

# Acessibilidade sob Desenho Universal para Ambientes Virtuais de Aprendizagem: um Mapeamento de Critérios e Desafios

Juliana S. L. Beda<sup>1</sup>, Poliana N. Ferreira<sup>1</sup>, Guilherme D. Belarmino<sup>1</sup>, Denise Goya<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação  
Universidade Federal do ABC

Avenida dos Estados, 5001, Santo André, SP, CEP 09210-580

{juliana.beda, poliana.ferreira, g.dias, denise.goya}@ufabc.edu.br

**Abstract.** *Education access is an universal right but it is often neglected to people with disabilities. To be accessible, virtual learning environment (VLE) needs to consider aspects since the interface to learning resources. This paper aims to present accessibility criteria for VLEs, following a systematic mapping review. It is discussed criteria for building accessible interfaces that attend the demands of universal design. Personalization is one of the most strategical resources to conciliate different impairments. It is presented problems and challenges for implementing VLEs on universal design principles.*

**Resumo.** *O acesso à educação é um direito negligenciado das pessoas com deficiência, embora garantido por lei. A construção de ambientes virtuais de aprendizagem (AVAs) inclusivos necessita considerar a autonomia de todas as pessoas na utilização da ferramenta. Este trabalho busca identificar, por meio de um mapeamento sistemático, critérios de acessibilidade para AVAs. São discutidos os critérios para a construção de interfaces acessíveis, que atendam às demandas de um desenho universal. A personalização é apontada como uma estratégia para conciliação de critérios para diferentes deficiências. São apresentados problemas e desafios para a implementação de um AVA com desenho universal.*

## 1. Introdução

A Declaração Universal dos Direitos Humanos de 1948 [Assembly 1948] preconiza que todos os seres humanos tenham garantido o direito à educação. Para usufruir de direitos fundamentais, como a educação, as pessoas com deficiência (PcD) necessitam de adaptação para vivenciar a experiência proposta. Essas adaptações favorecem a construção da autonomia e independência, o que promove melhoria da qualidade de vida, proporcionando a verdadeira inclusão [Frattari et al. 2013].

Em 2015, entrou em vigor a ‘Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência’ [Brasil 2015]. Essa lei oferece respaldo legal para a conquista de diferentes espaços pelas pessoas com deficiência, possibilitando o acesso aos espaços educacionais de todos os níveis e modalidades de ensino em instituições públicas e privadas. Embora assegurado por lei, esse direito é por vezes negligenciado, colocando as PcD à margem do processo educativo. Todo esse cenário foi ainda mais agravado com a pandemia de COVID-19, que colocou os estudantes fora da sala de aula presencial, na modalidade de ensino remoto, em Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVAs).

Os AVAs são ferramentas interdisciplinares que utilizam dos recursos tecnológicos como meio para fornecer os recursos pedagógicos adequados ao processo de ensino-aprendizagem. Para as PcD, esse ambiente precisa ser adaptado, projetado para suportar e oferecer tecnologias assistivas a todas as pessoas, incluindo as PcD. A proposta de um ambiente acessível a todos, sem distinção, é chamada de desenho universal, cujos princípios devem ser atendidos na concepção de sistemas de informação [Brasil 2015]. Aplicado ao contexto da educação, existe ainda o desenho universal para aprendizagem (DUA) [CAST 2013], com o objetivo de eliminar barreiras para a aprendizagem. Um AVA com um desenho universal permite que pessoas com e sem deficiência possam navegar pelo ambiente, usufruir dos materiais pedagógicos, realizar as tarefas propostas e interagir socialmente, com autonomia. [Brischetto and Tosi 2016]

A evolução das diretrizes de acessibilidade *Web*, como por exemplo a WCAG<sup>1</sup> e o e-MAG<sup>2</sup>, contribuíram para a acessibilidade nos AVAs baseados na internet [Luís et al. 2017b]. Contudo, a acessibilidade em ambientes de aprendizagem precisa atender também as demandas da construção de conteúdos, avaliações e materiais pedagógicos acessíveis, chamados de maneira abrangente de objetos educacionais. O desconhecimento das necessidades de um desenho universal limita a construção de ambientes tecnológicos acessíveis [Freire et al. 2008] e compromete a qualidade dos materiais disponibilizados. O esforço para melhoria desses ambientes abrange desenvolvedores de sistema, *designers* de interface, *designers* instrucionais, tutores e educadores.

O objetivo deste trabalho é identificar os critérios de acessibilidade para o desenvolvimento de um AVA sob a perspectiva do desenho universal, compreendendo os problemas e desafios envolvidos nesse processo.

Este trabalho consiste em: seção 2: trabalhos relacionados; seção 3: metodologia; seção 4: resultados e discussões; seção 5: considerações finais e trabalhos futuros.

## 2. Trabalhos Relacionados

No artigo de [Luís et al. 2017a], é conduzida uma revisão sistemática da literatura sobre acessibilidade em AVAs, com o enfoque no Moodle. A pesquisa tem como objetivo identificar se existem métodos para a construção de AVAs acessíveis. A comprovação da existência dos métodos é feita por meio da análise de 8 artigos, publicados entre 2010 e 2016, selecionados nas 6 bases escolhidas para busca. Os principais métodos apontados são: Desenho Universal para Aprendizagem e Desenho Universal de Instrução. Os autores complementam com uma análise das características interdisciplinares do desenvolvimento de AVAs, fazendo uma relação com o método *Technological Pedagogical Content Knowledge* (TPACK). Contudo, o artigo não deixa claro o método aplicado na seleção nos motores de busca, o que dificulta a reprodução e validação dos resultados.

Em [Crisol-Moya et al. 2020], há uma revisão sistemática que visa apreender as necessidades tecnológicas e pedagógicas para a implementação de AVA acessível, buscando compreender o papel do DUA nas propostas educativas para o ensino superior. O trabalho ressalta a importância de contar com uma equipe técnica e pedagógica que consiga oferecer o suporte necessário a AVAs com desenho universal.

<sup>1</sup><https://www.w3.org/WAI/standards-guidelines/wcag/>

<sup>2</sup><http://emag.governoeletronico.gov.br/>

Outros trabalhos compilam critérios de acessibilidade para apenas uma deficiência, como [Canal and Sanchez 2015] para deficiência auditiva e [Sánchez et al. 2015] para deficiência visual.

Os autores de [Belarmino et al. 2021] apresentam critérios de acessibilidade visando um desenho universal, porém focando no desenvolvimento de jogos educacionais. Os critérios são categorizados pelo *framework* de desenvolvimento MDA (*Mechanics*, *Dynamics* e *Aesthetics*). Os jogos educacionais acessíveis seguindo o desenho universal apresentam critérios que podem ser importantes também para o caso de AVAs, mas não são explicitados quais podem ser aproveitados em outros ambientes.

O presente trabalho diferencia-se dos citados por propor uma análise da aplicação dos critérios de acessibilidade em AVAs visando um desenho universal. Os critérios são indicados de acordo com o tipo de deficiência, distinguindo, também, por quem eles devem ser tratados e em que momento (do desenvolvimento ou uso do AVA). Além disso, são apontados problemas e desafios que impactam a implementação do desenho universal nos AVAs.

### 3. Metodologia

A metodologia escolhida para o desenvolvimento do trabalho foi o mapeamento sistemático da literatura com base no protocolo proposto em [Kitchenham 2004]. O objetivo é analisar o que está sendo abordado nos trabalhos da área sobre critérios de acessibilidade para o desenvolvimento de AVAs acessíveis, trazendo também uma visão dos problemas e desafios envolvidos nesse processo.

#### 3.1. Questões de Pesquisa

As questões de pesquisa que orientaram a seleção dos artigos e mapeamento dos dados foram:

- QP1.:** Quais são os critérios para a construção de ambientes virtuais de aprendizagem com um desenho universal?
- QP2.:** Quais critérios não podem ser conciliados para diferentes deficiências e dificultam ou comprometem o projeto de um AVA com desenho universal?
- QP3.:** Quais são os problemas e desafios para o desenvolvimento de AVAs acessíveis?

A QP1 busca identificar quais são os critérios para o desenvolvimento de AVAs acessíveis, identificando os tipos de deficiência aos quais se aplicam e por quem serão aplicados (desenvolvedores ou *designer* instrucional/educadores). A QP2 busca entender os critérios que atendem diferentes deficiências e não podem ser conciliados, comprometendo a proposta de um AVA projetado com um desenho universal, ou seja, uma interface única para todos. A QP3 visa uma análise que identifique quais são os principais problemas e desafios encontrados no desenvolvimento de AVAs projetados com um desenho universal.

#### 3.2. *String* e Bases de Busca

As bases internacionais escolhidas foram a *ACM Digital Library*, *IEEE Digital Library* e *ISI Web of Science*. A escolha das bases considerou a relevância das bases e diversidade

**Tabela 1. Composição da String de Busca**

<b>Tópico</b>	<b>Termos em Inglês</b>	<b>Termos em Português</b>
Acessibilidade	<i>accessi* OR inclusion OR disab* OR impair*</i>	<i>“acessibilidade” OR “acessível” OR “pessoa com deficiência”</i>
AVA	<i>virtual learning environments OR e-learning</i>	<i>“AVA” OR “ambientes virtuais de aprendizagem”</i>
Desenho Universal	<i>universal design</i>	<i>“desenho universal” OR “design universal”</i>

de artigos disponíveis. Para seleção dos artigos nacionais foi usado o Portal de Publicações da CEIE<sup>3</sup>, que inclui trabalhos do Congresso e Simpósio Brasileiro de Informática em Educação e da Revista Brasileira de Informática na Educação, e SBC *OpenLib* (SOL)<sup>4</sup> para essas mesmas revistas e anais. Devido o processo de transição entre as bases do CEIE e SOL, foi realizada uma busca do *Google Scholar* para complementar e atestar os resultados. A *string* de busca aplicada nas bases internacionais e nacionais, respectivamente, pode ser verificada na Tabela 1.

A *string* usada nas bases internacionais foi aplicada em todo o conteúdo na *IEEE Digital Library* e *ISI Web of Science*. Na *ACM Digital Library*, a busca foi aplicada apenas no título dos artigos, pois a quantidade de artigos retornada (n=369.581) buscando em todo o texto tornava inviável a avaliação individual dos trabalhos e leitura completa.

### 3.3. Critérios de inclusão e exclusão

Como critério de inclusão foram considerados os artigos que apresentam critérios para o desenvolvimento de AVAs acessíveis em uma perspectiva do desenho universal.

Os critérios de exclusão considerados foram: (1) Não apresentam critérios para o desenvolvimento de AVAs acessíveis; (2) Os critérios de acessibilidade limitam-se à adaptação de aparatos de *hardware*; (3) Estudos secundários; (4) Artigos de mesma autoria com assuntos redundantes; (5) Artigos secundários; (6) Artigos em idioma diferente de português ou inglês; (7) Artigos em que o texto completo não está disponível; (8) Textos publicados antes de 2011; (9) Textos publicados depois de junho de 2022.

### 3.4. Aplicação dos critérios e seleção dos artigos

Foram retornados 146 artigos da busca nas bases escolhidas. Para a seleção dos artigos foram seguidas as seguintes fases: **Fase 1:** Contempla todos os artigos retornados; **Fase 2:** Remoção dos artigos duplicados; **Fase 3:** Leitura do título e *abstract* e aplicação dos métodos de inclusão e exclusão; e **Fase 4:** Leitura completa dos artigos, aplicação dos critérios de inclusão e exclusão, análise e tabulação dos dados. A Tabela 2 apresenta a quantidade de artigos em cada etapa e a Tabela 3 mostra as referências dos trabalhos selecionados e a codificação utilizada para cada um.

A execução da Fase 1 foi verificada por um segundo pesquisador; nas Fases 3 e 4 houve validação cruzada para aplicação dos critérios de inclusão e exclusão, realizada por dois pesquisadores. Os quatro autores participaram da análise e tabulação dos resultados, e todos os trabalhos selecionados foram analisados por pelo menos dois pesquisadores.

<sup>3</sup><http://ojs.sector3.com.br/>

<sup>4</sup><https://sol.sbc.org.br/>

**Tabela 2. Número de artigos selecionados por fase do mapeamento**

	ACM	IEEE	Web Of Science	SBIE	RBIE	CBIE	Total
<b>Fase 1</b>	45	7	86	6	1	1	146
<b>Fase 2</b>	45	7	80	5	1	1	139
<b>Fase 3</b>	19	6	43	4	0	1	73
<b>Fase 4</b>	8	4	20	3	0	1	36

**Tabela 3. Codificação e referências dos trabalhos selecionados**

ALS22 [Alsamiri et al. 2022]	GRE12 [Gregg et al. 2012]	RUI22 [Rui Xia Ang et al. 2022]
BOT13 [Bottoni et al. 2013]	HAB12 [Habib et al. 2012]	SAN22 [Santos and Fernandes 2022]
BRI16 [Brischetto and Tosi 2016]	IGL14 [Iglesias et al. 2014]	SAP18 [Saplacan et al. 2018]
CAN17 [Canal et al. 2017]	KAI21 [Kaimara et al. 2021]	SAR15 [Sarkar et al. 2015]
CED18 [Cedillo et al. 2018]	KEN18 [Kent et al. 2018]	SCM12 [Santarosa et al. 2012]
COR15 [Corrêa et al. 2015]	LEE15 [Lee et al. 2015]	SEI15 [Seidel 2015]
COU19 [Courtad 2019]	LUA18 [Luangrungruang and Kokaew 2018]	SHA19 [Shaban and Pearson 2019]
DAG22 [D'Agostino 2021]	PAR16 [Park et al. 2016]	SIL15 [Silva et al. 2015]
DAH21 [Dahm and Reese 2021]	PAT22 [Patrascoiu et al. 2022]	TSI17 [Tsiopela and Jimoyiannis 2017]
GHE12 [Ghelardi et al. 2012]	POO11 [Poobrasert and Wongteeratana 2011]	VIE15 [Viera-Santana et al. 2015]
GKA11 [Gkatzidou et al. 2011]	RAV14 [Ravanelli and Serina 2014]	YIL22 [Yildiz et al. 2022]
GRA11 [Granic and Adams 2011]	ROD11 [Rodriguez-Ascaso et al. 2011]	ZYD20 [Zydney et al. 2020]

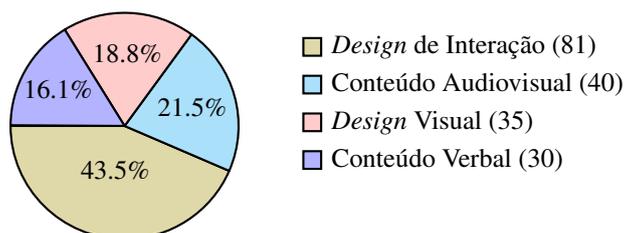
## 4. Resultados e Discussões

A seleção final resultou na análise de 36 artigos, oferecendo um panorama do cenário atual sobre acessibilidade em AVAs e as propostas existentes para um desenho universal. A extração dos dados permitiu responder as questões de pesquisa a seguir.

### 4.1. Critérios para um desenho universal

Para responder a **QP1**: (*Quais são os critérios para a construção de ambientes virtuais de aprendizagem com um desenho universal?*), foram catalogados 186 critérios divididos em quatro categorias de acordo com o *Design* Psicologicamente Inclusivo [Brooks et al. 2020]. As categorias são: conteúdo audiovisual (imagens, vídeos, animações e multimídia); conteúdo verbal (texto escrito, falado e língua de sinais); *design* visual (*layout*, cores, fontes, organização de informações); e *design* de interação (interação com o ambiente, interação social, navegação, inserção de informações).

A Figura 1 apresenta a distribuição dos critérios por categorias. Observa-se que a maioria dos critérios encontra-se em *Design* de Interação, detalhados na Figura 4. A interação do aluno com o AVA é um desafio, devido à diversidade das formas que as PcD podem interagir com as ferramentas. A Figura 2 apresenta os critérios de Conteúdo Audiovisual e Conteúdo Verbal. Os critérios de *Design* Visual podem ser verificados na Figura 3.



**Figura 1. Distribuição dos Critérios por Categoria**

Critérios de acessibilidade - Design de conteúdo				
Categoria	Critérios para conteúdo visual e audiovisual	Uso por	Deficiência	Ref.
Imagens e símbolos	Priorizar reconhecimento em vez de lembrança: uso eficiente de imagens/símbolos.	Dev,DI,Edu	A	LUA18
	Promover clareza e objetividade na utilização de imagens.	Dev,DI,Edu	DU	SCM12
Texto alternativo e legendas	Rotular texto alternativo em conteúdo não textual (imagens, figuras, tabelas, gráficos, etc.).	Dev,DI,Edu	DU	SCM12, SAN22, DAG22, ROD11, DAH21, ALS22
	Incluir descrição alternativa para as imagens.	Dev,DI,Edu	DU	IGL14, PAT22
	Emitir alerta quando a descrição alternativa da imagem não for fornecida.	Dev	DU	IGL14
	Incluir texto alternativo para as animações.	Dev,DI,Edu	DU	ROD11
	Fornecer descrições e explicações detalhadas para conteúdos visuais.	Dev,DI,Edu	V	DAG22
	Revisar e corrigir os erros de legendas geradas automaticamente.	DI e Edu	DU	SEI15
	Permitir que transcrição seja lida com o vídeo pausado.	Dev	DU	SEI15
	Permitir escolher entre: vídeo com legenda, vídeo sem legenda, audiodescrição.	Dev	DU	SEI15, ROD11
	Incluir eventos acústicos entre colchetes. Exemplo: JACK: Eu preparei a máquina. [partida do motor].	DI e Edu	DU	SEI15
	Fornecer texto equivalente a audiodescrição.	DI e Edu	DU	SEI15
	Permitir selecionar palavras ou frases e ir para o trecho do vídeo equivalente.	Dev	DU	SEI15
	Possibilitar a criação de notas de usuário para transcrições pessoais dos vídeos.	Dev	DU	SEI15
	Permitir personalização de cor, tamanho, sombra, contraste e posição da legenda no vídeo.	Dev	DU	SEI15
	Usar fontes simples e legíveis para a legenda do vídeo.	Dev	DU	SEI15
	Usar diferentes cores em legendas de vídeo para identificar quem está falando.	Dev	DU	SEI15
Vídeos e animações	Possuir descrição textual para todos os estímulos de áudio.	Dev,DI,Edu	DU	YIL22, KEN18, SEI15, SAN22
	Gravar vídeos de palestras e aulas síncronas para legendagem e transcrição.	Dev	DU	DAG22, VIE15
	Optar por conteúdos animados em vez de estáticos.	Dev,DI,Edu	DU	KAI21
	Permitir diminuição da velocidade de reprodução.	Dev	DU	SEI15
	Possibilitar a ampliação das imagens em movimento.	Dev	DU	SEI15, LEE15, RUI22
	Garantir sincronismo de legendas com o conteúdo.	Dev,DI,Edu	DU	SEI15
	Em vídeos, apontar para item sob explicação, para evitar sobrecarga de informações na memória de trabalho.	DI e Edu	DU	ZYD20
	Rastrear mãos e rosto dos professores nos vídeos para dar zoom.	Dev,DI,Edu	DU	LEE15
	Permitir a sobreposição de vídeos com intérpretes em outros vídeos.	Dev	A	RUI22
	Indicar visualmente durante a videoconferência quem está falando.	Dev	A	RUI22
Língua de sinais	Não é necessário que a imagem do palestrante apareça na tela.	Dev,DI,Edu	DU	KAI21
	Transcrever conteúdo das aulas para língua de sinais.	Dev,DI,Edu	DU	VIE15, ROD11, BOT13, YIL22
	Utilizar avatar para representação da língua de sinais.	Dev,DI,Edu	A	VIE15
	Não utilizar avatares para representar língua de sinais, pois eles não consideram normas sociais e culturais.	Dev,DI,Edu	A	RUI22
Tabelas	Usar língua de sinais para textos presentes em imagens ou banners.	Dev,DI,Edu	A	CAN17
	Apresentar orientações para aulas e atividades em vídeo em língua de sinais (Libras).	Dev,DI,Edu	DU	SCM12, CAN17
	Identificar cabeçalhos de tabelas.	DI e Edu	DU	DAH21
Multimídia	Incluir resumo e legenda de tabelas.	DI e Edu	DU	DAH21
	Utilizar recursos de áudio e vídeo, links para recursos multimídia, uso de slides, ferramentas de videoconferência, gráficos, mapas de conceitos mentais	Dev,DI,Edu	DU	RAV14, LUA18, KAI21, TSH17, BRI16, CAN17
	Ter redundância na apresentação do conteúdo (ex.: animação e narração, texto escrito e exemplo multimídia).	Dev,DI,Edu	DU	KAI21, CAN17, ZYD20, SAN22
	Evitar documentos digitalizados e capturas de tela.	Dev,DI,Edu	V	DAG22
Categoria	Critérios para conteúdo verbal	Uso por	Deficiência	Ref.
Linguagem textual	Possibilitar a adição de outros tipos de mídias nas alternativas das questões.	Dev,DI,Edu	A	CAN17
	Dividir as aulas multimídias em segmentos (em vez de uma unidade contínua).	Dev,DI,Edu	DU	KAI21
	Ter clareza e objetividade da linguagem textual.	Dev,DI,Edu	DU	SCM12, ZYD20
	Emitir alerta quando o título não for fornecido.	Dev	DU	IGL14
	Combinar palavras e imagens para comunicar.	DI e Edu	DU	KAI21, CAN17
	Renderizar fórmulas e equações em formato acessível.	Dev,DI,Edu	DU	DAG22, SAN22
Linguagem falada	Incluir apresentação alternativa para texto escrito.	Dev,DI,Edu	A	CAN17
	Priorizar o estilo conversacional em vez do estilo formal em apresentação multimídia.	DI e Edu	DU	KAI21
	Oferecer conteúdo acessível para leitores de tela.	Dev,DI,Edu	DU	RAV14, BRI16, YIL22, PAT22
	Possibilitar a conversão de texto para fala.	Dev	DU	COU19
	Ver o texto e ouvir a leitura em voz alta.	Dev,DI,Edu	I	POO11
	Ter tradução/dublagem das informações textuais.	Dev,DI,Edu	DU	PAR16
	Ter como base atividades faladas e visuais, em vez de escritas.	Dev,DI,Edu	DU	SHA19
	Incluir tradução simultânea para voz do conteúdo do chat.	Dev	DU	SCM12
	Adaptar o conteúdo textual para áudio.	DI e Edu	DU	ROD11
	Possuir text-to-speech: leitura dos elementos dispostos na tela.	Dev	V	COR15
Língua de sinais	Permitir digitação falada através do teclado QWERTY.	Dev	V	COR15
	Possibilitar reconhecimento de voz para instruções.	Dev	V	COR15
	Usar voz humana com sotaque padrão em vez de voz de máquina ou voz humana com sotaque estrangeiro.	DI e Edu	DU	KAI21, ZYD20
Idioma e vocabulário	Usar língua de sinais e símbolos.	DI e Edu	A	LUA18
	Permitir a visualização de detalhes de movimentos das mãos, olhos e boca e atentar à qualidade em vídeos.	Dev,DI,Edu	A	CAN17
	Ter o conteúdo em Libras.	Dev,DI,Edu	DU	SCM12, CAN17, RUI22
	Embutir corretor ortográfico na ferramenta de texto do AVA.	Dev	DU	HAB12
	Permitir busca por aproximação de palavras (considerando erros ortográficos e tipográficos).	Dev,DI,Edu	I	POO11, HAB12
	Usar o vocabulário comum e complexidade de frases apropriadas à idade.	Dev,DI,Edu	DU	ZYD20
	Evitar palavras supérfluas e expressões idiomáticas.	Dev,DI,Edu	DU	ZYD20
	Definir termos técnicos.	Dev,DI,Edu	DU	ZYD20, SAN22
	Fazer uso apropriado e consistente da linguagem.	DI e Edu	DU	LUA18, ZYD20
	Possibilitar a escolha do idioma, ativar o tradutor e dicionário.	Dev,DI,Edu	DU	RAV14
Legenda:	Usar a tag para indicar o idioma para o leitor de tela.	Dev	DU	IGL14, DAH21
	Garantir que a terminologia e conceitos principais estejam disponíveis antes.	DI e Edu	DU	KAI21
	Fornecer uma lista de termos especiais e vocabulário e/ou glossário.	DI e Edu	DU	DAG22, CAN17

Legenda: Dev(desenvolvedor), DI(designer instrucional), Edu(educador), DU(desenho universal), A(auditiva), D(dislexia), I(intelectual), TEA(transtorno do espectro autista), V (visual)

Figura 2. Design de Conteúdo Audiovisual e Verbal.

Para cada critério foi indicado o tipo de deficiência ao qual se relaciona, de acordo com a classificação dos próprios autores dos trabalhos selecionados: **A** Auditiva; **D** Dislexia; **I** Intelectual; **TEA** Transtorno do Espectro Autista; **V** Visual; e **DU** Desenho Uni-

Critérios de acessibilidade - Design visual				
Categoria	Critérios	Uso por	Deficiência	Ref.
Esquema de cores	Oferecer contraste suficiente de conteúdo (imagens, títulos, etc.) em relação ao fundo.	Dev,DI,Edu	DU	LUA18, RAV14, TSI17, COR15, ZYD20, YIL22
Links	Ter textos de hiperlink autodescritivos para indicar com precisão destino e conteúdo.	Dev	DU	DAG22, SAR15, SAN22
Organização das informações	Evitar a repetição das informações.	Dev,DI,Edu	DU	PAR16
	Garantir que sequência de foco siga uma lógica para leitores de tela.	Dev	DU	PAR16
	Separar o conteúdo da estrutura e da apresentação.	Dev	DU	IGL14
	Garantir que os recursos estejam claramente organizados e fáceis de encontrar.	Dev,DI,Edu	DU	RAV14
	Ter indicação visual de que um conteúdo foi visitado (por exemplo: mudança de cor e forma).	Dev	D	HAB12
	Fazer com que nomes de pastas e subpastas reflitam o conteúdo.	Dev,DI,Edu	D	HAB12
	Limitar a quantidade de itens em estruturas (como a de pastas) com para evitar complexidade.	Dev,DI,Edu	D	HAB12
	Manter a mesma localização e ordem para todos recursos e funcionalidades.	Dev,DI,Edu	DU	SCM12, KEN18
	Rotular corretamente os botões.	Dev	DU	SCM12
	Fornecer orientações claras sobre a localização dos materiais.	DI e Edu	D	HAB12
	Incluir um mapa mostrando onde o aluno está na aula na interface.	Dev,DI,Edu	DU	KAI21
	Evitar exibir informações que não são relevantes para os alunos.	Dev,DI,Edu	D	HAB12, SHA19
	Não depender do conhecimento do usuário sobre WCAG para manipulação do conteúdo.	Dev,DI,Edu	DU	IGL14
	Em telas maiores, apresentar termos técnicos em múltiplas mídias simultâneas.	DI e Edu	DU	SEI15
Layout e dispositivos	Possuir mapa do site.	Dev	DU	SIL15
	Deixar palavras e imagens correspondentes próximas.	Dev,DI,Edu	DU	KAI21
	Possibilitar visualização horizontal e vertical, sem prejuízo ao conteúdo.	Dev	A	LUA18
	Aproveitar eficientemente o espaço da tela para exibir informações.	Dev,DI,Edu	A	LUA18
	Garantir que a capacidade e consistência do sistema seja igual em diferentes dispositivos.	Dev	A	LUA18
	Oferecer tamanho adequado dos botões na tela.	Dev	A	LUA18
Personalização	Ter estruturas de menu abrangentes, porém rasas em altura.	Dev,DI,Edu	A	HAB12
	Não utilizar menu suspenso, pois eles não são lidos corretamente por leitores de tela.	Dev	DU	PAR16
	Usar estilos de título integrados e com hierarquia correta em vez de formatá-los manualmente.	Dev,DI,Edu	DU	DAH21
	Evitar tabelas para layout de conteúdos.	Dev	DU	IGL14
Design	Permitir personalização de tamanho de texto.	Dev	DU	SCM12, RAV14, COR15
	Permitir personalização de cores.	Dev	DU	RAV14, CAN17
	Implementar design estético e minimalista.	Dev,DI,Edu	DU	LUA18, TSI17, SHA19
	Considerar pessoas com habilidades sensoriais diferentes ao definir o design.	Dev,DI,Edu	DU	GRE12, YIL22
Lupa	Diferenciar áreas de navegação de áreas de ação.	Dev	D	TSI17
	Possibilitar a acomodação de variadas preferências e habilidades individuais.	Dev,DI,Edu	DU	GRE12
	Oferecer opção de lupa no cursor.	Dev,DI,Edu	DU	LEE15
Visualização	Disponibilizar lupa para visualização do conteúdo.	Dev	DU	BRI16
	Sinalizar o que deve ser prestado atenção.	Dev,DI,Edu	DU	KAI21

**Legenda:** Dev(desenvolvedor), DI(designer instrucional), Edu(educador), DU(desenho universal), A(auditiva), D(dislexia), I(intelectual), TEA(transtorno do espectro autista), V(visual)

Figura 3. Design Visual.

versal, indicado para uma proposta de DU ou para mais de um tipo de deficiência. Foi apontado, também, por quem o critério seria aplicado: **Dev** Desenvolvedores; e **DI e Edu** Designer Instrucional e Educadores.

No levantamento dos dados não foi identificado nenhum critério para deficiência física. Isso ocorre pelo fato de deficiência física normalmente depender de adaptação de *hardware*, e o critério de exclusão (2) eliminava do mapeamento trabalhos que se limitavam a adaptação de *hardware*. Contudo, critérios que visam o desenho universal também beneficiam pessoas com deficiência física, como por exemplo: “Evitar movimentos repetitivos em botões pequenos”, “Tamanho adequado dos botões na tela” e “Reconhecimento de voz para instruções”.

#### 4.2. Conciliação de critérios

Sobre a **QP2.:** (*Quais critérios não podem ser conciliados para diferentes deficiências e dificultam ou comprometem o projeto de um AVA com desenho universal?*), foram identificados apenas dois critérios que se contradizem. Em [Viera-Santana et al. 2015] é recomendado o uso de avatares para representação de língua de sinais, enquanto em [Rui Xia Ang et al. 2022] a recomendação é que os avatares não sejam usados com essa finalidade. [Rui Xia Ang et al. 2022] justificam que: (i) os avatares não conseguem representar as nuances de significado das expressões faciais; (ii) eles falham na interpretação do contexto; (iii) desconsideram aspectos sociais e culturais na interpretação.

Entre os demais critérios, não foram identificados conflitos ou contradição. A

Critérios de acessibilidade - Design de interação				
Categoria	Critérios	Uso por	Deficiência	Ref.
Orientações, ajuda, alertas e feedbacks	Ter opções de ajuda apropriada e mensagens de erro.	Dev,DI,Edu	DU	SHA19
	Possuir uma seção de orientação com instruções claras.	Dev,DI,Edu	DU	RAV14, TSI17, ALS22
	Ter a opção de pesquisa disponível.	Dev,DI,Edu	DU	RAV14
	Possibilitar agendamentos com avisos de prazos.	Dev,DI,Edu	DU	RAV14
	Oferecer orientação e feedback das ações.	Dev,DI,Edu	DU	SCM12, TSI17
	Incluir botão de informações e manual para usuários iniciantes.	Dev,DI,Edu	V	LUA18
	Garantir que mecanismos de ajuda sejam sensíveis ao contexto da função que está sendo executada.	Dev,DI,Edu	DU	SCM12
	Usar avisos que ajudam o usuário a reconhecer, diagnosticar e se recuperar de erros.	Dev,DI,Edu	A	LUA18
	Possuir uma guia para os alunos com deficiência.	Dev	DU	RAV14
	Fornecer um fórum de suporte técnico.	Dev,DI,Edu	DU	RAV14
	Fornecer feedbacks sonoros das atividades.	Dev,DI,Edu	TEA	TSI17
	Fornecer cursos introdutórios para utilização do AVA.	DI e Edu	D	HAB12
	Incluir imagens com exemplos nas opções de ajuda.	Dev,DI,Edu	TEA	TSI17
	Fornecer exemplos resolvidos nas etapas iniciais de aprendizado de habilidades.	DI e Edu	DU	KAI21
	Permitir a escolha do tipo de feedback de acordo com a preferência do estudante em relação às atividades usando mídia (ex. texto, imagem, vídeo) e língua (ex. português, língua de sinais)	Dev,DI,Edu	A	CAN17
	Possuir feedback tátil (vibração).	Dev	A	COR15
	Ter um ajudante/guia que use linguagem afirmativa e com vocabulário familiar.	DI e Edu	DU	SHA19
	Incluir feedback afirmativo, de tom positivo, curto, preciso, educado e não ofensivo.	DI e Edu	DU	SHA19
Fornecer feedback imediato.	Dev,DI,Edu	TEA	TSI17, COR15	
Interação com a ferramenta	Evitar movimentos repetitivos em botões pequenos.	Dev	DU	LEE15
	Oferecer instruções simples e intuitivas.	Dev,DI,Edu	DU	BRI16
	Permitir que o estudante possa repetir as instruções quantas vezes ele desejar.	DI e Edu	A	CAN17
	Fornecer diferentes possibilidades de interação com a ferramenta: teclado, mouse, joystick, mobile.	Dev	DU	SAR15
	Manter histórico da modificação dos elementos.	Dev	DU	SCM12
	Salvar o trabalho automaticamente.	Dev	DU	SCM12
Personalização	Possuir interface fácil de aprender, identificar e memorizar.	Dev,DI,Edu	DU	SCM12, CED18, GRE12
	Permitir que cada aluno possa configurar seu próprio grupo de Widgets.	Dev,DI,Edu	DU	GKA11
	Possibilitar interfaces personalizáveis.	Dev,DI,Edu	DU	SAP18, GKA11, RAV14, PAT22, SAN22
	Permitir que os usuários controlem o aplicativo.	Dev	DU	SHA19
	Ter opções para usuário receber documentos de acordo com sua preferência (ex: linguagem, tipo de conteúdo).	Dev,DI,Edu	A	CAN17
	Permitir habilitar e desabilitar a música.	Dev	TEA	TSI17
	Permitir a adição e/ou edição de temas acessíveis para o AVA.	Dev	DU	IGL14
Tecnologias	Permitir que o estudante escolha a forma que deseja acessar as questões: texto ou língua de sinais.	Dev,DI,Edu	A	CAN17
	Possuir barra de acessibilidade.	Dev,DI,Edu	DU	SIL15
	Oferecer trajetórias personalizadas.	Dev,DI,Edu	TEA	TSI17, PAT22
	Entender qual a tecnologia/ambiente de aprendizagem mais adequado (web, desktop, mobile, interface).	DI e Edu	DU	SHA19
	Ter cursor para mobile que separa ícones e botões.	Dev	DU	LEE15
Navegação	Garantir ordem correta do tabindex.	Dev	DU	SCM12, IGL14, SIL15
	Não utilizar tags do HTML com um papel semântico diferente daquele para o qual foram concebidas	Dev	DU	GHE12
	Não utilizar valores absolutos no CSS.	Dev	DU	IGL14
Sistema	Permitir navegação por toques, duplo toques e gestos (um, dois ou três dedos) em dispositivos móveis.	Dev	V	COR15
	Anunciar as mudanças de conteúdo dinâmico no leitor de tela.	Dev	DU	SEI15
Conteúdo	Garantir que a navegação seja fácil em todo o aplicativo.	Dev	DU	SHA19, LUA18, SCM12, CED18, DAG22, KAI21, KEN18, SAN22
	Permitir visualização do status do sistema.	Dev,DI,Edu	A	LUA18
Avaliação	Criar e depois projetar o conteúdo	DI e Edu	A	LUA18
	Assegurar utilidade percebida.	DI e Edu	DU	CED18
Inserção de informações	Avaliar resultados heurísticos e de satisfação de usuário usando questionários bem como sugestões	DI e Edu	A	LUA18
	Permitir o uso de vídeos em língua de sinais para responder o tipo de questão dissertação.	Dev,DI,Edu	A	CAN17
	Permitir que a tarefa possa ser concluída de várias maneiras (texto, voz, vídeo, representação visual).	Dev,DI,Edu	DU	CAN17, ZYD20, SAN22
	Deixar claro a pergunta que deve ser respondida.	DI e Edu	DU	ZYD20
Leitores de tela	Adicionar setas deixando claro o que precisa ser observado.	DI e Edu	DU	ZYD20
	Possibilitar a autoavaliação por meio de questionários ou testes que podem ser repetidos.	DI e Edu	DU	RAV14
	Garantir que o player para vídeos funcione com comandos do teclado.	Dev	DU	GHE12
Histórico	Projetar teclas de atalho para acesso a todos os conteúdos.	Dev,DI,Edu	DU	SCM12, SIL15
	Possuir compatibilidade com leitores de tela.	Dev,DI,Edu	DU	SCM12, KEN18, PAT22
Diferentes formas de interação e expressão	Garantir acessibilidade em conteúdos de Javascript para leitor de tela.	Dev	DU	IGL14
	Usar livros digitais acessíveis por leitores de tela.	DI e Edu	A	DAG22
	Oferecer resumo detalhado para leitores de tela do conteúdo de lousas virtuais.	Dev	A	DAG22
	Registrar para o tutor diferentes tipos de dados da interação do aluno: log, vídeo, dados psicofisiológicos.	Dev,DI,Edu	TEA	TSI17
	Dar preferência aos estímulos visuais.	Dev,DI,Edu	TEA	TSI17
Tempo para as tarefas	Possibilitar a expressão verbal e não verbal.	DI e Edu	TEA	TSI17
	Permitir diferentes modos de interação virtual.	Dev,DI,Edu	TEA	SAR15, SAN22
	Ser adaptável às necessidades do usuário.	Dev,DI,Edu	DU	GRA11
	Permitir um programa de aprendizado individualizado.	Dev,DI,Edu	TEA	TSI17
Tarefas e atividades	Permitir a edição de conteúdo acessível sem limitar a ação do autor.	Dev	DU	IGL14
	Congelar o cronômetro ao selecionar a opção de ajuda.	Dev	TEA	TSI17
	Permitir prazos diferenciados para os alunos com deficiência de maneira mais fácil.	Dev	D	HAB12, DAG22
Planejamento	Permitir a devolução do trabalho após o feedback do professor.	Dev	DU	RAV14
	Rotular atividades com níveis de dificuldade.	Dev,DI,Edu	TEA	TSI17
	Ter interface simples e intuitiva para o envio de tarefas.	Dev	D	HAB12
	Diminuir a carga cognitiva estranha por meio de atividades bem projetadas.	DI e Edu	DU	SHA19
Interação social	Planejar o AVA com base em uma perspectiva metodológica.	Dev,DI,Edu	DU	RAV14
	Criar sistemas estruturados e governados por regras que possam oferecer padrões repetitivos, erros seguros e condições de fronteira claras que reduzam as distrações.	DI e Edu	TEA	TSI17
Material didático	Ter ferramentas e ambientes que facilitem a discussão e construção coletiva de produtos (ex.: fóruns, wikis, blogs).	DI e Edu	DU	RAV14, KAI21
	Fornecer ambientes interativos que apoiem a independência.	Dev,DI,Edu	TEA	TSI17
	Prover recursos para aprendizagem em grupos via videoconferência.	Dev,DI,Edu	A	CAN17
Tutor	Fornecer materiais em formato digital acessível (.txt, .doc, .pdf) e slides (.ppt) antes da aula.	DI e Edu	V	DAG22
	Garantir que documentos e arquivos vinculados sejam totalmente acessíveis.	DI e Edu	DU	DAH21
	Incluir links adicionais para reunir informações detalhadas.	Dev,DI,Edu	A	CAN17
	Apoiar o tutor, mas não tentar substituí-lo.	Dev,DI,Edu	DU	GRA11

Legenda: Dev(desenvolvedor), DI(designer instrucional), Edu(educador), DU(desenho universal), A(auditiva), D(dislexia), I(intelectual), TEA(transorno do espectro autista), V(visual)

Figura 4. Design de Interação.

hipótese é que a expressão “desenho universal” na *string* de busca e a análise voltada para essa proposta contribuíram com esse fator.

O reflexo dessa preocupação são critérios que buscam a personalização do ambiente. Tais como: “Tamanho do texto personalizável”, “Cores personalizáveis”, “Permitir que cada aluno possa configurar seu próprio grupo de *Widgets*” e “Fornecer opções para que os usuários possam receber documentos de acordo com suas preferências (por exemplo, a linguagem, tipo de conteúdo, etc)”.

Em [Kent et al. 2018], os autores enfatizam a necessidade de sistemas adaptáveis mesmo que os alunos não comuniquem a deficiência. Já em [Zydney et al. 2020, Yildiz et al. 2022], os autores indicam que em breve os sistemas serão autoajustáveis, mudando para acomodar os alunos dinamicamente.

### 4.3. Problemas e desafios

O desenvolvimento de um AVA com um desenho universal considera a aplicação das diretrizes pelos desenvolvedores, *designers* instrucionais, *designers* de interface e educadores. A interdisciplinaridade da área desmembra-se em diferentes desafios, que respondem a **QP3.**: (*Quais são os problemas e desafios para o desenvolvimento de AVAs acessíveis?*).

As diretrizes de acessibilidade, como a WCAG 2.0, [Brischetto and Tosi 2016] apontam que elas são voltadas para profissionais de tecnologia, dificultando, por exemplo, a aplicação por educadores. Outro problema, levantado por [Canal and Sanchez 2015], é a necessidade de diretrizes mais específicas para diferentes tipos de sistema, que complementem as existentes para *Web*, e possuam uma abordagem mais genérica.

A proposta de [Iglesias et al. 2014] é ainda mais desafiadora, pois considera que os sistemas precisam ser projetados para que os objetos educacionais sejam obrigatoriamente acessíveis, independentemente do conhecimento desses criadores de recursos educacionais sobre as diretrizes de acessibilidade. Quando os requisitos de acessibilidade não forem atendidos, devem ser emitidos alertas ou se impedir a inserção do recurso.

Em [Granic and Adams 2011], os autores alertam para a necessidade de AVAs acessíveis também para os profissionais da educação, o que não foi citado por nenhum dos outros 35 trabalhos, indicando a urgência da abordagem.

Outro desafio relaciona-se com a dificuldade de avaliação e validação das propostas de forma mais ampla: trabalho com amostras pequenas, períodos curtos de verificação ou restrita a um tipo de deficiência [Park et al. 2016, Tsiopela and Jimoyiannis 2017, Kaimara et al. 2021, Habib et al. 2012, Granic and Adams 2011, Corrêa et al. 2015].

### 4.4. Limitações do Mapeamento

Este mapeamento limitou-se à busca automatizada das bases escolhidas, podendo não abranger todos trabalhos relevantes relacionados ao tema. A adaptação da *string* de busca pode retornar resultados divergentes dos apresentados.

Em relação aos critérios levantados, listados nas Figuras 2, 3 e 4, podemos listar as restrições: (i) os critérios foram extraídos de trabalhos que traziam critérios de acessibilidade de maneira explícita, em tabelas, seções específicas ou listagens, e de maneira implícita em conteúdos textuais, através da interpretação das orientações; (ii) trabalhos que apresentavam critérios voltados apenas a objetos educacionais, que não poderiam

ser aplicados aos AVAs como um todo, foram eliminados; (iii) muitos dos problemas e desafios propostos nos trabalhos apontavam um critério como solução.

## 5. Considerações Finais e Trabalhos Futuros

Este trabalho investigou e catalogou os critérios para o desenvolvimento de um AVA com um desenho universal, a partir de um mapeamento sistemático da literatura. Os trabalhos apontaram a importância da personalização, adequando o sistema às necessidades do estudante, e fornecendo diferentes meios de engajamento, representação, ação e expressão, conforme as orientações do DUA. Foram apontados, também, problemas e desafios para a área, envolvendo as diretrizes *Web* e desenho universal em AVAs.

Para exemplificar a aplicação dos critérios e desafios para a construção de um AVA com um desenho universal, avaliamos algumas características do *Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment (Moodle)*<sup>5</sup>, um AVA Open Source amplamente utilizado. Tomando como base a versão 3.9, podem-se identificar alguns problemas de acessibilidade nessa ferramenta com base nos critérios apresentados neste trabalho. Considerando as funcionalidades para avaliação, as tarefas abertas recebem conteúdo textual e permitem o envio de arquivos. Assim a entrega da atividade está parcialmente aderente ao desenho universal por receber textos, vídeos, imagens e outros tipos de arquivo multimídia. No entanto, não existe garantia de que o enunciado seja acessível, pois o professor pode apresentar a questão apenas de uma forma. Ainda sobre avaliação, os formulários disponibilizados não possuem diferentes formas de apresentação. Mesmo que o enunciado possa receber multimídia, as alternativas não podem, e questões dissertativas são limitadas a respostas textuais (que precisam ser digitadas). Além disso, a interface padrão do *Moodle* não permite a personalização de cores, fontes, contraste, entre outros fatores que podem contribuir para a utilização da ferramenta pelas pessoas com deficiência. O *Moodle* permite, no entanto, a instalação de *plugins* que podem tornar a sua interface mais acessível. Contudo, fica claro que mesmo possuindo algumas opções de acessibilidade, ainda existe uma dependência da acessibilidade dos objetos educacionais inseridos.

Como trabalhos futuros pretende-se validar a lista de critérios proposta com pessoas com deficiência e especialistas, aplicando a lista em uma avaliação de maneira sistemática ao AVA *Moodle* com diferentes *plugins* de acessibilidade, propondo um compilado de melhorias e adequações, e considerando também os objetos educacionais. A investigação estende-se em avaliar as necessidades de adaptação de AVAs para tutores e educadores com deficiência, projetando um desenho universal para o ambiente completo. Por fim, pretende-se desenvolver e validar um *plugin* que atenda os critérios identificados.

## 6. Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro concedido pela Capes.

## Referências

Alsamiri, Y. A., Alsawalem, I. M., Hussain, M. A., Al Blaihi, A. A., and Aljehany, M. S. (2022). Providing accessible distance learning for students with disabilities in Saudi Arabia. *International Journal of Advanced and Applied Sciences*, 9(1):34–40.

---

<sup>5</sup><https://moodle.org>

- Assembly, U. G. (1948). Universal declaration of human rights. *UN General Assembly*, 302(2).
- Belarmino, G., Beda, J., Ferreira, P., and Goya, D. (2021). Critérios de acessibilidade para jogos educacionais digitais que visam o desenho universal. In *Anais do XXXIII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*, pages 667–678, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC.
- Bottoni, P., Borgia, F., Buccarella, D., Capuano, D., De Marsico, M., and Labella, A. (2013). Stories and signs in an e-learning environment for deaf people. *Universal Access in the Information Society*, 12(4):369–386.
- Brasil, C. (2015). Lei brasileira de inclusão da pessoa com deficiência. *Estatuto da Pessoa com Deficiência de*, (13.146).
- Brischetto, A. and Tosi, F. (2016). Improving learning technologies and social inclusion through human centred design and universal design approaches: novel designing scenarios. In *Advances in Design for Inclusion*, pages 39–50. Springer.
- Brooks, C., Kizilcec, R. F., and Dowell, N. (2020). Designing inclusive learning environments. In *Proceedings of the Seventh ACM Conference on Learning @ Scale, L@S '20*, page 225–228, New York, NY, USA. Association for Computing Machinery.
- Canal, M., García, L. S., and Pereira, R. (2017). Sistema computacional de apoio à preparação para o enem: uma investigação da acessibilidade para surdos. In *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)*, volume 28, page 1037.
- Canal, M. and Sanchez, L. (2015). Recomendações de acessibilidade para surdos dos tipos de questões usadas na avaliação baseada em computador em ambientes virtuais de aprendizagem. In *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)*, volume 26, page 812.
- CAST (2013). UDL Book Builder. Massachusetts Department of Elementary Secondary Education, NEC Foundation of America. The John W. Alden Trust, and the Pinkerton Foundation. Disponível em: <<http://bookbuilder.cast.org/>>. Acessado em julho de 2022.
- Cedillo, P., Bermeo, A., Beltran, P., Rodriguez-Ch, P., and Serrano, F. (2018). A method for building massive open online courses for elderly people moocep: From the user perceptions. In *2018 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*, pages 1–7.
- Corrêa, A. G. D., de Oliveira, P. A., Costa, L., Damon, D. L., and de Deus Lopes, R. (2015). Sistema de avaliação didática acessível portátil para pessoas com deficiência visual: estudo de caso com a plataforma android. In *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)*, volume 26, page 782.
- Courtad, C. A. (2019). Making your classroom smart: Universal design for learning and technology. In *Smart education and e-learning 2019*, pages 501–510. Springer.
- Crisol-Moya, E., Herrera-Nieves, L., and Montes-Soldado, R. (2020). Virtual education for all: Systematic review. *Education in the Knowledge Society*, 21.

- Dahm, J. J. and Reese, J. G. (2021). Sharing electronically and accessibly in library-led instruction. *Journal of the Medical Library Association: JMLA*, 109(4):690.
- D'Agostino, A. T. (2021). Accessible teaching and learning in the undergraduate chemistry course and laboratory for blind and low-vision students. *Journal of Chemical Education*, 99(1):140–147.
- Frattari, A., Dalpra, M., and Bernardi, F. (2013). Educating in the design and construction of built environments accessible to disabled people: the leonardo da vinci award project. *International Journal of Technology and Design Education*, 23(2):257–271.
- Freire, A. P., Russo, C. M., and Fortes, R. P. (2008). A survey on the accessibility awareness of people involved in web development projects in brazil. In *Proceedings of the 2008 international cross-disciplinary conference on Web accessibility (W4A)*, pages 87–96.
- Ghelardi, A., Otsuka, J. L., and Kawakami, C. (2012). Acessibilidade na educação a distância: desenvolvimento de um player de mídia acessível utilizando html5 e wai-aria e sua integração com o moodle. In *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)*, volume 23.
- Gkatzidou, V., Pearson, E., Green, S., and Perrin, F.-O. (2011). Widgets to support disabled learners: A challenge to participatory inclusive design. In *Proceedings of the 23rd Australian Computer-Human Interaction Conference, OzCHI '11*, page 130–139, New York, NY, USA. Association for Computing Machinery.
- Granic, A. and Adams, R. (2011). User sensitive research in e-learning: exploring the role of individual user characteristics. *Universal Access in the Information Society*, 10(3, SI):307–318.
- Gregg, N., Chang, Y., and Todd, R. (2012). Social media, avatars, and virtual worlds: re-imagine an inclusive learning environment for adolescents and adults with literacy barriers. *Procedia Computer Science*, 14:336–342.
- Habib, L., Berget, G., Sandnes, F. E., Sanderson, N., Kahn, P., Fagernes, S., and Olcay, A. (2012). Dyslexic students in higher education and virtual learning environments: an exploratory study. *Journal of Computer Assisted Learning*, 28(6):574–584.
- Iglesias, A., Moreno, L., Martínez, P., and Calvo, R. (2014). Evaluating the accessibility of three open-source learning content management systems: A comparative study. *Computer Applications in Engineering Education*, 22(2):320–328.
- Kaimara, P., Deliyannis, I., Oikonomou, A., and Fokides, E. (2021). Waking up in the morning (wuim): A smart learning environment for students with learning difficulties. *Technologies*, 9(3).
- Kent, M., Ellis, K., and Giles, M. (2018). Students with disabilities and elearning in australia: Experiences of accessibility and disclosure at curtin university. *TechTrends*, 62(6):654–663.
- Kitchenham, B. (2004). Procedures for performing systematic reviews. *Keele, UK, Keele University*, 33(2004):1–26.

- Lee, J. W., Gim, G. H., Shon, J. G., and Park, J. (2015). Universal design of a cursor for the learners with visual impairment. In *2015 2nd International Conference on Information Science and Security (ICISS)*, pages 1–3.
- Luangrungruang, T. and Kokaew, U. (2018). Applying universal design for learning in augmented reality education guidance for hearing impaired student. In *2018 5th International Conference on Advanced Informatics: Concept Theory and Applications (ICAICTA)*, pages 250–255.
- Luís, C., Rocha, Á., and Marcelino, M. J. (2017a). Acessibilidade em ambientes virtuais de aprendizagem. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, (25):54–65.
- Luís, C., Rocha, Á., and Marcelino, M. J. (2017b). Acessibilidade em ambientes virtuais de aprendizagem: accessibility in virtual learning environments. *RISTI-Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, (25):54–65.
- Park, K., Kim, H. J., and So, H.-J. (2016). Are massive open online courses (moocs) really open to everyone?: A study of accessibility evaluation from the perspective of universal design for learning. In *Proceedings of HCI Korea, HCIK '16*, page 29–36, Seoul, KOR. Hanbit Media, Inc.
- Patrascoiu, L. A., Folostina, R., Patzelt, D., Blaj, M. P., and Poptean, B. (2022). E-tools for personalizing learning during the pandemic: Case study of an innovative solution for remote teaching. *Frontiers in Psychology*, 13.
- Poobrasert, O. and Wongteeratana, A. (2011). Usability in designing assistive technology for children with learning disabilities. In *Proceedings of the 5th International Conference on Rehabilitation Engineering Assistive Technology, i-CREATE '11*, Midview City, SGP. Singapore Therapeutic, Assistive Rehabilitative Technologies (START) Centre.
- Ravanelli, F. and Serina, I. (2014). Didactic and pedagogical view of e-learning activities free university of bozen-bolzano. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 116:1774–1784.
- Rodriguez-Ascaso, A., Boticario, J. G., Finat, C., Campo, E. d., Saneiro, M., Alcocer, E., Gutiérrez y Restrepo, E., and Mazzone, E. (2011). Inclusive scenarios to evaluate an open and standards-based framework that supports accessibility and personalisation at higher education. In *International Conference on Universal Access in Human-Computer Interaction*, pages 612–621. Springer.
- Rui Xia Ang, J., Liu, P., McDonnell, E., and Coppola, S. (2022). “In this online environment, we’re limited”: Exploring inclusive video conferencing design for signers. In *Proceedings of the 2022 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems, CHI '22*, New York, NY, USA. Association for Computing Machinery.
- Sánchez, J., Darin, T., and Andrade, R. (2015). Multimodal videogames for the cognition of people who are blind: trends and issues. In *International Conference on Universal Access in Human-Computer Interaction*, pages 535–546. Springer.
- Santarosa, L. M. C., Conforto, D., and Machado, R. P. (2012). Whiteboard: Synchronism, collaboration and accessibility on web 2.0. In *2012 International Symposium on Computers in Education (SIIE)*, pages 1–6.

- Santos, C. E. R. d. and Fernandes, S. H. A. A. (2022). Distance inclusive research scenarios: a discussion on financial education. *Revista Edapeci-Educacao a Distancia e Praticas Educativas Comunicacionais E Interculturais*, 22(1):24–40.
- Saplacan, D., Herstad, J., Mørch, A., Kluge, A., and Pajalic, Z. (2018). Inclusion through design and use of digital learning environments: Issues, methods and stories. In *Proceedings of the 10th Nordic Conference on Human-Computer Interaction*, NordiCHI '18, page 956–959, New York, NY, USA. Association for Computing Machinery.
- Sarkar, A., Wade, J., and Warren, Z. (2015). Understanding and improving collaborative skills among individuals with asd in a distributed virtual environment. In *International Conference on Universal Access in Human-Computer Interaction*, pages 669–680. Springer.
- Seidel, N. (2015). Making web video accessible: interaction design patterns for assistive video learning environments. In *Proceedings of the 20th European Conference on Pattern Languages of Programs*, pages 1–16.
- Shaban, A. and Pearson, E. (2019). A learning design framework to support children with learning disabilities incorporating gamification techniques. In *Extended Abstracts of the 2019 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, CHI EA '19, page 1–6, New York, NY, USA. Association for Computing Machinery.
- Silva, T. C. d., Neves, E. S., Ogawa, A., Kemczinski, A., Gasparini, I., and Matos, A. V. (2015). Avaliação de acessibilidade visual de um repositório de objetos de aprendizagem. In *Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação*, volume 4, page 854.
- Tsiopela, D. and Jimoyiannis, A. (2017). Pre-vocational skills laboratory: designing interventions to improve employment skills for students with autism spectrum disorders. *Universal Access in the Information Society*, 16(3):609–627.
- Viera-Santana, J. G., Rodríguez-Esparragón, D., Hernández-Haddad, J. C., and Castillo-Ortiz, J. (2015). Methodological proposal for elaboration of learning materials in sing language in university teaching.
- Yildiz, G., Sahin, F., Dogan, E., and Okur, M. R. (2022). Influential factors on e-learning adoption of university students with disability: Effects of type of disability. *British Journal of Educational Technology*.
- Zydney, J., Hord, C., and Koenig, K. (2020). Helping students with learning disabilities through video-based, universally designed assessment. *ELearn*, 2020(5).