



Projetando Avatares Animados para Promover a Interação Colaborativa entre Pessoas Surdas e Ouvintes em Ambientes Educacionais de Metaverso: Um Estudo com Implicações para o DALverse

Adson Roberto Pontes Damasceno, Universidade Estadual do Ceará (UECE),
adson.roberto@uece.br, <https://orcid.org/0000-0001-6570-4103>,

Saymon Farias Holanda, Universidade Federal do Ceará (UFC),
saymonholanda.design@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0006-2881-6986>,

José Vinícius Vieira Lima, Universidade Estadual do Ceará (UECE),
jvinicius.vieira@uece.br, <https://orcid.org/0000-0001-6161-9374>,

Eduardo Alves Lima Caldas, Universidade Federal do Ceará (UFC),
adm.eduardoalves@alu.ufc.br, <https://orcid.org/0009-0006-5568-3525>

Francisco Carlos de Mattos Brito Oliveira, Universidade Estadual do Ceará (UECE),
fran.oliveira@uece.br, <https://orcid.org/0000-0003-3389-3143>

Resumo: Este estudo investiga como avatares animados podem promover colaboração equitativa entre surdos e ouvintes em um metaverso educacional. Foi realizada uma *Rapid Review* sobre metaverso, educação a distância e tecnologias assistivas, seguida de experimento com usuários surdos na plataforma DALverse. Os resultados apontaram lacunas de acessibilidade e preferência unânime por avatares com gestos, com melhora na clareza comunicativa e usabilidade moderada (SUS = 52,25). Participantes destacaram a semelhança dos gestos com Libras, mas sugeriram a inclusão de expressões faciais e ampliação do repertório. Conclui-se que avatares gestuais favorecem engajamento e inclusão, embora ainda exijam refinamentos expressivos e *onboarding* mais acessível.

Palavras-chave: inclusão digital, interação humano-computador, metaverso, avatar, educação a distância.

Designing Animated Avatars to Promote Collaborative Interaction Between Deaf and Hearing Individuals in Educational Metaverse Environments: A Study with Implications for DALverse

Abstract: This study investigates how animated avatars can promote equitable collaboration between deaf and hearing individuals in an educational metaverse. A Rapid Review on metaverse, distance education, and assistive technologies was conducted, followed by an experiment with deaf users on the DALverse platform. The results revealed accessibility gaps and unanimous preference for gesture-enabled avatars, which improved communication clarity and showed moderate usability (SUS = 52.25). Participants highlighted the similarity of the gestures to Brazilian Sign Language (Libras) but suggested adding facial expressions and expanding the gesture repertoire. It is concluded that gestural avatars enhance engagement and inclusion, although further improvements in expressiveness and more accessible onboarding are still needed.

Keywords: digital inclusion, human-computer interaction, metaverse, avatar, distance education.

1. Introdução

A pandemia da COVID-19 acelerou a transformação digital, sobretudo no campo educacional, evidenciando a necessidade urgente de plataformas de Ensino a Distância (EaD) mais acessíveis e inclusivas. Nesse contexto, os Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA) passaram a incorporar tecnologias interativas com o objetivo de aprimorar a experiência dos usuários, incluindo estudantes com deficiência (Nascimento *et al.*, 2017). Diante desse cenário, este estudo adota como objeto de análise a plataforma

Dell Accessible Learning (DAL), escolhida tanto por sua proposta voltada à inclusão quanto pela possibilidade de acesso dos pesquisadores ao seu laboratório de inovação.

Dando continuidade à proposta inclusiva destacada na escolha da plataforma DAL, o foco desta pesquisa é investigar como o metaverso pode promover interações colaborativas entre pessoas surdas e ouvintes em ambientes educacionais. A DAL mostrou-se apropriada para esse propósito por ter sido concebida com foco na EaD inclusiva; no entanto, o arcabouço desenvolvido neste estudo pode ser adaptado a outras plataformas que sigam diretrizes semelhantes de acessibilidade. Embora já existam iniciativas voltadas à integração entre teoria e prática no EaD por meio de tecnologias inovadoras (Damasceno *et al.*, 2020; Damasceno *et al.*, 2022), ainda se observa uma lacuna no que diz respeito ao uso de soluções mais imersivas, especialmente aquelas que envolvem Tecnologias Assistivas (TA's) capazes de ampliar a participação e a equidade nos processos educacionais.

Nesse contexto, o metaverso desponta como uma tecnologia disruptiva promissora, capaz de ampliar as possibilidades de interação educacional ao simular ações do mundo real em ambientes virtuais (Davis *et al.*, 2009). De acordo com Lin *et al.* (2022), o avanço da transformação digital intensificou o uso do metaverso na educação, visando tornar o processo de ensino-aprendizagem mais acessível e envolvente. Assim, a integração do metaverso com TA's fortalece essa proposta inclusiva, alinhando-se às diretrizes do Ministério da Educação sobre a adoção de práticas pedagógicas integradas e centradas na diversidade (Kye *et al.*, 2021). Considerando o potencial do metaverso aliado às TA's, Damasceno *et al.*, (2024) destacam que os estudantes com deficiência auditiva ainda enfrentam barreiras para participar de forma colaborativa no EaD. Isso ocorre devido às limitações de acessibilidade das plataformas atuais, uma vez que as mesmas comprometem a equidade nas interações, dificultando o engajamento em práticas educacionais colaborativas. Nesse sentido, uma plataforma baseada em metaverso pode oferecer um ambiente mais inclusivo e propício à colaboração, uma vez que este aspecto é tido como essencial para a aprendizagem e a integração em comunidades.

Com o objetivo de investigar a inclusão de Pessoas com Deficiência (PcD) auditiva em ambientes imersivos, este estudo partiu de uma pesquisa exploratória sobre o comportamento de pessoas surdas em contextos educacionais no metaverso. Tornou-se essencial analisar como a comunicação pode ser facilitada, sobretudo em situações onde a colaboração é fundamental para a aprendizagem. A questão central foi: *de que forma uma pessoa surda pode interagir de maneira natural no metaverso, participando de atividades colaborativas sem depender constantemente de um intérprete?* Um dos principais desafios enfrentados foi identificar e mapear comportamentos-chave que pudessem ser incorporados aos avatares para apoiar a comunicação e a interação entre os participantes. A partir dessa análise, o foco da pesquisa voltou-se para a implementação desses comportamentos em avatares animados, com o propósito de promover interações colaborativas entre pessoas surdas e ouvintes em ambientes educacionais baseados em metaverso.

2. Fundamentação Teórica

2.1. Metaverso na Educação

Lin *et al.*, (2022) exploram a integração da educação tradicional com os recursos da Web 2.0 por meio dos Cursos Online Abertos e Massivos, destacando limitações como a falta de conteúdos envolventes e a baixa participação dos alunos. Diante da iminente chegada da Geração Z, já habituada à educação *on-line*, torna-se necessário repensar os

modelos educacionais e prepará-los para uma nova transformação. Assim, o metaverso surge como uma alternativa promissora, ao oferecer maior interatividade, autenticidade e experiências imersivas. Para Fernandes e Werner (2022), o metaverso representa um novo paradigma em desenvolvimento, no qual plataformas sociais baseadas em realidade virtual imersiva tendem a se integrar a diferentes tipos de aplicações educacionais.

O metaverso oferece um ambiente interoperável que favorece a interação, a motivação dos estudantes e o engajamento em atividades colaborativas. Diferencia-se dos AVA tradicionais pela forma como os avatares se comunicam, interagem entre si e manipulam recursos e objetos no espaço virtual. Além de integrar funcionalidades clássicas, como *chats*, fóruns, avaliações e bibliotecas virtuais, o metaverso transforma a experiência educacional ao tornar as interações mais lúdicas e envolventes, o que impacta positivamente na motivação dos estudantes (Classe; Castro e Oliveira, 2023). Nesse contexto, os alunos podem interagir com professores e colegas por meio de seus avatares, vivenciando uma aprendizagem mais imersiva e significativa (Tlili *et al.*, 2022).

Assim, as aplicações do metaverso são ferramentas relevantes para a inclusão de PcD. Ball (2022) destaca a importância de garantir que o metaverso seja acessível a esse público, reconhecendo seu papel como participantes ativos nesses ambientes. Contudo, o autor não especifica os tipos de deficiência nem detalha como acessibilidade e inclusão devem ser aplicadas. Destaca-se, assim, o conceito das TA's, que articulam produtos, serviços e estratégias voltados à acessibilidade da informação e física, ampliando as possibilidades de participação das PcD em ambientes digitais (Vianna e Pinto, 2017)

2.2. Tecnologia Assistiva

As Tecnologias Assistivas desempenham um papel fundamental na rotina dos AVA, promovendo transformações educacionais significativas. A integração da tecnologia da informação na educação tem sido essencial para ampliar o acesso e a participação de estudantes, independentemente de suas habilidades ou limitações. Este termo refere-se ao conjunto de recursos e serviços que visam fornecer ou ampliar as habilidades funcionais de PcD, promovendo sua autonomia e inclusão social (Bersch, 2008). O aprimoramento dessas capacidades funcionais evidencia uma interseção relevante com a área de Interação Humano-Computador (IHC), ressaltando a importância de investigar como esses dois campos se conectam para fortalecer práticas educacionais mais inclusivas.

2.3. Interação Humano-Computador

Investigar como as pessoas se comunicam e colaboram no trabalho, na vida social e nas rotinas diárias é fundamental para compreender o papel das tecnologias na mediação dessas interações. Avanços em tecnologias de comunicação transformaram a maneira como indivíduos vivem, mantêm contato, constroem amizades e organizam redes sociais. Rogers, Sharp e Preece (2013) introduzem o conceito de telepresença, referente ao desenvolvimento de tecnologias capazes de fazer com que uma pessoa se sinta presente, ou transmita essa sensação, em outro local. Os autores também destacam o potencial das tecnologias compartilháveis em apoiar novas formas de interação, especialmente voltadas à colaboração. Esse contexto é particularmente relevante para este estudo, pois se alinha à teoria do comportamento corporificado (*embodied behavior*), que enfatiza o papel do corpo e da presença na construção da experiência interativa.

Para que o fluxo da conversa ocorra naturalmente, as pessoas utilizam diversos recursos para indicar quanto tempo falarão e sobre o que irão tratar (*e.g.* o falante pode emitir sinais sutis ao sinalizar o fim de sua fala). Esses sinais incluem expressões como

“a-hã” ou “humms”, movimentos corporais (aproximar-se ou afastar-se), direcionamento do olhar (encarar ou desviar) e gestos (como levantar o braço), frequentemente combinados para marcar a transição de turnos. A comunicação não verbal é essencial nessas interações, envolvendo não apenas gestos e expressões faciais, mas também entonação de voz e outras formas de linguagem corporal (Rogers; Sharp e Preece, 2013). Esses aspectos são centrais à teoria do comportamento corporificado, que integra corpo e expressão à comunicação e cognição.

O conceito de co-presença é central para este estudo, pois ajuda a compreender a sensação de presença física durante a interação com avatares no metaverso. Segundo Rogers, Sharp e Preece (2013), diversas interfaces compartilháveis foram desenvolvidas para uso simultâneo por múltiplas pessoas, visando favorecer a colaboração entre grupos co-localizados e promover interações eficazes em trabalho, aprendizagem e socialização.

2.4. Processo de produção de um avatar virtual

Para a criação de avatares para ambientes digitais, Ball (2022) e Holanda et al. (2022) ressaltam a importância de projetar avatares que promovam a participação efetiva de PcD, usando TA's para ampliar suas capacidades e autonomia. No design, isso envolve decisões como simplificação visual para evitar poluição, topologia facial otimizada para expressões detalhadas e biótipos que minimizam interferências visuais (Holanda, 2022). Para avatares intérpretes de Libras, o processo técnico seguiu metodologias específicas.

O processo inicia com a “blocagem”, onde formas básicas guiam a escultura digital detalhada no *Blender*. A retopologia otimiza a malha para animação, enquanto o mapeamento UV permite aplicar texturas com precisão. Essa técnica projeta as coordenadas 3D da malha (X, Y, Z) em um plano 2D (U, V) para “embrulhar” a imagem na superfície do modelo. Por fim, o avatar é exportado para a *engine*, que renderiza em tempo real as animações do banco de dados local, integrando texturas e movimentos. Todas as decisões seguem princípios de IHC, que consideram a interação social e colaborativa, valorizando comunicação não verbal, comportamento incorporado (*embodied interaction*) e co-presença (Rogers; Sharp e Preece, 2013).

3. Metodologia

3.1. Levantamento Bibliográfico

Realizou-se um levantamento bibliográfico com o objetivo de reunir, organizar e analisar evidências sobre o metaverso, TA's e EaD (Damasceno *et al.*, 2023). Para isso, adotou-se a metodologia de Revisão Rápida (*Rapid Review*) (Cartaxo; Pinto e Soares, 2018), escolhida por sua viabilidade em termos de custo, foco em evidências específicas e colaboração próxima com profissionais. Essa abordagem mostrou-se adequada ao contexto, já que parte dos autores atua em uma empresa voltada ao desenvolvimento de soluções acessíveis e inovadoras para EaD e TA.

3.2. Respondendo às Seguintes Perguntas

O estudo abordou quatro questões de pesquisa: a evolução da publicação de estudos primários ao longo dos anos (QP1); os domínios explorados em acessibilidade na EaD no contexto do metaverso e como esses estudos tratam o tema (QP2); os desafios na implementação da acessibilidade em plataformas educacionais no metaverso (QP3); e as estratégias e abordagens metodológicas utilizadas (QP4). Os resultados indicam

que a maioria das propostas (57%) foi publicada em periódicos científicos entre 2020 e 2023, com 42,5% focando em laboratórios de Química. A pesquisa avaliativa predominou (57,1%), enquanto experimentos empíricos e métodos quanti-qualitativos foram aplicados em 42,8% e 71,4% dos estudos, respectivamente. Os principais desafios identificados incluem instrumentação, problemas técnicos, complexidade dos sistemas, desempenho dos estudantes, senso de presença e avaliação da acessibilidade. Com base nesses achados, foi elaborado um Relatório de Evidências (Damasceno *et al.*, 2023) para tornar os resultados mais acessíveis e úteis a profissionais da área.

3.3. Trabalhos relacionados

Os estudos analisaram as relações entre metaverso e educação (Alfaisal; Hashim e Azizan, 2022) (Onggirawan *et al.*, 2023), e entre metaverso e acessibilidade (Fernandes e Werner, 2022). Diferentemente desses trabalhos, nossa revisão considerou os três pilares em conjunto, com o objetivo de compreender como a acessibilidade está sendo abordada em ambientes de educação a distância baseados em metaverso. Além disso, identificamos desafios em aberto para atender às percepções de profissionais em contextos do mundo real e oferecer suporte a pesquisadores, indicando possibilidades de estudo que contribuam para a assistência a PcD.

3.4. Experimento exploratório

A pesquisa analisou a interação entre indivíduos surdos e ouvintes em atividades educacionais colaborativas, visando adaptar essas dinâmicas para ambientes virtuais mais inclusivos. Entrevistas com colaboradores da DELL foram realizadas para compreender o uso de tecnologias digitais e identificar requisitos para aprimorar o artefato DALverse.

A avaliação de IHC foi planejada para ocorrer de forma contínua ao longo do processo de design, adotando uma abordagem formativa que permite ajustes iterativos antes da conclusão do sistema, conforme apontado por Rogers, Sharp e Preece (2013) e Barbosa *et al.* (2021). A participação ativa dos usuários foi essencial nesse processo, sendo o método de design participativo adotado como estratégia central para o desenvolvimento dos experimentos (Nielsen, 1994).

O estudo utilizou um experimento observacional em uma atividade colaborativa com quadro branco físico, complementado por grupo focal em ambientes presenciais e no DALverse. Três tarefas foram realizadas, com coleta e análise de dados para obter *insights* sobre as interações. Também foi aplicado questionário pós-teste para captar o *feedback* dos usuários. A metodologia incluiu captura de tela, gravações em vídeo e anotações dos pesquisadores, além das percepções e sugestões dos participantes durante as sessões. Essa abordagem qualitativa revelou aspectos que influenciaram a experiência, oferecendo *insights* sobre interação colaborativa e usabilidade. O objetivo principal foi fundamentar o desenvolvimento de interações naturais e eficazes no metaverso, adaptadas às necessidades de pessoas surdas, usando as observações no ambiente físico para aprimorar comunicação e inclusão em cenários educacionais virtuais.

A fase de visualização da aula na web iniciou-se após o questionário pré-teste. Participantes surdos e ouvintes assistiram às aulas do curso “*Metodologia Ágil para Desenvolvimento de Software*” na plataforma DAL. Os ouvintes usaram modos adequados ao seu perfil, enquanto os surdos tiveram apoio de intérpretes. Durante o experimento, as interações no quadro branco físico foram registradas por captura de tela e vídeo, com autorização dos participantes. Esses registros permitiram uma análise detalhada das atividades colaborativas, facilitando a identificação e catalogação dos gestos usados na

comunicação entre surdos e ouvintes durante as tarefas.

A Figura 1 resume os gestos observados, destacando tanto a eficácia quanto os desafios enfrentados na comunicação mista, e demonstrando como esses gestos contribuíram para a colaboração e o entendimento mútuo entre os participantes. Essa análise é fundamental para aprimorar futuras interações no ambiente virtual DALverse, especialmente na implementação de avatares e gestos mais intuitivos e eficazes. Mais de 30 gestos foram observados. Devido à limitação de espaço neste documento, apenas alguns estão apresentados. A lista completa pode ser consultada no *link**

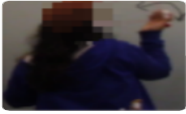
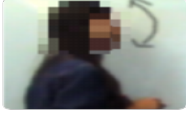
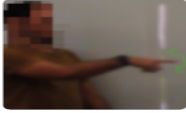
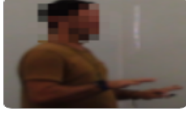
Gesto	Descrição
	Dedo indicador ao lado da cabeça (indicando "você se lembra?")
	Mão girando e terminando com a palma voltada para cima (sugerindo "é isso?")
	Movimentos de cabeça (sugerindo "sim", concordância)
	Dedo indicador oscilando e apontando (indicando "continue!")
	Duas palmas voltadas para baixo se cruzando (sugerindo "terminou", "concluído")

Figura 1. Gestos Identificados na Interação entre Surdos e Ouvintes.

Quanto a análise linguística, o experimento observacional que identificou 31 gestos utilizados em interações entre pessoas surdas e ouvintes, sem a mediação de um intérprete de Língua de Sinais, representa uma descoberta significativa para a linguística gestual e suas aplicações práticas em ambientes de comunicação colaborativa, especialmente em contextos educacionais e no metaverso. Os resultados foram analisados à luz das teorias e abordagens propostas por Adam Kendon (Kendon, 2004; Kendon, 1988) e David McNeill (McNeill, 1992), que exploram a integração entre gestos e linguagem na construção do significado durante a interação social. Essas contribuições teóricas ajudam a compreender como os gestos observados funcionam não apenas como apoio à fala ou à sinalização, mas também como elementos centrais na construção do entendimento mútuo entre participantes com diferentes modos de comunicação.

Os achados direcionaram para a implementação de gestos e expressões faciais nos avatares, com o objetivo de aprimorar a comunicação e tornar as interações mais naturais e inclusivas, especialmente entre usuários surdos e ouvintes. Além disso, a criação de novos avatares com possibilidade de personalização, permitindo que os usuários ajustem a aparência e o comportamento dos avatares de acordo com suas preferências. Essas melhorias visam aumentar o engajamento e a imersão no ambiente virtual.

*Catálogo: (https://bit.ly/Catlogo_completo_de_gestos_RENOTE_2025)

3.5. Implementar e avaliar

Baseou-se no arcabouço teórico de (Damasceno *et al.*, 2024) para obter *insights* sobre a implementação e avaliação do metaverso educacional focado na acessibilidade para surdos. Em seguida, criaram-se avatares animados para avaliação com usuários.

4. Projetando avatares animados

Esta seção descreve o processo de criação de avatares animados. O desenvolvimento de avatares animados pode ser simplificado ao utilizar recursos prontos disponíveis em bibliotecas especializadas, como a Mixamo, da Adobe. Essa abordagem foi escolhida para otimizar o tempo e focar nas etapas de personalização e animação necessárias ao contexto do artefato DALverse.

4.1. Seleção de Avatares

Foram selecionados perfis masculino e feminino da biblioteca Mixamo, priorizando modelos que atendiam às necessidades de expressividade e funcionalidade. A escolha por avatares prontos permitiu uma adaptação mais ágil ao sistema de animações planejado, eliminando a necessidade de um processo de design conceitual ou modelagem.

4.2. Recoloração de Texturas e Customizações

Após a integração, as texturas dos avatares foram personalizadas para refletir a identidade visual da escola virtual criada no projeto. Essa personalização incluiu a recoloração dos trajes dos avatares, de modo que se assemelhavam a fardas, alinhando a aparência dos personagens ao contexto educacional da aplicação.

4.3. Animação e Integração

Com os avatares personalizados, aplicaram-se animações específicas para Libras no *Blender*[†], testadas e ajustadas para garantir movimentos fluidos e claros. O *rigging* foi adaptado para atender às demandas das animações, priorizando a legibilidade dos sinais. Foram levantados mais de 30 gestos em vídeos, cuja análise identificou os sinais mais usados para seleção, considerando limitações de cronograma. Com o auxílio de um intérprete, essa primeira seleção foi validada, servindo como base para a implementação, enquanto os testes finais avaliarão sua efetividade.

5. Caso de Estudo (CSCL)

O DALverse é uma das inovações desenvolvidas pelo laboratório de pesquisa e desenvolvimento (Nascimento *et al.*, 2017), juntamente com outros produtos, como o STUART (Damasceno *et al.*, 2020). Ele integra a plataforma DAL, um ambiente de EaD projetado para ampliar a acessibilidade de estudantes com diferentes tipos de deficiência, incluindo deficiências físicas, auditivas e visuais (Nascimento *et al.*, 2017). Ao se matricular em um curso na plataforma DAL, os estudantes têm acesso à sala do ‘Metaverso’, onde podem personalizar sua presença virtual escolhendo entre três perfis de avatar pré-definidos: masculino, feminino ou um avatar robô neutro em termos de gênero. Nesse ambiente virtual, os usuários podem navegar controlando o movimento do

[†] Blender: (<https://www.blender.org/about/foundation/>)

avatar por meio das setas do teclado e do mouse (ver Figura 2).

Cada avatar, exceto o robô, realiza cinco movimentos básicos; o robô flutua nessas direções. O sistema processa e renderiza os movimentos, criando deslocamento realista no espaço virtual.

Promoção da Inclusão na Educação: Promover a educação inclusiva traz benefícios como desenvolvimento social, empatia, ambientes ricos, colaboração e compreensão mútua. Quek and Oliveira (2013) destaca essas vantagens ao desenvolver uma simulação de sala de aula colaborativa com um quadro branco digital que permite uso de borracha, lápis, texto, e ajustes de cor e tamanho. A ferramenta é usada por um participante por vez, com os demais podendo solicitar edição via seus “tablets” virtuais, garantindo gestão eficaz e segurança no ambiente (ver Figura3). Após obter acesso ao quadro branco digital, o usuário pode compartilhar uma janela do navegador, um aplicativo ou toda a tela do seu dispositivo, com ou sem áudio. Esse recurso permite que tutores e estudantes apresentem seus trabalhos, levantem questões e exibam outras aplicações de seus computadores diretamente no quadro branco.



Figura 2. Ambiente de Metaverso da DAL com Avatares.

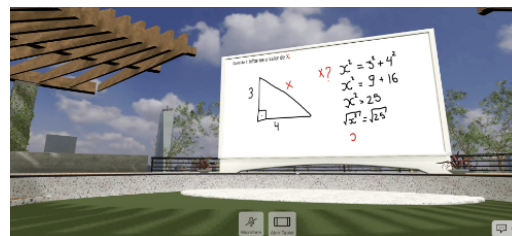


Figura 3. Atividade Colaborativa no Quadro Branco Virtual.

6. Resultados

Intervenção com novos avatares: Novos avatares customizados e animados foram adicionados ao DALverse, permitindo fácil distinção entre equipe pedagógica e alunos. Esse recurso facilita a identificação, a interação e melhora a organização no ambiente virtual (ver Figura 4).

Customizações e acessórios: O DALverse oferece customização dos avatares, permitindo alterar cores de roupa, cabelo e pele, além de adicionar acessórios de acessibilidade como óculos e aparelhos auditivos. Isso promove diversidade e inclusão, valorizando a identidade dos usuários. A plataforma também amplia as opções de personalização capilar, oferecendo maior variedade (ver Figura 5).

Animações: Também é possível que os usuários interajam com os demais através dos avatares emitindo gestos (ver Figura 6).

Avaliação: O pré-teste indicou que 100% dos participantes eram deficientes auditivos, com 75% tendo ensino médio e 25% graduação completa. Quanto ao gênero, 50% eram masculinos e 50% femininos. Todos tinham entre 36 e 45 anos. Sobre experiência com web browser/EaD, 50% tinham nível médio, 25% iniciante e 25% avançado. Metade era oralizada e todos dominavam o português. A média do SUS foi 52,25, classificando a usabilidade como moderada, aceitável, porém com possíveis problemas que afetam a experiência.

Relato de experiência ‡ Os participantes surdos tiveram percepção majoritariamente positiva sobre o uso de avatares gestuais no metaverso para comunicação

‡Relatos dos participantes: (https://bit.ly/Relato_de_experiencia.RENOTE.2025)

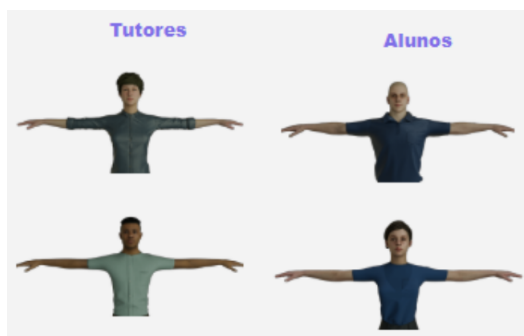


Figura 4. Novos avatares.



Figura 5. Customização e acessórios.



Figura 6. Gestos animados.

colaborativa. Destacaram a clareza e naturalidade dos movimentos, ressaltando a relevância dos gestos para a compreensão. Como pontos fortes, citaram a naturalidade e a semelhança com Libras, que aumentam a familiaridade e acessibilidade. Contudo, sugeriram melhorias, como a inclusão de expressões faciais, adaptação dos gestos para sinais mais fiéis à Libras e maior coerência gestual entre surdos e ouvintes. Todos preferiram avatares gestuais em vez de avatares sem gestos, evidenciando a importância de elementos visuais e cinéticos no design acessível.

7. Implicações

A Tabela 1 apresenta as principais implicações extraídas dos relatos dos participantes, com foco na melhoria da acessibilidade e usabilidade do DALverse.

Tabela 1. Implicações identificadas para o aprimoramento do ambiente DALverse.

Aspecto	Implicação identificada
Expressão facial nos avatares	Incorporar expressões faciais para enriquecer a comunicação emocional e aumentar a naturalidade dos avatares.
Gestos alinhados à Libras	Adaptar os gestos existentes para sinais diretamente correspondentes à Libras, garantindo maior precisão semântica.
Gestos semelhantes à Libras	Preservar e aprimorar os gestos que já se assemelham à Libras, facilitando o reconhecimento pelos usuários surdos.
Diversidade de avatares	Criar avatares que representem diferentes tipos de deficiência, ampliando a inclusão e a personalização no ambiente.
Funções de acessibilidade	Disponibilizar acessórios como aparelhos auditivos e óculos, reforçando identidade e acessibilidade visual.
Botão “sair da sala”	Incluir um botão de saída visível e acessível, promovendo controle e autonomia na navegação do usuário.

8. Considerações Finais

Este estudo investigou como avatares animados podem facilitar interações colaborativas acessíveis entre surdos e ouvintes no metaverso educacional. Por meio de um experimento observacional, foram identificados 31 gestos relevantes para comunicação direta, evidenciando o potencial dos avatares gestuais na inclusão. Os participantes preferiram unânimemente avatares com gestos e reconheceram semelhanças com Libras, embora apontassem a falta de expressões faciais como limitação. Os resultados indicam a necessidade de maior expressividade, diversidade de avatares, inclusão de outras deficiências e melhorias de usabilidade, como o botão de saída. O estudo reforça a importância do design centrado no usuário e abordagens interdisciplinares no desenvolvimento de TA's para o metaverso educacional. Futuramente, pretende-se validar as melhorias, ampliar o repertório de sinais e avaliar o impacto na aprendizagem colaborativa e na experiência do usuário.

Referências

- Alfaisal, R.; Hashim, H.; Azizan, U. H. Metaverse system adoption in education: a systematic literature review. **Journal of Computers in Education**, Springer, p. 1–45, 2022.
- Ball, M. **The Metaverse: what it is, where to find it, and who will build it**. 2020. 2022.
- Barbosa, S. D. J. *et al.* **Interação Humano-Computador e Experiência do Usuário**. [S.l.]: Autopublicação, 2021.
- Bersch, R. Introdução à tecnologia assistiva. **Porto Alegre: CEDI**, v. 21, 2008.
- Cartaxo, B.; Pinto, G.; Soares, S. The role of rapid reviews in supporting decision-making in software engineering practice. In: **Proceedings of the 22nd International Conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering 2018**. [S.l.: s.n.], 2018. p. 24–34.
- Classe, T. M. de; Castro, R. M. de; Oliveira, E. G. de. Metaverso como um ambiente de aprendizado para o ensino híbrido. **RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia**, v. 26, n. 2, 2023.
- Damasceno, A.; Soares, P.; Santos, I.; Souza, J.; Oliveira, F. Assistive technology for distance education in metaverse-based environment: A rapid review. **Anais do XXXIV Simpósio Brasileiro de Informática na Educação**, SBC, p. 693–706, 2023.
- Damasceno, A. R. *et al.* A recommendation system framework for educational content reinforcement in virtual learning environments. In: **CSEDU (1)**. [S.l.: s.n.], 2022. p. 228–235.
- Damasceno, A. R. *et al.* Stuart: an intelligent tutoring system for increasing scalability of distance education courses. In: **Proceedings of the 19th Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems**. [S.l.: s.n.], 2020. p. 1–10.
- Damasceno, A. R.; Silva, L. C.; Barros, E. M.; Oliveira, F. C. Metaverse4deaf: Assistive technology for inclusion of people with hearing impairment in distance education through a metaverse-based environment. In: **CSEDU (1)**. [S.l.: s.n.], 2024. p. 510–517.
- Davis, A.; Murphy, J.; Owens, D.; Khazanchi, D.; Ziguers, I. Avatars, people, and virtual worlds: Foundations for research in metaverses. **Journal of the Association for Information Systems**, v. 10, n. 2, p. 1, 2009.
- Fernandes, F.; Werner, C. Accessibility in the metaverse: Are we prepared? In: SBC. **Anais do XIII Workshop sobre Aspectos da Interação Humano-Computador para a Web Social**. [S.l.], 2022. p. 9–15.

- Holanda, S. F. **O processo de produção de um assistente virtual para o público falante de Libras**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) — Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2022. Curso de Sistemas e Mídias Digitais.
- Kendon, A. How gestures can become like words. In: Hogrefe & Huber Publishers. **This paper is a revision of a paper presented to the American Anthropological Association, Chicago, Dec 1983**. [S.l.], 1988.
- Kendon, A. **Gesture: Visible action as utterance**. [S.l.]: Cambridge University Press, 2004.
- Kye, B.; Han, N.; Kim, E.; Park, Y.; Jo, S. Educational applications of metaverse: possibilities and limitations. **Journal of educational evaluation for health professions**, Korea Health Personnel Licensing Examination Institute, v. 18, 2021.
- Lin, H.; Wan, S.; Gan, W.; Chen, J.; Chao, H.-C. Metaverse in education: Vision, opportunities, and challenges. **arXiv preprint arXiv:2211.14951**, 2022.
- McNeill, D. **Hand and Mind: What Gestures Reveal about Thought** Univ. [S.l.]: of Chicago Press, Chicago, 1992.
- Nascimento, M. D. *et al.* Aprendizado acessível. In: **Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação**. [S.l.: s.n.], 2017. v. 6, n. 1, p. 110.
- Nielsen, J. **Usability engineering**. [S.l.]: Morgan Kaufmann, 1994.
- Onggirawan, C. A.; Kho, J. M.; Kartiwa, A. P.; Gunawan, A. A. *et al.* Systematic literature review: The adaptation of distance learning process during the covid-19 pandemic using virtual educational spaces in metaverse. **Procedia Computer Science**, Elsevier, v. 216, p. 274–283, 2023.
- Quek, F.; Oliveira, F. Enabling the blind to see gestures. **ACM Transactions on Computer-Human Interaction (TOCHI)**, ACM New York, NY, USA, v. 20, n. 1, p. 1–32, 2013.
- Rogers, Y.; Sharp, H.; Preece, J. **Design de interação**. [S.l.]: Bookman Editora, 2013.
- Tlili, A. *et al.* Is metaverse in education a blessing or a curse: a combined content and bibliometric analysis. **Smart Learning Environments**, Springer, v. 9, n. 1, p. 1–31, 2022.
- Vianna, W. B.; Pinto, A. L. Deficiência, acessibilidade e tecnologia assistiva em bibliotecas: aspectos bibliométricos relevantes. **Perspectivas em Ciência da Informação**, SciELO Brasil, v. 22, p. 125–151, 2017.