

Estado da publicação: O preprint não foi publicado em outro meio.

Tecnologias digitais a serviço do desenho universal para aprendizagem: da Web 1.0 à Web 3.0

Keli Casagrande, Leocilêa Aparecida Vieira Vieira, Roseneide Maria Batista Cirino

<https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.17999>

Submetido em: 2026-09-08

Postado em: 2026-09-11 (versão 1)

(AAAA-MM-DD)

TECNOLOGIAS DIGITAIS A SERVIÇO DO DESENHO UNIVERSAL PARA APRENDIZAGEM: DA WEB 1.0 À WEB 3.0

DIGITAL TECHNOLOGIES IN THE SERVICE OF UNIVERSAL DESIGN FOR LEARNING: FROM WEB 1.0 TO WEB 3.0

Leociléa Aparecida VIEIRA

e-mail: leocilea.vieira@unespar.edu.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3879-4518>

Universidade estadual do Paraná/ Unespar

Roseneide Maria Batista CIRINO

e-mail: roseneide.cirino@unespar.edu.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5107-8826>

Universidade estadual do Paraná/ Unespar

Keli CASAGRANDE

e-mail: kelicasagrande@hotmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-9898-8842>

Universidade estadual do Paraná/ Unespar

RESUMO: A articulação entre tecnologias digitais e os princípios do Desenho Universal para Aprendizagem (DUA) oferece possibilidades para a construção de práticas pedagógicas mais acessíveis e flexíveis. As transformações da Web, da navegação predominantemente unidirecional da Web 1.0 às possibilidades de integração, processamento inteligente de dados e personalização associadas à Web 3.0, modificaram as formas de interação, produção e circulação do conhecimento, trazendo novos desafios e possibilidades para a organização do currículo. Este estudo teve como objetivo analisar como a evolução das tecnologias digitais, da Web 1.0 à Web 3.0, ampliou as possibilidades de implementação dos princípios do DUA, particularmente no que se refere à acessibilidade, à flexibilidade curricular e à participação dos estudantes. Trata-se de um estudo teórico-bibliográfico, de abordagem qualitativa, desenvolvido a partir de produções acadêmicas localizadas no Portal de Periódicos CAPES, SciELO e BDTD. A análise indica que a Web 1.0 ampliou as possibilidades de acesso à informação, embora com recursos mais restritos de interação e autoria; a Web 2.0 expandiu as possibilidades de interação, colaboração e autoria; e a Web 3.0 incorporou novas possibilidades de integração, processamento inteligente, personalização e adaptação. Evidenciou-se, contudo, que a ampliação das possibilidades tecnológicas não produz inclusão de forma automática, dependendo de sua articulação intencional com o planejamento pedagógico orientado pelo DUA. Conclui-se que o potencial inclusivo das tecnologias digitais não reside apenas em sua evolução técnica, mas nas formas como são pedagogicamente mobilizadas para antecipar e reduzir barreiras e ampliar as condições de participação e aprendizagem.

PALAVRAS-CHAVE: tecnologias digitais. Desenho Universal para Aprendizagem. Web 3.0. personalização da aprendizagem.

ABSTRACT: The integration of digital technologies with the principles of Universal Design for Learning (UDL) offers opportunities for developing more accessible and flexible teaching practices. The evolution of the Web—from the predominantly one-way navigation of Web 1.0 to the possibilities for integration, intelligent data processing, and personalization associated with Web 3.0 has transformed

the ways in which knowledge is interacted with, produced, and disseminated, presenting new challenges and opportunities for curriculum design. The objective of this study was to analyze how the evolution of digital technologies, from Web 1.0 to Web 3.0, has expanded the possibilities for implementing the principles of DUA, particularly with regard to accessibility, curricular flexibility, and student participation. This is a theoretical-bibliographic study with a qualitative approach, based on academic publications found on the CAPES Journal Portal, SciELO, and BDTD. The analysis indicates that Web 1.0 expanded the possibilities for accessing information, albeit with more limited resources for interaction and authorship; Web 2.0 expanded the possibilities for interaction, collaboration, and authorship; and Web 3.0 incorporated new possibilities for integration, intelligent processing, personalization, and adaptation. It became evident, however, that the expansion of technological possibilities does not automatically lead to inclusion; rather, it depends on their intentional integration with pedagogical planning guided by the DUA. It is concluded that the inclusive potential of digital technologies lies not only in their technical evolution but in the ways, they are pedagogically mobilized to anticipate and reduce barriers and expand the conditions for participation and learning.

KEYWORDS: digital technologies. Universal Design for Learning. Web 3.0. personalized learning.

INTRODUÇÃO

[...] a tecnologia, sendo propriedade social, em sentido econômico e ético, representará um benefício para o homem se a sociedade que a engendra e utiliza for, ela própria, um bem para o homem.

(Vieira Pinto, 2005, p. 702)

Este estudo analisa a relação entre as tecnologias digitais e o Desenho Universal para Aprendizagem (DUA), considerando as transformações vivenciadas pelo contexto educacional nas últimas décadas, impulsionadas pelo avanço das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC). Desde o surgimento da *Web 1.0*, caracterizada pela predominância de formas unidirecionais de navegação e consumo de informação, até as possibilidades associadas à *Web 3.0*, marcadas pela crescente personalização, integração de dados e presença de sistemas inteligentes. Nesse contexto, ampliaram-se também as possibilidades e os desafios relacionados à mediação pedagógica em práticas interativas, colaborativas e inclusivas. Diante disso, o processo de ensino e aprendizagem passou a demandar formas de mediação pedagógica capazes de favorecer práticas mais interativas, colaborativas e inclusivas. Conforme Almeida (2018, p. 16).

É preciso reinventar a educação, analisar as contribuições, os riscos e as mudanças advindas da interação com a cultura digital, da integração das TDIC, dos recursos, das interfaces e das linguagens midiáticas à prática pedagógica, explorar o potencial de integração entre espaços profissionais, culturais e educativos para a criação de contextos autênticos de aprendizagem mediados pelas tecnologias.

Almeida (2018) também destaca a necessidade de recontextualizar as metodologias de ensino diante das práticas sociais associadas à cultura digital, articulando mídias e TDIC a formas mais ativas de aprendizagem.

Nessa perspectiva, integrar as tecnologias à educação não se restringe ao uso de ferramentas digitais, mas implica repensar concepções de currículo, ensino e aprendizagem. Nesse sentido, o desafio está em articular os avanços tecnológicos aos princípios da inclusão e da equidade, assegurando condições de acesso, participação e aprendizagem a todos os estudantes. É nesse cenário que se insere o Desenho Universal para Aprendizagem (DUA), desenvolvido pelo *Center for Applied Special Technology* (CAST), nos Estados Unidos, como um referencial para a construção de propostas pedagógicas acessíveis e flexíveis (CAST, 2024).

O DUA se fundamenta em três princípios que subsidiam o planejamento pedagógico orientado à antecipação e à redução de barreiras, a ampliação das formas de acesso ao conhecimento e à participação: múltiplos meios de engajamento, múltiplos meios de representação e múltiplos meios de ação e expressão (Rose; Meyer, 2002; CAST, 2024).

Desde a publicação da primeira versão das Diretrizes, em 2008, o DUA vem sendo atualizado em um processo dinâmico e colaborativo, fundamentado em pesquisas e nas contribuições de profissionais e da comunidade vinculada ao campo. A versão 3.0, lançada pelo CAST em julho de 2024, constitui a quinta iteração das Diretrizes e amplia o olhar sobre a variabilidade dos estudantes, incorporando de modo mais explícito questões relacionadas à identidade e às barreiras individuais, institucionais e sistêmicas, incluindo aquelas enraizadas em preconceitos e sistemas de exclusão (CAST, 2024).

Embora a atualização das Diretrizes 3.0 não esteja circunscrita às tecnologias, estudos recentes evidenciam que os recursos tecnológicos atravessam diferentes possibilidades de sua implementação (Sebastián-Heredero, 2026).

Essa aproximação não significa, contudo, que a tecnologia, por si só, produza inclusão. O próprio DUA não pressupõe a utilização obrigatória de recursos tecnológicos, uma vez que seus princípios podem orientar o planejamento pedagógico com ou sem esses recursos. Nesse sentido, o potencial inclusivo das tecnologias relaciona-se menos à sua presença ou sofisticação e mais às possibilidades de ampliar a flexibilidade curricular, diversificar formas de acesso ao conhecimento e favorecer diferentes modos de participação e expressão, quando articuladas a um planejamento pedagógico intencional (Sebastián-Heredero, 2026).

Frente ao exposto, este estudo busca resposta ao seguinte questionamento: *Como a evolução das tecnologias digitais, da Web 1.0 à Web 3.0, ampliou as possibilidades de implementação dos princípios do DUA?*

A fim de responder essa pergunta, este artigo tem como objetivo analisar como a evolução das tecnologias digitais, da *Web 1.0* à *Web 3.0*, ampliou as possibilidades de implementação dos princípios do DUA, particularmente no que se refere à acessibilidade, à flexibilidade curricular e à participação dos estudantes. Para responder à questão proposta, desenvolveu-se um estudo teórico-bibliográfico de abordagem qualitativa, cujo percurso metodológico é apresentado em seção específica. Além desta introdução, o artigo organiza a discussão em três movimentos: a evolução das tecnologias digitais da *Web 1.0* à *Web 3.0*; os fundamentos e o desenvolvimento do DUA; e a análise das relações entre tecnologias digitais e seus princípios. Ao final, são apresentadas as considerações decorrentes da análise.

2 A EVOLUÇÃO DAS TECNOLOGIAS DIGITAIS: DA *WEB 1.0* À *WEB 3.0*

sem a tecnologia não se faz a transformação do homem para um mundo mais democrático e humano. Mas ela sozinha não fará isso. Ao contrário, pode mesmo impedir, se não for guiada intencionalmente por um projeto político-pedagógico que a isso se dedique.

(Almeida, 2009, p.52)

Este item discute como a incorporação das tecnologias digitais à educação acompanha transformações no desenvolvimento da internet e nas formas de interação social mediadas por tecnologias, considerando que diferentes configurações da Web ampliaram possibilidades de acesso, comunicação, autoria, colaboração e personalização nos contextos educacionais.

2.1 *Web 1.0*: a predominância da comunicação unidirecional

A *Web 1.0*, desenvolvida sobretudo durante a década de 1990, caracterizou-se pela predominância de páginas estáticas e por formas de comunicação nas quais os usuários atuavam principalmente como leitores e consumidores de conteúdos, com possibilidades comparativamente reduzidas de interação e autoria (Gabriel, 2013). Já Bento (2017, p. 39) acrescenta que “a Web era, grosso modo, estática e assentava numa dinâmica de páginas que permitiam aceder a outras páginas”.

No campo educacional, a *Web 1.0* ampliou as possibilidades de acesso a conteúdo e fontes de informação, embora suas características técnicas oferecessem recursos mais restritos para interação, autoria compartilhada e colaboração em comparação às gerações posteriores da Web. Em práticas pedagógicas predominantemente transmissivas, essas características podiam

favorecer usos centrados na disponibilização e consulta de informações, sem que isso implicasse necessariamente transformação das relações de ensino e aprendizagem.

Sob a perspectiva do DUA, as características da Web 1.0 podem ser associadas principalmente à ampliação do acesso a fontes e formatos digitais de informação. Entretanto, suas possibilidades mais restritas de interação e autoria evidenciam que o acesso, isoladamente, não é suficiente para assegurar participação, engajamento ou múltiplas formas de ação e expressão.

2.2 Web 2.0: colaboração, participação e autoria

A Web 2.0 caracteriza-se pela ampliação das possibilidades de interação, participação e produção colaborativa. *Blogs, wikis, fóruns* e redes sociais transformaram a internet em um espaço de autoria compartilhada, no qual os usuários deixaram de ser apenas consumidores para tornarem-se coprodutores de informações (O'Reilly, 2005; Branco, 2023).

No campo educacional, essas características ampliaram não apenas as possibilidades de acesso à informação, mas também as formas de participação, produção e compartilhamento do conhecimento. Buzato (2010) associa os novos letramentos digitais a uma lógica que valoriza a participação, o conhecimento distribuído, o compartilhamento de conteúdo, a experimentação e a troca colaborativa. Nessa perspectiva, as possibilidades educacionais da Web 2.0 não decorrem simplesmente da utilização de ferramentas digitais, mas das formas como professores e estudantes se apropriam desses recursos e os integram às práticas pedagógicas.

Sob a perspectiva do DUA, as possibilidades de interação, autoria e produção colaborativa associadas à Web 2.0 ampliam as alternativas de engajamento e de ação e expressão dos estudantes. Entretanto, a disponibilidade desses recursos não garante, por si mesma, participação ou acessibilidade, uma vez que suas possibilidades dependem das condições de acesso e das formas de apropriação e integração ao planejamento pedagógico.

2.3 Web 3.0: semântica, integração e personalização

A expressão Web 3.0 tem sido utilizada para caracterizar uma etapa de desenvolvimento da Web associada, entre outros aspectos, à organização semântica das informações, à interoperabilidade, ao processamento inteligente de dados e à crescente personalização de serviços digitais (Rajiv; Lal, 2011). Mais do que uma ruptura claramente delimitada em relação

às configurações anteriores, a Web 3.0 pode ser compreendida como uma progressão do ecossistema digital. Bento (2017, p. 44) complementa que

ao contrário da sua antecessora, a Web 3.0 não é uma reinvenção, mas antes uma progressão, melhoramento ou otimização das ferramentas e canais que já existem. Esta Web centra-se numa atualização tecnológica e programática, que visa tornar toda a rede mais eficiente nas suas mais diversas utilidades.

No campo educacional, as características associadas à *Web 3.0* ampliam as possibilidades de personalização e adaptação dos ambientes digitais de aprendizagem. A utilização de agentes inteligentes, algoritmos de recomendação e sistemas capazes de processar dados pode favorecer a organização de conteúdos e percursos formativos mais responsivos às interações dos estudantes. Costa e Bouzada (2025) destacam, nesse contexto, as possibilidades de criação de trilhas de aprendizagem adaptativas e de experiências educacionais mais interativas e personalizadas.

Essas possibilidades de personalização e adaptação podem ser articuladas aos princípios do DUA ao ampliarem as alternativas de apresentação de conteúdos, interação e apoio à aprendizagem. Essa aproximação, contudo, não significa que sistemas adaptativos respondam, por si mesmos, à variabilidade dos estudantes, uma vez que sua contribuição depende das barreiras presentes no contexto, dos objetivos de aprendizagem e das decisões realizadas no planejamento pedagógico.

A maior capacidade de personalização tecnológica também não corresponde necessariamente a maior inclusão educacional. Ambientes adaptativos e sistemas orientados por dados introduzem desafios relacionados à acessibilidade, à desigualdade de acesso, à formação docente, à privacidade e ao tratamento de dados. Sebastián-Heredero (2026) adverte que as tecnologias podem tanto contribuir para a redução de barreiras quanto produzir novas formas de exclusão quando as condições estruturais, pedagógicas e éticas de sua utilização não são consideradas.

Rajiv e Lal (2011) sintetizam as transformações entre as gerações da *Web* ao caracterizarem a *Web 1.0* pela predominância da leitura, a *Web 2.0* pela ampliação das possibilidades de leitura e escrita colaborativa e a *Web 3.0* pela incorporação da execução e do processamento inteligente. Essa trajetória evidencia uma ampliação progressiva das possibilidades tecnológicas de acesso à informação, interação, autoria, colaboração e personalização.

Ao reconhecer essas transformações, torna-se possível compreender que o desenvolvimento da *Web* não constitui uma trajetória paralela ou equivalente à evolução do

DUA. Enquanto as gerações da *Web* dizem respeito a mudanças de natureza sociotécnica, o DUA constitui um referencial pedagógico voltado à antecipação e à redução de barreiras e à consideração da variabilidade dos estudantes. A relação entre ambos se estabelece, portanto, nas possibilidades de apropriação pedagógica dos recursos tecnológicos, e não em uma correspondência direta entre suas versões.

DESENHO UNIVERSAL PARA APRENDIZAGEM: FUNDAMENTOS E EVOLUÇÃO

A educação tem de surpreender, cativar, conquistar os estudantes a todo momento. A educação precisa encantar, entusiasmar, seduzir, apontar possibilidades e realizar novos conhecimentos e práticas. O conhecimento se constrói com base em constantes desafios, atividades significativas que excitam a curiosidade, a imaginação e a criatividade.

(Moran, 2007, p.21)

O Desenho Universal para Aprendizagem (DUA) constitui-se como um referencial para o planejamento pedagógico fundamentado no reconhecimento da variabilidade humana, orientando a antecipação e a redução de barreiras e a ampliação das oportunidades de participação e aprendizagem. Suas raízes remontam ao Desenho Universal (DU), desenvolvido inicialmente no campo da arquitetura a partir das proposições de Ronald Mace, voltadas à concepção de produtos e ambientes que pudessem ser utilizados pelo maior número possível de pessoas, sem a necessidade de adaptações posteriores. No campo educacional, essa perspectiva assume outros desdobramentos, deslocando a atenção da acessibilidade dos espaços físicos para as barreiras presentes nos contextos de ensino e aprendizagem (Bock *et al.*, 2018).

No campo educacional, o desenvolvimento do DUA está associado aos trabalhos conduzidos por David Rose e outros pesquisadores vinculados ao CAST, que passaram a investigar formas de ampliar o acesso dos estudantes aos conteúdos curriculares diante da heterogeneidade presente nos contextos educacionais (Vieira; Cirino, 2021).

O desenvolvimento do DUA amplia essa concepção ao deslocar o foco das características individuais dos estudantes para as barreiras presentes nos currículos e nos contextos de aprendizagem. Nessa perspectiva, em vez de planejar uma proposta para a turma e realizar adaptações posteriores para determinados estudantes, busca-se considerar, desde o planejamento, a variabilidade presente nos modos de acessar, participar e se relacionar com o conhecimento. Bock *et al.* (2018) destacam que essa compreensão transfere a responsabilidade

pelas adequações centradas no estudante para a organização dos ambientes e contextos de aprendizagem, aproximando o DUA de uma perspectiva educacional comprometida com a redução de barreiras.

Entre seus fundamentos, o DUA dialoga com pesquisas das ciências da aprendizagem e da neurociência, reconhecendo a variabilidade dos estudantes nas formas de engajamento, percepção e processamento das informações, bem como de ação e expressão. Essa compreensão contrapõe-se a concepções de ensino orientadas por um estudante considerado padrão e sustenta a proposição de currículos flexíveis, capazes de oferecer diferentes caminhos, suportes e recursos, ampliando as condições de acesso, participação e aprendizagem (CAST, 2024).

Zerbato (2018, p. 56) destaca que o DUA

consiste em um conjunto de princípios baseados na pesquisa e constitui um modelo prático que objetiva maximizar as oportunidades de aprendizagem para todos os estudantes. Desse modo, auxilia os educadores e demais profissionais na adoção de objetivos de aprendizagem adequados, escolhendo e desenvolvendo materiais e métodos eficientes para a elaboração de formas mais justas e aprimoradas de avaliar o progresso de todos os estudantes.

Essa perspectiva evidencia o caráter proativo do DUA: as condições de acessibilidade são consideradas desde o planejamento, em vez de serem incorporadas apenas após a identificação de dificuldades ou barreiras enfrentadas pelos estudantes.

O DUA organiza-se em três princípios centrais: múltiplos meios de engajamento, relacionados às diferentes formas de interesse, participação, esforço e envolvimento na aprendizagem; múltiplos meios de representação, referentes às diferentes maneiras de apresentar e tornar acessíveis informações e conteúdos; e múltiplos meios de ação e expressão, relacionados às possibilidades pelas quais os estudantes interagem com a aprendizagem e demonstram seus conhecimentos. Esses princípios se desdobram em diretrizes e considerações que orientam o planejamento de experiências de aprendizagem mais acessíveis e flexíveis (CAST, 2024).

Desde a publicação da primeira versão das Diretrizes, em 2008, o DUA vem sendo atualizado em um processo dinâmico, colaborativo e fundamentado em pesquisas e no retorno de profissionais e da comunidade vinculada ao campo. Esse percurso resultou em diferentes versões das Diretrizes e, mais recentemente, na versão 3.0, lançada pelo CAST em julho de 2024. A atualização mais recente ampliou a compreensão da variabilidade dos estudantes ao incorporar de modo mais explícito questões relacionadas à identidade, ao pertencimento, à interdependência e às barreiras individuais, institucionais e sistêmicas (CAST, 2024).

As tecnologias estiveram presentes desde as origens do DUA, inicialmente relacionadas à busca por maior acessibilidade aos conteúdos curriculares e, posteriormente, exploradas em suas possibilidades de reduzir barreiras e ampliar as formas de acesso e participação dos estudantes. Essa relação permanece nas Diretrizes 3.0, embora a tecnologia não seja apresentada como requisito para a implementação do DUA (Sebastián-Herederro, 2026).

A presença das tecnologias no desenvolvimento do DUA não significa, contudo, que elas constituam condição para sua implementação. Sua contribuição reside nas possibilidades de ampliar a flexibilidade e a acessibilidade e diversificar os meios de engajamento, representação e ação e expressão. Assim, a relação entre tecnologias e DUA não deve ser compreendida como uma correspondência entre gerações tecnológicas e versões do referencial, mas a partir das possibilidades de articulação entre recursos tecnológicos e princípios pedagógicos voltados à redução de barreiras e à ampliação das oportunidades de participação e aprendizagem.

TECNOLOGIA A SERVIÇO DO DESENHO UNIVERSAL PARA APRENDIZAGEM

A tecnologia por si só não cria um ambiente de aprendizagem que apoie a todos os estudantes; requer um planejamento cuidadoso, que pode ser alcançado por meio da abordagem do Desenho Universal para Aprendizagem.

(Sebastián-Herederro, 2026, p. 5, tradução nossa)

Embora não constituam condição para a implementação do DUA, as tecnologias digitais ampliam o repertório de recursos que pode ser mobilizado no planejamento pedagógico para oferecer diferentes possibilidades de acesso, participação, interação e expressão. Sua contribuição, nessa perspectiva, relaciona-se às formas como os recursos são selecionados e articulados aos objetivos de aprendizagem, à variabilidade dos estudantes e às barreiras presentes nos contextos educacionais.

Ao analisar a presença das tecnologias nas Diretrizes do DUA 3.0, Sebastián-Herederro (2026) identificou referências explícitas em 11 das 36 considerações, distribuídas em seis das nove diretrizes e contemplando os três princípios do DUA: engajamento, representação e ação e expressão. Esses dados evidenciam que as tecnologias estão presentes em diferentes dimensões do referencial, não se restringindo a um único princípio ou finalidade pedagógica.

No âmbito da representação, recursos digitais podem ampliar as possibilidades de acesso à informação ao oferecer alternativas como conversão de texto em voz, legendagem,

ampliação e personalização visual, descrição de conteúdos e diferentes combinações entre texto, áudio, imagem e vídeo. Ambientes digitais também permitem disponibilizar materiais em diferentes formatos e incorporar recursos de acessibilidade, diversificando as formas pelas quais as informações podem ser percebidas e compreendidas (Sebastián-Herederó, 2026).

No princípio do engajamento, recursos digitais podem ampliar possibilidades de interação, colaboração e participação, oferecendo diferentes formas de envolvimento com as atividades e com os demais participantes do processo educativo. Vieira e Cirino (2021), ao analisarem práticas desenvolvidas com tecnologias digitais articuladas ao DUA, identificaram possibilidades de maior interação e participação dos estudantes, destacando também a importância da mediação docente nesse processo. No âmbito da ação e expressão, as Diretrizes 3.0 contemplam materiais acessíveis, tecnologias e ferramentas assistivas e acessíveis, múltiplos meios de comunicação e diferentes ferramentas para construção, composição e criatividade (CAST, 2024; Costa-Renders *et al.*, 2025). Essas possibilidades diversificam os meios pelos quais os estudantes podem interagir com as atividades, construir produções e expressar seus conhecimentos.

No contexto da Web 3.0, sistemas baseados em inteligência artificial, agentes inteligentes e recursos orientados por dados ampliam as possibilidades de personalização e adaptação de conteúdos e percursos educacionais (Costa; Bouzada, 2025). No campo educacional, essas funcionalidades podem favorecer diferentes formas de acesso, interação e apoio à aprendizagem. Entretanto, personalização tecnológica e consideração da variabilidade humana não são conceitos equivalentes. A articulação entre personalização e DUA requer que esses recursos sejam mobilizados a partir dos objetivos de aprendizagem, das barreiras presentes no ambiente e das condições concretas de participação dos estudantes.

O potencial das tecnologias para apoiar o DUA, contudo, não elimina os desafios associados à sua utilização. Além de poderem reproduzir barreiras quando não são concebidos ou selecionados com critérios de acessibilidade, os recursos digitais estão condicionados a fatores como infraestrutura, conectividade, disponibilidade de equipamentos e formação docente. No caso de sistemas baseados em dados e inteligência artificial, acrescentam-se questões relacionadas à privacidade, à vigilância algorítmica e ao tratamento de dados sensíveis (Sebastián-Herederó, 2026). Assim, a incorporação de tecnologias ao planejamento orientado pelo DUA requer não apenas domínio técnico, mas decisões pedagógicas, éticas e contextualmente situadas, mantendo-se central o papel do professor na seleção crítica dos recursos e em sua articulação com os objetivos de aprendizagem.

A partir dessa análise, compreende-se que a contribuição das tecnologias digitais para o DUA não reside em uma relação automática entre inovação tecnológica e inclusão, mas na ampliação das possibilidades pedagógicas disponíveis para a implementação de seus princípios. As transformações tecnológicas ocorridas da Web 1.0 à Web 3.0 ampliaram progressivamente o repertório de recursos que pode ser mobilizado para favorecer diferentes formas de acesso à informação, interação, autoria, colaboração, engajamento, representação e ação e expressão. Entretanto, a conversão dessas possibilidades em condições efetivas de participação e aprendizagem depende de sua articulação aos objetivos de aprendizagem, à antecipação de barreiras e à consideração da variabilidade dos estudantes. Nesse sentido, a evolução tecnológica não tornou a educação progressivamente inclusiva por si mesma, mas ampliou as possibilidades disponíveis para a implementação dos princípios do DUA.

FIM!...OU REINÍCIO DA ROTA

O conhecimento é algo inacabado. O sujeito é um eterno aprendiz e, enquanto seres inconclusos, homens e mulheres se sabem condicionados, mas a consciência indica a possibilidade de ir além, de não ficar determinados.

(Vieira, 2011, p. 79)

A análise desenvolvida neste estudo permitiu compreender que as transformações das tecnologias digitais, da Web 1.0 à Web 3.0, ampliaram as possibilidades de implementação dos princípios do DUA. Esse movimento não ocorreu de maneira linear ou automática. Enquanto a Web 1.0 ampliou principalmente as possibilidades de acesso à informação, a Web 2.0 expandiu as condições de interação, colaboração e autoria, e a Web 3.0 incorporou novas possibilidades de integração, processamento inteligente, personalização e adaptação. Tais transformações ampliaram o repertório de recursos que pode ser mobilizado no planejamento pedagógico orientado pelo DUA.

Essa ampliação, entretanto, não significa que o desenvolvimento tecnológico tenha tornado a educação progressivamente mais inclusiva. A análise evidencia que as possibilidades oferecidas pelas tecnologias somente adquirem sentido no âmbito do DUA quando articuladas aos objetivos de aprendizagem, à antecipação e à redução de barreiras e à consideração da variabilidade dos estudantes. Desse modo, a contribuição das tecnologias não reside em sua presença ou sofisticação, mas nas possibilidades pedagógicas que oferecem para diversificar as formas de acesso, participação, engajamento, representação e ação e expressão.

Nesse sentido, a relação entre a evolução das tecnologias digitais e o desenvolvimento do DUA não deve ser compreendida como uma correspondência entre gerações da *Web* e versões das Diretrizes. Trata-se de processos distintos que se encontram nas possibilidades de apropriação pedagógica dos recursos tecnológicos. Se, por um lado, as transformações da *Web* ampliaram progressivamente as formas de acesso, interação, autoria, colaboração e personalização, por outro, o DUA oferece princípios para que essas possibilidades sejam analisadas e mobilizadas a partir das barreiras presentes nos contextos educacionais e das condições de participação e aprendizagem dos estudantes.

Essa compreensão também reafirma a centralidade do planejamento pedagógico e do papel docente. Recursos digitais, sistemas adaptativos ou ferramentas baseadas em inteligência artificial podem ampliar possibilidades de flexibilização e acessibilidade, mas também podem reproduzir ou produzir novas barreiras quando desconsideram critérios de acessibilidade, condições de acesso, aspectos éticos e as características dos contextos nos quais são utilizados. A tecnologia constitui, portanto, uma possibilidade de apoio à implementação do DUA, e não uma condição para sua efetivação.

Por se tratar de um estudo teórico-bibliográfico, as análises realizadas circunscrevem-se às produções selecionadas e às relações conceituais estabelecidas entre a evolução das tecnologias digitais e os princípios do DUA. Estudos futuros poderão aprofundar essa discussão a partir de investigações empíricas que analisem como diferentes recursos e configurações tecnológicas são incorporados ao planejamento pedagógico orientado pelo DUA e em que condições contribuem efetivamente para a redução de barreiras à participação e à aprendizagem.

Assim, mais do que estabelecer uma trajetória na qual tecnologias progressivamente mais avançadas corresponderiam a práticas educacionais mais inclusivas, o percurso analisado permite compreender a evolução tecnológica como uma ampliação de possibilidades. Transformar essas possibilidades em condições efetivas de acesso, participação e aprendizagem permanece uma questão pedagógica, ética e contextual. Nesse sentido, o final dessa rota não representa um ponto de chegada, mas a abertura para novas formas de pensar a relação entre tecnologias, planejamento pedagógico e variabilidade humana.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Fernando José de. **Ementa da disciplina Políticas Públicas de Educação e Novas Mídias**. São Paulo: PUC-SP. 2º semestre de 2009.

ALMEIDA, Maria Elizabeth Bianconcini de. Apresentação. In: BACICH, Lilian; MORAN, José. **Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática**. Porto Alegre: Penso, 2018. p.14-21.

BENTO, Pedro. **Uma realidade desconhecida que conhecemos muito bem: os desafios do marketing futuro à luz da web 3.0**. 2017. Dissertação (Mestrado em Publicidade e Marketing) –Escola Superior de Comunicação Social, Instituto Politécnico de Lisboa, Lisboa, 2017. Disponível em: <https://repositorio.ipl.pt/entities/publication/377c48f6-04f6-4d4e-a034-0e95f9d2a783/full>. Acesso em: 1 nov. 2025.

BOCK, G. L. K.; GESSER, M.; NUERNBERG, A. H.. Desenho Universal para a Aprendizagem: a Produção Científica no Período de 2011 a 2016. **Revista Brasileira de Educação Especial**, v. 24, n. 1, p. 143–160, jan. 2018.

BRANCO, S. Da *web 1.0* à *web 3.0* e além. **Revista Observatório Itaú Cultural**, São Paulo, n. 35, 2023.

BUZATO, M. E. K. Cultura digital e apropriação ascendente: apontamentos para uma educação 2.0. **Educação em Revista**, v. 26, n. 3, p. 283–303, dez. 2010.

CAST. **CAST Universal Design for Learning Guidelines version 3.0**. Wakefield, MA: CAST, 2024.

COSTA, Renato dos Santos da; BOUZADA, Marco Aurélio Carino. Educação digital e as gerações da web: desdobramentos da Educação a Distância no contexto contemporâneo. **Revista Educação Pública**, Rio de Janeiro, v. 25, nº 22, 18 de junho de 2025. Disponível em: <https://educacaopublica.cecierj.edu.br/artigos/25/22/educacao-digital-e-as-geracoes-da-web-desdobramentos-da-educacao-a-distancia-no-contexto-contemporaneo>

COSTA-RENDERS, E. C., Gonçalves, M. A. do N., & Santos, M. H. dos. O *design* universal para aprendizagem: uma abordagem curricular na escola inclusiva. **Revista E-Curriculum**, v. 19, n. 2, p. 705–728, 2021. <https://doi.org/10.23925/1809-3876.2021v19i2p705-728>

GABRIEL, M. **Educ@r: a (r)evolução digital na educação**. São Paulo: Saraiva, 2013.

MORAN, José Manuel. **A educação que desejamos: novos desafios e como chegar lá**. Campinas, SP: Papirus, 2007.

O'REILLY, Tim. *What is Web 2.0: Design patterns and business models for the next generation of software*. **O'Reilly Media**, 2005. Disponível em: <https://www.oreilly.com/pub/a/web2/archive/what-is-web-20.html>. Acesso em: 3 nov. 2025.

RAJIV; LAL, Manohar. Web 3.0 in Education & Research. **BVICAM's International Journal of Information Technology**, v. 3, n. 2, p. 335-340, 2011.

ROSE, D. H.; MEYER, A. **Teaching every student in the digital age: Universal Design for Learning**. Alexandria, VA: ASCD, 2002.

SEBASTIÁN-HEREDERO, Eladio. Las tecnologías como soporte en el Diseño Universal para el Aprendizaje 3.0. **Revista Diálogos e Perspectivas em Educação Especial**, v. 13, n. 2, e026012, 2026. DOI: 10.36311/2358-8845.2026.v13n2.e026012.

VIEIRA, Leociléa Aparecida; CIRINO, Roseneide Maria Batista. Desenho Universal para a Aprendizagem (DUA) e as tecnologias digitais: rompendo barreiras promovendo aprendizagem. *Research, Society and Development*, v. 10, n. 1, e52310112045, 2021. DOI: 10.33448/rsd-v10i1.112045.

VIEIRA, Leociléa Aparecida. **Entre o real e o virtual: a Educação a Distância (EaD) como espaço para o educar (aprender e ensinar) pela pesquisa**. 2011. 199 f. Tese (Doutorado em Educação: Currículo) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2011.

VIEIRA PINTO, Álvaro. **O conceito de tecnologia**. 2. ed. Rio de Janeiro: Contraponto, 2005.

ZERBATO, A. P. **Desenho Universal para Aprendizagem na perspectiva da inclusão escolar: potencialidades e limites de uma formação colaborativa**. 2018. Tese (Doutorado em Educação Especial) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2018.

DECLARAÇÃO SOBRE DISPONIBILIDADE DE DADOS

Por se tratar de um estudo teórico-bibliográfico, não foram produzidos dados primários. As fontes utilizadas na análise estão identificadas nas referências do manuscrito.

DECLARAÇÃO DE CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA

Leociléa Aparecida Vieira – Conceitualização; Metodologia; Investigação; Curadoria de dados; Escrita – rascunho original; revisão e edição.

Roseneide Maria Batista Cirino – Conceitualização; Metodologia; Investigação; Escrita – rascunho original.

Keli Casagrande – Investigação; Curadoria de dados; Escrita – revisão e edição.

DECLARAÇÃO DE USO DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL (IA)

Para a elaboração deste manuscrito, foi utilizado o ChatGPT, da OpenAI, incluindo o modelo GPT-5.6 Sol, como ferramenta de apoio à revisão da escrita, com a finalidade de aprimorar a clareza e a coesão de trechos previamente elaborados pelas autoras. Todo o conteúdo resultante desse processo foi revisado criticamente pelas autoras, que assumem integral responsabilidade pela precisão, fundamentação, originalidade e versão final do manuscrito.

DECLARAÇÃO DE CONFLITO DE INTERESSE

As autoras declaram não haver conflito de interesse relacionado ao presente artigo.

Este preprint foi submetido sob as seguintes condições:

- Os autores declaram que os necessários Termos de Consentimento Livre e Esclarecido de participantes ou pacientes na pesquisa foram obtidos e estão descritos no manuscrito, quando aplicável.
- Os autores declaram que a elaboração do manuscrito seguiu as normas éticas de comunicação científica.
- Os autores declaram que estão cientes que são os únicos responsáveis pelo conteúdo do preprint e que o depósito no SciELO Preprints não significa nenhum compromisso de parte do SciELO, exceto sua preservação e disseminação.
- Os autores declaram que os dados, aplicativos e outros conteúdos subjacentes ao manuscrito estão referenciados.
- O manuscrito depositado está no formato PDF.
- Os autores declaram que a pesquisa que deu origem ao manuscrito seguiu as boas práticas éticas e que as necessárias aprovações de comitês de ética de pesquisa, quando aplicável, estão descritas no manuscrito.
- Os autores declaram que uma vez que um manuscrito é postado no servidor SciELO Preprints, o mesmo só poderá ser retirado mediante pedido à Secretaria Editorial do SciELO Preprints, que afixará um aviso de retratação no seu lugar.
- Os autores concordam que o manuscrito aprovado será disponibilizado sob licença [Creative Commons CC-BY](#).
- O autor submissor declara que as contribuições de todos os autores e declaração de conflito de interesses estão incluídas de maneira explícita e em seções específicas do manuscrito.
- Os autores declaram que o manuscrito não foi depositado e/ou disponibilizado previamente em outro servidor de preprints ou publicado em um periódico.
- Caso o manuscrito esteja em processo de avaliação ou sendo preparado para publicação mas ainda não publicado por um periódico, os autores declaram que receberam autorização do periódico para realizar este depósito.
- O autor submissor declara que todos os autores do manuscrito concordam com a submissão ao SciELO Preprints.