dimensão afetiva e motivacional da aprendizagem, abordando o “porquê” os estudantes aprendem. O DUA 3.0 propõe que ambientes educacionais ofereçam opções para acolher interesses e identidades, sustentar esforço e persistência e desenvolver a capacidade emocional (Cast, 2024). Para estudantes com deficiência, as barreiras ao engajamento podem envolver experiências prévias de exclusão, falta de representatividade nos materiais didáticos e baixa expectativa de professores e colegas.

No eixo da geração textual, a IAG pode contribuir para o engajamento ao produzir narrativas e problemas contextualizados que reflitam as experiências e identidades dos estudantes. Um professor pode utilizar o ChatGPT para gerar situações-problema em matemática que envolvam personagens com deficiência em papéis protagônicos, ou para criar textos introdutórios que conectem o conteúdo curricular às vivências dos estudantes. Em cenário de alta conectividade, essa geração pode ocorrer em tempo real, com o estudante interagindo diretamente com a ferramenta. Em cenário de baixa conectividade, o

professor pode preparar previamente um conjunto de narrativas contextualizadas em sua residência e levá-las impressas para a sala de aula, garantindo que a diversidade de perfis dos estudantes esteja representada nos materiais.

No eixo da personalização adaptativa, a IAG pode gerar opções de escolha sobre temas, formatos e níveis de desafio. Um professor que trabalha com estudantes com transtorno do espectro autista (TEA), por exemplo, pode solicitar ao Copilot que gere três versões de uma mesma atividade, variando o nível de estruturação e previsibilidade, permitindo que o estudante escolha a versão que melhor se ajusta ao seu perfil. Em cenário de baixa conectividade, o professor pode gerar previamente essas opções e oferecê-las como um “menu de atividades” impresso, preservando a autonomia de escolha do estudante mesmo sem acesso à tecnologia em sala de aula.

No eixo do suporte à avaliação, a IAG pode auxiliar na criação de instrumentos de autoavaliação e autorregulação. O professor pode utilizar o Gemini para gerar *checklists* de automonitoramento, escalas visuais de engajamento e protocolos de reflexão metacognitiva adaptados a diferentes níveis de compreensão. Em cenário de baixa conectividade, esses instrumentos podem ser gerados previamente e reproduzidos como materiais físicos reutilizáveis.

A camada ética associada ao engajamento alerta para o risco de que narrativas geradas pela IAG reproduzam estereótipos sobre deficiência, reforçando a chamada “pornografia inspiracional” (*inspiration porn*), na qual pessoas com deficiência são retratadas de modo a inspirar pessoas sem deficiência, em vez de serem representadas em sua complexidade e agência. A recomendação ética é que o professor revise criticamente todas as narrativas geradas antes de utilizá-las em sala de aula, verificando se as representações de deficiência são consistentes com o modelo social e se evitam tropos capacitistas.

Princípio 2: Múltiplas formas de representação e IAG

O princípio das múltiplas formas de representação aborda o “que” da aprendizagem, propondo que a informação seja apresentada em formatos diversificados para atender à variabilidade perceptual, linguística e cognitiva dos aprendizes (Cast, 2024). Para estudantes com deficiência, esse princípio é particularmente relevante: um mesmo conteúdo pode ser inacessível em formato exclusivamente textual para um estudante cego, em formato exclusivamente oral para um estudante surdo, ou em linguagem acadêmica complexa para um estudante com deficiência intelectual.

A IAG oferece *affordances* sem precedentes para a multimodalidade pedagógica. No eixo da geração textual, o professor pode solicitar ao ChatGPT que produza explicações de um mesmo conceito em três níveis de complexidade: uma versão com vocabulário acadêmico completo, uma versão simplificada com linguagem acessível e uma versão com analogias concretas e cotidianas. Essa estratificação permite que o professor ofereça opções de representação que atendam a diferentes perfis de compreensão leitora, sem necessidade de criar manualmente cada versão.

No eixo da multimodalidade, as ferramentas de IAG com capacidade de geração de imagens (como o DALL-E integrado ao ChatGPT ou o Image Creator do Copilot) podem produzir representações visuais de conceitos abstratos, mapas

conceituais ilustrados e infográficos didáticos. Para estudantes surdos, o professor pode utilizar a IAG para gerar roteiros de videoaulas em estrutura compatível com a tradução para Libras, com frases curtas, vocabulário concreto e organização visual hierárquica. Convém lembrar, porém, que essa mediação permanece no registro escrito do português, pois a arquitetura dos modelos de linguagem e as interfaces baseadas em *prompts* pressupõem a interação textual e não contemplam a modalidade visuoespacial das línguas de sinais (Galasso, 2026e). Para estudantes cegos, a IAG pode gerar audiodescrições detalhadas de figuras, gráficos e diagramas presentes nos materiais didáticos, convertendo informação visual em narrativa textual acessível via leitores de tela. Esses serviços de acessibilidade, que a IAG passou a produzir a custo marginal, também reproduzem pressupostos capacitistas e falham de modo silencioso, o que pode ampliar em escala um simulacro de acesso em vez do acesso propriamente dito; por isso, o fator decisivo reside menos na capacidade do modelo do que na governança de seu uso (Galasso, 2026c).

Em cenário de baixa conectividade, a representação multimodal pode ser operacionalizada por meio da preparação prévia de kits de materiais diversificados. O professor utiliza a IAG em ambiente com conectividade para gerar: (a) versões textuais simplificadas do conteúdo curricular; (b) descrições de imagens para impressão em braille ou leitura em voz alta; (c) esquemas visuais e mapas conceituais para impressão em alta resolução; e (d) roteiros de áudio para gravação em dispositivos móveis. Esses materiais são organizados em “pastas de acessibilidade” físicas, distribuídas aos estudantes conforme suas necessidades perceptuais e cognitivas. Essa estratégia preserva os princípios do DUA mesmo na ausência de conectividade em sala de aula.

A camada ética associada à representação alerta para três riscos. Primeiro, o risco de simplificação excessiva, no qual a versão “acessível” do conteúdo perde informações essenciais, comprometendo a equidade de acesso ao conhecimento. Segundo, o risco de padronização cultural, no qual as representações visuais e as analogias geradas pela IAG refletem referenciais culturais do Norte Global, desconsiderando as referências simbólicas e experienciais dos estudantes brasileiros, especialmente os de comunidades tradicionais, indígenas e quilombolas. Terceiro, o risco de “alucinação” factual, no qual a IAG gera informações incorretas ou inventadas que, se não forem verificadas pelo professor, podem comprometer a integridade do conteúdo pedagógico.

Princípio 3: Múltiplas formas de ação e expressão e IAG

O princípio das múltiplas formas de ação e expressão aborda o “como” da aprendizagem, propondo que os estudantes disponham de alternativas diversificadas para demonstrar o que aprenderam e para interagir com os materiais didáticos (Cast, 2024). Para estudantes com deficiência motora, esse princípio é particularmente crítico: barreiras de manipulação física, digitação, escrita manual e navegação em interfaces digitais podem impedir a expressão do conhecimento efetivamente adquirido.

No eixo da geração textual, a IAG pode funcionar como “assistente de expressão”, auxiliando estudantes que enfrentam barreiras na produção textual escrita. Um estudante com dislexia pode utilizar o ChatGPT para organizar suas

ideias em tópicos, que a ferramenta converte em um texto coeso, preservando o conteúdo intelectual do estudante enquanto mitiga as barreiras de codificação escrita. Um estudante com deficiência motora pode utilizar o ditado por voz combinado com a IAG para produzir trabalhos acadêmicos sem dependência exclusiva da digitação manual. Cumpre enfatizar que, nesses cenários, a IAG não substitui a produção intelectual do estudante: ela funciona como um recurso de acessibilidade que remove barreiras entre a cognição e a expressão, analogamente à função de uma cadeira de rodas, que remove barreiras entre a intenção de deslocamento e o deslocamento efetivo.

No eixo da personalização adaptativa, a IAG permite que o professor crie opções diversificadas de formatos de avaliação. Em vez de uma prova escrita única, o professor pode utilizar o Gemini para gerar: (a) uma versão escrita tradicional; (b) um roteiro de apresentação oral; (c) um conjunto de perguntas para entrevista; e (d) um *template* de mapa conceitual. O estudante escolhe o formato que melhor lhe permite demonstrar o que aprendeu, alinhando-se ao princípio do DUA de oferecer opções de ação e expressão.

Em cenário de baixa conectividade, o suporte à ação e à expressão pode ser operacionalizado por meio de “bancos de *templates*” gerados previamente pela IAG. O professor utiliza a ferramenta para criar *templates* de organizadores gráficos, roteiros de apresentação, esquemas de resposta estruturada e rubricas de autoavaliação, que são impressos e oferecidos como suporte físico durante as atividades em sala. Para estudantes com deficiência visual, esses *templates* podem ser convertidos previamente em formato acessível (braille ou áudio).

A camada ética associada à ação e à expressão levanta a questão central da autoria e da integridade acadêmica. Quando a IAG auxilia na produção textual de um estudante com deficiência, onde se localiza a fronteira entre suporte de acessibilidade e substituição da produção intelectual? Essa questão não possui resposta única, mas o *framework* DUA-IAG propõe um critério orientador: o uso da IAG é legítimo como recurso de acessibilidade quando remove barreiras entre a cognição do estudante e a expressão dessa cognição, e é problemático quando substitui o próprio processo cognitivo. Esse critério dialoga com a distinção entre três modos de relação com a IA, proposta em outro trabalho do autor (Galasso, 2026d). Como ferramenta epistêmica, seu uso é legítimo; como prótese epistêmica, traz o risco de atrofia da faculdade que substitui; como agência delegada, torna-se inaceitável, porque transfere ao sistema a própria justificação do conhecimento. Essa distinção exige mediação pedagógica ativa do professor, que deve orientar os estudantes sobre o uso ético e responsável das ferramentas.

Discussão integradora: contribuições, tensões e implicações

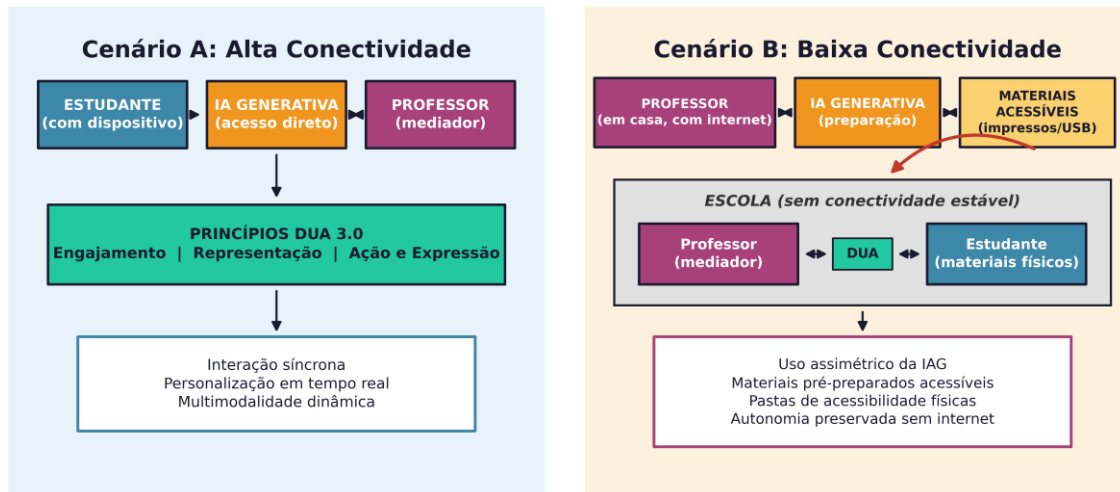
A análise integrada dos três princípios do DUA em articulação com as *affordances* da IAG revela contribuições significativas, mas também tensões que merecem aprofundamento.

A principal contribuição do *framework* DUA-IAG reside na operacionalização prática de princípios teóricos que, até o momento, permaneciam largamente desconectados na literatura. Ao mapear sistematicamente as *affordances* da IAG nos três princípios do DUA, o *framework* oferece aos professores um roteiro analítico para a tomada de decisões sobre

quando, como e com quais salvaguardas utilizar ferramentas generativas em contextos inclusivos. Essa contribuição é particularmente relevante diante dos dados do TALIS 2024, segundo os quais 48% dos professores brasileiros dos anos finais do ensino fundamental relatam elevada necessidade de formação continuada para ensinar estudantes com necessidades especiais e 39% indicam a mesma necessidade em relação à inteligência artificial aplicada à educação, percentuais que situam esses dois temas como as duas principais demandas formativas do professorado no país (Oecd, 2025).

A diferenciação entre cenários de alta e baixa conectividade constitui uma segunda contribuição relevante. Propostas recentes de articulação entre DUA e IA foram desenvolvidas em contextos de infraestrutura tecnológica consolidada, como a educação básica e o ensino superior de adultos nos Estados Unidos (Song *et al.*, 2024; Mallary; Moore; McClain, 2025). Ao incluir cenários de uso indireto da IAG pelo professor, com preparação prévia de materiais para uso em sala sem conectividade, o *framework* amplia sua aplicabilidade ao contexto das escolas públicas brasileiras, onde a conectividade permanece um privilégio e não um direito garantido. O conceito de “uso assimétrico” da IAG, no qual o professor acessa a tecnologia fora da escola e translada os benefícios para a sala de aula na forma de materiais acessíveis, representa uma estratégia de adaptação que dialoga com a realidade da educação pública no Sul Global.

Figura 2 – Cenários de implementação do *framework* DUA-IAG: alta e baixa conectividade



Fonte: Elaboração do autor (2026).

Uma tensão relevante emerge entre a lógica de personalização individual da IAG e a ênfase do DUA 3.0 na aprendizagem coletiva e na interdependência. Enquanto as ferramentas de IAG tendem a operar em lógica individualizada, gerando conteúdo para um usuário específico com base em suas características particulares, o DUA 3.0 valoriza a colaboração, a interdependência e a aprendizagem coletiva (Cast, 2024). Essa tensão não é irreconciliável, mas exige intencionalidade pedagógica: o professor pode utilizar a IAG para gerar materiais diversificados que alimentem atividades colaborativas, nas quais estudantes com diferentes perfis contribuam com perspectivas complementares. A diversidade de

formatos gerada pela IAG pode, assim, ser transformada de instrumento de individualização em recurso para a colaboração inclusiva.

Uma segunda tensão refere-se à dependência tecnológica. A incorporação sistemática da IAG nos processos de planejamento e de produção de materiais didáticos cria uma relação de dependência que pode ser problemática em contextos de instabilidade tecnológica. Se a ferramenta se torna indisponível, por falha técnica, mudança de política de acesso ou descontinuidade do serviço, as práticas pedagógicas construídas sobre ela ficam comprometidas. O *framework* DUA-IAG mitiga parcialmente esse risco ao propor que os materiais gerados pela IAG sejam armazenados em formatos abertos (PDF, texto simples, imagens) e organizados em repositórios locais, reduzindo a dependência de acesso contínuo às plataformas.

A questão do viés algorítmico permanece como desafio estrutural. Estudos mostram que sistemas algorítmicos, inclusive modelos de processamento de linguagem natural, reproduzem vieses raciais, de gênero e capacitistas (Baker; Hawn, 2022; Kizilcec; Lee, 2022; Whittaker *et al.*, 2019), risco que se estende aos modelos de linguagem de grande porte treinados sobre *corpora* igualmente enviesados. No contexto da educação inclusiva brasileira, esse risco é amplificado pela sub-representação de conteúdos em português brasileiro e de experiências de deficiência situadas no Sul Global nos *corpora* de treinamento dos modelos. O *framework* propõe como salvaguarda a revisão crítica sistemática de todos os conteúdos gerados pela IAG antes de sua utilização pedagógica, com atenção especial à representação de deficiência, à diversidade étnico-racial e à pluralidade linguística.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente artigo propôs o *framework* DUA-IAG, um arcabouço conceitual que articula os três princípios do Desenho Universal para a Aprendizagem (engajamento, representação, ação e expressão) com quatro categorias de *affordances* pedagógicas da inteligência artificial generativa (geração textual, multimodalidade, personalização adaptativa e suporte à avaliação), complementado por camadas transversais de análise ética e diferenciação contextual. O *framework* foi construído a partir de revisão narrativa da literatura, análise das *affordances* das principais ferramentas de IAG e procedimentos de construção de *frameworks* conceituais (Jabareen, 2009), com exemplos aplicados a cenários de alta e baixa conectividade.

Os resultados da análise demonstram que a IAG apresenta potencial significativo para ampliar a acessibilidade das práticas pedagógicas quando orientada pelos princípios do DUA. No âmbito do engajamento, as ferramentas generativas podem contribuir para a criação de narrativas e atividades contextualizadas que representem a diversidade dos aprendizes e ofereçam opções de escolha que promovam a autonomia. No âmbito da representação, a IAG possibilita a geração de múltiplas versões de um mesmo conteúdo em diferentes níveis de complexidade e formatos sensoriais, atendendo à variabilidade perceptual e cognitiva dos estudantes. No âmbito da ação e da expressão, as ferramentas generativas podem funcionar como recursos de

acessibilidade que removem barreiras entre a cognição do estudante e a demonstração do conhecimento adquirido.

Simultaneamente, a análise revela que a articulação entre DUA e IAG não é isenta de tensões e riscos. O viés algorítmico presente nos modelos de linguagem pode reproduzir estereótipos capacitistas e culturais que contradizem os próprios princípios de inclusão que o DUA busca promover. A lógica de personalização individual predominante nas ferramentas de IAG entra em tensão com a ênfase do DUA 3.0 na aprendizagem coletiva e na interdependência. A dependência tecnológica criada pela incorporação sistemática da IAG nos processos pedagógicos representa um risco em contextos de instabilidade infraestrutural. Essas tensões não invalidam o *framework* proposto, mas exigem que sua implementação seja acompanhada de mediação pedagógica crítica, revisão sistemática dos conteúdos gerados e formação docente específica.

A diferenciação entre cenários de alta e baixa conectividade constitui uma contribuição que merece destaque. Ao propor estratégias de “uso assimétrico” da IAG, nas quais o professor acessa as ferramentas em ambiente com conectividade e translada os benefícios para a sala de aula na forma de materiais acessíveis previamente preparados, o *framework* amplia sua aplicabilidade ao contexto da educação pública brasileira, particularmente nas regiões Norte e Nordeste, onde a desigualdade de acesso à infraestrutura digital permanece como barreira estrutural. Essa abordagem reconhece que a inovação tecnológica em educação não pode ser condicionada à universalização prévia da infraestrutura, sob pena de ampliar o fosso entre escolas que já possuem e escolas que ainda carecem de conectividade.

As implicações do estudo para a formação docente são diretas e urgentes. Os dados do TALIS 2024 evidenciam que parcela expressiva dos professores brasileiros demanda formação continuada tanto no uso de inteligência artificial quanto no ensino de estudantes com necessidades especiais (Oecd, 2025), demanda que, conforme indicam Schlünzen, Schlünzen Junior e Santos (2013), tende a se converter em transformação das práticas quando a formação para a diversidade é contextualizada, integra as tecnologias digitais e se articula ao cotidiano escolar do professor. Revisão de escopo recente sobre formação docente para a IAG com ênfase em acessibilidade confirma que a acessibilidade ainda ocupa lugar incipiente nesses programas, com lacunas severas na preparação para contextos de diversidade linguística e de educação bilíngue de surdos (Galasso, 2026b). O *framework* DUA-IAG pode ser utilizado como instrumento pedagógico em programas de formação inicial e continuada, orientando os professores na integração crítica da IAG em suas práticas inclusivas. Recomenda-se que esses programas incluam: (a) oficinas práticas de construção de *prompts* orientados pelos princípios do DUA; (b) exercícios de análise crítica de conteúdos gerados pela IAG, com identificação de vieses e alucinações; (c) planejamento de sequências didáticas que utilizem o *framework* DUA-IAG em cenários de baixa conectividade; e (d) discussões éticas sobre os limites do uso da IAG como recurso de acessibilidade.

No âmbito das políticas públicas, o estudo evidencia a necessidade de que a Estratégia Brasileira de Inteligência Artificial (Brasil, 2021) e as futuras políticas de inclusão digital educacional incorporem explicitamente as demandas de acessibilidade dos estudantes com deficiência. A Lei Brasileira de Inclusão (Brasil,

2015) garante o direito à educação inclusiva e à tecnologia assistiva, mas os marcos regulatórios sobre IA no Brasil ainda não abordam de forma específica como essas tecnologias devem ser projetadas e implementadas para atender à variabilidade dos aprendizes. O *framework* DUA-IAG pode contribuir para a formulação de diretrizes nacionais que orientem a adoção de IAG em escolas inclusivas.

Como indicações para pesquisas futuras, propõe-se: (a) a validação empírica do *framework* DUA-IAG com professores e estudantes em contextos educacionais reais, incluindo escolas com diferentes perfis infraestruturais; (b) o desenvolvimento de um repositório aberto de *prompts* pedagógicos organizados segundo os princípios do DUA, disponível para professores da educação básica; (c) a investigação longitudinal dos efeitos do uso orientado de IAG na participação e na aprendizagem de estudantes com deficiência; e (d) a análise comparativa dos vieses relacionados à deficiência em diferentes modelos de linguagem, com vistas a subsidiar recomendações para desenvolvedores sobre *design* inclusivo de IAG.

O *framework* DUA-IAG não pretende ser uma solução definitiva para os complexos desafios da educação inclusiva na era da inteligência artificial. Pretende, antes, ser um ponto de partida teoricamente fundamentado e praticamente orientado para que professores, pesquisadores e gestores educacionais possam navegar com maior clareza e criticidade em um território que se transforma rapidamente. A inteligência artificial generativa não é, em si mesma, inclusiva ou excludente: é o uso pedagógico intencional, informado por referenciais como o DUA e mediado pela reflexão ética permanente, que determina se essas ferramentas ampliarão ou restringirão o acesso ao conhecimento para todos os estudantes.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, M. E. B.; VALENTE, J. A. Integração currículo e tecnologias e a produção de narrativas digitais. ***Currículo sem Fronteiras***, v. 12, n. 3, p. 57-82, 2012. Disponível em: <https://www.curriculosemfronteiras.org/vol12iss3articles/almeida-valente.htm>. Acesso em: 9 ago. 2026.

BAKER, R. S.; HAWN, A. Algorithmic bias in education. ***International Journal of Artificial Intelligence in Education***, v. 32, n. 4, p. 1052-1092, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1007/s40593-021-00285-9>

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

BRASIL. ***Estratégia Brasileira de Inteligência Artificial (EBIA)***. Brasília: MCTI, 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/transformacaodigital/estrategia-brasileira-de-inteligencia-artificial>. Acesso em: 9 ago. 2026.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. **Censo Escolar da Educação Básica 2023**: resumo técnico. Brasília: Inep, 2024.

CAST. **Universal Design for Learning Guidelines** version 3.0. [S. l.]: CAST, 2024. Disponível em: <https://udlguidelines.cast.org/>. Acesso em: 9 ago. 2026.

DRESCH, A.; LACERDA, D. P.; ANTUNES JÚNIOR, J. A. V. **Design science research**: método de pesquisa para avanço da ciência e tecnologia. Porto Alegre: Bookman, 2015.

FRICKER, M. **Epistemic injustice**: power and the ethics of knowing. Oxford: Oxford University Press, 2007.

GALASSO, B. Design universal para a aprendizagem e inteligência artificial: um *framework* para ambientes educacionais inclusivos na era da IA generativa. **Paradigma**, Maracay, v. 47, n. 2, e2026003, 2026a. DOI: <https://doi.org/10.37618/paradigma.1011-2251.2026.e2026003.id1819>

GALASSO, B. Formação docente para IA generativa e acessibilidade. **Revista Intersaberes**, v. 21, e26do202, 2026b. DOI: <https://doi.org/10.22169/revint.v21.e26do202>

GALASSO, B. Generative AI and media accessibility for disabled audiences in Ibero-America. **Cuadernos.info**, n. 65, p. 168-188, 2026c. DOI: <https://doi.org/10.7764/rdp3bb09>

GALASSO, B. Pode a inteligência artificial ser um agente de justificação epistêmica? **Educação & Sociedade**, v. 47, e306999, 2026d. DOI: <https://doi.org/10.1590/ES.306999>

GALASSO, B. Visuo-spatial cognition and the redesign of human-AI interaction in generative artificial intelligence. **Discover Artificial Intelligence**, v. 6, n. 1, 950, 2026e. DOI: <https://doi.org/10.1007/s44163-026-02040-2>

GARCÍA-LÓPEZ, I. M.; TRUJILLO-LIÑÁN, L. Ethical and regulatory challenges of generative AI in education: a systematic review. **Frontiers in Education**, v. 10, 1565938, 2025. DOI: <https://doi.org/10.3389/educ.2025.1565938>

HOLMES, W.; TUOMI, I. State of the art and practice in AI in education. **European Journal of Education**, v. 57, n. 4, p. 542-570, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1111/ejed.12533>

JABAREEN, Y. Building a conceptual framework: philosophy, definitions, and procedure. **International Journal of Qualitative Methods**, v. 8, n. 4, p. 49-62, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1177/160940690900800406>

KIZILCEC, R. F.; LEE, H. Algorithmic fairness in education. In: HOLMES, W.; PORAYSKA-POMSTA, K. (ed.). **The ethics of artificial intelligence in education: practices, challenges, and debates**. New York: Routledge, 2022. p. 174-202. DOI: <https://doi.org/10.4324/9780429329067-10>

MALLARY, K. J.; MOORE, E. J.; MCCLAIN, A. L. Artificial intelligence and universal design for learning: transforming teaching and learning in adult and continuing higher education. **New Directions for Adult and Continuing Education**, v. 2025, n. 188, p. 39-47, 2025. DOI: <https://doi.org/10.1002/ace.70016>

MIAO, F.; HOLMES, W. **Guidance for generative AI in education and research**. Paris: Unesco, 2023. DOI: <https://doi.org/10.54675/EWZM9535>

OECD. **Recommendation of the Council on Artificial Intelligence**: OECD/LEGAL/0449. Paris: OECD, 2019. Emendada em 3 maio 2024. Disponível em: <https://legalinstruments.oecd.org/en/instruments/OECD-LEGAL-0449>. Acesso em: 9 ago. 2026.

OECD. **Results from TALIS 2024**: the state of teaching. Paris: OECD Publishing, 2025. DOI: <https://doi.org/10.1787/90df6235-en>

ONU. **Convenção sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência**. Nova York: Organização das Nações Unidas, 2006. Disponível em: <https://www.un.org/development/desa/disabilities/convention-on-the-rights-of-persons-with-disabilities.html>. Acesso em: 9 ago. 2026.

PIERRÈS, O.; DARVISHY, A.; CHRISTEN, M. Exploring the role of generative AI in higher education: semi-structured interviews with students with disabilities. **Education and Information Technologies**, v. 30, n. 7, p. 8923-8952, 2025. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10639-024-13134-8>

PRAIS, J. L. S.; ROSA, V. F. Princípios do desenho universal para a aprendizagem: planejamento de atividades pedagógicas para inclusão. **Ideação**, v. 18, n. 2, p. 166-182, 2016. DOI: <https://doi.org/10.48075/ri.v18i2.14005>

RIOS, G. A.; SCHLÜNZEN, E. T. M.; SCHLÜNZEN JUNIOR, K. Educação inclusiva com desenho universal para a aprendizagem e inteligência artificial: uma revisão de escopo. **Revista Cocar**, v. 23, n. 41, 2025. Disponível em: <https://periodicos.uepa.br/index.php/cocar/article/view/10145>. Acesso em: 9 ago. 2026.

SABORÍO-TAYLOR, S.; ROJAS-RAMÍREZ, F. Universal design for learning and artificial intelligence in the digital era: fostering inclusion and autonomous learning. **International Journal of Professional Development, Learners and Learning**, v. 6, n. 2, ep2408, 2024. DOI: <https://doi.org/10.30935/ijpdll/14694>

SAKOWICZ, M.; HAMIDI, F. Exploring the role of generative AI in supporting students with disabilities, through the lens of universal design for learning.

American Journal of STEM Education, v. 15, p. 1-22, 2025. DOI: <https://doi.org/10.32674/yeyaaq64>

SCHLÜNZEN, E. T. M.; SCHLÜNZEN JUNIOR, K.; SANTOS, D. A. N. dos.

Formação de professores, uso de tecnologias digitais de informação e comunicação e escola inclusiva: possibilidades de construção de uma abordagem de formação construcionista, contextualizada e significativa. **Revista Pedagógica**, v. 13, n. 26, p. 227-258, 2013. DOI: <https://doi.org/10.22196/rp.v13i26.1272>

SONG, Y. *et al.* A framework for inclusive AI learning design for diverse learners.

Computers and Education: Artificial Intelligence, v. 6, 100212, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2024.100212>

TREVIRANUS, J. Learning to learn differently. In: HOLMES, W.; PORAYSKA-POMSTA, K. (ed.). **The ethics of artificial intelligence in education**: practices, challenges, and debates. New York: Routledge, 2022. p. 25-46. DOI: <https://doi.org/10.4324/9780429329067-3>

UNESCO. **AI and education**: guidance for policy-makers. Paris: Unesco, 2021. DOI: <https://doi.org/10.54675/PCSP7350>

UNESCO. **AI and education**: protecting the rights of learners. Paris: Unesco, 2025. DOI: <https://doi.org/10.54675/ROQH4287>

WHITTAKER, M. *et al.* **Disability, bias, and AI**. New York: AI Now Institute, 2019. Disponível em: <https://ainowinstitute.org/publications/disabilitybiasai-2019>. Acesso em: 9 ago. 2026.

ZERBATO, A. P.; MENDES, E. G. Desenho universal para a aprendizagem como estratégia de inclusão escolar. **Educação Unisinos**, v. 22, n. 2, p. 147-155, 2018. DOI: <https://doi.org/10.4013/edu.2018.222.04>

ZHAO, X.; COX, A.; CHEN, X. The use of generative AI by students with disabilities in higher education. **The Internet and Higher Education**, v. 66, 101014, 2025. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.iheduc.2025.101014>

Submetido em: 15/04/2026

Aceito em: 23/08/2026

APÊNDICE A – DESCRIÇÕES ALTERNATIVAS DAS FIGURAS

Este apêndice apresenta as descrições alternativas (texto alternativo) das duas figuras do artigo, em conformidade com os princípios de acessibilidade que fundamentam o próprio *framework* proposto. As mesmas descrições foram inseridas nas propriedades de texto alternativo das imagens no arquivo eletrônico, de modo a serem lidas por leitores de tela.

Descrição alternativa da Figura 1

Diagrama matricial intitulado “*Framework* DUA-IAG: articulação entre Desenho Universal para a Aprendizagem e Inteligência Artificial Generativa”. A matriz cruza três linhas, correspondentes aos princípios do DUA 3.0, com quatro colunas, correspondentes às *affordances* da IA generativa: geração textual, multimodalidade, personalização adaptativa e suporte à avaliação.

A primeira linha, “Múltiplas formas de engajamento (por que aprender?)”, cruza com: narrativas contextualizadas com protagonismo diverso; vídeos e áudios motivacionais personalizados; menu de atividades com níveis de desafio; e *checklists* de automonitoramento e autorregulação.

A segunda linha, “Múltiplas formas de representação (o que aprender?)”, cruza com: explicações em três níveis de complexidade; audiodescrição, mapas conceituais e roteiros em Libras; formatos adaptados por perfil perceptual e cognitivo; e diagnósticos formativos multimodais.

A terceira linha, “Múltiplas formas de ação e expressão (como demonstrar?)”, cruza com: assistente de expressão escrita, entendido como apoio e não como substituição; opções de entrega em texto, áudio, formato visual ou mapa conceitual; *templates* de organizadores gráficos e roteiros; e rubricas flexíveis com *feedback* personalizado.

Sob a matriz, duas faixas horizontais atravessam todas as colunas. A primeira faixa, denominada camada ética, reúne quatro salvaguardas: vieses algorítmicos, privacidade, justiça epistêmica, e autoria e integridade. A segunda faixa, denominada camada contextual, distingue dois cenários: alta conectividade, com uso direto pelo estudante, e baixa conectividade, com uso indireto por meio do professor.

Descrição alternativa da Figura 2

Diagrama comparativo dividido em dois painéis, intitulado “Cenários de implementação do *framework* DUA-IAG”.

O painel da esquerda, “Cenário A: alta conectividade”, apresenta três caixas ligadas por setas na linha superior: estudante, com dispositivo próprio; IA generativa, em acesso direto; e professor, na função de mediador. Uma seta desce da IA generativa para uma caixa que reúne os três princípios do DUA 3.0, engajamento, representação, e ação e expressão, e desta para uma caixa final que sintetiza os resultados do cenário: interação síncrona, personalização em tempo real e multimodalidade dinâmica.

O painel da direita, “Cenário B: baixa conectividade”, apresenta na linha superior três caixas ligadas por setas: professor, em casa e com acesso à internet;

IA generativa, utilizada na etapa de preparação; e materiais acessíveis, em formato impresso ou em mídia removível. Uma seta curva conduz esses materiais para um bloco que representa a escola, identificada como espaço sem conectividade estável, no qual professor e estudante interagem, mediados pelos princípios do DUA, a partir de materiais físicos. Uma seta desce desse bloco para uma caixa final que sintetiza os resultados do cenário: uso assimétrico da IAG, materiais pré-preparados acessíveis, pastas de acessibilidade físicas e autonomia preservada sem internet.