

UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM *DESIGN* – PPGDG
MESTRADO EM *DESIGN*

CAMILLA COSTA BACELAR

PESQUISA E INOVAÇÕES SOBRE TECNOLOGIAS ASSISTIVAS:

Recursos Educacionais da UNA.SUS/UFMA para Daltônicos.

São Luís

2024

CAMILLA COSTA BACELAR

PESQUISA E INOVAÇÕES SOBRE TECNOLOGIAS ASSISTIVAS:
Recursos Educacionais da UNA.SUS/UFMA para Daltônicos.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Design da Universidade Federal do Maranhão como requisito parcial à obtenção do título de mestre em Design. Área de concentração: Design Inclusivo. Linha 1 - Design: Informação e Tecnologia.

Orientador: Prof. Dr. Bruno Serviliano Santos Farias

Co Orientadora: Profa. Dra. Ivana Marcia Oliveira Maia

São Luís

2024

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Diretoria Integrada de Bibliotecas/UFMA

Bacelar, Camilla Costa.

Pesquisa e Inovações Sobre Tecnologias Assistivas: :
Recursos Educacionais da Una.sus/ufma Para Daltônicos /
Camilla Costa Bacelar, Raimundo Lopes Diniz, Livia Flávia
de Albuquerque Campos. - 2024.

99 f.

Coorientador(a) 1: Ivana Marcia Oliveira Maia.

Orientador(a): Bruno Serviliano Santos Farias.

Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em
Design/ccet, Universidade Federal do Maranhão, São Luis,
2024.

1. Daltonismo. 2. Educação. 3. Design Inclusivo. 4.
Tecnologia Assistiva. 5. . I. Campos, Livia Flávia de
Albuquerque. II. Diniz, Raimundo Lopes. III. Farias,
Bruno Serviliano Santos. IV. Maia, Ivana Marcia Oliveira.

CAMILLA COSTA BACELAR

**PESQUISA E INOVAÇÕES SOBRE TECNOLOGIAS ASSISTIVAS:
Recursos Educacionais da UNA.SUS/UFMA para Daltônicos.**

Aprovada em: 27/06/2024

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Bruno Serviliano Santos Farias - DEDET/UFMA
Doutor em Design pela Universidade Estadual Paulista - Campus Bauru.
Orientador

Profa. Dr. Raimundo Lopes Diniz - DEDET/UFMA
Doutor em Engenharia de Produção pela Universidade Federal do Rio Grande do
Sul – UFRGS.
Membro da banca examinadora

Profa. Dra. Livia Flávia de Albuquerque Campos - DEDET/UFMA
Doutora em Design pela Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" -
UNESP - Bauru.
Membro da banca examinadora

Prof.Dr. Edilson Thialison da Silva Reis - CEST
Doutor em Design pela Universidade Federal do Paraná
Membro da banca examinadora

Para Jerciane,
Que se dedicou a vida inteira para me
ensinar.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer primeiramente a minha amada mãe, Jerciane Costa, que me incentivou a ingressar no mestrado e me deu todo o apoio necessário. Sou grata pela sua presença e pelos seus conselhos, deixando todo o processo mais leve e confiando sempre em mim. Sou grata pela paciência, por ser meu alicerce e por todos os ensinamentos ao longo da vida, por ser quem me mostra todos os dias o quão importante é ter coragem e é o meu maior exemplo de vida.

Agradeço à minha avó, Zefinha e meu avô João Lopes, que comemoram todas as minhas conquistas com muito orgulho e me incentivam a ser melhor por mérito próprio. Vó, obrigada por tudo e principalmente pelas orações, por interceder por mim e por ser minha maior torcedora, a senhora é a corda do meu coração.

Agradeço ao meu pai, Diô Bacelar, que me deu suporte e incentivo ao longo da minha vida, assim como as minhas irmãs, Angélica e Luiza Bacelar, que sempre me apoiaram e sempre me aconselharam, tiveram paciência comigo e sempre me deram muito amor.

Agradeço a Larissa Almeida, que foi essencial para reunir os participantes desta pesquisa, além de ser o meu incentivo diário e ter muita paciência para navegar o mestrado junto comigo nos melhores e piores dias. Obrigada por trazer o Farofa, o Vinagrete e a Purê pras nossas vidas, por ter tanto cuidado com eles e comigo, te amo!

Agradeço a Deus por ter conseguido chegar até aqui e por sempre me conceder bênçãos extraordinárias e muita proteção, além de me cercar de pessoas maravilhosas.

Agradeço ao meu orientador Bruno Farias, por ser um pesquisador e um professor admirável e me ajudar a concluir essa pesquisa com êxito e com muito orgulho do que produzimos. Por ter guiado todas as minhas dúvidas para a melhor resolução possível e pela disponibilidade, nada disso seria possível sem o senhor.

Por fim, agradeço a banca de avaliadores, que participou desse processo comigo, a Universidade Federal do Maranhão, ao Programa de Pós Graduação em Design da UFMA e a CAPES por todo o apoio necessário para concluir uma pesquisa. Agradeço também à UNA-SUS UFMA que forneceu o material necessário para ser avaliado nesta pesquisa e por fazer parte dessa caminhada.

RESUMO

A presente dissertação aborda o problema da inclusão de pessoas com daltonismo na educação digital. O problema central identificado é a dificuldade que esses indivíduos enfrentam ao utilizar recursos educacionais digitais devido à deficiência na percepção de cores, o que pode comprometer a compreensão do conteúdo e a inclusão educacional desses usuários. O objetivo geral da pesquisa é analisar tecnologias assistivas para pessoas com daltonismo aplicadas em recursos educacionais digitais do conteúdo educativo da UNA-SUS/UFMA. Os objetivos específicos incluem avaliar a eficácia dessas tecnologias assistivas na compreensão e inclusão dos usuários, aplicar as tecnologias no conteúdo educativo e avaliar a percepção dos usuários após a modificação do conteúdo. Para atingir esses objetivos, a pesquisa utilizou um método de estudo de caso que envolveu a aplicação de diferentes filtros de tecnologia assistiva em recursos educacionais digitais e a subsequente avaliação da percepção dos usuários daltônicos. A ferramenta “Color Enhancer” foi um dos principais recursos testados, sendo aplicada para simular a visão de indivíduos com diferentes tipos de daltonismo e ajustar o contraste das imagens conforme as diretrizes da WCAG 2.0. Os resultados da pesquisa indicaram que, embora algumas tecnologias assistivas melhorassem a percepção de elementos textuais, houve discordâncias significativas na eficácia para elementos pictóricos. A análise dos dados revelou que, enquanto as tecnologias ajudaram na identificação de textos e ilustrações, ainda há desafios consideráveis na interpretação de imagens, ressaltando a necessidade de mais estudos e desenvolvimento de ferramentas mais eficazes.

Palavras-chave: Daltonismo. Educação. Design Inclusivo. Tecnologia Assistiva

ABSTRACT

This dissertation addresses the problem of including people with color blindness in digital education. The central problem identified is the difficulty that these individuals face when using digital educational resources due to impaired color perception, which can compromise the understanding of the content and the educational inclusion of these users. The general objective of the research is to analyze assistive technologies for people with color blindness applied in digital educational resources of UNA-SUS/UFMA educational content. Specific objectives include evaluating the effectiveness of these assistive technologies in understanding and including users, applying the technologies to educational content, and evaluating users' perceptions after modifying the content. To achieve these objectives, the research used a case study method that involved the application of different assistive technology filters to digital educational resources and the subsequent evaluation of the perception of colorblind users. The "Color Enhancer" tool was one of the main features tested, being applied to simulate the vision of individuals with different types of color blindness and adjust the contrast of images according to WCAG 2.0 guidelines. The research results indicated that, although some assistive technologies improved the perception of textual elements, there were significant disagreements in effectiveness for pictorial elements. Data analysis revealed that, while technologies helped in identifying texts and illustrations, there are still considerable challenges in interpreting images, highlighting the need for further studies and development of more effective tools.

Keywords: Colorblinded. Education. Inclusive Design. Assistive Technology.

LISTA DE TABELA

Tabela 1- Número de pesquisas selecionadas por tipo de publicação.....	19
Tabela 2- Número de pesquisas selecionadas por descritivo	20
Tabela 3 - Número de pesquisas selecionadas por método	20
Tabela 4- Orientações da WCAG para utilização de cor e contraste	37
Tabela 5 - Catalogação de diretrizes da CUD	44
Tabela 6 - Catalogação de softwares inclusivos	46
Tabela 7 - Reunião de pesquisas similares e catalogação de métodos utilizados	55
Tabela 8 - Análise de imagens através do contraste.....	63
Tabela 9 - Resultados médios entre as tecnologias assistivas	71
Tabela 10 - Elementos catalogados e seus contrastes	74
Tabela 11 - Média de contraste dos elementos catalogados	75
Tabela 12 - Perfil dos usuários.....	78
Tabela 13 - Preferências - Elementos pictóricos fotográficos.....	79
Tabela 14 - Preferências - Elementos pictóricos ilustrativos	81
Tabela 15 - Preferências - Elementos textuais.....	82
Tabela 16 – Tecnologia assistiva mais preferida pelos participantes.....	87

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Protocolo de Revisão Sistemática de Literatura	16
Figura 2- Estrutura da Linguagem de Thyman	40
Figura 3 - Circulos cromáticos.....	42
Figura 4- Contraste entre amarelo e azul.....	42
Figura 5- Identificação de cores por símbolos da ColorAdd.....	43
Figura 6 - Identificação de cores no lápis de cor pela ColorAdd	43
Figura 7 - Proposta de paleta da Color Universal Design	45
Figura 8 - Página inicial do site UNA-SUS/UFMA.....	49
Figura 9 - Plataforma AVA onde os cursos da UNA-SUS/UFMA estão hospedados	50
Figura 10 - Alguns cursos da UNA-SUS/UFMA disponíveis na plataforma AVA.....	50
Figura 11 - Imagem da primeira pergunta da primeira seção.....	59
Figura 12 – Imagem da segunda pergunta da primeira seção	60
Figura 13 – Imagem da terceira pergunta da primeira seção	60
Figura 14 - Imagem da primeira pergunta da terceira seção.....	61
Figura 15 - Imagem da segunda pergunta da terceira seção	61
Figura 16 - Imagem da terceira pergunta da terceira seção.....	61
Figura 17 - Percurso metodológico da pesquisa	65
Figura 18 - Primeiros justes pedidos pelo comitê de ética	68
Figura 19 - Ajustes detalhados pedidos pelo comitê de ética	68
<i>Figura 20– Submissão da pesquisa para o comitê de ética</i>	<i>69</i>
Figura 21- Página do documento “Tabela de Elementos”	73
Figura 22- Exemplos de elementos catalogados.....	75
Figura 23- Site da UNA-SUS/UFMA sem T.A. e com T.A. Daltonismo Amigável no filtro de Deuteranopia.	77
Figura 24- Imagem do questionário.....	78
Figura 25- Imagem 1 de variação de matizes e tonalidade.....	83
Figura 26- Imagem 2 de variação de matizes e tonalidade.....	84
Figura 27- Imagem 3 de variação de matizes e tonalidade.....	85
Figura 28- Imagem 4 de variação de matizes e tonalidade.....	85
Figura 29- Elemento pictórico ilustrado original na direita e com color enhancer aplicada (maior contraste) na esquerda	86
Figura 30- Elemento verbal original na direita e com daltonismo amigável aplicada	

(maior contraste) na esquerda	87
Figura 31- Elemento pictórico fotográfico original na direita e com c dalton aplicada	
(maior contraste) na esquerda	88

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Conjunto de Consideração Final	17
Quadro 2– Elementos informativos inclusivos.....	37
Quadro 3 - Detalhamento da pesquisa.....	54
Quadro 4 - Concordâncias e discordâncias entre os participantes do teste piloto	62
Quadro 5 - Etapas para eficiência da observação sistemática.....	65

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Ilustração 1 - Número de pesquisas selecionadas por ano.....	19
--	----

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
1.1 Delimitação do Problema de Pesquisa.....	16
1.1.1 Análise dos grupos de estudos.....	20
1.1.2 Princípios e Contribuições do Design.....	22
1.1.3 Estratégias e tecnologias.....	23
1.1.4 Métodos de pesquisa em Design.....	25
1.1.5 Lacunas.....	27
1.2 Objetivos da pesquisa.....	29
1.2.1 Objetivo Geral.....	29
1.2.2 Objetivos específicos.....	30
1.3 Justificativa.....	30
1.4 Aderência ao programa.....	30
1.5 Estrutura da dissertação.....	31
2 REFERENCIAL TEÓRICO	32
2.1. Daltonismo: conceitos e modelos.....	32
2.1.1 Modelo fisiológico.....	32
2.1.2 Modelo social.....	34
2.2 Normas para pessoas com daltonismo.....	36
2.3 Design e o contexto inclusivo.....	39
2.4 Contexto da pesquisa: UNA-SUS/UFMA.....	48
2.5 Resumo do capítulo.....	51
3 METODOLOGIA	54
3.1 Caracterização da pesquisa.....	54
3.1.1 Abordagens Centradas no Usuário.....	57
3.1.2 Ferramentas de Avaliação.....	57
3.1.3 Métodos Estruturados.....	57
3.2. Teste Piloto.....	58
3.3 Descrição dos dados do teste piloto.....	62
3.4 Análise dos dados do teste piloto.....	63
3.5 Procedimentos metodológicos da pesquisa.....	65
3.5.1 Procedimentos éticos.....	67
3.5.2 Seleção de conteúdo.....	69
3.5.3 Seleção da tecnologia assistiva.....	70
3.6 Descrição dos dados da pesquisa.....	71
3.7 Análise dos dados da pesquisa.....	72
3.8 Análise dos dados com usuários.....	77
3.9 Análise cromática dos elementos pictóricos fotográficos.....	83
4. RESULTADOS	87
5 CONCLUSÃO	93
REFERÊNCIAS.....	96
APÊNDICE.....	105

1 INTRODUÇÃO

A diversidade humana é composta por uma variedade de capacidades sensoriais, tais como a visão, audição, tato, paladar e olfato. Alguns indivíduos apresentam capacidades sensoriais limitadas ou desafiadoras, tais como daltonismo, surdez, visão subnormal, tato reduzido, paladar ou olfato prejudicados, entre outros.

O Design considera essa diversidade almejando garantir que produtos, serviços e ambientes sejam acessíveis e fáceis de usar para o maior número possível de pessoas, independentemente de suas habilidades sensoriais.

De acordo com a Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (Pnad) Contínua de 2022, feita pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), são 18,6 milhões de pessoas (8,9%) de 2 anos ou mais de idade com deficiência no Brasil em 2022. A taxa de escolarização das pessoas com deficiência mostra que, em 2022, durante os 6 e 14 anos de idade, 95% das pessoas com deficiência têm escolaridade. Entre 15 a 17 anos de idade a porcentagem de pessoas com deficiência é de 84% escolarizada, enquanto de 18 a 24 anos de idade apenas 24% das pessoas com deficiência são escolarizadas.

A capacidade de reconhecer cores desempenha um papel crucial na vida cotidiana, pois a falta desse reconhecimento pode limitar a independência das pessoas de várias maneiras. Pessoas daltônicas enfrentam desafios em tarefas simples, como dirigir devido à incapacidade de identificar as cores dos semáforos, fazer compras, escolher roupas e muito mais. Isso muitas vezes exige a assistência de outras pessoas, levando a situações embaraçosas, e pode até resultar em preconceito se a pessoa não estiver ciente de sua deficiência (Chagas e Acioly, 2021).

Um dos cenários onde se mais se percebe é na educação, pois o daltonismo afeta a percepção das cores e, conseqüentemente, a forma como essas informações são apresentadas (Henriques, 2019). Há algumas tecnologias que podem minimizar tais questões no contexto digital, como a tecnologia assistiva “Color Enhancer” da Google. Neste sentido, o presente estudo tem como objetivo avaliar o impacto da compreensão das tecnologias assistivas aplicadas no conteúdo da UNA-SUS/UFMA por pessoas com daltonismo.

Neste sentido, foi realizada uma RSL com o objetivo de conhecer o atual panorama das tecnologias assistivas voltadas para pessoas com daltonismo e testar

no ambiente virtual de aprendizado da UNA-SUS/UFMA. Assim, compreende-se como o Design inclusivo pode impactar a vida destes usuários e descobrir quais lacunas podem ser preenchidas com o estudo do tema.

1.1 Delimitação do Problema de Pesquisa

Com o intuito de estabelecer os limites do problema de pesquisa, foi empregada a abordagem da Revisão Sistemática da Literatura (RSL). Essa metodologia busca aprofundar a compreensão da temática em questão e serve como uma abordagem adicional para fundamentar a proposta de pesquisa.

Nesse método, a coleta de dados segue um protocolo estruturado (figura 1), orientando a busca em bases de dados científicos (Aquino; Obregon, 2018). Inicialmente, foram definidos a questão de pesquisa e os critérios para a busca, incluindo as bases de dados a serem consultadas, o período temporal abrangido, os descritores e suas traduções para o inglês, bem como os critérios de inclusão e exclusão. Em seguida, foram realizadas as etapas de identificação e agrupamento dos estudos selecionados, compilação do conjunto de trabalhos de acordo com as bases de dados, classificação das contribuições identificadas nos trabalhos incluídos e, finalmente, a síntese dos dados obtidos na RSL, como demonstrado na figura a seguir.

Figura 1- Protocolo de Revisão Sistemática de Literatura



Fonte: A autora com base em Crossan; Apaydin (2010); Aquino; Obregon (2018).

a) Definição dos descritores

Para guiar a seleção das publicações, foram definidos alguns descritores, são eles:

- a) **Descritores em português:** Design inclusivo para daltônicos, usabilidade digital para daltônicos, tecnologia assistiva para daltônicos, educação inclusiva para daltônicos, tecnologia assistiva para educação, Design inclusivo na educação de pessoas daltônicas.
- b) **Descritores em inglês:** *inclusive Design for colorblind, digital usability for colorblind, assistive technology for colorblind, inclusive education for colorblind, assistive technology for education, inclusive Design for education of colorblinded people.*

b) Base de dados

A metodologia envolveu a combinação de 2 ou 3 descritores, levando em consideração as peculiaridades de cada base. Foram consideradas os banco de dados Google Biblioteca, Eletrônica Científica Online - SciELO e as revistas Estudos em Design, Design & Tecnologia, Infodesign, Ergodesign e HCI, Human Factors in Design. Foi utilizado o filtro relacionado ao ano de publicação (2014-2023) com o intuito de selecionar as publicações mais recentes. A partir da identificação inicial, foram encontrados 76 trabalhos.

Desses 56 trabalhos foram excluídos após a análise dos resumos. Nessa avaliação, observou-se que a maioria não atendia aos critérios estabelecidos, ou seja, não abordava especificamente estudos sobre Design inclusivo e acessibilidade na educação de pessoas daltônicas em relação ao acesso a interfaces.

c) Seleção das publicações

Os vinte e um publicações selecionadas foram (Quadro 1):

Quadro 1 - Conjunto de Consideração Final

N	Título da publicação	Autores
1.	Diretrizes aplicadas a sistemas web para daltônicos	Kaleb Luiz Ferreira Silva Fernandes (2022)
2.	Guia de boas práticas para acessibilidade de Interfaces digitais para usuários daltônicos	Bruna Elisa Schwarzrock Rodrigues, (2017)

3.	Jogos Digitais e Usuários com Daltonismo: como a acessibilidade pode afetar a jogabilidade	Filipe de Lima Vaz Monteiro, Isabelle Melo do Nascimento, José Rocha do Amaral Neto, Yuska Paola Costa Aguiar, Michael Jonathan Silva de Vasconcelos, (2022)
4.	A construção de um guia de boas práticas sobre daltonismo a partir de princípios e perspectivas de acessibilidade cromática	Thiovani da Rosa Pereira (2023)
5.	Produção protótipo de sinalização inclusiva na universidade federal do maranhão, otimizada para pessoas com daltonismo	Eudes Pablo Silva e Silva (2018)
6.	Democracia cromática: dispositivos e códigos de representação da cor para portadores de daltonismo e baixa visão	Fernanda Henriques, Marcella Gadotti, Mariana Shizue Iamaguti (2016)
7.	Desenvolvimento de interfaces web adaptado para portadores de daltonismo	Filipe Franchini Hrubá (2018)
8.	Projetando para o daltonismo: o design instrucional como ferramenta para a construção de interfaces digitais mais inclusivas	Gabrielle Gonçalves de Freitas, Jéssica Santos Serrate, Laís de Souza Dias Ferreira, Stefany Sivia Friedlander Raskin, Victor Kraide Corte Real (2021)
9.	Tecnologias Assistivas e Daltonismo: um levantamento de produtos com vistas ao projeto de um jogo para auxiliar no aprendizado das cores e suas simbologias	Brenda Chagas, Angélica Acioly, (2019)
10.	Análise de simuladores e tecnologias assistivas que apoiam o designer ver como daltônicos	Bruno Santana da Silva, Gilmar Vitor da Silva Andrade, Joseh Augusto Dantas Salgado Pinto (2017)
11.	Interdependence as a Frame for Assistive Technology Research and Design	Cynthia L. Bennett, Erin Brady, Stacy M. Branham (2018)
12.	Tecnologia assistiva para daltônicos para tradução de cores por meio de dispositivos móveis	Israel Eduardo Tuão Monteiro (2022)
13.	Modo Daltônico: plataforma para refletir sobre a inclusão de pessoas com daltonismo no desenvolvimento de interfaces digitais	Alice Santana Almeida, Melissa Pozatti, Augusto Gowert Tavares, (2021)
14.	E-commerce inclusivo: Guia de usabilidade para pessoas com deficiência visual	Sara Filipa Andrade Gomes (2022)
15.	Why Should Red and Green Never Be Seen? Exploring Color Blindness Simulations as Tools to Create Chromatically Accessible Games	Mateus Pinheiro Widson Viana, Ticianne de Gois Ribero Darin (2023)
16.	Ontology-Based Adaptive Interfaces for Colorblind Users	Ricardo José de Araújo, Julio Cesar dos Reis, Rodrigo Bonacin (2016)
17.	Protótipo de aplicativo em realidade aumentada para a exposição de arte online com ênfase no público daltônico	Andréa Silva Souza (2023)

18.	The Effects of Color Choice in Web Design on the Usability for Individuals with Color-Blindness	Theresa Marie Sparks (2019)
19.	O uso de dispositivos eletrônicos móveis como tecnologia assistiva por pessoas com baixa visão	Wanessa Ferreira Borges, Eniceia Gonçalves Mendes (2021)
20.	DIRETRIZES ACESSÍVEIS EM AMBIENTES DIGITAIS: Aplicação de parâmetros gráfico-inclusivos para o desenvolvimento de sites	Marcos Airton Morasco Junior; Cassia Leticia Carrara Domiciano; Fernanda Henriques, (2016)
21.	MeTA: Um método para avaliação de tecnologias educacionais acessíveis sob a perspectiva do Design Universal	Krissia Mikaelly Lopes Menezes, Roberto Pereira (2022)

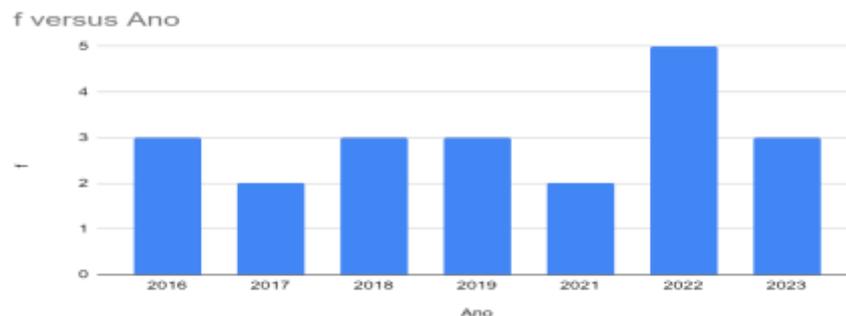
Fonte: Elaborado pela autora.

d) Descrição das publicações

Foi possível classificar os dados obtidos através da RSL por ano, tipos de publicações, descritivos relevantes e métodos utilizados.

As pesquisas selecionadas foram publicadas entre 2016 e 2023, como demonstra o gráfico 1 abaixo.

Ilustração 1 - Número de pesquisas selecionadas por ano



Fonte: Elaborado pela autora.

As pesquisas selecionadas são teses, de anais de congresso e revistas científicas conforme a tabela abaixo.

Tabela 1- Número de pesquisas selecionadas por tipo de publicação

Publicações	f
Tese	8
Anais de Congresso	7
Revista	6
Total Geral	21

Fonte: Elaborado pela autora.

Ao classificar os dados descritivos, agrupou-se em quatro categorias relevantes: Acessibilidade, Tecnologia Assistiva, Design Inclusivo e Outros. Acessibilidade é o principal tema das publicações selecionadas, conforme a tabela abaixo.

Tabela 2- Número de pesquisas selecionadas por descritivo

Descritivos	f
Acessibilidade	10
Tecnologia Assistiva	5
Design Inclusivo	3
Outros	3
Total Geral	21

Fonte: Elaborado pela autora.

Em relação ao método, pode-se observar que a maioria das pesquisas utilizou-se do método de Avaliação Heurística. Outros métodos incluem Estudo de caso, Design Science Research Methodology (DSRM), Design Thinking Bootleg e Mini Toolkit de Design Thinking e, por fim, o MeTA (Método para Avaliação de Tecnologias Educacionais Acessíveis).

Tabela 3 - Número de pesquisas selecionadas por método

Método	f
Avaliação Heurística	8
Outros	7
Revisão de Literatura	6
Total Geral	21

Fonte: Elaborado pela autora.

e) Análise dos dados

A partir da análise de conteúdo dos artigos compilados na RSL, foi possível classificar e organizar os estudos em cinco categorias:

1.1.1 Análise dos grupos de estudos

Analisando os estudos científicos selecionados nos aspectos de acessibilidade, inclusão, Design inclusivo e tecnologias assistivas para usuários com

daltonismo, entende-se que há características fundamentais para responder às demandas de uma sociedade diversificada, busca-se criar soluções que atendam a todos, independentemente de suas habilidades físicas, sensoriais ou cognitivas. Para melhor explicar as justificativas separou-se nos seguintes tópicos:

a) **Acessibilidade e Inclusão em Design e Tecnologia:** Inclui estudos sobre a acessibilidade em tecnologia assistiva, Design inclusivo, e a necessidade de inclusão social em plataformas digitais e produtos educacionais. A acessibilidade e inclusão em Design e tecnologia são fundamentais para criar um ambiente digital mais equitativo e acessível. Esta área abrange a adaptação de interfaces web, aplicativos, e sistemas educacionais para atender às necessidades de pessoas com diferentes tipos de deficiências, como o daltonismo. O foco está em desenvolver soluções que garantam a todos o acesso igualitário à informação e recursos, removendo barreiras que impedem a participação plena na sociedade digital. Iniciativas nesta área buscam promover a igualdade de oportunidades, reforçando o princípio de que o Design e a tecnologia devem servir a todos, independentemente de suas habilidades ou limitações.

b) **Desafios Específicos do Daltonismo:** Enfoca em como o daltonismo afeta a percepção de cores e a usabilidade em sites, jogos e outras interfaces digitais, bem como estratégias para melhorar a comunicação visual para pessoas com daltonismo. O daltonismo apresenta desafios específicos no campo do Design e tecnologia. Esta condição, que afeta a percepção de cores, pode criar barreiras significativas na interação do usuário com interfaces digitais. Projetistas e desenvolvedores enfrentam o desafio de criar produtos e ambientes digitais que sejam acessíveis para pessoas daltônicas. Isso inclui a adaptação de cores em websites, jogos e aplicativos para garantir que as informações sejam compreensíveis, sem depender da distinção de cores que podem ser confusas ou indistinguíveis para esses usuários. A atenção a esses detalhes é crucial para assegurar uma experiência digital inclusiva e acessível.

c) **Avaliação e Melhoria de Tecnologias Acessíveis:** Abrange pesquisas sobre a avaliação e desenvolvimento de tecnologias educacionais acessíveis, incluindo métodos de Design instrucional e adaptações para diferentes deficiências visuais. A avaliação e melhoria de tecnologias acessíveis são essenciais para assegurar que produtos e serviços digitais atendam às necessidades de todos os usuários, incluindo aqueles com deficiências. Este processo envolve rigorosa avaliação de interfaces e sistemas existentes, identificando áreas que necessitam de melhorias em termos de

acessibilidade. Utiliza-se de métodos analíticos e heurísticos para avaliar a usabilidade, com foco em tornar a tecnologia inclusiva e adaptável. Este trabalho contínuo é crucial para garantir que avanços tecnológicos beneficiam de forma equitativa toda a população.

1.1.2 Princípios e Contribuições do Design

Analisando os dados coletados foi possível organizar a categoria “Contribuições do impacto do Design” em alguns tópicos. São elas:

- 1) **Abordagens e conceitos de Design:** O Design, nesta perspectiva, não é apenas uma questão de estética, mas também uma ferramenta crucial para tornar a informação e a interação com produtos e serviços mais intuitivos e acessíveis. Um aspecto chave discutido nesta categoria é a importância de criar interfaces que sejam ao mesmo tempo funcionais e esteticamente agradáveis, mantendo uma abordagem centrada no usuário. Isso envolve a aplicação de princípios de ergonomia cognitiva e as leis de Gestalt, que garantem que o Design seja não apenas visualmente atraente, mas também eficaz na comunicação e fácil de usar.
- 2) **Design Universal:** É orientado para a criação de soluções abrangentes e inclusivas, atende a uma vasta gama de usuários, inclusive aqueles com deficiências físicas, sensoriais ou cognitivas. Esta abordagem enfatiza a importância de desenvolver produtos e serviços que sejam intuitivos e de fácil compreensão, independentemente do background, conhecimento ou capacidades linguísticas dos usuários. Visa-se, assim, projetar interfaces e experiências que reduzam a complexidade e estejam alinhadas às expectativas e intuições dos usuários, promovendo acessibilidade e usabilidade ampliadas. O Desenho Universal propõe a concepção de produtos e ambientes aptos ao uso por todas as pessoas, sem necessidade de adaptações ou design especializado, proporcionando uma experiência inclusiva e acessível a todos, sem distinção de habilidades ou características individuais.
- 3) **Design Inclusivo:** Em sua amplitude, engloba tanto produtos quanto

ambientes, com o objetivo de satisfazer as necessidades de um amplo espectro de usuários. Embora compartilhe similitudes com o Design Universal, o Design Inclusivo distingue-se sutilmente por enfatizar os benefícios individuais para o usuário e a relevância desses benefícios para a sociedade como um todo. Essa abordagem busca fomentar a independência física e emocional, contribuindo para o aumento da autoestima e dignidade das pessoas, o que resulta em um design mais democrático e adaptável.

- 4) Informação de Fácil Percepção:** considera o uso de diferentes modos de comunicação - visual, verbal e tátil - é essencial para garantir a acessibilidade das informações em diversos contextos de Design. Tal questão, multifacetada, permite que informações essenciais sejam compreendidas por um espectro mais amplo de usuários, incluindo aqueles com diferentes habilidades sensoriais ou limitações. A aplicação de contrastes adequados e o uso de tamanhos de texto legíveis são vitais para garantir que o conteúdo visual seja facilmente discernível. Isso inclui a escolha de cores com suficiente contraste para que textos e elementos gráficos se destaquem do fundo, facilitando a leitura e a compreensão. Além disso, a clareza na apresentação das informações - seja através de Design gráfico, redação ou layout - é crucial para a eficácia da comunicação. Informações apresentadas de forma clara e concisa reduzem a ambiguidade e melhoram a compreensão geral. A visibilidade de recursos em uma interface, por exemplo, é fundamental para que os usuários saibam quais ações podem realizar e como podem interagir com um sistema ou produto.

1.1.3 Estratégias e tecnologias

O daltonismo, caracterizado pela dificuldade ou incapacidade de distinguir certas cores, não possui uma cura conhecida. No entanto, existem diversas estratégias e recursos para ajudar os indivíduos com daltonismo a se adaptarem e a lidar com as limitações impostas por essa condição. Alguns autores comentaram que o papel das tecnologias assistivas na promoção da acessibilidade e melhoria da interação do usuário é fundamental, especialmente para pessoas com necessidades

especiais, como as pessoas com daltonismo.

Tais tecnologias podem ser ferramentas de Design na criação de uma experiência inclusiva e acessível para todos. Há também uma ênfase na utilização de plataformas educacionais e de Design que apoiam o ensino e a aprendizagem, desenvolvendo websites, aplicativos e softwares acessíveis para uma ampla gama de usuários, incluindo aqueles com limitações visuais ou cognitivas. A categoria ressalta a necessidade de ferramentas de Design intuitivas, que permitam aos designers criar produtos e interfaces não apenas esteticamente agradáveis, mas também funcionalmente acessíveis para todos. Isso inclui softwares que simulam diferentes tipos de deficiências visuais, permitindo testar a acessibilidade das criações.

A Tecnologia Assistiva (TA) surgiu oficialmente em 1988 nos Estados Unidos e foi reconhecida no Brasil em 2007. O conceito engloba uma gama de recursos, serviços e práticas voltados para a promoção da inclusão e independência de pessoas com deficiência. Abrangendo mais do que apenas recursos materiais, a TA compreende também metodologias, estratégias e práticas que contribuem para a autonomia, independência, qualidade de vida e inclusão social, representando um conjunto amplo de elementos que ampliam habilidades funcionais. No cotidiano, as pessoas com daltonismo encontram suporte em uma variedade de tecnologias, como o Código de cores (ColorADD), óculos e lentes corretoras, Eyeborg, softwares inclusivos, sistemas de sinalização de trânsito, lápis de cor, livros e jogos. Ferramentas como simuladores de daltonismo, incluindo Color Blind Simulator, Chromatic Vision Simulator, Visccheck, Coblis, Color Oracle e Sim Daltonism, são investigadas para analisar sua eficácia. Finalmente, o Design de interfaces deve considerar não apenas a visão típica, mas também oferecer alternativas para pessoas com daltonismo, assegurando inclusão e acessibilidade. Algumas TA citadas:

- a) Óculos Especializados: Óculos de correção de cores são uma tecnologia assistiva para algumas pessoas com daltonismo, melhorando a distinção de cores. Esses óculos funcionam filtrando ondas de luz específicas, aumentando o contraste entre cores comumente confundidas, como vermelho e verde.
- b) Aplicativos e Softwares Adaptativos: Existem aplicativos para smartphones e softwares de computador que oferecem modos de cor adaptados para pessoas com daltonismo. Estas soluções auxiliam na diferenciação e identificação de cores em dispositivos digitais, facilitando o uso de telas e interfaces.
- c) Marcação de Objetos: A etiquetagem de itens do dia a dia, como vestuário e

utensílios de cozinha, com o nome da cor, pode ser uma estratégia eficaz para ajudar indivíduos com daltonismo na identificação e seleção desses itens.

- d) Educação Adaptada: Em contextos educativos, é crucial fornecer materiais de aprendizagem adaptados às necessidades de alunos com daltonismo. Isso pode incluir livros com etiquetas de cores ou versões em preto e branco e instruções que não dependam exclusivamente da identificação de cores.
- e) Implementação de Filtros de Cor: A utilização de filtros de cor específicos, considerando as diferentes variantes de daltonismo, é fundamental para assegurar que os usuários possam distinguir informações de forma adequada. Isso é especialmente importante em ambientes digitais, onde a cor é frequentemente usada para transmitir mensagens críticas.

1.1.4 Métodos de pesquisa em Design

Explora as abordagens e técnicas utilizadas no processo de Design para melhorar a acessibilidade, especialmente para usuários com daltonismo. Esta categoria enfatiza a importância de integrar considerações de acessibilidade desde as etapas iniciais de desenvolvimento de um produto ou serviço, destacando como isso pode minimizar desafios e otimizar a experiência do usuário.

Um dos elementos centrais nesta categoria é o desenvolvimento de interfaces digitais que sejam acessíveis para pessoas com daltonismo. Isso inclui a aplicação de filtros de cor e ajustes na paleta de cores, permitindo que esses usuários distingam informações visualmente de maneira mais eficaz. Esta abordagem visa não apenas melhorar a jogabilidade, mas também garantir que a mensagem e a experiência pretendidas sejam transmitidas com sucesso a todos os usuários.

Outro aspecto crucial nesta categoria é a adoção do Design participativo, que envolve a inclusão de usuários com deficiência visual no processo de Design. Isso assegura que suas necessidades e preferências sejam diretamente consideradas, resultando em soluções mais eficazes e inclusivas.

A colaboração com especialistas em daltonismo e o envolvimento ativo de usuários colorblind em todas as fases do desenvolvimento também são enfatizados, reforçando a importância de uma perspectiva inclusiva e abrangente no Design. Além disso, há uma ênfase na aplicação de metodologias de Design que priorizem a usabilidade e a experiência do usuário. Isso inclui a consideração cuidadosa de

aspectos como aprendizado, gerenciamento de erros e uso eficiente, visando criar sistemas que sejam intuitivos e eficientes para o usuário.

Segundo Pinheiro, Viana, Darin, 2023; Gomes (2022), Araujo, Reis e Bonacin, (2016) e Meneses e Pereira(2022), os principais métodos que emergiram foram:

- I. **Revisão de Literatura:** É fundamental para coletar diretrizes e orientações sobre o desenvolvimento de sites acessíveis para pessoas com daltonismo. É uma abordagem metodológica que fornece uma base teórica sólida para qualquer projeto de Design, assegurando que as soluções sejam informadas por práticas e conhecimentos já estabelecidos. Cada uma dessas categorias apresenta uma abordagem única e valiosa para o Design inclusivo, destacando a importância de considerar as necessidades de usuários com diversas habilidades e limitações. A combinação dessas metodologias pode levar a soluções de Design mais eficazes, acessíveis e inclusivas. : (Pinheiro, Viana, Darin, 2023; Gomes, 2022; Araujo, Reis e Bonacin, 2016; Meneses e Pereira, 2022)
- II. **Avaliação Heurística:** Concentra-se na avaliação de jogabilidade e acessibilidade em jogos digitais, com ênfase especial em usuários com daltonismo. Os avaliadores, embora não tenham daltonismo, possuem conhecimento em acessibilidade, e a avaliação é feita individualmente antes de uma discussão em grupo para identificar problemas comuns. Este método permite uma análise detalhada e colaborativa, garantindo que diversas perspectivas sejam consideradas para identificar e resolver problemas de acessibilidade. Jakob Nielsen (2020) estabeleceu uma lista de dez heurísticas de usabilidade para orientar o desenvolvimento de interfaces. Essas heurísticas são consideradas generalizadas e adaptáveis a diversos contextos, não sendo específicas. As heurísticas incluem princípios fundamentais para aprimorar a usabilidade de sistemas e produtos. Alguns dos princípios incluem a visibilidade do estado do sistema, correspondência entre o sistema e o mundo real, controle e liberdade do usuário, consistência e padrões, prevenção de erros, reconhecimento em vez de recordar, flexibilidade e eficiência, design estético e minimalista, ajuda no reconhecimento, diagnóstico e recuperação de erros, e provisão de

ajuda e documentação quando necessário. : (Pinheiro, Viana, Darin, 2023; Gomes, 2022; Araujo, Reis e Bonacin, 2016; Meneses e Pereira, 2022)

- III. Outros métodos: Outros métodos foram citados como: Design Science Research Methodology (DSRM), Design Thinking Bootleg e Mini Toolkit de Design Thinking, Estudo de Caso e MeTA. Tais métodos compartilham o foco no usuário. Seja através da empatia e ideação do Design Thinking ou da avaliação detalhada de necessidades específicas no Estudo de Caso, todas visam compreender e atender às necessidades reais dos usuários. Outro ponto em comum é a natureza iterativa e reflexiva desses métodos. Desde o DSRM, que enfatiza a revisão contínua de soluções, até o processo de teste e prototipagem do Design Thinking, todos envolvem um ciclo de aprendizado e aprimoramento contínuo. Além disso, cada metodologia reconhece a importância de uma abordagem multidisciplinar, integrando diferentes perspectivas e habilidades para enriquecer o processo de Design. Contudo, há diferenças marcantes. O DSRM oferece uma estrutura mais formal e sistemática, ideal para soluções inovadoras dentro de um contexto bem definido, enquanto o Design Thinking fornece mais flexibilidade e criatividade, com um foco em resolver problemas complexos e humanos. O Design Thinking e o DSRM são mais abrangentes e podem ser aplicados a uma vasta gama de projetos, o Estudo de Caso é mais focado em situações específicas e detalhadas, oferecendo insights profundos em contextos particulares. O MeTA é mais orientado para uma avaliação objetiva e sistemática da acessibilidade. (Pinheiro, Viana, Darin, 2023; Gomes, 2022; Araujo, Reis e Bonacin, 2016; Meneses e Pereira, 2022)

1.1.5 Lacunas

Analisando as lacunas apontadas nas pesquisas sobre daltonismo, podemos categorizá-las em três principais áreas:

- a) Limitações Metodológicas e Amostrais em Pesquisas sobre Daltonismo: As pesquisas relacionadas ao daltonismo frequentemente

enfrentam desafios significativos no que tange às metodologias e às amostras utilizadas. Essas limitações podem impactar a validade e a aplicabilidade dos resultados obtidos, como amostra pequena e pouco diversificada. A restrição no tamanho da amostra compromete a generalização dos resultados para a população daltônica mais ampla. A falta de representatividade pode ser particularmente problemática em estudos sobre condições como o daltonismo, onde a variabilidade individual é significativa, como a ausência de diversidade de gênero entre os participantes. Considerando que o daltonismo afeta homens e mulheres de maneira diferente (predominantemente homens), a falta de representação feminina pode levar a conclusões parciais ou enviesadas. Isso é particularmente relevante, dado que os padrões de herança genética do daltonismo diferem entre os sexos.

- b) Falta de Testes com Usuários: Muitas pesquisas e desenvolvimentos, incluindo a criação de aplicativos, não foram validados com testes junto a usuários com daltonismo. Isso deixa uma lacuna significativa quanto à eficácia e aplicabilidade prática das soluções propostas. Em alguns casos, mesmo que houvesse um desenvolvimento focado em usuários com daltonismo, a ausência de testes com este público específico limita a compreensão sobre a real utilidade e aceitação das ferramentas ou interfaces propostas.
- c) Falta de Clareza Conceitual e Normativas: Algumas pesquisas não especificam claramente o que é daltonismo, deixando de fornecer uma base teórica sólida para o entendimento desta deficiência. A ausência de referência a normas existentes para pessoas com daltonismo em algumas pesquisas indica uma lacuna na consideração de diretrizes já estabelecidas, que poderiam enriquecer e orientar o desenvolvimento de soluções mais efetivas.
- d) Demanda por Mais Estudos: Há um apelo recorrente por mais pesquisas, especialmente aquelas que envolvam um público maior e mais diversificado. Isso sugere a necessidade de estudos mais abrangentes para compreender melhor as diversas facetas do daltonismo e suas implicações práticas.

Desta forma, a presente pesquisa se justifica especialmente por questões éticas no Design inclusivo para pessoas daltônicas no contexto digital, já que para a inclusão destes usuários observa-se a necessidade de mais estudos científicos, mais testes com usuários e um maior número de amostras. No Design inclusivo, a consideração de aspectos éticos, como a clareza conceitual e normativas sobre o que é e como é ser uma pessoa com daltonismo, e como os aspectos éticos do Design podem projetar para a diversidade seguindo normativas existentes para tal. Além disso, superar limitações tecnológicas e de infraestrutura requer abordagens criativas para garantir que soluções inclusivas sejam viáveis em diversos ambientes.

Quando se trata de contexto digital, a educação digital abrange os processos de ensino-aprendizagem com a utilização de tecnologias digitais, como Ensino a Distância (EaD), aulas remotas e ensino híbrido. Além de envolver o uso de dispositivos, a educação digital requer uma infraestrutura escolar adequada, uma abordagem pedagógica inovadora e projetada para a diversidade, além do aprimoramento contínuo das habilidades digitais. Sua importância nas escolas vai além de promover aulas envolventes, alcançando a democratização do acesso à informação, promovendo inclusão e acessibilidade para os estudantes.

No âmbito de Design é imprescindível que seja levado em consideração tecnologias assistivas que auxiliem no contraste das cores, na assertividade da paleta para que a informação seja recebida de forma fácil e direta por usuários com daltonismo. Nesse sentido, a pesquisa em Design é importante para fomentar o conhecimento de profissionais da área, consequentemente promovendo a inclusão dos usuários por meio de projetos inclusivos.

1.2 Objetivos da pesquisa

Baseado no conteúdo apresentado, definiu-se o objetivo geral e os objetivos específicos para a pesquisa.

1.2.1 Objetivo Geral

Analisar Tecnologias Assistivas para pessoas com daltonismo em recursos educacionais digitais no conteúdo educativo da UNA-SUS/UFMA.

1.2.2 Objetivos específicos

- A. Avaliar a tecnologia assistiva e seus impactos nas formas de compreensão e inclusão de usuários com daltonismo;
- B. Aplicar a tecnologia assistiva no conteúdo educativo da UNA-SUS/UFMA;
- C. Avaliar o conteúdo da UNA-SUS/UFMA por usuários com daltonismo após ser modificado pela tecnologia assistiva.

1.3 Justificativa

Esta pesquisa é justificada pelos seguintes motivos:

- A. pelas pessoas daltônicas que devem ser incluídas na sociedade e, principalmente, na educação.
- B. pela educação e inclusão, uma vez que o modelo de aprendizado deve se adequar à necessidade das pessoas, sejam elas quais forem.
- C. pelo Design, já que a inclusão de pessoas daltônicas é uma questão ética que os designers devem abordar, propondo ferramentas e soluções que promovam a evolução da inclusão.
- D. pela ciência, fomentando alternativas e recomendações para a promoção da acessibilidade de usuários com daltonismo nas interfaces digitais educativas, além de servir como base para futuros estudos.

1.4 Aderência ao programa

Esta pesquisa encontra-se inserida na linha de pesquisa Informação e Tecnologia do programa de Pós-Graduação em Design da Universidade Federal do Maranhão devido a pesquisa sobre complexidades entre as tecnologias de informação e os processos de design, com ênfase nas diversas linguagens em contexto digital. A abordagem da linha envolve uma reflexão entre o Design e a abordagem inclusiva de sistemas da informação, considerando suas interdisciplinaridades entre as tecnologias de informação e os processos de Design, buscando melhorar a eficácia da comunicação visual. O foco recai nas diversas linguagens (pictóricas, gráficas e textuais) em ambientes digitais e na convergência das mídias (UFMA, 2022).

O estudo se justifica pelos objetivos da linha de pesquisa Informação e

Tecnologia, que levam em consideração linguagens em contexto digital e de convergência das mídias. Os eixos temáticos se encaixam na pesquisa pois incluem Tecnologias Educacionais e Linguagens Gráficas (UFMA, 2022). Nesse contexto, este estudo alinha-se aos objetivos da linha, concentrando-se na análise das contribuições do Design inclusivo focado na experiência do usuário no contexto digital através de tecnologias educacionais, visando promover a acessibilidade para usuários com daltonismo.

1.5 Estrutura da dissertação

Na organização deste trabalho pensou-se em se fazer um “funil” de informações reunindo desde conceitos básicos até as nomenclaturas científicas avançadas para explicar certos termos e fazer-se clara e acessível as informações aqui presentes.

Por isso, começou-se com a introdução de conceitos gerais para então fazer a revisão bibliográfica, trazendo autores para explicar sobre tecnologia assistiva, como ela pode ser aplicada as pessoas com daltonismo e o que há como opções para eles, bem como essas opções podem ser aplicadas na esfera da educação.

Segue a metodologia para explicar como ocorreu a pesquisa e então, para os resultados do que foi colhido durante a pesquisa. Através da análise dos resultados poderá fazer a síntese, as considerações e definir contribuições da pesquisa para a esfera em que ela se aplica, bem como sugerir como esta pesquisa pode ser ramificada futuramente.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

O daltonismo pode ser caracterizado nas formas fisiológica e social, para a melhor compreensão destes conceitos dentro do aspecto legal da deficiência, neste capítulo cita-se conceitos, normas e tecnologias que envolvem a vivência de pessoas daltônicas e analisa-se a inclusão dessas pessoas na sociedade.

2.1. Daltonismo: conceitos e modelos

De acordo com Pishler e Merino (2019) a discussão sobre os modelos de abordagem da deficiência, o modelo “fisiológico” (médico) e o modelo social, tem sido central nas últimas décadas.

2.1.1 Modelo fisiológico

O modelo "fisiológico" tem uma abordagem que se caracteriza por verificar as questões físicas do corpo, como a coordenação motora, cognitiva e sensorial. Tal modelo considera um ser humano "normal", com vista "normal" e quem não for próximo disso é "com deficiência". Na questão sensorial, estuda o órgão dos sentidos e os estágios da percepção. Neste caso o daltonismo é uma classificação desse modelo. (Farias, 2019).

No modelo “fisiológico” a deficiência é caracterizada por questões físicas ou sensoriais do corpo. Os autores Medeiros e Diniz 2004 diferenciam conceitos de doença e deficiência como:

- a) Doença: É caracterizada por uma condição de saúde que está significativamente abaixo de um padrão de normalidade, mas temporária. Mesmo que alguém tenha uma saúde reduzida devido a uma doença, não é considerado pessoa com deficiência dentro do modelo médico, pois essa redução de capacidades é temporária e não define sua identidade.
- b) Deficiência: É definida como uma condição irreversível. No caso de deficiência, o conceito de normalidade é redefinido para acomodar a condição permanente das pessoas. Por exemplo, alguém cego não é considerado doente, pois a cegueira é considerada sua condição normal. No entanto, alguém que não pode enxergar devido a uma inflamação ocular grave é considerado doente, não pessoa com

deficiência.

Neste sentido, a discromatopsia é uma condição que afeta a capacidade da pessoa em perceber cores corretamente e como consequência tem implicações significativas na relação da pessoa com o ambiente, já que a cor está presente em diversos aspectos da vida moderna, incluindo combinações de cores em roupas, sinais de trânsito, e compreensão de mapas (Gusmão et al, 2014). Essa limitação é permanente e afeta a autonomia da pessoa na tomada de decisões assertivas e na percepção de valores e significados do ambiente.

O estudo cromático e sua percepção acontece desde a Antiguidade. Contudo, o primeiro estudo relacionado a Discromatopsia foi publicado em 1794 por John Dalton, que descreveu sua dificuldade para distinguir algumas cores (Ramos, 2018). Por isso a Discromatopsia é popularmente conhecida como “daltonismo”, que vem do sobrenome de John Dalton.

No modelo “fisiológico”, discromatopsia é uma deficiência congênita que ocorre nos cones da retina do olho humano, cuja principal dificuldade de identificação ocorre com as cores-luz primárias (vermelho, verde e azul), podendo prejudicar a visualização de todas as outras cores (NEIVA, 2008).

Ela é, na grande maioria dos casos, hereditária. De qualquer forma, o daltonismo não é considerado uma deficiência física, uma vez que o indivíduo por ele afetado apenas se confronta com limitações ao nível da percepção visual da cor. Uma das características comuns de pessoas que experimentam o daltonismo cotidianamente é a redução da sensibilidade ao contraste, que é a capacidade do olho humano de distinguir diferentes tons de cinza. Isso ocorre porque as células responsáveis pela percepção das cores (cones) também influenciam a percepção do contraste (SILVERMAN, 1990).

De acordo com Fluke, 2021 existem três tipos principais de daltonismo: Deuteran (verde), Protan (vermelho) e Tritan (azul), cada um causado por mutações ou defeitos nos cones. As pessoas com daltonismo têm dificuldade em distinguir certas cores, especialmente entre vermelho e verde, devido à sobreposição na percepção dos cones. Apesar de existir três tipos, as ineficiências de Deuteran (verde) e Protan (vermelho) são as mais comuns:

- a) Deuteranomalia: cone verde com mau funcionamento (comum);
- b) Deuteranopia: ausência de cone verde (raro);
- c) Protanomalia: cone vermelho com mau funcionamento (rarod)

d) Protanopia: ausência de cone vermelho (raro);

O daltonismo do tipo azul também é possível, mas muito raro:

a) Tritanopia: ausência de cone azul (muito raro);

b) Tritanomalia: cone azul com mau funcionamento (muito raro)

2.1.2 Modelo social

O daltonismo pode impactar significativamente o bem-estar psicológico e social das pessoas, limitando sua independência e causando constrangimento (Neiva, 2008). Chagas e Acioly (2021) destacam que a incapacidade de reconhecer cores afeta atividades cotidianas, como interpretar semáforos e escolher roupas, levando à necessidade de assistência de outras pessoas e, em alguns casos, ao preconceito quando a deficiência não é conhecida.

Além da perda de autonomia e autoestima, não há tratamento eficaz para o daltonismo. O modelo social da deficiência, como discutido por Hahn (1988), sugere que a deficiência resulta de projetos inadequados, e não das limitações individuais. Assim, a responsabilidade pela inclusão recai sobre a sociedade e suas estruturas, que devem ser adaptadas para atender à diversidade humana (Farias, 2019).

As pessoas com deficiência (PcD) enfrentam diversos obstáculos diários, incluindo a falta de acessibilidade e a dificuldade de acesso à informação, o que restringe sua plena participação na sociedade (Brasil, 2015). Esse modelo social, desenvolvido no Reino Unido nos anos 1960, mudou a compreensão da deficiência ao transferir a responsabilidade pela desigualdade da esfera individual para a social. Essa abordagem desafia a visão fisiológica da deficiência, enfatizando a necessidade de ajustes sociais para acomodar a diversidade humana (Da Silva Bampi, Guilhem e Alves, 2010).

O Relatório da OMS (2002) destaca que as limitações enfrentadas pelas PcD resultam em desvantagens significativas, como condições de saúde mais precárias, menor rendimento escolar, menor atividade econômica e maiores taxas de pobreza. A acessibilidade é crucial para evitar a exclusão social e permitir a participação em atividades cotidianas, pois sua falta agrava a discriminação e limita as oportunidades, especialmente para pessoas com daltonismo, que enfrentam desvantagens escolares devido à má interpretação de informações coloridas (Henriques, 2019).

A inclusão de PcD é fundamental para promover uma sociedade verdadeiramente diversa e igualitária, fornecendo os recursos necessários para sua plena participação (Santos, 2021). No âmbito educacional, a inclusão deve ser promovida por meio de um currículo que valorize a diversidade e enfrente preconceitos. Ferguson (2001) propõe a incorporação do modelo social no currículo geral para tornar o ambiente educacional mais inclusivo e justo para alunos da Educação Especial.

O modelo inclusivo de educação baseia-se nos direitos humanos e na valorização das diferenças, assegurando que todos possam aprender e participar sem discriminação (Olivia, 2016). Prieto (2006) critica o modelo de integração por condicionar o acesso de alunos com deficiência a classes comuns, exigindo que eles se adaptem à escola em vez de o contrário. Segundo Prieto, o modelo de integração não cumpre suas próprias indicações, pois o aluno com necessidades especiais é muitas vezes rejeitado na sala comum e movido à educação especial.

Para superar essas barreiras, é necessário um compromisso político para promover a educação inclusiva, incluindo a adaptação das escolas e a formação de profissionais capacitados (De Castro et al., 2018). Além disso, é essencial a conscientização da sociedade e o engajamento dos pais e familiares de alunos com deficiência para apoiar políticas públicas de inclusão. A participação ativa da comunidade é fundamental para criar um ambiente educacional verdadeiramente inclusivo.

Outra solução importante é o uso de tecnologias assistivas, como comunicação alternativa, recursos de acessibilidade ao computador e materiais pedagógicos acessíveis. Esses recursos podem garantir que todos os alunos com deficiência tenham acesso a uma educação de qualidade, independentemente de suas necessidades individuais (Sartoretto e Bersch, 2014). A implementação dessas tecnologias é crucial para atender às diversas necessidades educacionais dos alunos.

Para garantir que todas as PcD tenham acesso à educação de qualidade, é necessário um compromisso conjunto entre governos, sociedade civil e setor privado para superar as barreiras existentes. A pesquisa proposta se focará nos desafios enfrentados por estudantes com deficiência visual cromática, popularmente conhecidos como daltônicos, visando entender e mitigar os impactos dessa condição em suas vidas educacionais e cotidianas.

2.2 Normas para pessoas com daltonismo

A Pesquisa Nacional de Saúde (PNS) de 2019 do IBGE revelou que cerca de 17,3 milhões de brasileiros com 2 anos ou mais têm alguma deficiência funcional, sendo que aproximadamente 7 milhões possuem deficiência visual grave. Dentre os adultos com 18 anos ou mais sem instrução ou com ensino fundamental incompleto, 8,1% têm deficiência visual, destacando a relação entre deficiência e níveis mais baixos de educação.

A Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência de 2015, entre outras normas, visa assegurar os direitos das pessoas com deficiência, promovendo acessibilidade em diversas áreas como educação, trabalho e cultura. No campo educacional, a legislação garante acesso à educação de qualidade através de recursos acessíveis e adaptações curriculares. No trabalho, incentiva a contratação e condições equitativas, além de sensibilizar a sociedade sobre a importância da diversidade (Brasil, 2015).

Essas leis e decretos, como a Lei nº 7.853 de 1989 e o Decreto Nº 3.298 de 1999, seguem o modelo fisiológico para definir deficiência, focando em limitações estruturais ou funcionais que impactam atividades cotidianas. A Lei Brasileira de Inclusão e outros decretos, como o nº 5.296 de 2004, ampliam essas definições e asseguram o acesso das PcD a direitos e serviços oferecidos pela sociedade.

Os principais direitos das PcD no Brasil incluem educação inclusiva, saúde, acessibilidade urbana, benefícios previdenciários e assistenciais, trabalho digno, cultura, lazer, tecnologia assistiva e acessibilidade na comunicação. Políticas públicas específicas, como a Política Nacional de Educação Especial e o Programa de Atenção à Saúde da Pessoa com Deficiência, buscam garantir esses direitos. Internacionalmente, o Brasil é signatário da Convenção sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência da ONU, reforçando seu compromisso com a inclusão (Decreto Nº 6.949, 2009).

O Departamento de Assuntos Econômicos e Sociais das Nações Unidas apoia esses compromissos dentro dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Isso inclui políticas para assegurar acesso à educação de qualidade, infraestrutura educacional acessível, capacitação de especialistas em educação inclusiva e engajamento da sociedade civil na promoção da educação inclusiva (Nações Unidas Brasil, 2022). Esses esforços são fundamentais para garantir que as PcD possam

desenvolver seu potencial e participar plenamente da sociedade.

Apesar dos avanços legais e políticos, as PcD ainda enfrentam barreiras e discriminações cotidianas, destacando a necessidade de ampliar o debate sobre inclusão e direitos. Esses progressos resultam de mobilização e militância de organizações e movimentos sociais de PcD, que continuam lutando pela promoção e respeito aos seus direitos globalmente.

Diversas normas, diretrizes e documentos listam questões sobre como utilizar elementos informativos de forma inclusiva para pessoas com Daltonismo, são eles: Norma Brasileira de Acessibilidade (NBR 9050), WCAG, EMAG, Guia de Acessibilidade Cromática para daltonismo (Pereira, 2021), World Wide Web Consortium (W3C). Esses documentos citam elementos informativos inclusivos conforme apresentado no quadro 2.

Quadro 2– Elementos informativos inclusivos

Categoria	Descrição
Linguagem Verbal e legibilidade	Enfatiza a importância de seguir premissas relacionadas a texto como: dimensionamento, destaque figura fundo, tipografia.
Luzes e cores	Uso de contraste e luminosidade, combinações de cores, texturas e padrões.
Redundância da informação	Foca em fornecer alternativas textuais para conteúdo visual e áudio. Evita o uso único de cor ou outras características sensoriais para diferenciar elementos.

Fonte: elaborado pela autora

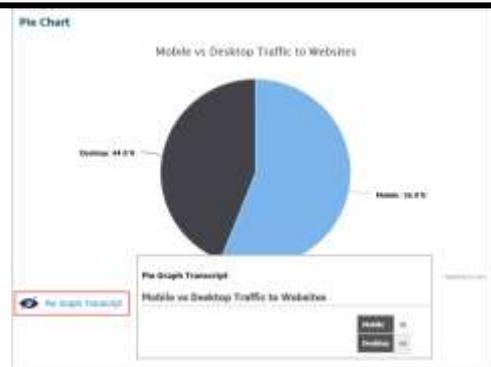
Para se avaliar a Utilização de cor e o Contraste, existem as diretrizes da WCAG que fornecem orientações sobre seu uso e valores de referência, conforme visto na tabela abaixo:

Tabela 4- Orientações da WCAG para utilização de cor e contraste

Orientação da WCAG	Imagens
---------------------------	----------------

Qualquer conteúdo "não textual" e relevante para compreensão da informação, deve trazer uma descrição alternativa em texto para identificar o conteúdo.

Se o conteúdo não textual se destina principalmente a criar uma experiência sensorial específica, então as alternativas textuais fornecem pelo menos uma identificação descritiva do conteúdo não textual.

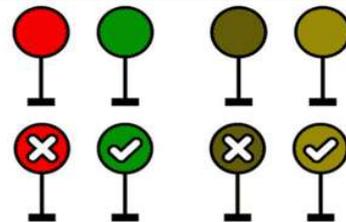


Oferecer contraste mínimo de 4.5.1 entre plano de fundo e o texto.

Texto aqui

Texto aqui

Não utilizar apenas cor ou outras características sensoriais para diferenciar elementos (redundância da informação). Tal recomendação propõe que a cor ou outras características sensoriais, como forma, tamanho, localização visual, orientação ou som não devem ser utilizadas como o único meio para transmitir informações, indicar uma ação, pedir uma resposta ao usuário ou distinguir um elemento visual.



Fonte: Acervo da autora

Na WCAG, cada critério de sucesso é dividido em A, AA e AAA. Essas letras representam níveis de criticidade diferentes para cada critério de sucesso. Para se ter uma acessibilidade mínima aceitável, precisa-se atender todos os critérios dos níveis A (básico) e também AA (intermediário), há também o AAA que já representa um nível alto de criticidade.

Para se avaliar os parâmetros de avaliação de contraste entre matizes, existem ferramentas como a extensão "Accessible Web Helper". Esta é uma extensão do Chrome projetada para simplificar os esforços de acessibilidade na web, onde capacita os usuários a descobrir e resolver violações de acessibilidade em qualquer página da web, seguindo as diretrizes WCAG. A partir da comparação entre o código de matizes, ele oferece uma taxa de contraste que é automaticamente comparada

com o parâmetro de contraste mínimo (4.5.1) da WCAG.

2.3 Design e o contexto inclusivo

Este estudo atravessa algumas abordagens do Design, uma vez que no aspecto dos objetivos o Design inclusivo e as tecnologias assistivas são importantes para discutir a inclusão de pessoas daltônicas no contexto educacional. Já no aspecto de definição do objeto de estudo, o Design da informação é utilizado para nortear as diretrizes utilizadas na análise do conteúdo.

O Design, no contexto de sua prática e teoria, emerge como um campo crucial para a transformação social e a melhoria da qualidade de vida, especialmente para PcD. A concepção de soluções que atendam às necessidades específicas dos usuários e do ambiente é um aspecto fundamental dessa disciplina. Neste cenário, o designer é visto não apenas como um criador de produtos, mas também como um agente de transformação social (De Souza Sierra; Okimoto; Beccarri, 2019).

O conceito de Design inclusivo enfatiza a criação de produtos acessíveis a um espectro mais amplo de pessoas. Este enfoque é particularmente evidente no desenvolvimento de Tecnologias Assistivas (TA), que são definidas como "uma área do conhecimento, de característica interdisciplinar, que engloba produtos, recursos, metodologias, estratégias, práticas e serviços que objetivam promover a funcionalidade, relacionada à atividade e participação, de pessoas com deficiência, incapacidades ou mobilidade reduzida, visando sua autonomia, independência, qualidade de vida e inclusão social" (Sartoretto e Bersh 2023; Bersch & Tonolli, 2006). Esses recursos incluem uma variedade de dispositivos e sistemas que facilitam a realização de atividades cotidianas por pessoas com deficiência, promovendo uma vida mais independente e inclusiva.

O Design inclusivo, neste contexto, visa soluções que considerem as peculiaridades de cada indivíduo ou grupos, focando na qualidade de vida e nas questões de autonomia e ambiente (Pinchler e Merino, 2017). Esta abordagem é essencial para o desenvolvimento de ferramentas que não apenas atendam às necessidades dos usuários, mas também promovam sua inclusão plena e efetiva na sociedade. Assim, essas práticas refletem o compromisso do Design com a promoção da inclusão social, seguindo o modelo social de Design.

Já o Design da informação é focado na apresentação clara e eficaz de dados

e informações. Seu objetivo é facilitar a compreensão e o uso da informação pelo público-alvo, seja ele leigo ou especializado. Isso envolve a organização visual dos elementos informativos, como textos, gráficos, ícones e mapas, de forma que transmitam a mensagem de forma eficiente e intuitiva. Técnicas de Design da informação são aplicadas em diversas áreas, incluindo jornalismo, educação, interfaces de usuário (UI) e visualização de dados. (Silva, 2023)

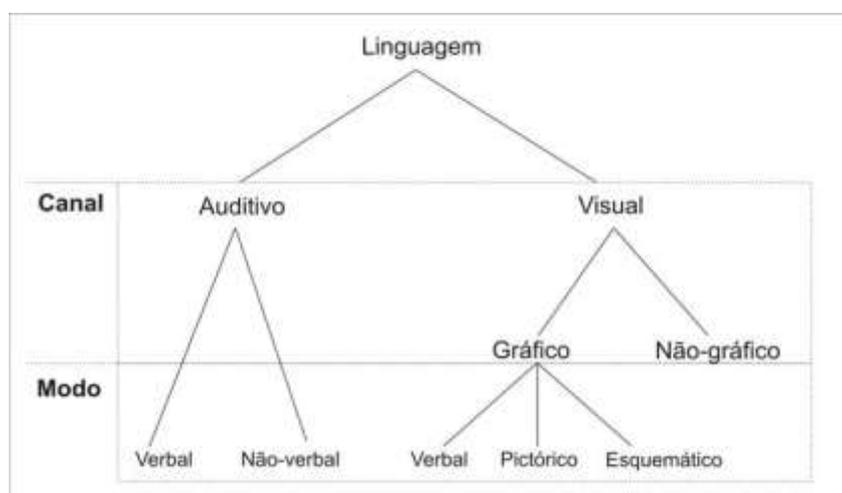
No entanto, ao mesmo tempo, as tecnologias assistivas também levam em conta as necessidades e especificidades individuais dos usuários e o contexto em que o produto será utilizado (Silva; Mendes; Santos, 2020).

De acordo com Bersh (2008) a classificação de TA tem uma finalidade didática e em cada tópico considera a existência de recursos e serviços. Os autores basearam esta classificação nas diretrizes gerais do ADA (American with Disabilities Act) e de estudos do ATACP (Programa de Certificação em Aplicações da Tecnologia Assistiva da California State University Northridge), onde se classificam em diversas categorias, sendo a mais relevante para esta dissertação:

- a) Comunicação e Informação: Produtos para comunicação aumentativa e alternativa, recursos de acessibilidade ao computador e sistemas de controle de ambiente.

Para definir o objeto de estudo foi utilizado o conceito de Michael Twyman, intitulado "A Schema for the Study of Graphic Language", que propõe um esquema para analisar e organizar a linguagem gráfica. Os elementos da linguagem do canal visual (Twyman, 1982) desta pesquisa é gráfico: concentrado em elementos pictóricos (Figura 2).

Figura 2- Estrutura da Linguagem de Thyman



Fonte: (Finizola e Coutinha, 2011)

A presente pesquisa analisará os elementos cromáticos da linguagem visual gráfica de recursos educacionais no contexto digital. Neste sentido, é fundamental conhecer como esses elementos se caracterizam neste contexto.

O elemento pictórico fotográfico é uma representação pictórica realista, capturando a realidade com fidelidade aos detalhes visuais. Pettersson (2002) define a fotografia como uma forma de representação pictórica que se refere a imagens realistas. Santaella (2005) e Dondis (1997) classificam as fotografias no nível representacional, onde a cor, proporção, tamanho e movimentos são fiéis ao objeto reproduzido. A nitidez é frequentemente mencionada como um fator crítico na fotografia, pois permite que os detalhes sejam claramente discerníveis, influenciando diretamente a percepção da imagem.

O elemento pictórico ilustrativo é uma representação pictórica mais abstrata e simbólica, diferindo da fotografia por sua capacidade de simplificar e simbolizar os elementos visuais (Pettersson, 2002). Santaella (2005) classifica as formas visuais em figurativas, representativas e não representativas. Dondis (1997) descreve a ilustração no nível abstrato e simbólico, onde os componentes visuais são reduzidos aos seus limites básicos, mantendo um significado mais geral e codificado. Joly (1994) comenta que essa complexidade de categorias, articulada pela semelhança, vestígio ou convenção, demonstra o poder comunicativo da ilustração.

Os textos, classificados como elemento visual gráfico verbal, envolvem uma consideração cuidadosa de nitidez, contraste e fundo para garantir a legibilidade (Pettersson, 2002). Santaella (2005) destaca que a forma representativa de textos envolve relações indiciais, podendo cobrir sistemas visuais codificados como escrita e fórmulas. Dondis (1997) enfatiza a importância do contraste no Design gráfico para diferenciar elementos interativos de estáticos, facilitando a navegação do usuário. O contraste entre o texto e o fundo é essencial, especialmente para pessoas com daltonismo, para assegurar que o texto seja facilmente legível. A nitidez é crucial para que os detalhes das letras sejam claramente discerníveis (Rogers; Sharp; Preece, 2013). A escolha do fundo também desempenha um papel significativo, podendo realçar ou prejudicar a legibilidade do texto.

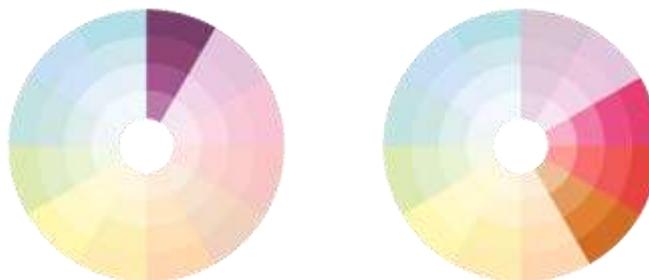
De acordo com Dondis, 2007, a cor possui três dimensões principais que são fundamentais para a comunicação visual: matiz, saturação e brilho. O matiz ou croma é a cor pura em si, como vermelho, azul ou amarelo, cada um com características e

significados distintos.

A saturação refere-se à pureza de uma cor, variando do matiz puro ao cinza. Cores altamente saturadas são vívidas e emocionantes, frequentemente usadas por artistas e crianças pela sua clareza e impacto visual. Em contraste, cores menos saturadas são mais neutras e repousantes. A escolha entre cores saturadas ou neutralizadas depende da intenção comunicativa, pois a saturação afeta diretamente a expressividade e a emoção transmitidas pela cor. (Dondis, 2007)

O brilho, a terceira dimensão, indica o grau de luminosidade de uma cor, do claro ao escuro. A presença ou ausência de cor não altera o tom, que permanece constante. Isso é facilmente observado quando uma imagem colorida é convertida para preto e branco em um televisor. O brilho mantém a estrutura tonal da imagem mesmo sem cor. Além disso, o fenômeno do contraste simultâneo demonstra como uma cor pode influenciar a percepção da outra, criando efeitos visuais complexos e ressaltando a importância de compreender a interação entre matiz, saturação e brilho na comunicação visual. (Dondis, 2007)

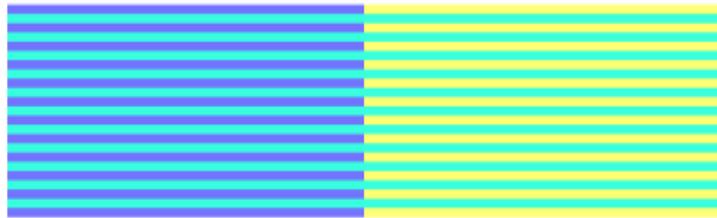
Figura 3 - Circulos cromáticos



Fonte: RAMOS, 2018

Estudos como o “Ferramenta de acessibilidade adaptável as pessoas com daltonismo e às redes móveis” de Alex Takata (2015) têm mostrado que a sensibilidade ao contraste pode ser melhorada em pessoas com daltonismo através do uso de filtros coloridos ou lentes de contato especiais. Esses dispositivos ajudam a filtrar certas cores e melhorar a percepção do contraste, permitindo que as pessoas com daltonismo tenham uma melhor qualidade visual, como observado na figura 4.

Figura 4- Contraste entre amarelo e azul



Fonte: RAMOS, 2018

No desenvolvimento de materiais didáticos e jogos educacionais, a escolha das cores deve ser feita com cautela para garantir a compreensão das informações por todos. É essencial selecionar cores com bom contraste e que não sejam facilmente confundidas por pessoas com daltonismo (Henriques, 2019). Além do uso criterioso das cores, o Design deve incorporar outras formas de apresentação da informação, como texto e símbolos. Esta abordagem é particularmente útil em gráficos e diagramas, onde as informações devem ser acessíveis visualmente, mas também disponíveis em texto ou formatos alternativos, assegurando a acessibilidade para todos os alunos (Pereira, 2021).

Figura 5- Identificação de cores por símbolos da ColorAdd



Fonte: Disponível em: <<https://www.coloradd.net/en/coloradd-code/>>, 2022.

Figura 6 - Identificação de cores no lápis de cor pela ColorAdd



Fonte: Disponível em: <<https://www.coloradd.net/en/co-creation-solutions/didactics-games/>>, 2022

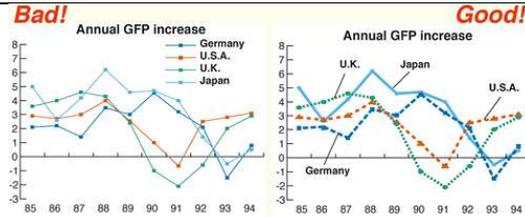
As tecnologias assistivas têm evoluído muito nos últimos anos, tornando-se cada vez mais acessíveis e eficazes, atualmente existem algumas específicas para pessoas com daltonismo. Entre elas, destacam-se os óculos corretivos, que ajudam a corrigir a percepção das cores, permitindo que as pessoas com daltonismo possam diferenciar melhor as cores. Também existem aplicativos para dispositivos móveis que simulam como as pessoas com daltonismo veem o mundo e permitem que elas ajustem a configuração das cores na tela para torná-la mais acessível.

O Color Universal Design (CUD) é um sistema de Design orientado ao usuário no qual os esquemas de cores são baseados no que pode ser facilmente identificado por pessoas com todos os tipos de visão de cores. Foi desenvolvido para ajudar os designers a escolher esquemas de cores para mapas, sinais, luzes indicadoras, sites da Web etc. que possam ser facilmente compreendidos por mais de 200 milhões de pessoas em todo o mundo com deficiência de visão de cores (EIZO). De acordo com o CUD, uma das soluções para pessoas daltônicas conseguirem enxergar o vermelho seria substituir a cor por magenta, já que a magenta é a mistura perfeita de azul e vermelho, e eles não têm dificuldade de enxergar o azul.

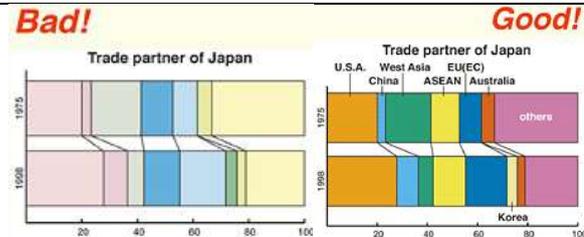
Tabela 5 - Catalogação de diretrizes da CUD

Orientação	Imagens
Evitar situações em que informações importantes são transmitidas apenas na forma de cores, em especial as cores avermelhadas.	

Evitar situações em que textos e objetos são obscurecidos pelo fundo, mantendo o contraste não só na matiz, mas também no brilho, se possível fazendo a comunicação sem precisar da utilização do nome da cor.



Definir textos e objetos tão grossos ou grandes quanto possíveis, tanto com a diferença da cor quanto a diferença de forma.



Fonte: Acervo da autora

A partir disso, também se mostra um conjunto de cores que é inequívoco tanto para pessoas com daltonismo quanto para pessoas sem daltonismo. Que é uma proposta de paleta que conta com cores vivas para que os nomes das cores sejam fáceis de identificar, e pode ser impresso com cores semelhantes tanto na tela quanto na impressão. Na Figura abaixo podemos observar um conjunto de matizes propostos pela Color Universal Design e como ele é entendido por pessoas daltônicas.

Figura 7 - Proposta de paleta da Color Universal Design

Original	Simulation			Hue	for Photoshop, Illustrator, for Word, Power Freehand, etc.			
	Protan	Deutan	Tritan		C,M,Y,K (%)	R,G,B (0-255)	R,G,B (%)	
1	Black	Black	Black	Black	-°	(0,0,0,100)	(0,0,0)	(0,0,0)
2	Orange	Orange	Orange	Orange	41°	(0,50,100,0)	(230,159,0)	(90,60,0)
3	Sky Blue	Sky Blue	Sky Blue	Sky Blue	202°	(80,0,0,0)	(86,180,233)	(35,70,90)
4	bluish Green	bluish Green	bluish Green	bluish Green	164°	(97,0,75,0)	(0,158,115)	(0,60,50)
5	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	56°	(10,5,90,0)	(240,228,66)	(95,90,25)
6	Blue	Blue	Blue	Blue	202°	(100,50,0,0)	(0,114,178)	(0,45,70)
7	Vermillion	Vermillion	Vermillion	Vermillion	27°	(0,80,100,0)	(213,94,0)	(80,40,0)
8	reddish Purple	reddish Purple	reddish Purple	reddish Purple	326°	(10,70,0,0)	(204,121,167)	(80,60,70)

Fonte: Site da Color Universal Design

Essa paleta é inequívoca tanto para pessoas com daltonismo quanto para pessoas sem daltonismo, com cores vivas para facilitar a identificação, capaz de manter a consistência entre a tela e a impressão. De acordo com a explicação desta paleta pela CUD, se recomenda a utilização do vermelho vermillion, pois é

reconhecível também pelos protanopos.

Cores entre amarelo e verde são evitadas por serem indistinguíveis de amarelo e laranja. O verde azulado é escolhido para o verde, evitando confusão com vermelho ou marrom. Em vez de violeta, é selecionado o roxo avermelhado, pois o violeta se assemelha ao azul para pessoas com daltonismo. Entre o vermelhão e o amarelo, são escolhidas três cores com intensidades aparentes diferentes. O azul celeste e o azul são selecionados para serem diferenciáveis pela variação de brilho e saturação. Mesmo para pessoas sem daltonismo, linhas finas e pequenos caracteres em azul e amarelo são difíceis de ler. Para linhas finas e objetos pequenos, é preferível usar azul mais escuro e laranja em vez de azul celeste e amarelo.

Ainda de acordo com a CUD, ao combinar cores dessa paleta, usa-se alternadamente cores "quentes" e "frias". Ao utilizar duas cores quentes ou duas frias, introduz-se diferenças significativas de brilho ou saturação, evitando combinar cores com baixa saturação ou baixo brilho.

As ferramentas de análise de cores servem para garantir um contraste acessível através das diretrizes propostas anteriormente. Essas tecnologias permitem que as cores e seus contrastes sejam testados para garantir a acessibilidade do usuário. Alguns exemplos dessas ferramentas serão citados na tabela abaixo:

Tabela 6 - Catalogação de softwares inclusivos

Categorias	Descrição	Imagens
Ferramenta de Acessibilidade e da Adobe Color	Através das diretrizes da WCAG versão 2.1 a Adobe criou a ferramenta Adobe color – Ferramentas de Acessibilidade para que sejam testadas as cores e observar se o seu contraste está adequado para o tipo de aplicação (texto pequeno, texto grande e símbolos).	

<p>Color Contrast Check da Snook.ca</p>	<p>Através das diretrizes do WCAG 2.0, a ferramenta de verificação de contraste de cores permite especificar uma cor de primeiro plano e uma cor de fundo e determinar se eles fornecem contraste suficiente "quando visualizados por alguém com déficits de cor ou quando visualizados em uma tela em preto e branco".</p>	
<p>Color Contrast Checker da Coolors</p>	<p>Através das diretrizes da WCAG, esta ferramenta testa o contraste de cores em textos e suas aplicações. Seu diferencial é que há uma pontuação para o quão adequado está o contraste da cor e mostra ao lado a aplicação para que seja verificada.</p>	
<p>Contrast Ratio</p>	<p>Através das diretrizes da WCAG 2.1 esta ferramenta permite que se teste o contraste da cor do texto e do fundo e da uma nota do quão acessível está o contraste de cores.</p>	
<p>Contrast Checker da WebAIM</p>	<p>Através das normas do WCAG 2.0, testa-se o contraste de cor e fundo e se obtém um resultado de quão contrastado está.</p>	

<p>Accessible WEB Helper “Accessible Web Contrast Checker”</p>	<p>É instalado como uma extensão no navegador da Web. Através da diretriz de contraste da WCAG 2.0 onde a média é 4.5, essa ferramenta mede o contraste entre duas matizes através do código RGB, para ver se está com o contraste acessível em textos (grandes e pequenos) e em ícones.</p>	
--	--	--

Fonte: Acervo da autora

No caso das tecnologias assistivas para pessoas daltônicas, costuma-se colocar um filtro de cor para que a matiz seja ajustada para a melhor compreensão de acordo com o tipo de daltonismo do usuário, conforme podemos observar por exemplo nas tecnologias assistivas “Color Enhancer” da Google e “High Contrast” também da Google.

No entanto, é importante destacar que as tecnologias assistivas para pessoas com deficiência visual e daltonismo ainda estão em constante evolução. Novas tecnologias estão sendo desenvolvidas para atender às necessidades específicas dessas pessoas, tornando a vida mais acessível e inclusiva.

2.4 Contexto da pesquisa: UNA-SUS/UFMA

Nesta pesquisa pretende-se aplicar uma tecnologia assistiva no material educacional da UNA/SUS-UFMA. Para melhor compreensão da sigla, é importante começar conceituando o SUS.

O SUS, Sistema Único de Saúde, é o sistema público de saúde do Brasil, estabelecido em 1988 para proporcionar assistência médica a todos os cidadãos. Financiado por recursos públicos e gerido pelo governo federal, estadual e municipal, o SUS oferece uma ampla gama de serviços de saúde, desde atenção básica até cuidados hospitalares e especializados, bem como programas de prevenção e promoção da saúde. Seu principal objetivo é garantir acesso universal e igualitário à saúde para todos os brasileiros, sem discriminação por renda ou localidade. (Alcântara, 2020)

O sistema da Universidade Aberta do Sistema Único de Saúde (UNA-SUS),

criado em 2010, representa um avanço contínuo ao longo do tempo, resultado de uma construção coletiva consolidada ao longo de décadas. Inicialmente focado na Atenção Básica e em especializações, expandiu-se para abordar temas clínicos, políticas de equidade e desafios de saúde pública, como as epidemias de arboviroses. (De Oliveira, 2018)

Com mais de um milhão de matrículas em dois milhões de cursos, a UNA-SUS alcança um impacto significativo, impossível de ser alcançado pela educação presencial. A abordagem da UNA-SUS difere da educação tradicional, focando no ritmo de aprendizagem do estudante e na aplicação prática na Atenção Básica, visando melhorias na saúde.

A educação na área da saúde está sendo cada vez mais moldada pelas Tecnologias da Informação e da Comunicação (TICs), especialmente através dos Cursos Online Abertos Massivos (MOOCs). Entre 2013 e 2017, a UNA-SUS em parceria com a Universidade Federal do Maranhão (UFMA), oferece 46 cursos com mais de 330 mil matrículas e 84 mil certificações. Esse investimento busca atender à alta demanda por profissionais no SUS, priorizando a Educação a Distância (EaD), mas sem perder de vista a importância das interações humanas no contexto da saúde. (De Oliveira, 2018)

Neste contexto, a heteroavaliação em ambientes virtuais de aprendizagem surge como uma alternativa, baseada nas teorias educacionais construtivista e conectivista. Segundo o construtivismo, os alunos constroem seu próprio conhecimento em um processo de ação-reflexão-ação, enquanto o conectivismo enfatiza a aprendizagem em um ambiente caótico, por meio de conexões entre diferentes ideias e conceitos. (Siemens, 2004)

Assim, desenvolver um curso auto instrucional que não separe os alunos de seus pares e de seus contextos de vida e trabalho, permitindo a construção autônoma do conhecimento, é uma prioridade para as propostas educacionais da UNA-SUS/UFMA. Nesse sentido, a heteroavaliação, ou seja, a avaliação entre os próprios alunos, surge como uma possibilidade para concretizar essa abordagem. (De Oliveira, 2018)

Figura 8 - Página inicial do site UNA-SUS/UFMA.



Fonte: Site da UNA-SUS/UFMA. Disponível em: <<https://www.unasus.ufma.br/>>, 2024.

Figura 9 - Plataforma AVA onde os cursos da UNA-SUS/UFMA estão hospedados



Fonte: Saite AVA. Disponível em: <<https://saiteava.org/>>, 2024.

Figura 10 - Alguns cursos da UNA-SUS/UFMA disponíveis na plataforma AVA



Fonte: Saite AV. Disponível em:< (<https://saiteava.org/?redirect=0&courses=all>) >, 2024.

Além disso, a modalidade online possibilita a interação com outros profissionais, ampliando a rede de contatos e troca de experiências. A oferta de cursos online da UNA.SUS é diversificada, abrangendo desde temas básicos até assuntos mais específicos e atualizados da área da saúde. Isso significa que os profissionais de saúde e gestores podem escolher o curso que melhor se adapta a suas necessidades e objetivos de formação.

Além da educação à distância, observou-se através do site que a UNA-SUS promove a pesquisa e produção de materiais acadêmicos que podem ser acessados no próprio site na aba "produção". Esse material é, em sua maioria, voltado para pesquisas com temas da saúde e acessibilidade, além de ter pesquisas em diversas revistas com âmbito nacional e internacional. (Portal UNA-SUS/UFMA, 2023)

Devido à abordagem de estudos sobre acessibilidade digital para pessoas com deficiência visual, a pesquisa será fundamentada nos princípios do Design Inclusivo e do Design da Informação.

2.5 Resumo do capítulo

A partir do que foi escrito, foi feito um resumo para definir os principais pontos. Nesta pesquisa considera-se e trata-se a definição de daltonismo como uma deficiência congênita que afeta a percepção das cores primárias, com implicações

significativas na vida cotidiana, especialmente na comunicação, na escolha de roupas e na identificação de sinais de trânsito.

Para o presente estudo, irá se adotar o conceito de pessoa com Daltonismo como uma pessoa com deficiência permanente na visão cromática, considerando que, embora permanente e gerando várias dificuldades no dia a dia, é amparado pelo estatuto da pessoa com deficiência, sendo asseguradas condições de igualdade, exercício dos direitos e das liberdades fundamentais.

Em relação ao modelo, trabalha-se o Design inclusivo no modelo social da deficiência sendo o tipo da deficiência permanente, ou seja, uma condição que não permite recuperação ou que não se altera, apesar de novos tratamentos. Nesse contexto, o modelo social da deficiência trabalha nesta pesquisa juntamente com o Design inclusivo a fim de adequar recursos para que o usuário com daltonismo não precise experimentar a deficiência ao utilizar uma tecnologia assistiva.

Para orientar esta pesquisa, foram definidas as seguintes questões:

- a) Objeto de estudo: o presente estudo tem como objeto o contraste das cores nos elementos visuais gráficos aplicados em um material digital educativo.
- b) Variável da pesquisa e Critérios de avaliação: As variáveis independentes da pesquisa são os elementos visuais gráficos pictóricos (fotos e ilustrações), esquemáticos (gráficos) e verbal, avaliando o comportamento cromático nas T.A., em especial o contraste de matizes e brilho.
- c) Critérios de avaliação: Através de uma ferramenta de verificação de contraste (que funciona com base na comparação do código RGB das cores) que serão aplicadas nos elementos visuais gráficos selecionados, pode-se verificar o resultado da escala de contraste entre matizes e comparar se os números coincidem com o parâmetro estabelecido para contraste mínimo da WCAG, segundo as diretrizes: 1.4.3 Contraste (mínimo); 1.4.1 Utilização de cores.
- d) Tema do estudo: Serão utilizadas as tecnologias assistiva voltadas a aplicação de filtros de cores e medição de contraste em navegadores da WEB.
- e) Contexto da pesquisa: a pesquisa se concentra em utilizar materiais presentes na plataforma "Saite AVA", que oferece cursos gratuitos da

UNA-SUS/UFMA, para aplicar tecnologia assistiva a materiais educativos.

- f) f) Público estudado: Pessoas daltônicas adultas e alfabetizadas.

3 METODOLOGIA

Neste capítulo, são apresentadas as abordagens e estratégias selecionadas para atingir os propósitos definidos, visando esclarecer a indagação central que orienta este projeto. Inicialmente, ocorre a categorização do estudo em relação à natureza da pesquisa, seus alvos, a maneira como o problema é abordado e os métodos utilizados. Logo após, será descrito detalhadamente os procedimentos e métricas utilizados na Avaliação Heurística, método utilizado neste estudo.

3.1 Caracterização da pesquisa

Esta pesquisa considera os seguintes parâmetros de classificação deste estudo: a natureza da pesquisa, os objetivos, a abordagem do problema e os procedimentos técnicos.

Quadro 3 - Detalhamento da pesquisa

Natureza	Aplicada
Pesquisa	Descritiva - Exploratória
Método	Estudo de caso
Abordagem	Qualitativa
Variável	Elementos visuais gráficos (pictórico e verbal)
Comportamento da variável	Contraste de matiz e brilho
Técnica de coleta de dados	Questionário

Fonte: Autora

A investigação em questão é caracterizada como pesquisa aplicada com abordagem qualitativa.

Ela se apoia na Revisão Sistemática da Literatura (RSL) e suas contribuições para estabelecer um fundamento teórico e orientar os métodos utilizados na pesquisa, que serão delineados para conduzir um estudo de caso. De acordo com Gil (2007) a pesquisa descritiva requer que o pesquisador obtenha diversas informações sobre o tema que pretende investigar. Esse tipo de estudo tem como objetivo relatar os fatos

e fenômenos de uma determinada realidade, já a pesquisa exploratória busca aumentar a compreensão do problema, visando torná-lo mais claro ou ajudar na formulação de hipóteses.

Esta pesquisa usa o estudo de caso, pois é uma investigação detalhada de uma entidade específica, com o objetivo de compreender profundamente uma situação única. O pesquisador revela o objeto de estudo sem interferir, podendo adotar uma perspectiva interpretativa, focada no ponto de vista dos participantes, ou pragmática, oferecendo uma visão abrangente do objeto. No que diz respeito à abordagem do problema, a pesquisa se concentra em uma abordagem qualitativa ao procurar:

(...) analisar a interação de certas variáveis, compreender e classificar processos dinâmicos vividos por grupos sociais, contribuir no processo de mudança de determinado grupo e possibilitar, em maior nível de profundidade, o entendimento das particularidades do comportamento dos indivíduos (...)” (Richardson, 2002, p. 80).

Em relação à técnica de coleta de dados utiliza-se um questionário que será planejado, roteirizado e aplicado para a análise de um conteúdo, avaliando-o em relação às diretrizes propostas pela WCAG e EMAG e fornecendo comentários críticos sobre o cumprimento dos princípios de acessibilidade.

Inicialmente, para cumprir os objetivos foi realizada uma revisão bibliográfica nas pesquisas colhidas através da Revisão Sistemática de Literatura (RSL) com o foco em compreender os métodos mais utilizados em pesquisas com temas similares. Desta forma, a partir da Revisão Sistemática de Literatura feita no início desta pesquisa, os resultados estão catalogados na tabela a seguir:

Tabela 7 - Reunião de pesquisas similares e catalogação de métodos utilizados

Objetivos	Método
1. Desenvolvimento de interfaces web adaptado para portadores de daltonismo (Hruba, 2018)	Avaliações heurísticas
2. The Effects of Color Choice in Web Design on the Usability for Individuals with Color-Blindness (Sparks, 2019)	Avaliações heurísticas
3. Protótipo de aplicativo em realidade aumentada para a exposição de arte online com ênfase no público daltônico (Silva Souza, 2023)	Avaliações heurísticas
4. Jogos Digitais e Usuários com Daltonismo: Como a Acessibilidade pode afetar a Jogabilidade (Monteiro et al, 2022)	Avaliações heurísticas
5. Tecnologias Assistivas e Daltonismo: um levantamento de produtos com vistas ao projeto de um jogo para auxiliar no aprendizado das cores e suas simbologias (Chagas, Acioly, 2020)	Avaliações heurísticas

6. Why Should Red and Green Never Be Seen? Exploring Color Blindness Simulations as Tools to Create Chromatically Accessible Games (Pinheiro et al, 2023)	Avaliações heurísticas
7. Ontology-Based Adaptive Interfaces for Colorblind Users (de Araújo, Dos Reis, Bonacin, 2016)	Avaliações heurísticas
8. MeTA: Um método para avaliação de tecnologias educacionais acessíveis sob a perspectiva do Design Universal (Menezes, 2022)	Método desenvolvido a partir da Avaliação Heurística de Nielsen (1994)
9. E-commerce inclusivo: Guia de usabilidade para pessoas com deficiência visual (Gomes, 2022)	Design Science Research Methodology (DSRM)
10. Modo Daltonico: plataforma para refletir sobre a inclusão de pessoas com daltonismo no desenvolvimento de interfaces digitais (Almeida, Pozatti, e Tavares, 2021)	Design Thinking Bootleg e Mini Toolkit de Design Thinking
11. Interdependence as a Frame for Assistive Technology Research and Design (Bennett, Brady e Branham, 2018)	Estudo de caso
12. O uso de dispositivos eletrônicos móveis como Tecnologia Assistiva por pessoas com baixa visão (Borges, 2019)	Estudo de caso
13. A construção de um guia de boas práticas sobre daltonismo a partir de princípios e perspectivas de acessibilidade cromática (Pereira e Rabaiolli, 2023)	Exploratória e quantitativa
14. Produção protótipo de sinalização inclusiva na Universidade Federal do Maranhão, otimizada para pessoas com daltonismo (Silva, 2018)	Exploratória e quantitativa
15. Diretrizes aplicadas a sistemas web para daltônicos (Fernandes, 2022)	Revisão de Literatura
16. Análise de simuladores e tecnologias assistivas que apoiam o designer a ver como daltônicos (Da Silva, Da Silva Andrade e Pinto, 2017)	Revisão de Literatura
17. Tecnologia assistiva para daltônicos para tradução de cores por meio de dispositivos móveis (Monteiro, 2022)	Revisão de Literatura
18. Diretrizes acessíveis em ambientes digitais: Aplicação de parâmetros gráfico-inclusivos para o desenvolvimento de sites (Junior, Domiciano e Henriques, 2016)	Revisão de Literatura
19. Democracia cromática: dispositivos e códigos de representação da cor para portadores de daltonismo e baixa visão (Henriques, Gadotti e lamaguti, 2016)	Revisão de Literatura
20. Projetando para o daltonismo: o design instrucional como ferramenta para a construção de interfaces digitais mais inclusivas (Freitas et al, 2021)	Revisão de Literatura

Fonte: elaborado pela autora.

Várias pesquisas adotaram avaliações heurísticas como ferramentas centrais para analisar a usabilidade das interfaces em foco devido a abordagem da avaliação heurística ser explicitamente explorada em diferentes contextos. Alguns artigos propõem a utilização dessa metodologia como um meio direto de avaliar a usabilidade,

examinando a conformidade das interfaces com princípios heurísticos preestabelecidos. Outros adotam a avaliação heurística como um componente de métodos mais abrangentes de avaliação, como inspeção de usabilidade por meio de avaliação heurística.

Diante dessas informações, pode-se pensar em 3 questões durante a pesquisa: Abordagem Centrada no Usuário, Ferramentas de Avaliação e Métodos estruturados.

3.1.1 Abordagens Centradas no Usuário

Todas as investigações priorizam uma orientação centrada no usuário, destacando a importância de compreender em profundidade as necessidades, preferências e desafios enfrentados pelos usuários finais. Isso é evidenciado pelo emprego de métodos qualitativos, como entrevistas e questionários, que visam capturar a experiência do usuário de maneira detalhada.

Foi comum a aplicação de um questionário com o público com daltonismo a fim de entender sua perspectiva e análise em relação ao conteúdo apresentado, para garantir que esta pesquisa se baseia totalmente na perspectiva daltônica de análise dos materiais apresentados.

3.1.2 Ferramentas de Avaliação

Foi comum o uso de tecnologias específicas, incluindo simuladores de daltonismo e plataformas online de avaliação de acessibilidade, foi uma prática comum para testar e analisar interfaces. Estas ferramentas permitem a identificação de obstáculos de usabilidade e acessibilidade, fundamentais para a otimização do Design.

As ferramentas empregadas nesta pesquisa foram as tecnologias assistivas voltadas ao público com daltonismo com foco na utilização em navegadores da web através da aplicação de um filtro de cores.

3.1.3 Métodos Estruturados

Os métodos foram aplicados para orientar o desenvolvimento de soluções inovadoras, proporcionando um framework estruturado que abrange desde a identificação de problemas até a prototipação e testagem de soluções, com ênfase na

iteratividade e reflexão crítica em cada etapa. Tal estrutura inclui as heurísticas e as severidades.

Os recursos necessários para realizar uma Avaliação Heurística são simples, como ferramentas e suportes para fazer anotações e observações. Não é necessário ter protótipos completos do sistema ou interface; é possível utilizar esboços ou wireframes para conduzir a avaliação.

Também é possível utilizar a observação sistemática, uma vez que ela permite compreender como as pessoas tomam decisões rápidas em situações complexas. Essa abordagem é relevante para pesquisas com abordagens centradas no usuário que utilizam ferramentas de avaliação.

A abordagem experimental oferece controle sobre variáveis e possibilita a generalização dos resultados para diferentes contextos do mundo real, essa estratégia combina teoria e prática para entender melhor o funcionamento das heurísticas na tomada de decisão humana.

3.2. Teste Piloto

O início do teste piloto desta pesquisa foi publicado como artigo nos Anais do ERGODESIGN & USIHC 2023 & JOP'Design 2023¹ e consistiu em catalogar três elementos do material educativo presente no Saite AVA da UNA-SUS/UFMA, sendo eles: um elemento verbal, um elemento pictórico e um elemento esquemático. Tais elementos foram escolhidos aleatoriamente, a princípio, para fazer uma breve análise das imagens originais e posteriormente modificadas pela tecnologia assistiva Color Enhancer. A escolha desta Tecnologia Assistiva deu-se por ser certificada e desenvolvida pela própria Google, o que poderia ter uma boa compatibilidade com o navegador Google Chrome já que são desenvolvidos pela mesma empresa.

Os conteúdos selecionados foram analisados com e sem os filtros que a "Color Enhancer" disponibiliza, em seguida montou-se um formulário online que foi enviado para os dois voluntários.

Participaram como voluntários um homem e uma mulher, entre 21 e 34 anos. O nível de escolaridade variou entre ensino médio e ensino superior e ambos têm

¹ Bacelar, Camilla Costa; Campos, Livia Flavia de Albuquerque; Diniz, Raimundo Lopes; Farias, Bruno Serviliano Santos; ; "Tecnologia assistiva para daltônicos: Color Enhancer aplicada em conteúdo digital.", p. 897-911 . In: Anais do ERGODESIGN & USIHC 2023 & JOP'Design 2023. São Paulo: Blucher, 2023. ISSN 2318-6968, DOI 10.5151/ergodesign2023-57

dificuldade na visão cromática voltada a cor vermelha (protanomalia). Suas identidades são mantidas anônimas para os fins da pesquisa.

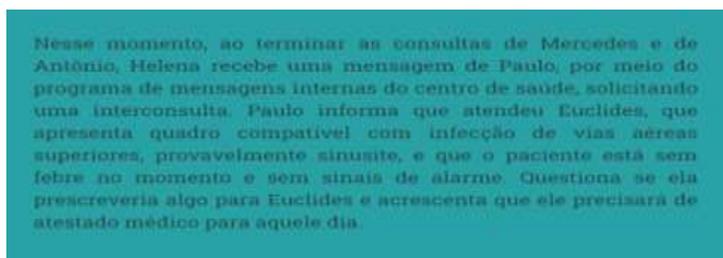
Inicialmente quatro participantes responderam o questionário, mas para fins de melhor análise da tecnologia assistiva, considerou-se apenas o tipo de daltonismo reincidente, ou seja: os dois únicos participantes com o mesmo tipo de daltonismo.

Contou-se com os seguintes procedimentos:

- a) Seleção de conteúdo: textuais, pictóricos e gráficos da plataforma UNA-SUS/UFMA e aplicou-os na primeira fase do teste onde foi solicitado aos usuários que descrevessem em respostas descritivas o que eles conseguiram entender sobre o conteúdo apresentado.
- b) Avaliação das imagens: aplicou-se as mesmas imagens e pediu-se aos usuários que marcassem em respostas de múltipla escolha, utilizando a escala Likert de avaliação, o que acharam das imagens (em relação à legibilidade, e à interpretação de imagens e gráficos).
- c) Aplicação da tecnologia assistiva: aplicou-se as mesmas imagens, porém manipuladas com o filtro da tecnologia assistiva aplicado, e pediu-se aos usuários que marcassem em respostas de múltipla escolha, utilizando a escala Likert de avaliação, o que acharam das imagens (em relação à legibilidade, e à interpretação de imagens e gráficos).

Ao todo foram utilizadas três imagens em cada etapa, elas foram retiradas de aulas da UNA-SUS/UFMA. A primeira se trata de um texto com fonte preta sobre um fundo azul, essa imagem foi escolhida devido ao contraste entre a cor da fonte e o fundo uma vez que este contraste é baixo.

Figura 11 - Imagem da primeira pergunta da primeira seção



Fonte: UNA-SUS/UFMA (Disponível em: <https://www.unasus.ufma.br/>), 2024.

A segunda imagem se trata de uma imagem fotográfica de uma enfermidade. Foi escolhida pois imaginou-se que as pessoas com daltonismo que tem dificuldade

com a cor vermelha poderiam achar difícil distinguir as manchas vermelhas.

Figura 12 – Imagem da segunda pergunta da primeira seção



Fonte: UNA-SUS/UFMA (Disponível em: <https://www.unasus.ufma.br/>), 2024

A terceira imagem se trata de um gráfico. Foi escolhida pelos mesmos motivos na primeira imagem: suas cores possuem baixa saturação podendo facilmente confundir uma pessoa daltônica ao analisar os dados.

Figura 13 – Imagem da terceira pergunta da primeira seção



Fonte: Grupo SAITE.

Fonte: UNA-SUS/UFMA (Disponível em: <https://www.unasus.ufma.br/>), 2024

Estas imagens foram utilizadas na terceira etapa com a aplicação de filtros da ferramenta "Color Enhancer" isto é: simulando como o site seria visto por uma pessoa que tem deficiência na visão cromática. Nas imagens onde foi aplicada tecnologia assistiva utilizou-se do primeiro filtro, uma vez que a cor vermelha se transforma na cor roxa (cone vermelho + cone azul) então supõe-se que seja o filtro apropriado para protanopia, uma vez que nas outras opções de filtro a cor vermelha se transforma em rosa (cone vermelho).

Esta suposição foi feita baseada na proposta citada anteriormente pela CUD que seria substituir o vermelho pela magenta, já que a magenta possui o pigmento azul, porém nesse caso, o roxo possui ainda mais pigmento azul, o que facilitaria para os portadores de protanopia distinguirem a cor que possuem deficiência para

enxergar.

As imagens seguiram a mesma ordem no questionário após a aplicação da tecnologia assistiva. Na primeira imagem tem-se o resultado utilizado pela tecnologia:

Figura 14 - Imagem da primeira pergunta da terceira seção



Fonte: Acervo dos Autores

Na segunda imagem obteve-se o seguinte resultado após aplicar a tecnologia assistiva:

Figura 15 - Imagem da segunda pergunta da terceira seção

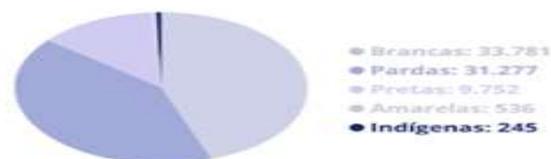


Fonte: Acervo dos Autores

Na terceira imagem utilizou-se o seguinte resultado após aplicar a tecnologia assistiva:

Figura 16 - Imagem da terceira pergunta da terceira seção

Raça/cor das vítimas (mulheres)



Fonte: Grupo SAITE.

Fonte: Acervo dos Autores

3.3 Descrição dos dados do teste piloto

Na primeira seção os resultados de análise da descrição das imagens tiveram algumas similaridades. Na primeira imagem (Figura 15), obteve-se um resultado de interpretação satisfatório, os dois participantes descreveram a imagem de forma similar. A participante A escreveu: Descreve um momento do dia de Helena, que provavelmente é médica. O participante B escreveu: Um diagnóstico de doença

Na segunda imagem (Figura 16) o resultado da interpretação apresentou-se em ambos participantes conseguirem identificar que se tratava de uma imagem de enfermidade na pele. A participante A descreveu: “Umas manchas brancas em algum lugar da barriga”. O participante B descreveu: “Manchas no corpo”.

Na terceira imagem (Figura 17) obteve-se como resultado que os participantes tiveram dificuldade na interpretação das informações presentes no gráfico. A participante A descreveu: Gráfico de cores de vítimas (de algo) do sexo feminino. O participante B descreveu: Mais de 50% (de vítimas) pretas

Na segunda seção onde foram apresentadas as imagens novamente para sua interpretação através de questões de múltipla escolha utilizando-se da Escala Likert obteve-se resultados mistos.

Quadro 4 - Concordâncias e discordâncias entre os participantes do teste piloto

Concordaram	
Linguagem visual gráfica	Observação
Imagem 2: Fotografia de Enfermidade (Descrição Sem Tecnologia)	Ambos identificaram manchas, indicando reconhecimento de enfermidade.
Imagem 2: Identificação de Exantema do Sarampo (Sem Tecnologia)	Ambos são neutros quanto à facilidade de identificação.
Imagem 2: Identificação de Exantema do Sarampo (Com Tecnologia)	Neutros sobre a eficácia do filtro em melhorar a identificação.
Divergiram	
Linguagem visual gráfica	Observação
Imagem 1: Texto (Descrição Sem Tecnologia)	Diferentes interpretações da cena.
Imagem 3: Gráfico (Descrição Sem Tecnologia)	Divergência na interpretação dos dados do gráfico.
Imagem 1: Texto (Legibilidade Sem Tecnologia)	Opiniões variam sobre a clareza do texto.
Imagem 3: Compreensão de Gráfico (Sem Tecnologia)	Desacordo sobre a facilidade de compreensão do gráfico.
Imagem 1: Texto (Legibilidade Com Tecnologia)	Desacordo sobre o impacto do filtro na legibilidade.

Imagem 3: Compreensão de Gráfico (Com Tecnologia)

Forte divergência na eficácia do filtro para compreender o gráfico.

Fonte: elaborado pela autora

3.4 Análise dos dados do teste piloto

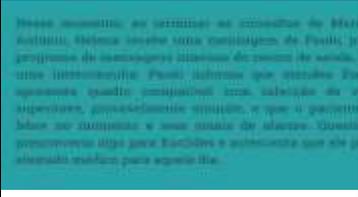
A análise dos resultados obtidos no teste piloto da tecnologia assistiva "Color Enhancer" para pessoas com daltonismo, especificamente aqueles com protanomalia, revela várias conclusões importantes sobre a eficácia da tecnologia e a experiência dos usuários. As conclusões tiradas a partir dos dados organizados por concordância e discordância nas respostas dos participantes são as seguintes:

- a) Elementos pictóricos: os participantes concordaram sobre a análise dos elementos pictóricos, permanecendo neutros sobre a facilidade de identificação de elementos nas imagens no geral.
- b) Elementos verbais: Os participantes discordaram sobre a facilidade de compreensão dos textos no geral.
- c) Elementos esquemáticos: Os participantes discordaram sobre a facilidade de compreensão do gráfico no geral.

Após a aplicação e conclusão do teste piloto, entendeu-se que seria pertinente analisar as imagens através da diretriz de contraste mínimo da WCAG 2.0 para que a pesquisa esteja embasada em uma diretriz de acessibilidade onde os elementos pudessem ser analisados utilizando o rigor do aspecto inclusivo (intermediário - AA e alto - AAA). Por isso, testou-se as imagens com a ferramenta "Accessible Web Helper", os resultados estão na tabela abaixo:

Tabela 8 - Análise de imagens através do contraste.

Imagem	Small Text (18.5px)	Large text (24px)	UI Component	Accessible Web Contrast Checker	Categoria
	AA: PASS	AA: PASS	AA: PASS	6.82:1	Textual

	AAA: FAIL	AAA: PASS	AAA: PASS		
	AA: FAIL	AA: FAIL	AA: FAIL	1.38:1	Pictórica
	AAA: FAIL	AAA: FAIL	AAA: FAIL		
	AA: FAIL	AA: FAIL	AA: FAIL	1.25:1	Esquemática
	AAA: FAIL	AAA: FAIL	AAA: FAIL		

Fonte: Elaborado pela autora.

A tabela 1, presente no Apêndice 1 desta pesquisa, mostra cada imagem com as tecnologia assistivas aplicada no filtro de Deuteranomalia junto à relação de contraste presente em cada imagem. Para fins de análise, utilizou-se o resultado da relação de contraste entre um código RGB e outro, providos pelo conta-gotas presente na ferramenta “Accessible Web Helper”.

As imagens originais (sem o filtro) foram escolhidas por demonstrar valores abaixo dos propostos pela WCAG no tópico de contraste mínimo, por isso entende-se relevante observar os contrastes de cores presentes nas imagens com a tecnologia assistiva aplicada.

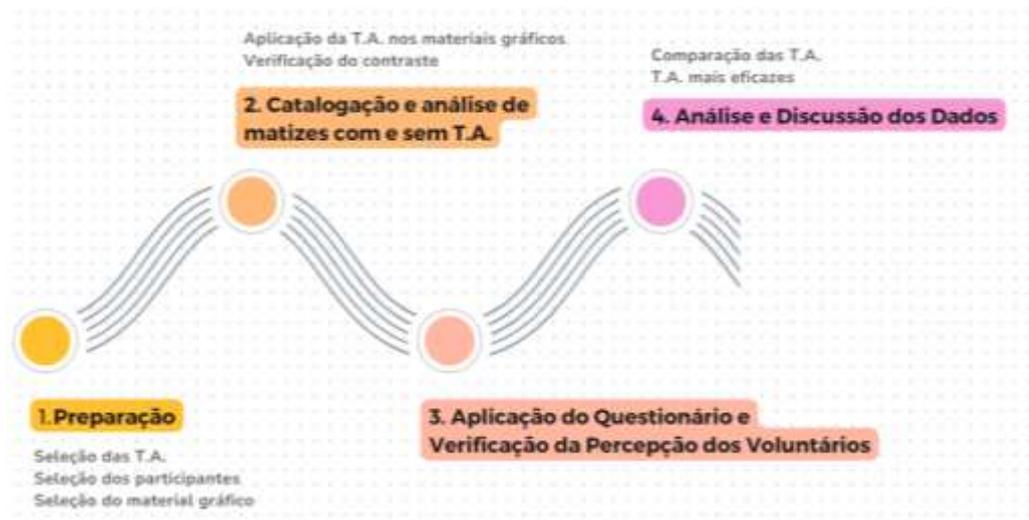
Nos elementos textuais observa-se, em maior parte, valores de contraste acima do valor de contraste mínimo. Já nos elementos pictóricos e esquemáticos, observa-se um contraste abaixo do valor mínimo de referência. O que se julga preocupante, uma vez que as imagens pictóricas são as que mais se aproximam da realidade e são essenciais no ensino da saúde inclusivo por sua capacidade de transcender barreiras linguísticas e culturais, tornando o conteúdo acessível para uma

audiência diversificada.

3.5 Procedimentos metodológicos da pesquisa

Diante do exposto, o procedimento metodológico foi dividido em quatro fases, conforme resumido na Figura 11.

Figura 17 - Percurso metodológico da pesquisa



Fonte: elaborado pela autora

A estruturação metodológica seguiu uma sequência, envolvendo a criação e/ou adaptação de ferramentas e técnicas de pesquisa. Com ampla abordagem na área de educação, a observação sistemática leva os pesquisadores a utilizarem técnicas padronizadas para garantir a consistência e confiabilidade dos dados coletados. Baseada na avaliação Heurística e na Observação Sistemática conforme Moraes e Mont'Alvão, 2003, para garantir eficiência na observação sistemática as etapas desta pesquisa estão descritas no quadro a seguir:

Quadro 5 - Etapas para eficiência da observação sistemática

1. Seleção de Tecnologias Assistivas	Os pesquisadores reúnem as tecnologias assistivas existentes para a aplicação em conteúdo dos navegadores da web voltado para o público daltônico. Reúne-se também os participantes daltônicos e o material através da plataforma educacional da UNA-SUS-UFMA.
2. Aplicação em conteúdo	Os pesquisadores aplicam as tecnologias assistivas no conteúdo gráfico dos materiais educativos da UNA-SUS/UFMA.

3. Coleta de Dados:	Com o conteúdo reunido, os pesquisadores montam um formulário padronizado a fim de ser aplicado com os participantes com daltonismo. Ao aplica-lo, registram cuidadosamente as informações.
4. Análise dos Dados:	Após a coleta dos dados, os pesquisadores analisam as informações registradas para identificar padrões, tendências ou relações significativas. Essa informações são correlacionadas com as diretrizes propostas.

Fonte: elaborado pela autora.

Deste modo, foi definido que a pesquisa seguirá a Observação Sistemática conforme descrita por Moraes e Mont'Alvão, 2003 por isso terá como etapas (1) Delimitar a área da realidade a ser observada, (2) Indicar a população, (3) Preparar material de apoio à observação, como demonstrado a seguir:

- I. Na fase de Delimitação da área da realidade a ser observada, será feita a familiarização do pesquisador com as tecnologias assistivas disponíveis, bem como a familiarização sobre o uso de contraste em materiais digitais a partir da diretriz de contraste mínimo proposta pela WCAG 2.0.
- II. Na fase de Indicação da população, se reunirá pessoas daltônicas para participar da pesquisa. A seleção dos participantes será feita levando em conta a idade (sendo maior de 18 anos), o nível de escolaridade (sendo o mínimo nível médio), e ser uma pessoa com daltonismo, do tipo deuteranomalia. Não se leva em consideração gênero ou outras características biológicas senão as mencionadas.
- III. Na fase de Preparação de material de apoio à observação, será aplicado um questionário com pessoas daltônicas para avaliar individualmente os elementos reunidos, sendo eles com a aplicação da tecnologia assistiva e sem a aplicação da tecnologia assistiva.

Os resultados e discussões terão como premissa as questões sobre acessibilidade de conteúdos gerados por tecnologias assistivas e principalmente, inclusão de pessoas daltônicas no meio digital.

Utilizando a mesma ferramenta de análise de contraste, o método de análise através da observação sistemática segue os seguintes passos:

- I. Fazer download da tecnologia assistiva no navegador Google Chrome.
- II. Abrir o teste piloto publicado no site da "Researchgate" e aplicar a

tecnologia assistiva com o filtro de Deuteranomalia nas imagens originais.

- III. Catalogar as imagens em uma tabela para a comparação de resultados

3.5.1 Procedimentos éticos

Em relação aos procedimentos éticos da pesquisa destaca-se que é uma pesquisa de risco mínimo, ou seja, se trata de um estudo descritivo que emprega técnicas e métodos retrospectivos de pesquisa em que não se realiza nenhuma intervenção ou modificação intencional nas variáveis fisiológicas ou psicológicas e sociais dos indivíduos que participam no estudo, entre os quais se consideram: questionários, entrevistas, revisão de prontuários clínicos e outros, nos quais não haja identificação do participante ou intervenção considerada invasiva à intimidade do indivíduo (Carmona, 2020).

O questionário será aplicado sem envolver conteúdo violento ou perturbador. A descrição dos dados não envolverá a identificação dos voluntários, e apenas os pesquisadores envolvidos terão acesso às respostas. Isto porque preza-se para que o participante não seja identificando, evitando o risco de quebra de sigilo, conforme estabelece a Resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde: Quanto maiores e mais evidentes os riscos, maiores devem ser os cuidados para minimizá-los e a proteção oferecida pelo Sistema CEP/CONEP aos participantes.

Os benefícios desta pesquisa constam com:

- Melhoria das Tecnologias Assistivas: Sua participação contribuirá para a melhoria das tecnologias de ensino à distância, facilitando o acesso e a educação para pessoas com necessidades especiais.
- Avanço Científico: Os resultados do estudo têm o potencial de contribuir significativamente para o conhecimento científico sobre acessibilidade em ambientes virtuais de aprendizagem, beneficiando a comunidade acadêmica e educacional em larga escala.

Todas as informações coletadas durante este estudo serão tratadas

com confidencialidade, sem identificação dos voluntários e apenas os pesquisadores terão acesso aos dados. O participante tem o direito de retirar seu consentimento e desistir da pesquisa em qualquer momento, sem qualquer penalização.

Ao assinar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido deste documento (Apêndice 5), o participante declara que entendeu os objetivos da pesquisa, os procedimentos a serem realizados, os possíveis riscos e benefícios, e concorda voluntariamente em participar do estudo.

Desde que a pesquisa foi sendo submetida para no dia 24 de julho de 2023 na Plataforma Brasil (CAAE: 71714023.2.0000.5087) conforme a Figura 18, houve 2 pareceres que pediram ajustes na análise de risco e no TCLE (Apêndice 5).

Figura 18 – Submissão da pesquisa ao Comitê de Ética

The image shows two screenshots from the Plataforma Brasil system. The top screenshot is titled 'LISTA DE APECIAÇÕES DO PROJETO' and contains a table with the following data:

Apreciação #	Pesquisador Responsável #	Versão #	Submissão #	Modificação #	Situação #	Exclusiva do Centro Coord. #	Ações
PO	BRUNO SERVIANO SANTOS FARDAS	3	10/07/2024	11/07/2024	Em Apreciação Ética	Não	 

The bottom screenshot is titled 'HISTÓRICO DE TRÂMITES' and contains a table with the following data:

Apreciação	Data/hora	Tipo trâmite	Versão	Perfil	Origem	Destino	Informações
PO	10/11/2023 09:44:41	Parecer do relator enviado	1	Membro do CEP	Universidade Federal do Maranhão - UFMA	Universidade Federal do Maranhão - UFMA	
PO	23/10/2023 07:48:00	Acolação de Elaboração de Relatório	1	Membro do CEP	Universidade Federal do Maranhão - UFMA	Universidade Federal do Maranhão - UFMA	
PO	20/10/2023 22:57:33	Confirmação de Indicação de Relatora	1	Coordenador	Universidade Federal do Maranhão - UFMA	Universidade Federal do Maranhão - UFMA	
PO	20/09/2023 18:21:23	Indicação de Relatora	1	Secretaria	Universidade Federal do Maranhão - UFMA	Universidade Federal do Maranhão - UFMA	
PO	27/07/2023 13:48:22	Acolação do PP	1	Secretaria	Universidade Federal do Maranhão - UFMA	Universidade Federal do Maranhão - UFMA	
PO	27/07/2023 10:25:08	Submetido para avaliação do CEP	1	Pesquisador Principal	PESQUISADOR	Universidade Federal do Maranhão - UFMA	
PO	26/07/2023 11:59:58	Reação do PP	1	Secretaria	Universidade Federal do Maranhão - UFMA	PESQUISADOR	De acordo com a Norma Operacional nº 001/2015, artigo 22.
PO	24/07/2023 16:07:34	Submetido para avaliação do CEP	1	Pesquisador Principal	PESQUISADOR	Universidade Federal do Maranhão - UFMA	

Fonte: Print da plataforma Brasil.

Após ajustes, foi submetido novamente e obteve-se novos pareceres cujo conteúdo foi o mesmo (Figura 19).

Figura 19 - Ajustes pedidos pelo comitê de ética



Fonte: Print da plataforma Brasil.

Após isso, submeteu-se novamente com os ajustes e não houve resposta. Ao entrar em contato com o comitê, a secretaria informou que não poderia comentar sobre o parecer e que havia poucos membros para avaliar. Desde então, o processo segue parado no comitê da UFMA desde o dia 10 de julho de 2024 (Figura 20)

Figura 20– Submissão da pesquisa para o comitê de ética

LISTA DE APROVAÇÕES DO PROJETO							
Aprovação *	Responsável *	Versão *	Submissão *	Modificação *	Situação *	Exclusivo do Centro Geom. *	Ações
PO	BRUNO SERGIANO SANTOS FARIAS	3	10/07/2024	11/07/2024	Em Avaliação Ética	Não	

HISTÓRICO DE TRÂMITES							
Aprovação	Data/Hora	Tipo Trâmite	Versão	Perfil	Origem	Destino	Informações
PO	11/07/2024 10:01:48	Avaliação do PP	3	Secretaria	Universidade Federal do Maranhão - UFMA	Universidade Federal do Maranhão - UFMA	
PO	10/07/2024 12:58:42	Submissão para avaliação do CEP	3	Pesquisador Principal	PESQUISADOR	Universidade Federal do Maranhão - UFMA	
PO	10/07/2024 10:46:48	Rejeição do PP	3	Secretaria	Universidade Federal do Maranhão - UFMA	PESQUISADOR	Consideramos o referido projeto para adequação à prez. 1196
PO	06/07/2024 10:45:52	Submissão para avaliação do CEP	5	Pesquisador Principal	PESQUISADOR	Universidade Federal do Maranhão - UFMA	
PO	05/07/2024 16:11:48	Rejeição do PP	5	Secretaria	Universidade Federal do Maranhão - UFMA	PESQUISADOR	Pareceres: Esta foi a lista de interações apontadas 1198 , 1199 , 1200
PO	02/07/2024 15:30:33	Submissão para avaliação do CEP	3	Pesquisador Principal	PESQUISADOR	Universidade Federal do Maranhão - UFMA	
PO	30/04/2024 10:11:23	Rejeição do PP	2	Secretaria	Universidade Federal do Maranhão - UFMA	PESQUISADOR	Pareceres: Esta foi a lista de interações apontadas 1198 , 1199
PO	25/04/2024 10:27:23	Submissão para avaliação do CEP	3	Pesquisador Principal	PESQUISADOR	Universidade Federal do Maranhão - UFMA	
PO	22/04/2024 08:27:19	Parecer iterado	2	Coordenador	Universidade Federal do Maranhão - UFMA	PESQUISADOR	
PO	22/04/2024 08:12:34	Parecer de concepção enviado	2	Coordenador	Universidade Federal do Maranhão - UFMA	Universidade Federal do Maranhão - UFMA	

Fonte: Print da plataforma Brasil.

3.5.2 Seleção de conteúdo

Como objeto de pesquisa será utilizado o material dos cursos da UNA-SUS/UFMA, presentes na plataforma Saite AVA, o qual será utilizado para a aplicação e teste da Tecnologia Assistiva escolhida.

Para garantir imparcialidade na seleção dos elementos, catalogou-se oito

documentos retirados do portal educacional da UNA-SUS/UFMA e em cada um deles seguiu-se com as seguintes etapas:

1. Selecionar uma página no início, no meio e no final do documento.
2. Separar um elemento verbal, pictórico e esquemático em cada página.
3. Colocar todos os elementos em uma tabela
4. Separar os matizes a serem analisadas
5. Analisar os matizes através da ferramenta de contraste aplicada no material original
6. Analisar os matizes através da ferramenta de contraste aplicada no material com a tecnologia assistiva aplicada

3.5.3 Seleção da tecnologia assistiva

Para escolher a Tecnologia Assistiva fez-se uma avaliação das tecnologias assistivas existentes para aplicação de navegadores da WEB focadas em utilizar a modificação de cores e contraste especificamente para o público com daltonismo. Esta avaliação utilizou como base o contraste ideal (4.5.1) da WCAG 2.2 (presente na diretriz de contraste: 1,.4.3).

Para avaliar o contraste das imagens, utilizou-se da ferramenta “Accessible Web Helper”, que é uma extensão para o Chrome projetada para descobrir e destacar violações de acessibilidade na web com facilidade. Esta extensão foi utilizada para avaliar o contraste das cores presentes nas imagens selecionadas, baseado nas diretrizes de acessibilidade da WCAG, e expondo a a taxa de contraste entre códigos de cores.

Quanto às classificações, utilizando Thyman como base, das imagens originais temos: um elemento gráfico textual (uma imagem retratando letras em um fundo colorido), um elemento pictórico (mostrando uma imagem de uma doença de pele) e um elemento esquemático (mostrando um gráfico).

Foram realizados testes de tecnologia assistiva nas imagens originais usando o filtro de Deuteranomia da “Color Enhancer”, “Colorblindly”, “Dalton”, “Lets Get Colorblind”, “CDalton”, “Daltonismo Amigável” e “A11Y”. Essas extensões foram escolhidas através da aplicação do filtro “Extensões em destaque” na busca da Chrome Web Store quando se busca pelo descritivo “color blind”.

3.6 Descrição dos dados da pesquisa

Através da aplicação dos filtros podemos ver uma certa discrepância de resultados ao comparar algumas tecnologias assistivas. Um exemplo seria a ferramenta “Colorblindly” e “Lets get colorblind” apresentam resultados de cores muito similares, assim como nas duas primeiras imagens ficaram com o valor de contraste bem próximo. Sintetizando os dados da tabela anterior tem-se uma tabela para comparação dos resultados médios entre as tecnologias assistivas.

Tabela 9 - Resultados médios entre as tecnologias assistivas

T.A.	Verbal	Pictórico	Esquemático	Média
Cdalton	7,86	1,59	1,07	3,51
Lets get Coloblind	6,36	1,57	1,09	3,01
Colorblindly	6,44	1,52	1,00	2,99
A11Y	5,86	1,23	1,00	2,70
Dalton	4,23	1,37	1,14	2,25
Color Enhancer	2,37	1,13	1,01	1,50
Média	5,52	1,40	1,05	2,66

Fonte: elaborado pela autora

Os resultados médios foram divididos por classificações de elementos gráficos, onde a tecnologia assistiva que teve os melhores resultados foi a Cdalton. Apesar de todas terem tido uma média abaixo do valor de referência (4.5). Observa-se especialmente que nos elementos textuais obteve-se valores acima da média na grande maioria, seguido de valores muito abaixo do recomendado em elementos pictóricos e esquemáticos.

Com essa análise entende-se que há:

- a) **Variabilidade na Percepção Visual:** A existência de tanto concordância quanto discordância nas respostas destacam a variabilidade individual na percepção visual das pessoas com daltonismo. Isso sugere que a tecnologia assistiva, embora útil, pode não ser igualmente eficaz para todos os indivíduos com daltonismo, ressaltando a necessidade de personalização ou ajuste fino das

soluções de tecnologia assistiva.

- b) **Reconhecimento de Padrões e Cores:** A concordância nas respostas relativas à imagem fotográfica de uma enfermidade indica que, para certos tipos de imagens, as pessoas com daltonismo podem ter uma capacidade similar de reconhecer padrões ou elementos-chave, mesmo com dificuldades na visão cromática. Isso aponta para o potencial de educar ou treinar pessoas com daltonismo em técnicas de reconhecimento visual que não dependam exclusivamente da cor.
- c) **Desafios com Conteúdo Textual e Gráfico:** As divergências nas respostas, especialmente em relação ao conteúdo textual e gráficos, sublinham os desafios enfrentados pelas pessoas com daltonismo mesmo quando assistidas por tecnologias como o "Color Enhancer". Tais desafios incluem dificuldades na legibilidade do texto e na interpretação de gráficos, sugerindo que estes formatos de conteúdo podem necessitar de abordagens de acessibilidade adicionais além da alteração de cores.
- d) **Eficácia Limitada da Tecnologia Assistiva:** As respostas mistas sobre a eficácia do "Color Enhancer" revelam limitações na tecnologia assistiva atual. Enquanto alguns participantes notaram melhorias, outros não viram benefícios significativos ou encontraram novas dificuldades. Isso indica a necessidade de desenvolvimento contínuo e teste de soluções assistivas, considerando a diversidade nas formas de daltonismo e as preferências individuais.
- e) **Ausência do Feedback dos Usuários:** A ausência de feedback direto dos participantes sobre a tecnologia testada sublinha a importância de coletar e analisar as opiniões dos usuários finais. Essas informações são cruciais para entender as nuances da experiência do usuário e para orientar as iterações futuras de produtos tecnológicos assistivos.

3.7 Análise dos dados da pesquisa

A partir dos dados obtidos e da discussão presente nesta dissertação, decidiu-se utilizar os mesmos elementos com outras tecnologias assistivas, agora utilizando

uma ferramenta de análise de contraste para obter uma métrica que pode ser analisada através da diretriz de contraste mínimo da WCAG 2.0.

No processo de catalogação dos elementos (Apêndice 2), observou-se a falta de elementos esquemáticos, também se observou a necessidade de catalogar os elementos pictóricos em duas categorias: ilustrativos e fotográficos. Também foi observada a pouca gama de elementos pictóricos fotográficos, então quando encontrados nos documentos, catalogou-se mais de um por página, deixando uma margem parecida entre o número de ilustrativos e fotográficos para serem analisados.

Após catalogar cada material, colocou-se em um documento PDF com as matrizes analisadas separadas, essas matrizes foram escolhidas com a ferramenta conta-gotas do Adobe Illustrator, para que não houvesse discrepância entre as cores analisadas. O processo de escolher esses matizes se deu em um senso de “cor de fundo” e “cor do elemento principal mostrado”.

Figura 21- Página do documento “Tabela de Elementos”



Fonte: elaborado pela autora.

Tal documento PDF foi publicado no ResearchGate para que pudesse ser lido como HTML no computador e as tecnologias assistivas pudessem ler, uma vez que algumas não funcionam adequadamente lendo elementos PDF abertos no navegador.

Foram analisadas 6 tecnologias assistivas: Cdalton, Dalton, Daltonismo Amigavel, Color Enhancer, Let's get Clorblind e A11Y. Assim, catalogou-se um total de 43 elementos, sendo 7 pictóricos fotográficos, 13 pictóricos ilustrativos e 22 elementos verbais. Não foram catalogados elementos esquemáticos pois não

apareceram nos recursos educacionais selecionados. A seguir, na tabela abaixo, os elementos catalogados organizados pela nota de contraste visual.

Tabela 10 - Elementos catalogados e seus contrastes

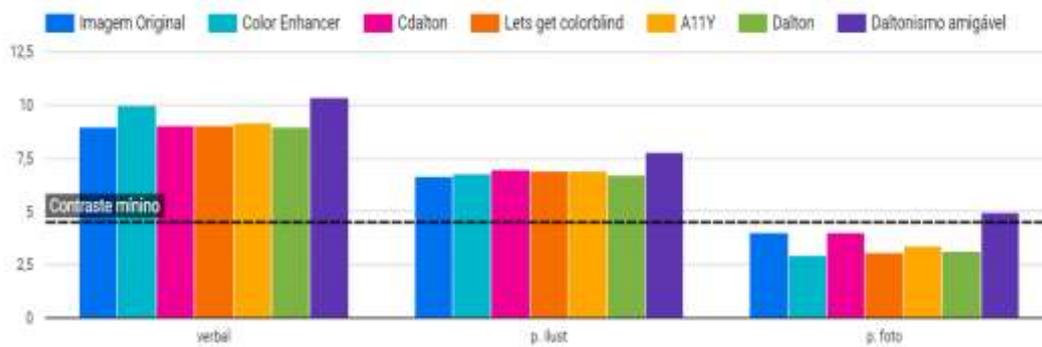
Seleção	Elemento Visual	Imagem Original	Color Enhancer	Cdalton	Lets get colorblind	A11Y	Dalton	Daltonismo amigável
d2p1	p. foto	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,4	1,3
d2p7	p. foto	4,6	2,9	1,4	1,5	1,4	1,3	1,2
d7p5	p. foto	7,4	5,4	8,8	7,1	6,8	6,8	11,1
d7p13 1	p. foto	4,3	2,5	5,1	4,2	3,9	3,4	6,2
d7p13 2	p. foto	3,1	2,1	3,9	,03	2,9	2,4	3,6
d8p3	p. foto	6,1	5,1	6,5	6,0	5,9	5,4	9,9
d8p14	p. foto	1,4	1,5	1,3	1,4	1,4	1,4	1,4
d1p15	p. ilust	16,4	15,7	15,5	16,6	16,4	15,4	19,2
d1p27	p. ilust	1,3	1,5	1,1	1,3	1,3	1,6	1,0
d2p7	p. ilust	1,6	1,4	4,2	4,4	4	3,6	3,9
d2p11	p. ilust	1,7	1,9	1,5	1,7	1,7	1,7	1,3
d3p9	p. ilust	14,6	16,3	17,6	14,7	14,9	15,9	21
d4p1	p. ilust	2,4	1,3	2,2	2,2	1,9	1,9	2,2
d4p2	p. ilust	5,2	7,3	4,6	5,5	5,7	5,6	4,7
d4p3	p. ilust	21	21	21	21	21	21	21
d5p1	p. ilust	5,7	1,5	5,9	5,6	5,2	3,2	8,2
d5p2	p. ilust	1,7	1,2	1,8	1,6	1,6	1,5	1,7
d5p3	p. ilust	1,6	1,3	1,8	1,4	1,2	1,1	2,0
d6p6	p. ilust	1,3	1,2	1,1	1,2	1,2	1,3	1,0
d6p10	p. ilust	12,4	16,7	12,2	12,8	13,4	13,7	14
d1p1	verbal	11,7	12,7	11,1	12	12,2	11,1	13,2
d1p15	verbal	1,7	2,7	1,4	1,8	1,8	2,6	1,3
d1p27	verbal	9,9	12	8,7	10,4	10,6	9,8	10,8
d2p1	verbal	15	15,3	18,1	15,3	15,3	15,4	21
d2p7	verbal	8,8	5,8	10,7	5,7	5,7	7,2	4,9
d2p11	verbal	7,8	7,4	6,9	7,9	7,9	7,0	7,8
d3p1	verbal	10,6	7,0	8,9	10,2	10	7,6	11,7
d3p9	verbal	14,6	13,3	13	14,1	14,4	12,6	16,4
d3p16	verbal	12,4	11,9	11,1	12,7	12,7	11,2	14,3
d4p1	verbal	6	12	5,6	6,4	6,8	7,6	5,7
d4p2	verbal	2,4	1,3	2,2	2,2	1,9	1,9	2,2
d4p3	verbal	13,5	14,4	15,1	16,1	15,9	14,5	18,7
d5p1	verbal	6	12	5,6	6,4	6,8	7,6	5,7
d5p2	verbal	6,2	10,7	6,9	6,9	7,7	7,8	8,2
d5p3	verbal	2,4	1,3	2,2	2,2	1,9	1,9	2,2
d6p1	verbal	13,3	14,9	12,5	13,6	13,8	13,3	15,6
d6p6	verbal	17,9	18,2	17,7	17,8	18,2	17,4	19,8
d7p5	verbal	6,8	12,8	5,8	7,1	7,5	9,5	6,9
d7p13	verbal	13,8	11,1	16,4	13,6	13,4	12,3	20,1
d7p19	verbal	1,6	3,3	1,4	1,7	1,8	2,2	1,1
d8p3	verbal	14,2	12,9	17	14,1	13,9	13,6	20,8
d8p14	verbal	5,5	8,2	5,9	5,7	5,9	6,5	6,4
d8p21	verbal	3,8	8,4	3,2	4,0	4,3	5,7	3,3

Fonte: elaborado pela autora.

Ao todo foram, 23 elementos gráficos verbais, 13 elementos gráficos pictóricos ilustrativos e 7 elementos gráficos pictóricos fotográficos. Para facilitar a compreensão foi elaborada uma tabela organizando as categorias das linguagens visuais e as T.A., tabela a seguir:

Tabela 11 - Média de contraste dos elementos catalogados

Language m	Image m original	Color enhancer	Cdalt on	Lets get colorblind	A11Y	Dalton	Daltonismo amigável
pictórica fotográfica	4,03	2,97	4,04	3,50	3,37	3,16	4,96
pictórica ilustração	6,68	6,79	6,96	6,92	6,88	6,73	7,78
verbal	8,95	9,98	9,02	9,04	9,15	8,97	10,35
Média	7,5	7,9	7,6	7,5	7,5	7,3	8,7



Fonte:

elaborado pela autora.

Pode-se observar que a média das imagens originais, ou seja, sem a tecnologia assistiva, nos estilos fotográfico e ilustração foi igual ou superior do que a maioria das imagens com aplicação da T.A. Contudo, isso não ocorreu no estilo verbal, que as T.A. obtiveram médias iguais ou superiores à imagem original.

Figura 22- Exemplos de elementos catalogados



a) **Prótese para desarticulação de quadril e joelho:** São menos frequentes do que os outros níveis. Na desarticulação do quadril, a ausência do coto e a posição muito proximal da amputação geram dificuldades adicionais. Já a desarticulação do joelho, o coto longo e o formato arredondado dos côndilos femorais oferecem vantagens e facilidade para um bom retorno funcional. A prótese para desarticulação do joelho possui um encaixe especial para esse tipo de nível.

Fonte: elaborado pela autora.

Para entender esse comportamento, podemos considerar as características mencionadas por Pettersson (2002), Santaella (2005), Dondis (1997) e Joly (1994), mencionados no capítulo 2.3 (Design e o contexto inclusivo).

- a) As fotografias originais possuem um alto nível de nitidez e fidelidade aos detalhes visuais, proporcionando uma percepção clara e precisa das cores e formas. A aplicação de T.A. pode não ser tão eficaz em melhorar a percepção de imagens que já são naturalmente detalhadas e precisas. Isso pode explicar por que as fotografias originais tiveram médias iguais ou superiores às imagens com T.A.
- b) As ilustrações originais, devido à sua natureza abstrata e simbólica, já possuem um forte impacto visual. A aplicação de T.A. pode não ser tão necessária ou eficaz em melhorar a percepção dessas imagens, pois a simplicidade e a clareza das ilustrações originais podem ser suficientes para transmitir a mensagem visualmente. Assim, as médias das ilustrações originais tendem a ser iguais ou superiores às das imagens com T.A.
- c) A aplicação de T.A. nos elementos verbais pode incluir ajustes no contraste, nitidez e escolha do fundo, melhorando significativamente a legibilidade para pessoas com daltonismo ou outras dificuldades visuais. Esses ajustes tornam os textos mais acessíveis e confortáveis de ler, resultando em médias iguais ou superiores às dos textos originais. A melhoria na legibilidade proporcionada pela T.A. é especialmente crucial para a compreensão de textos, explicando por que as imagens com T.A. obtiveram médias mais altas.

A T.A. que obteve maiores médias de contraste no filtro de deuteranomia foi

a Daltonismo Amigável que altera o contraste de forma acentuada, bem como os matizes (Figura 21). De qualquer forma, os contrastes se mostraram muito maiores em elementos verbais do que em elementos pictóricos.

Figura 23- Site da UNA-SUS/UFMA sem T.A. e com T.A. Daltonismo Amigável no filtro de Deuteranopia.



Fonte: elaborado pela autora.

Nessa imagem podemos observar os detalhes das imagens sendo menos evidenciados, os tons de cinza se transformam em branco e os elementos pictóricos fotográficos acabam perdendo alguns detalhes, evidenciando maior exposição de luz e conseqüentemente maior contraste entre primeiro plano e plano de fundo. Não há a opção de regular esse filtro como visto na Figura 21.

3.8 Análise dos dados com usuários

As imagens selecionadas para o questionário, podem ser observadas no questionário presente no “Apêndice 3”. Essas imagens foram escolhidas de acordo com a maior e a menor nota na tabela de contraste (Tabela 11). Então escolheu-se três elementos de cada categoria com valores de contrastes mais altos e um com o valor de contraste mais baixo.

O questionário foi montado seguindo as etapas:

- a) Declaração do participante afirmando que concorda participar da pesquisa
- b) Dados do participante (gênero, escolaridade e tipo de daltonismo)
- c) Percepção dos elementos (pictóricos fotográficos, pictóricos ilustrativos, elementos verbais)

A percepção dos elementos ocorreu em 3 tipos de perguntas (Figura 22):

- I. Descrever textualmente o elemento original mostrado, com o intuito de

- avaliar compreensão das imagens pelo usuário.
- II. Escolher a imagem preferida, sendo a imagem original do recurso educacional, e 2 imagens com T.A. A escolha das imagens com T.A. se deu baseado na etapa anterior, que pontuou o contraste adequado para os daltônicos. Uma imagem com o maior contraste e a outra com o menor contraste.
 - III. Justificar a escolha da imagem, com o intuito de avaliar as razões que tornam as imagens preferidas.

Figura 24- Imagem do questionário

Descreva o que você entendeu sobre o conteúdo desta imagem. *



Texto de resposta longa

Qual das imagens abaixo você acha que melhora a percepção e compreensão do conteúdo apresentado? *

Opção 1



Opção 2



Opção 3



Justifique o porque da escolha da imagem anterior. *

Texto de resposta longa

Fonte: elaborado pela autora

O perfil dos participantes demonstrou perfil dos participantes respondentes, com as idades variando entre 19 e 64 anos, conforme demonstrado na tabela a seguir.

Tabela 12 - Perfil dos usuários

Tipo de Daltonismo	f
Deuteranomalia	8
Protanomalia	9
Tritanomalia	3

Escolaridade	
Ensino Fundamental	1
Ensino Médio	5
Ensino Superior	14
Gênero	
Outros	2
Feminino	3
Masculino	15

Fonte: elaborado pela autora.

Com o intuito de facilitar a compreensão, os dados foram analisados por estilos gráficos. A seguir a tabela com as preferências dos elementos fotográficos organizadas pelo contraste e daltonismo.

Tabela 13 - Preferências - Elementos pictóricos fotográficos

	Original	Maior contraste	Menor contraste
F1			
Deuteranomalia	2		6
Protanomalia		3	6
Tritanomalia	1		2
F2			
Deuteranomalia	4	2	2
Pronatomalia	3	2	4
Tritanomalia	1	2	
F3			
Deuteranomalia	3	2	3
Pronatomalia	1	2	6
Tritanomalia	1		2
Total	16	13	31
Deuteranomalia	37,5%	16,7%	45,8%
Pronatomalia	14,8%	25,9%	59,3%
Tritanomalia	33,3%	22,2%	44,4%

Fonte: elaborado pela autora.

Com relação a preferência dos elementos fotográficos, todos os três tipos de daltonismo preferiram as imagens com T.A. com "Menor contraste". As principais justificativas pelas preferências foram:

- Nitidez: Muitos participantes mencionaram a nitidez como um fator importante, indicando que uma imagem mais nítida é mais fácil de compreender.
- Clareza: Imagens claras e bem iluminadas são frequentemente

preferidas.

- Cores: A vivacidade e força das cores são destacadas como importantes para a percepção.

Com base nos dados apresentados e nas características mencionadas pelos autores, algumas hipóteses foram levantadas para explicar por que os participantes da pesquisa preferiram imagens pictóricas fotográficas com menor contraste. As hipóteses:

- Representação Realista e Fidelidade aos Detalhes Visuais: Segundo Pettersson (2002), a fotografia é uma representação pictórica realista que captura a fidelidade aos detalhes visuais. Esta característica pode fazer com que as T.A. não consigam adequar tão bem em elementos fotográficos porque a adição de contraste pode distorcer a realidade capturada, prejudicando a percepção natural dos detalhes visuais. A aplicação de T.A. para aumentar o contraste em fotografias pode introduzir ruído visual ou exagerar certos elementos, tornando a imagem menos natural e dificultando a compreensão. A nitidez e clareza inerentes às fotografias originais podem ser suficientes para a percepção visual, e qualquer alteração pode comprometer a fidelidade e a qualidade visual.
- Adequação do Método de Análise: Outra hipótese considera que o método utilizado (análise de dois matizes) não seja adequado para analisar essas imagens. Elementos pictóricos fotográficos não possuem apenas duas cores predominantes; em vez disso, são compostos por uma rica variedade de cores e tonalidades. A análise com base em dois matizes pode não capturar adequadamente a complexidade cromática das fotografias. Este método simplificado pode não fornecer informações suficientes para explicar o comportamento visual dos participantes em relação a essas imagens. A percepção da cor nas fotografias depende de um conjunto mais complexo de interações cromáticas que não são bem representadas pela análise de dois matizes.

A seguir a tabela com as preferências dos elementos ilustração organizadas pelo contraste e daltonismo.

Tabela 14 - Preferências - Elementos pictóricos ilustrativos

	Original	Maior Contraste	Menor contraste
I1			
Deuteranomialia	2	5	1
Pronatomialia	2	4	3
Tritanomialia	3		
I2			
Deuteranomialia	1	6	1
Pronatomialia	2	7	
Tritanomialia	1	2	
I3			
Deuteranomialia	5	2	1
Pronatomialia	2	3	4
Tritanomialia	2		1
Total	20	29	11
Deuteranomialia	33,3%	54,2%	12,5%
Pronatomialia	22,2%	51,9%	25,9%
Tritanomialia	66,7%	22,2%	11,1%

Fonte: elaborado pela autora.

Quando se trata dos elementos pictóricos ilustrativos (Tabela 14) os participantes preferem imagens com maior contraste, especialmente para Deuteranomialia e Protanomialia, o que seria o comportamento esperado. As principais justificativas para as preferências foram:

- Nitidez: A nitidez foi a categoria mais mencionada, com muitos participantes destacando a importância de ver os detalhes de forma clara e distinta.
- Sem Diferença: Uma quantidade significativa de participantes relatou não perceber diferença entre as imagens apresentadas.
- Cores: As cores desempenham um papel crucial na percepção visual. Participantes mencionaram "cores mais realçadas" e "cores naturais" como fatores importantes.

Pettersson (2002) descreve as ilustrações como representações pictóricas mais abstratas, simbólicas e simples. Devido a essa simplicidade, as ilustrações tendem a ter uma gama de cores menor do que os elementos fotográficos. Isso pode facilitar o processamento e a percepção das imagens pela T.A., tornando o método adequado para analisar esses tipos de elementos. A aplicação de maior contraste em ilustrações pode destacar os elementos visuais de maneira mais eficaz sem introduzir ruído visual, como pode acontecer nas fotografias. Assim, o método de análise utilizando T.A. para aumentar o contraste parece ser mais adequado para elementos

com uma gama de cores mais limitada, como ilustrações. A simplicidade das ilustrações permite que o contraste adicional realce as cores e detalhes de forma eficaz, melhorando a clareza e a nitidez.

A seguir a tabela com as preferências dos elementos textuais organizadas pelo contraste e daltonismo.

Tabela 15 - Preferências - Elementos textuais

	Original	Maior Contraste	Menor Contraste
T1			
Deuteranomalia	1	3	4
Pronatomalia		8	1
Tritanomalia	2		1
T2			
Deuteranomalia	1	4	3
Pronatomalia		6	3
Tritanomalia	1	1	1
T3			
Deuteranomalia	2	4	2
Pronatomalia		9	
Tritanomalia	1	2	
Total	8	37	15
Deuteranomalia	33,3%	54,2%	12,5%
Pronatomalia	22,2%	51,9%	25,9%
Tritanomalia	66,7%	22,2%	11,1%

Fonte: elaborado pela autora.

Os elementos textuais (Tabela 15) analisados mostraram uma preferência dos participantes por imagens com maior contraste para pessoas com Deuteranomalia e Protanomalia. As principais justificativas foram:

- Conforto de Leitura: O conforto de leitura é uma das principais preocupações dos participantes ao avaliar imagens com texto.
- Contraste: O contraste desempenha um papel crucial na percepção visual, especialmente para pessoas com daltonismo.
- Nitidez: A nitidez é vital para garantir que os detalhes das imagens sejam facilmente discerníveis.
- Fundo: O fundo de uma imagem pode significar influenciar a percepção do conteúdo.

Conforme descrito por Pettersson (2002), elementos verbais envolvem uma relação figura-fundo para garantir a legibilidade e a nitidez. O método utilizado para analisar elementos textuais, focando em duas cores (cor de fundo e cor do texto),

pode ser particularmente eficaz. Isso porque a análise de alto contraste entre o texto e o fundo simplifica a avaliação, destacando a importância desses dois fatores principais na legibilidade do texto. A tecnologia assistiva (T.A.) que aumenta o contraste parece funcionar de forma mais eficaz ao analisar elementos textuais. A aplicação de T.A. para aumentar o contraste entre o texto e o fundo torna os textos mais legíveis e confortáveis de ler para pessoas com daltonismo. Isso resulta em uma maior preferência por elementos textuais com maior contraste.

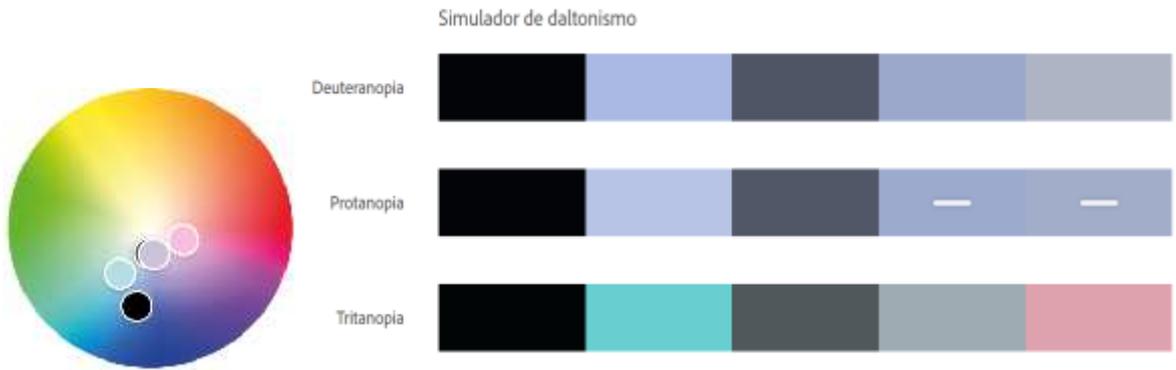
Entende-se que uma recomendação de matizes, como a proposta pela CUD na paleta de cores, consegue ser melhor empregada e manipulada em elementos pictóricos ilustrativos e verbais, uma vez que estes são idealizados, formados e apresentados de forma intencional com matizes escolhidos diretamente pelo profissional. Já elementos pictóricos fotográficos, pela riqueza de detalhes e cores presentes no estilo, supõe-se que seja mais difícil de manipular e readequar as cores a uma paleta específica como a da CUD.

Neste sentido, pode-se perceber que o contraste de brilho é mais significativo do que o contraste dos matizes. Mesmo imagens com matizes análogas, se tiver contraste de iluminação observa-se contraste suficiente para pessoas com daltonismo distinguir seus elementos.

3.9 Análise cromática dos elementos pictóricos fotográficos

Com o objetivo de aprofundar a análise, foi empregado o Adobe Color Accessibility, que permite detectar problemas em paletas de cores, além de fornecer dados sobre o contraste acessível entre matizes e como as pessoas com daltonismo as percebem. Para tal foram destacadas 4 imagens fotográficas tendo como critério a análise de matizes a partir da observação do comportamento no círculo cromático. A análise a seguir.

Figura 25- Imagem 1 de variação de matizes e tonalidade



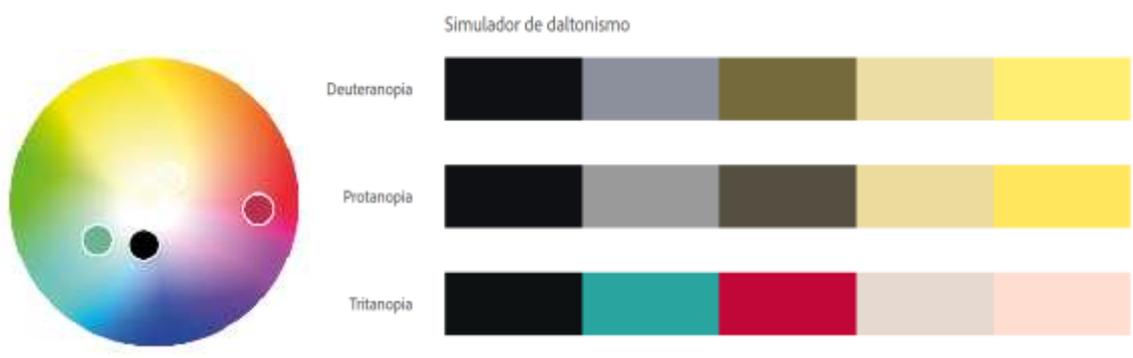
Fonte: elaborado pela autora

Figura 26- Imagem 2 de variação de matizes e tonalidade



Fonte: elaborado pela autora

Figura 27- Imagem 3 de variação de matizes e tonalidade



Fonte: elaborado pela autora

Figura 28- Imagem 4 de variação de matizes e tonalidade

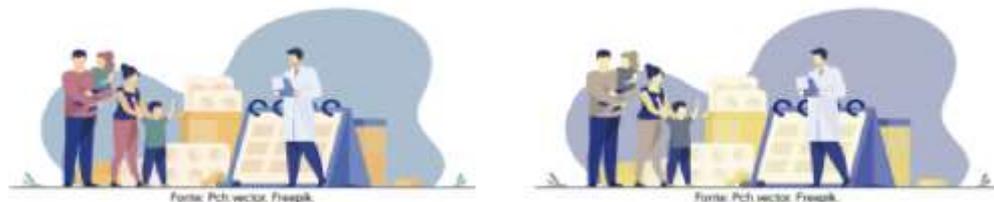


Fonte: elaborado pela autora

Neste sentido, pode-se perceber que o contraste de tonalidade foi mais significativo do que o contraste dos matizes. Mesmo imagens com matizes análogas, como foi o caso da última imagem analisada, se tiver contraste de iluminação terá contraste suficiente para pessoas com daltonismo distinguir seus elementos.

Para elementos ilustrativos, a T.A. "Daltonismo Amigável" com maior contraste foi amplamente preferida por pessoas daltônicas com deuteranomia e protanomalia (68,8%). Pettersson (2002) descreve ilustrações como representações mais abstratas e simbólicas, onde o maior contraste pode realçar linhas e áreas de cor, facilitando a interpretação dos elementos visuais. Participantes com deuteranomia (54,2%) e protanomalia (51,9%) preferiram ilustrações com maior contraste, enquanto os com tritanomia preferiram imagens originais (66,7%). Isso indica que as T.A. que aumentam o contraste são eficazes para ilustrações, melhorando a clareza e a nitidez dos elementos. As T.A. que aumentam o contraste são particularmente eficazes para ilustrações, ajudando a destacar os elementos visuais de forma clara e distinta. Isso é crucial para melhorar a acessibilidade visual para pessoas com deuteranomia e protanomalia.

Figura 29- Elemento pictórico ilustrado original na direita e com color enhancer aplicada (maior contraste) na esquerda

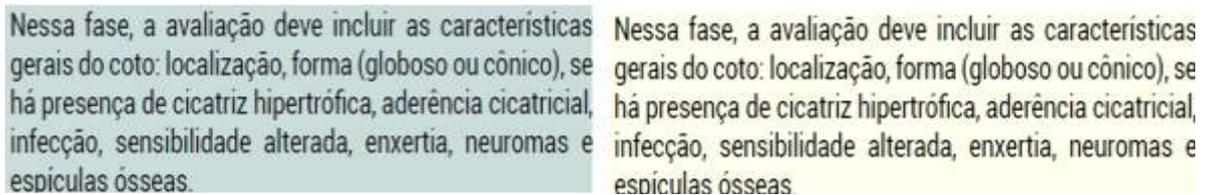


Fonte: elaborado pela autora

Nos elementos textuais, a preferência foi dividida entre várias T.A.s, como "Daltonismo Amigável", "Color Enhancer" e "Dalton" com maior contraste. Rogers, Sharp e Preece (2013) enfatizam a importância da nitidez e do contraste para garantir que os detalhes das letras sejam claramente discerníveis. Participantes com deuteranomia (45,8%) e protanomalia (85,2%) preferiram textos com maior contraste, enquanto aqueles com tritanomia preferiram imagens originais (44,4%). Isso destaca a importância do contraste para a legibilidade dos textos. As T.A. que aumentam o contraste são altamente eficazes para textos, melhorando

significativamente a legibilidade. A nitidez e o contraste são essenciais para garantir que os detalhes das letras sejam visíveis e compreensíveis para todos os tipos de daltonismo.

Figura 30- Elemento verbal original na direita e com daltonismo amigável aplicada (maior contraste) na esquerda



Fonte: elaborado pela autora

Além disso, o contraste e a nitidez são cruciais para melhorar a percepção visual e a legibilidade dos conteúdos gráficos. A combinação adequada desses elementos pode melhorar significativamente a acessibilidade visual para pessoas com daltonismo. Há uma necessidade de desenvolver métodos mais sofisticados para analisar e ajustar elementos fotográficos, mantendo a integridade dos detalhes visuais enquanto melhoram a distinção de cores. Isso sugere que as técnicas atuais podem não ser suficientes para lidar com a complexidade das fotografias.

4. RESULTADOS

A discussão dos dados considerou tanto a técnica de análise de contraste dos estilos gráficos como o questionário aplicados com os daltônicos. Em relação aos dados analisados, os resultados foram catalogados na Tabela abaixo a fim de observar qual T.A. foi a mais preferida.

Tabela 16 – Tecnologia assistiva mais preferida pelos participantes

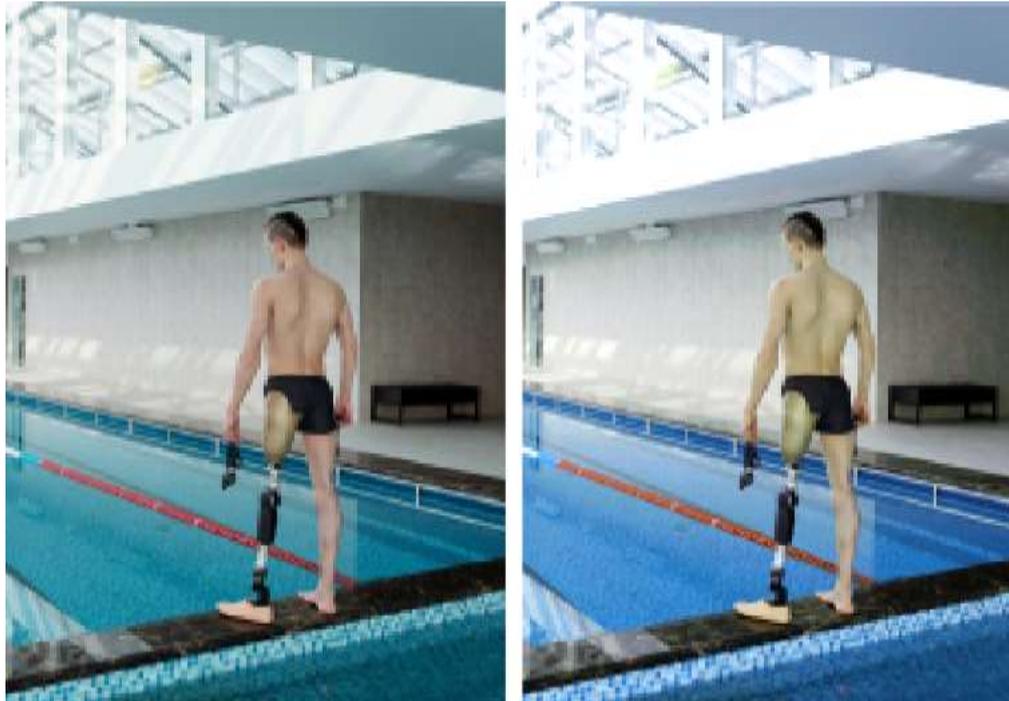
T.A.	Pic. Fotográfica	Pic. Ilustração	Verbal	Geral
Color Enhancer (menor contraste)	62,5%		37,5%	52,5%
Daltonismo Amigável (maior contraste)	18,8%	68,8%	50,0%	46,4%
Imagem original	37,5%			37,5%
Imagem original	37,5%	46,9%	16,7%	34,7%
Color Enhancer (maior contraste)	25,0%	25,0%	50,0%	33,3%
Dalton (menor contraste)		12,5%	50,0%	31,3%

CDalton (menor contraste)	37,5%	12,5%	25,0%	25,0%
Lets get colorblind (menor contraste)		12,5%		12,5%
Dalton (maior contraste)		12,5%		12,5%
Geral	40,0%	36,4%	36,4%	37,5%

Fonte: elaborado pela autora

A T.A. "Color Enhancer" com menor contraste foi a preferida (62,5%) para elementos fotográficos. Conforme Pettersson (2002), a fotografia é uma representação realista que captura a fidelidade aos detalhes visuais. A aplicação de T.A. com menor contraste mantém a naturalidade das fotografias, evitando distorções e ruído visual que poderiam comprometer a percepção dos detalhes finos. Os participantes com deuteranomia preferiram imagens originais (51,6%), enquanto aqueles com protanomia (59,3%) e tritanomia (44,4%) preferiram imagens com menor contraste. Isso sugere que o método de análise de contraste não é tão eficaz para elementos fotográficos, possivelmente devido à complexidade das cores e detalhes realistas que não são bem capturados pelo método de análise de dois matizes. As T.A. parecem ter um desempenho limitado em melhorar a percepção de elementos fotográficos, indicando a necessidade de desenvolver técnicas mais sofisticadas que possam manter a integridade dos detalhes visuais enquanto melhoram a distinção de cores.

Figura 31- Elemento pictórico fotográfico original na direita e com c dalton aplicada (maior contraste) na esquerda



Fonte: elaborado pela autora

O uso do "Color Enhancer" demonstrou melhorias significativas na percepção de elementos textuais. No entanto, para elementos pictóricos, houve variações na eficácia. Os usuários relataram uma melhor identificação de textos e ilustrações, mas a interpretação de imagens ainda apresentava desafios consideráveis. A pesquisa revelou que as preferências dos participantes variavam conforme o tipo de conteúdo. Elementos textuais e ilustrativos foram geralmente mais bem recebidos quando as tecnologias assistivas foram aplicadas. Entretanto, a complexidade das imagens fotográficas demandava um ajuste mais sofisticado para uma percepção ideal.

A análise dos dados indicou que a inclusão educacional de pessoas com daltonismo pode ser significativamente melhorada com o uso de tecnologias assistivas adequadas. As ferramentas que aumentam o contraste e ajustam a paleta de cores contribuem para uma compreensão mais clara do conteúdo, promovendo uma experiência educacional mais inclusiva. Embora os textos e ilustrações tenham se beneficiado das tecnologias assistivas, a interpretação de imagens fotográficas continuou a ser um desafio. Os usuários relataram dificuldades em distinguir detalhes e cores em imagens complexas, mesmo com o uso de filtros de contraste.

A análise cromática dos elementos pictóricos revelou que os filtros de tecnologia assistiva precisam ser aprimorados para lidar com a complexidade das

imagens fotográficas. A eficácia dos filtros variou dependendo da densidade de cores e dos detalhes presentes nas imagens. A escolha de uma paleta de cores adequada é fundamental para garantir a acessibilidade visual para daltônicos. Paletas de cores que utilizam contrastes fortes e evitam combinações de cores problemáticas, como vermelho e verde, são essenciais para melhorar a legibilidade e a compreensão do conteúdo.

Os participantes da pesquisa forneceram feedback valioso sobre a eficácia das tecnologias assistivas. A maioria relatou uma melhoria na experiência de aprendizado digital, destacando a importância de ferramentas que ajustam o contraste e a paleta de cores. Além do "Color Enhancer", outras tecnologias assistivas foram testadas, incluindo filtros específicos para diferentes tipos de daltonismo, como deuteranopia e protanopia. Cada tecnologia apresentou pontos fortes e fracos, dependendo do tipo de conteúdo e das necessidades específicas dos usuários.

Para elementos textuais, as tecnologias assistivas mostraram-se altamente eficazes. Os participantes relataram uma melhoria significativa na legibilidade dos textos, o que contribuiu para uma melhor compreensão do material educativo. As ilustrações também se beneficiaram dos ajustes de contraste e paleta de cores. Os usuários conseguiram distinguir melhor os elementos ilustrativos, o que facilitou a assimilação das informações. As fotografias, no entanto, apresentaram limitações maiores. As tecnologias assistivas testadas não conseguiram resolver completamente os problemas de percepção de cores em imagens fotográficas, indicando a necessidade de desenvolvimento de ferramentas mais avançadas.

O feedback dos usuários foi crucial para identificar as áreas que precisam de melhorias. Os participantes sugeriram ajustes específicos nos filtros de contraste e destacaram a importância de uma interface amigável para facilitar o uso das tecnologias assistivas. A aplicação das tecnologias assistivas teve um impacto positivo na compreensão do conteúdo educativo. Os usuários relataram uma maior facilidade em seguir as aulas e assimilar as informações, o que reflete a importância de recursos educacionais acessíveis.

A análise quantitativa dos dados mostrou que a maioria dos participantes preferiu o uso de tecnologias assistivas que aumentam o contraste. Os dados também indicaram que os filtros específicos para daltonismo foram eficazes para um número significativo de usuários. Os dados qualitativos, obtidos por meio de entrevistas e questionários, complementaram a análise quantitativa. Os relatos dos participantes

destacaram as melhorias na experiência de aprendizado e as dificuldades ainda enfrentadas, especialmente com imagens fotográficas.

Com base nos resultados, recomenda-se o desenvolvimento de tecnologias assistivas que ofereçam ajustes mais precisos para imagens fotográficas. Além disso, é essencial continuar a pesquisa e o desenvolvimento de novas ferramentas para atender às necessidades específicas dos usuários daltônicos. A implementação das tecnologias assistivas no contexto educacional da UNA-SUS/UFMA demonstrou ser uma estratégia eficaz para promover a inclusão de pessoas com daltonismo. Os recursos adaptados facilitaram a aprendizagem e a participação dos usuários.

As questões éticas relacionadas ao uso de tecnologias assistivas foram consideradas ao longo da pesquisa. Garantir a privacidade e o respeito às necessidades individuais dos usuários é fundamental para o sucesso de qualquer iniciativa de inclusão. A pesquisa abriu caminho para novas investigações sobre o uso de tecnologias assistivas no contexto educacional. Futuras pesquisas podem explorar outras ferramentas e métodos para melhorar ainda mais a acessibilidade para daltônicos.

O design inclusivo desempenha um papel crucial na criação de recursos educacionais acessíveis. Considerar as necessidades de todos os usuários, incluindo aqueles com daltonismo, é essencial para promover uma educação verdadeiramente inclusiva. A pesquisa destacou a necessidade de desenvolver ferramentas mais eficazes para lidar com a complexidade das imagens fotográficas. Tecnologias que oferecem ajustes de contraste mais precisos e personalizáveis são necessárias para melhorar a experiência dos usuários.

A integração de tecnologias assistivas nas plataformas educacionais, como a AVA da UNA-SUS/UFMA, é fundamental para garantir a acessibilidade. As plataformas devem oferecer suporte nativo para essas tecnologias, facilitando o acesso e o uso por parte dos usuários. A coleta contínua de feedback dos usuários é essencial para aprimorar as tecnologias assistivas. Os desenvolvedores devem estar atentos às necessidades e sugestões dos usuários para implementar melhorias constantes.

A possibilidade de customização das tecnologias assistivas é um diferencial importante. Os usuários devem poder ajustar as configurações de contraste e paleta de cores conforme suas preferências individuais. O desenvolvimento de padrões de acessibilidade específicos para daltônicos pode orientar o design de recursos

educacionais. Diretrizes claras ajudam a garantir que o conteúdo seja acessível a todos os usuários.

A utilização de tecnologias assistivas não apenas melhora a experiência educacional, mas também contribui para a inclusão social. Usuários daltônicos podem se sentir mais independentes e confiantes ao navegar por recursos digitais acessíveis. A pesquisa continuada sobre tecnologias assistivas e acessibilidade é essencial para acompanhar as mudanças tecnológicas e as necessidades dos usuários.

5 CONCLUSÃO

A educação inclusiva é uma temática fundamental nos dias atuais pois valoriza as diferenças e garante que todos possam aprender sem discriminação. Alunos com necessidades especiais frequentemente enfrentam rejeição em salas comuns, sendo transferidos para a educação especial. Para superar essas barreiras, é necessário um compromisso político que promova a educação inclusiva, adaptando escolas e capacitando profissionais

O Design pode contribuir para a criação de produtos acessíveis a um espectro mais amplo de pessoas. Este enfoque é particularmente evidente no desenvolvimento de Tecnologias Assistivas já que estas objetivam promover a funcionalidade, relacionada à atividade e participação, de pessoas com deficiência visando sua autonomia, independência, qualidade de vida e inclusão social.

O objetivo geral foi analisar Tecnologias Assistivas para pessoas com daltonismo em recursos educacionais digitais. Para tal, foram considerados os elementos visuais gráficos pictóricos (fotos e ilustrações), esquemáticos (gráficos) e verbal, avaliando o comportamento cromático nas T.A., em especial o contraste de matizes e brilho.

Para tal, foi utilizada as T.A. “Color Enhancer”, “Colorblindly”, “Dalton”, “Lets Get Colorblind”, “CDalton”, “Daltonismo Amigavel” e “A11Y” voltadas ao público com daltonismo com foco na utilização em navegadores da web através da aplicação de um filtro de cores. O intuito das T.As foi verificar a acessibilidade do conteúdo através dos filtros aplicados pelas mesmas.

Nas restrições da pesquisa temos a aplicação de apenas um filtro de daltonismo nos elementos (o filtro da Deuteranomia), os dados de contraste entre matizes das T.A. foram os mesmos da preferência dos usuários nos elementos pictóricos ilustrativos e verbais, mas não nos elementos pictóricos fotográficos.

Foi observado que a T.A. com melhor desempenho foi a Daltonismo Amigável que altera o contraste de forma acentuada, bem como os matizes presentes nos elementos. Essa T.A teve a maior pontuação de contraste e foi a preferida dos participantes em elementos pictóricos ilustrativos e verbais.

Sobre os elementos visuais gráficos fotográficos, todos os três tipos de daltonismo preferiram imagens com tecnologia assistiva aplicada, mesmo que no teste de contraste a T.A. tenha ficando com uma pontuação menor. As principais

justificativas foram a nitidez, considerada importante por facilitar a compreensão; a clareza, com preferência por imagens claras e bem iluminadas; e a vivacidade das cores, destacada como crucial para a percepção.

Sobre os elementos visuais gráficos ilustrativos, os participantes preferem imagens com tecnologia assistiva aplicada que tiveram pontuação mais alta no teste de contraste, especialmente aqueles com Deuteranomalia e Protanomalia, o que seria o comportamento esperado. As principais justificativas para essas preferências foram a nitidez, destacada por muitos participantes pela importância de ver os detalhes de forma clara e distinta; a percepção de que muitos participantes não notaram diferença entre as imagens apresentadas; e a importância das cores, com menções a "cores mais realçadas" e "cores naturais" como fatores cruciais para a percepção visual.

Sobre os elementos visuais verbais, eles mostraram que os participantes preferiram elementos com tecnologia assistiva aplicada que tiveram pontuação mais alta no teste de contraste. As principais justificativas foram o conforto de leitura, que é uma preocupação central para esses participantes; o contraste, crucial para a percepção visual, especialmente para pessoas com daltonismo; a nitidez, essencial para discernir os detalhes das imagens; e o fundo, que pode influenciar significativamente a percepção do conteúdo.

No estudo das Tecnologias Assistivas para pessoas com daltonismo, a ferramenta "Daltonismo Amigável" destacou-se por sua capacidade de alterar contraste e matizes, sendo preferida em elementos pictóricos e verbais. Os participantes preferiram imagens com T.A. que performaram com menor contraste em elementos fotográficos, mas com maior contraste em elementos ilustrativos e verbais, destacando nitidez, clareza, vivacidade das cores e conforto de leitura como fatores cruciais.

Quando comparamos as tecnologias assistivas e seus resultados, observamos que os elementos pictóricos fotográficos mais relevantes tiveram um contraste de brilho maior, em oposição ao contraste entre matizes. De qualquer forma, algumas tecnologias assistivas analisadas ainda focam no ajuste de contraste de matizes, que pode ter o desempenho melhorado através do uso do contraste de brilho, especialmente para os elementos pictóricos fotográficos, que são uma representação da realidade.

Além disso, a presente pesquisa permite outros desdobramentos, como a aplicação das Tecnologias Assistivas desenvolvidas para pessoas com daltonismo em

diferentes contextos educacionais e profissionais, a adaptação de materiais didáticos e interfaces digitais para melhorar a acessibilidade, e a investigação do impacto dessas tecnologias na inclusão e desempenho acadêmico de alunos com daltonismo. Também pode fomentar novas pesquisas sobre a eficácia de outras ferramentas assistivas e sobre como diferentes tipos de deficiência visual interagem com diversos elementos visuais e textuais, contribuindo para a criação de ambientes mais inclusivos e equitativos.

Quanto à justificativa apresentada, a pesquisa foi capaz de abordar e explorar os motivos pelos quais era necessária. Ela não apenas destacou a importância da inclusão de pessoas daltônicas na sociedade e na educação, mas também forneceu evidências concretas das dificuldades enfrentadas por esse grupo específico em ambientes educacionais digitais. Ao analisar as preferências e necessidades dos participantes, a pesquisa não apenas validou a justificativa apresentada, mas também contribuiu para o avanço do conhecimento científico no campo da acessibilidade digital.

Os dados obtidos pela pesquisa também têm o potencial de impactar políticas e práticas educacionais, incentivando a adoção de abordagens mais inclusivas e sensíveis às necessidades individuais dos alunos. Ao demonstrar a importância de considerar o daltonismo no Design de recursos educacionais digitais, a pesquisa destaca a necessidade de políticas e diretrizes que promovam a acessibilidade e a igualdade de oportunidades para todos os alunos.

Além disso, ao destacar os desafios enfrentados por pessoas daltônicas no contexto educacional digital, a pesquisa chama a atenção para questões mais amplas de acessibilidade e inclusão. Isso pode levar a uma maior conscientização e sensibilização sobre as necessidades das pessoas daltônicas em diferentes áreas da sociedade, promovendo uma cultura mais inclusiva e empática em relação às diferenças individuais.

Por fim, a pesquisa e os dados obtidos têm o potencial de impactar positivamente a diversidade e inclusão de pessoas daltônicas, fornecendo insights valiosos, informando práticas e políticas mais inclusivas e promovendo uma maior conscientização sobre as necessidades e experiências desse grupo específico. Isso representa um passo importante em direção a uma sociedade mais justa, equitativa e acessível para todos.

REFERÊNCIAS

ADA Site Compliance. **Website Accessibility For Color Blind** 2022. Disponível em: <https://adasitecompliance.com/color-blind-website-accessibility/>. Acesso em: 24 jul. 2022.

ANDRADE, Rhayane Stéphanie Silva; NEVES, Patrícia Takaki. Utilização de um framework metodológico para avaliação da usabilidade do ambiente virtual de aprendizagem da Unimontes: Virtualmontes. **Revista Multitexto**, v. 1, n. 1, 2012.

ALCÂNTARA, Suelena Aparecida de. Financiamento do SUS-Limites institucionais e práticos. 2020. **Tese de Doutorado**. Universidade de São Paulo.

Allen, Tim; PRICE, Margaret; KIM, Doug; ANSARI, Aleenah; WALLS, Ashley; DVORKINA, Elena; TYLER, Chris. Designing for Guidance. **MICROSOFT Inclusive Design**. 2023. Disponível em: < <https://inclusive.microsoft.design/> > Acesso em: 20/04/2023.

AMARAL, João Pedro Saito do; MENEZES, João Vitor Ruy Gomes de. **In. clusion: ensino e aprendizado sobre acessibilidade para estudantes de design**. 2021.

AVA. **Legendas para todos**. 2020. Disponível em: <https://pt.ava.me/>. Acesso em: 8 fev. 2022.

Bassani, Patrícia B. Behar, P. A., de Oliveira Heidrich, R., Bittencourt, A., & Ortiz, E. Scherer et al. Usabilidade e acessibilidade no desenvolvimento de interfaces para ambientes de educação à distância. **Renote**, v. 8, n. 1, 2010.

BERSCH, Rita. Introdução à tecnologia assistiva. Porto Alegre: **CEDI**, v. 21, 2008.

BERGMANN, M; MAGALHÃES, C. Do desenho industrial ao design social: políticas públicas para a diversidade cultural como objeto de design. **Estudos em Design**, v. 25, n. 1, p. 51-64, 2017. Disponível em: < <https://estudosemdesign.emnuvens.com.br/design/article/view/434> >. Acesso em: 01 nov. 2018.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Surdez**. Brasília: MS/BVS, 2017. Disponível em: <https://bvsmms.saude.gov.br/surdez-3/>. Acesso em: 11 fev. 2023.

BRASIL. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. **(eMAG) Modelo de Acessibilidade em Governo Eletrônico**. Brasília: MP, 2014, p. 92. Disponível em: <https://emag.governoeletronico.gov.br/>. Acesso em: 07 fev. 2023.

Brasil. Lei nº 13.146, de 6 de julho de 2015. **Institui a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência)**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/l13146.htm. Acesso em: 07 fev. 2023.

BURGSTHALER, S. Universal Design in Higher Education: From Principles to Practice. **Harvard Education**. 2015.

CARDOSO, M. C., GONÇALVES, B. S., & Oliveira, S. R. R. e. (2013). Avaliação de ícones para interface de um sistema médico on-line. *InfoDesign - Revista Brasileira De Design Da Informação*, 10(1), 70–83. <https://doi.org/10.51358/id.v10i1.177>

CARMONA, M. L. C. **Gradação e fator de risco em pesquisas com seres humanos**. 2020.

CHAGAS, Brenda; ACIOLY, Angélica. Tecnologia Assistiva e Daltonismo: uma proposta de jogo para auxiliar crianças no aprendizado das cores e suas simbologias. **Revista dos encontros internacionais Ergotrip Design**, n. 5, p. 90-101, 2021.

CHELLA, Marco Túlio; DO NASCIMENTO GIVIGI, Rosana Carla; MACEDO, Hendrik Teixeira. Modelos e Abordagens de Projeto para o Desenvolvimento de Tecnologias Assistivas. **Revista Gestão & Conexões**, v. 3, n. 1, p. 107-121, 2014.

COCKTON, Gilbert (2014) Usability Evaluation [2nd ed.]. In: Encyclopedia of Human-Computer Interaction. Disponível em: <<https://www.interaction-design.org/literature/book/the-encyclopedia-of-human-computer-interaction-2nd-ed/usability-evaluation>> Acesso em: 29/08/23.

CONNOR, David, J. Social Justice in Education for Students with Disabilities. **The SAGE Handbook of Special Education**, 111–128, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.4135/9781446282236.N9> Acesso em: 16/01/2024

DA MOTA, Rafael Silveira; LUIZ, Jaison Marques. **Possibilidades de inclusão, desconstruindo as barreiras do " daltonismo"**. Paco e Littera, 2020.

DA SILVA BAMPI, Luciana Neves; GUILHEM, Dirce; ALVES, Elioenai Dornelles. Modelo social: uma nova abordagem para o tema deficiência. **Revista Latino-Americana de Enfermagem**, v. 18, n. 4, p. Tela 1-Tela 9, 2010.

DE BARROS, Rafaela Queiroz et al. Análise de Usabilidade da Homepage de um Equipamento de Eletroencefalograma: Emotiv Epoc. **Blucher Design Proceedings**, v. 2, n. 1, p. 1374-1387, 2015.

DE CASTRO, Gisélia Gonçalves et al. Inclusão de alunos com deficiências em escolas da rede estadual: acessibilidade e adaptações estruturais. **Revista Educação Especial**, v. 31, n. 60, p. 93-105, 2018.

DE OLIVEIRA, Ana Emilia Figueiredo et al. Avaliação entre pares como estratégia educacional nos cursos da UNA-SUS/UFMA. **INOVADORAS DA REDE UNA-SUS**, p. 182, 2018.

DE SOUZA SIERRA, Isabella; OKIMOTO, Maria Lucia Leite Ribeiro; BECCARI, Marcos Namba. Disability studies e design: a dialética dos modelos de deficiência e

de design. **Estudos em Design**, v. 27, n. 1, 2019. Disponível em: <<https://eed.emnuvens.com.br/design/article/view/676>> Acesso em: 16/01/2024

Decreto n.º 3.298, de 20 de dezembro de 1999. **Política Nacional para a Integração da Pessoa Portadora de Deficiência, consolida as normas de proteção, e dá outras providências.**

DGE. DEPARTAMENTO DE GOVERNO ELETRÔNICO, 2014, *Curso eMAG – Conteudista*. Disponível em: <http://emag.governoeletronico.gov.br/cursoconteudista/>; Acesso em: 14 dez. 2022.

Departamento de Assuntos Econômicos e Sociais das Nações Unidas. **UN Flagship Report on Disability and Sustainable Development Goals**. Disponível em: <https://www.un.org/development/desa/disabilities/publication-disability-sdgs.html> Acesso em: 08/05/2023.

Design Council, 2008. Inclusive Design Education Resource. **Design Council, London, UK**. Disponível em: <<http://www.designcouncil.info/inclusivedesignresource/>> Acesso em: 15/05/2023.

DINIZ, Debora. Modelo social da deficiência: a crítica feminista. **Série Anis**, Brasília, v. 28, p. 1-10, 2003. Disponível em: <[http://www.anis.org.br/serie/artigos/sa28\(diniz\)deficienciafeminismo.pdf](http://www.anis.org.br/serie/artigos/sa28(diniz)deficienciafeminismo.pdf)>. Acesso em: 29/10/23.

FERGUSON, Phil. On infusing disability studies into the general curriculum. **On point... Brief discussions of critical issues**. Washington, D.C.: Special Education Programs (ED/ OSERS), 2001. Disponível em: <http://www.urbanschools.org/pdf/OPdisability.ED458737.pdf> Acesso em: 16/01/2024

EnChroma Color Blind Glasses. **Cutting-Edge Lens Technology**. Disponível em: <https://enchroma.com/> Acesso em: 16/04/2023

FARIAS, Bruno Serviliano Santos. Design gráfico inclusivo para a terceira idade: análise dos elementos iconográficos e tipográficos. **Repositório Institucional UNESP**. 2019 DOI: 10.13140/RG.2.2.26574.82246

FARIAS, ALS de; JÚNIOR, SOARES; ALBERTO, Carlos. Evolução Histórica dos Direitos das Pessoas com Deficiência e Questões Associadas no Brasil. **Id on Line Ver. Mult. Psic**, v. 14, n. 52, p. 59-76, 2020.

FERREIRA, Carlos Augusto Lima. Pesquisa quantitativa e qualitativa: perspectivas para o campo da educação. **Revista Mosaico**, Goiânia, v. 8, n. 2, p. 173-182, jul./dez. 2015. Disponível em: <<https://seer.pucgoias.edu.br/index.php/mosaico/article/download/4424/2546>>. Acesso em: 15/06/2022.

FLUCK, Daniel., Color Blind Essentials - **Colblindor 2021**. Disponível em: <https://www.color-blindness.com/wp-content/documents/Color-Blind-Essentials.pdf> Acesso em: 26/03/2024

FRASCARA, J. 2004. *Communication design: principles, methods, and practice*. New York: Allworth Press

FRASCARA, J. 2015. What is information design. In: FRASCARA, J. (org.). *Information design as principled action: Making information accessible, relevant, understandable, and usable*. Champaign: Common Ground Publishing.

GALVÃO, M. C. B.; RICARTE, I. L. M. REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA: CONCEITUAÇÃO, PRODUÇÃO E PUBLICAÇÃO. **Logeion: Filosofia da Informação**, Rio de Janeiro, RJ, v. 6, n. 1, p. 57–73, 2019. DOI: 10.21728/logeion.2019v6n1.p57-73. Disponível em: <https://revista.ibict.br/fiinf/article/view/4835>. Acesso em: 31/10/2023.

GARCIA, Jesus Carlos Delgado; GALVÃO FILHO, Teófilo Alves. Pesquisa nacional de tecnologia assistiva. **São Paulo: ITS Brasil/MCTI-Secis**, v. 68, 2012.

GILBERT, Regine M. *Inclusive design for a digital world: Designing with accessibility in mind*. **Apress**, 2019.

GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. Editora Atlas. 2017.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

GOMES, D.; QUARESMA, M. O contexto do design inclusivo em projetos de produto: Ensino, prática e aceitação. *Blucher Proceedings*, Belo Horizonte, Dez 2016. 3143-3155.

GOYA, PRL; NETO, Mariano Lopes Andrade; LANDIM, P. C. Design e Educação: Projeto de um material didático para deficientes visual. **Blucher Design Proceedings**, v. 1, n. 4, p. 1481-1491, 2014.

GRADE, Ana Rita Moutinho. **Ensino de cores a crianças daltônicas**. 2013. Tese de Doutorado. Universidade de Lisboa. Faculdade de Arquitetura.

HAHN, Harlan. The politics of physical differences: Disability and discrimination. **Journal of social issues**, v. 44, n. 1, p. 39-47, 1988.

HRUBA, Filipe Franchini. Desenvolvimento de interfaces web adaptado para portadores de daltonismo. 2018. 52 f. **Trabalho de Conclusão de Curso (Ciência da Computação)** - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2018.

Maciel, C., Nogueira, J. L. T., Ciuffo, L. N., & Garcia, A. C. B. Avaliação heurística de sítios na Web. **VII ESCOLA DE INFORMÁTICA DO SBC-CENTROOESTE**, p. 41, 2004.

MAGALHÃES, E. Gomes, V., Rodrigues, A., Santos, L., & Conte, T. Impacto da usabilidade na educação a distância: um estudo de caso no Moodle IFAM. In: **Proceedings of the IX Symposium on Human Factors in Computing Systems**. 2010. p. 231-236.

MARTINS, Ana Carolina Costa. Projeto de interfaces gráficas para Web. **Monografia Bacharelado**, 2007.

MARCHI, S. R. Design universal de código de cores tátil: contribuição de acessibilidade para pessoas com deficiência visual. 2019. 249 f. 2019. Tese de Doutorado. **Tese (Doutorado)-Curso de Pós-graduação em Engenharia Mecânica**, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

MEDEIROS, Marcelo; DINIZ, Debora. Envelhecimento e deficiência. In: CAMARANO, Ana Amélia (Org.). **Os novos idosos brasileiros: muito além dos 60?** Rio de Janeiro: IPEA, 2004. p. 107-120. Disponível em: <<http://pfdc.pgr.mpf.mp.br/atuacao-e-conteudos-de-apoio/publicacoes/pessoa-idosa/Livro%20Os%20novos%20Idosos%20Brasileiros%20-%20muito%20alem%20dos%2060.pdf>>. Acesso em: 08/05/2023.

MENEZES, Krissia Mikaelly Lopes; PEREIRA, Roberto. MeTA: Um Método para Avaliação de Tecnologias Educacionais Acessíveis Sob a Perspectiva do Design Universal [recurso eletrônico].2021. **Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Informática, Setor de Ciências Exatas, Universidade Federal do Paraná**.

MENEZES, Krissia Mikaelly Lopes; PEREIRA, Roberto. MeTA: Um Método para Avaliação de Tecnologias Educacionais Acessíveis. In: **Anais Estendidos do XI Congresso Brasileiro de Informática na Educação**. SBC, 2022. p. 52-61.

MORGADO, Elsa Maria Gabriel et al. Evolução Conceptual da Educação Especial: um olhar centrado no quadro normativo em Portugal. **Cadernos Educação Tecnologia e Sociedade**, v. 11, n. 3, p. 416-426, 2018.

NEIVA, Miguel. **Sistema de Identificação de Cor para Daltônicos: Código Monocromático**. Dissertação de Mestrado. Universidade do Minho, Portugal, 2008.

NIELSEN, J. Usability Engineering. Boston: **Academic Press**, Cambridge, MA, 1993.

NIELSEN, J.; MACK, R. L. **Usability Inspection Methods Computer**. John Wiley & Sons, New York, NY, 1994.

NOGUEIRA, J.L.T. Reflexões sobre métodos de avaliação de interface. **Dissertação de Mestrado em Ciência da Computação**. Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2003.

NORTH CAROLINA STATE UNIVERSITY CENTER FOR UNIVERSAL DESIGN. **The principles of universal design. 1997**. Disponível em: <http://www.ncsu.edu/ncsu/design/cud/about_ud/udprinciplestext.htm>. Acesso em 15/05/2023

OLIVA, Diana Villac. Barreiras e recursos à aprendizagem e à participação de alunos em situação de inclusão. **Psicologia USP**, v. 27, p. 492-502, 2016.

PEREIRA, Joao Baptista Assunção; SILVA, Rosilane Ribeiro da Mota. **Uma Análise sobre Daltonismo e Realidade Virtual**. Proceedings of SBGames, 2018. Disponível em: <http://www.sbgames.org/sbgames2018/files/papers/ArtesDesignFull/187633.pdf> Acesso em: 24 jul. 2022.

PEREIRA, Thiovane da Rosa. Princípios e perspectivas de acessibilidade em relação às cores: um guia de boas práticas sobre daltonismo para profissionais da indústria criativa. **UFSM**. 2021. Disponível em: < <https://repositorio.ufsm.br/handle/1/24809>> Acesso em: 24/10/23

PERSSON, Hans et al. Universal design, inclusive design, accessible design, design for all: different concepts—one goal? On the concept of accessibility—historical, methodological and philosophical aspects. **Universal Access in the Information Society**, v. 14, p. 505-526, 2015.

PICHLER, Rosimeri Franck; & MERINO, Giselle S. A. D. **Design e Tecnologia Assistiva: uma revisão sistemática de modelos de auxílio à prática projetual de dispositivos assistivos**. 2017. Disponível em: <<https://estudosemdesign.emnuvens.com.br/design/article/view/483>> Acesso em: 24/10/23

PICHLER, Rosimeri Franck; MERINO, Giselle Schmidt Alves Díaz. USER-CAPACITY TOOLKIT. **Tese de Doutorado em Design, UFSC**. 2019. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/332470026_USER-CAPACITY_TOOLKIT_conjunto_de_ferramentas_para_guiar_equipes_multidisciplinares_nas_etapas_de_levantamento_organizacao_e_analise_de_dados_em_projetos_de_Tecnologia_Assistiva>. Acesso em: 24/10/23

PORTAL UNA-SUS/UFMA. **Produção Livros**. 2023. Disponível em: <<https://www.unasus.ufma.br/producao/livros>> Acesso em: 20/02/24

PRIETRO, R. G. (2006). Atendimento escolar de alunos com necessidades educacionais especiais: um olhar sobre as políticas públicas de educação no Brasil. In M. T. E. **Inclusão escolar: pontos e contrapontos** (pp. 31-73). São Paulo, SP: Summus.

RAMOS, Felipe Spínola de Araújo. Desenvolvimento de aplicativo móvel para auxílio de indivíduos com discromatopsia utilizando visão computacional. 2018.

Relatório mundial sobre a deficiência / World Health Organization, The World Bank ; tradução Lexicus Serviços Lingüísticos. - **São Paulo : SEDPcD**, 2012. 334 p.

RIBEIRO, Hugo Norberto Félix. USABILIDADE ACESSÍVEL: **Metodologias para a Avaliação Qualitativa da Usabilidade no Design para a Web**. 2012.

RUBIN, Jeffrey; CHISNELL, Dana. Handbook of usability testing: How to plan, design, and conduct effective tests. **John Wiley & Sons**, 2008.

São Paulo. **Currículo integrador da infância paulistana. 2015.** Disponível em: <<https://acervodigital.sme.prefeitura.sp.gov.br/acervo/curriculo-integrador-da-infancia-paulistana/>> Acesso em: 24/10/23

SÃO PAULO. **Política de Educação Especial do Estado de São Paulo:** São Paulo, SEDUC, 2021. Disponível em: PEE-SPDOCUMENTO-OFICIAL.pdf (educacao.sp.gov.br). Acesso em: 16/01/2023

SANTOS, Maria Iris de Lima. Design para a empatia: desenvolvimento de um jogo didático para estimulação de empatia no processo de ensino e aprendizagem de crianças em nível fundamental. **Trabalho de Conclusão de Curso. UFPE.** 2021. Disponível em: < <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/42615> > Acesso em: 24/10/23

SARTORETTO, Mara Lúcia; BERSCH, Rita. **Assistiva Tecnologia e Educação.** 2023. Disponível em: <<https://www.assistiva.com.br/tassistiva.html>> Acesso em: 24/10/23

SARTORETTO, M.; BERSH, R. **Atendimento Educacional Especializado.** 2013.

SHNEIDERMAN, B. **Designing the user interface:** strategies for effective human-computer interaction. 4. ed. Addison Wesley. 2005, p. 672.

SIEMENS, G. Connectivism: a learning theory for the digital age. **Elearnspace,** 2004. Disponível em: <<https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=f87c61b964e32786e06c969fd24f5a7d9426f3b4>>. Acesso em: 14 fev. 2024.

SIMUNOVIC, M. P. Colour vision deficiency. **Eye,** v. 24, n. 5, p. 747-755, 2010.

SILVA, Élen Ferreira Carvalho. **Produção científica sobre design da informação na perspectiva da Ciência da Informação: um estudo na base de dados referencial de artigos de periódicos em Ciência da Informação (BRAPCI).** 2023. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

SILVERMAN, Scorr E. et al. The dyschromatopsia of optic neuritis is determined in part by the foveal/perifoveal distribution of visual field damage. **Investigative ophthalmology & visual science,** v. 31, n. 9, p. 1895-1902, 1990.

STORY, M. F.; MUELLER, J.; MACE, R. The Universal Design File: Designing for People of All Ages and Abilities. 2. ed. Raleigh: **The Center For Universal Design,** 1998.

TEIXEIRA, Marina Codo Andrade. Políticas públicas para pessoas com deficiência no Brasil. 2010. **Tese de Doutorado.**

VESPUCCI, K. M. Daltônicos ao volante. Conheça melhor certos motoristas que enxergam de um jeito muito especial e ideias para melhorar a relação deles com a sinalização de trânsito. 2011.

VILLON, Elsa; NASCIMENTO, Emerson. **Cores e Comunicação: Barreiras para**

daltônicos na Era Digital. CELACC USP, 2019. Disponível em: http://celacc.eca.usp.br/sites/default/files/media/tcc/elsa_villon.pdf. Acesso em 15 jun. 2022.

TAKATA, Alex. **Ferramenta de acessibilidade adaptável aos daltônicos e às redes móveis. 2015.**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO(UFES). **Implante Coclear.** 2023. Disponível em: <https://implantecoclear.ufes.br/implante-coclear>. Acesso em: 10 fev. 2023.

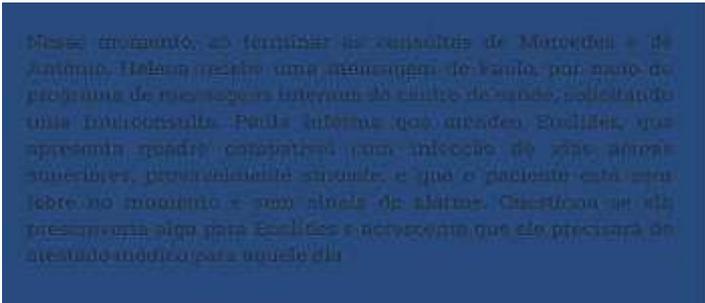
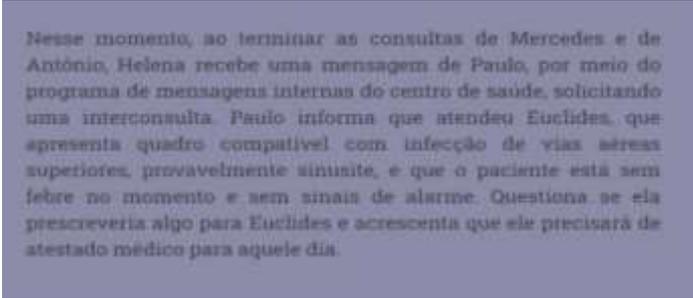
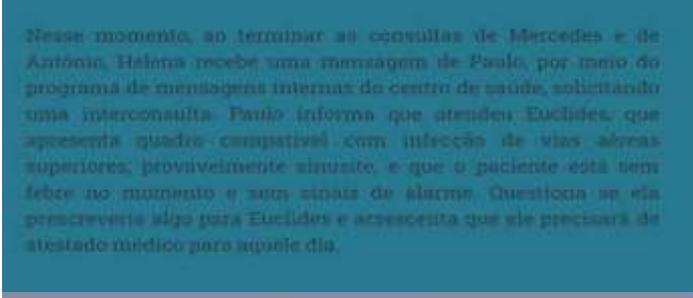
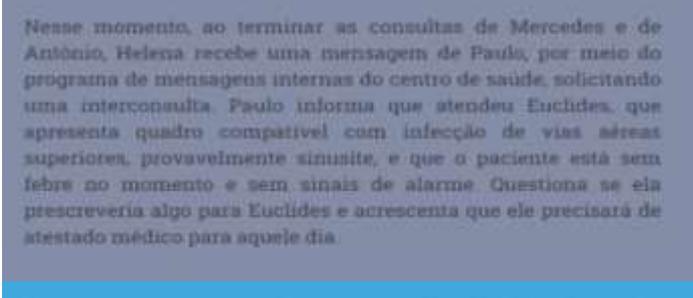
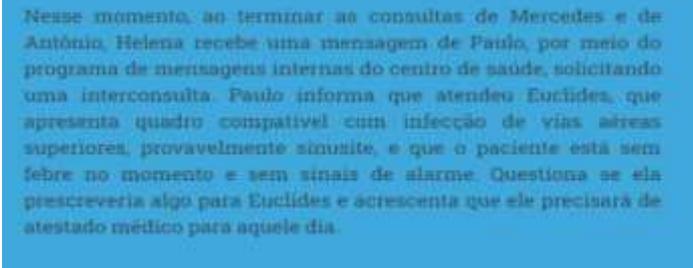
WHO. Towards a common language for functioning, disability and health (CIF). Geneva: **World Health Organization**, 2002.

W3C. 2014. **Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.0. Tradução Autorizada em Português do Brasil.** Disponível em: <https://www.w3.org/Translations/WCAG20-pt-br/>. Acesso em: 14 dez. 2022

W3C. **Diretrizes de Acessibilidade para Conteúdo Web (WCAG) 2.1.** 2018. Disponível em: <https://www.w3c.br/traducoes/wcag/wcag21-pt-BR/>. Acesso em: 09 fev. 2023.

APÊNDICE

Apêndice 1: Tabela de elementos analisados através da relação de contraste no teste piloto

Tecnologia assistiva usada	Imagem gerada	Relação de Contraste
Color Enhancer		2.37:1
Colorblindly		6.44:1
Dalton		4.23:1
Lets Coloblind	get 	6.36:1
Cdalton		7.86:1

A11Y

Nesse momento, ao terminar as consultas de Mercedes e de Antônia, Helena recebe uma mensagem de Paulo, por meio do programa de mensagens internas do centro de saúde, solicitando uma interconsulta. Paulo informa que atendeu Euclides, que apresenta quadro compatível com infecção de vias aéreas superiores, provavelmente sinusite, e que o paciente está sem febre no momento e sem sinais de alarme. Questiona se ela prescreveria algo para Euclides e acrescenta que ele precisara de atestado médico para aquele dia.

5.86:1

Color Enhancer



1.13:1

Colorblindly



1.52:1

Dalton



1.37:1

Lets Get Colorblind



1.57:1

Cdalton



1.59:1

A11Y

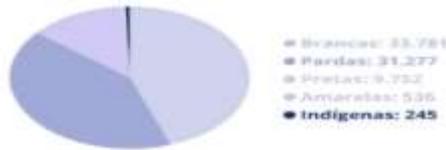


1.23:1

Color Enhancer

1.01:1

Raça/cor das vítimas (mulheres)

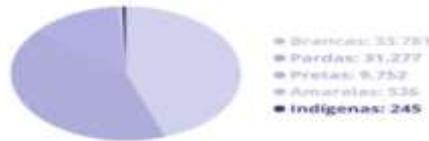


Fonte: Grupo SAITE.

Colorblindly

1.00:1

Raça/cor das vítimas (mulheres)

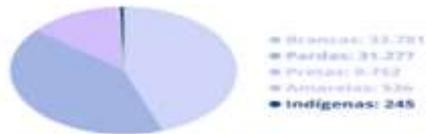


Fonte: Grupo SAITE.

Dalton

1.14:1

Raça/cor das vítimas (mulheres)

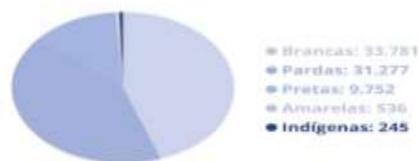


Fonte: Grupo SAITE.

Lets Get Colorblind

1.09:1

Raça/cor das vítimas (mulheres)



Fonte: Grupo SAITE.

Cdalton

1.07:1

Raça/cor das vítimas (mulheres)

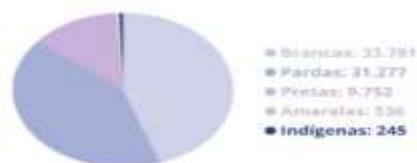


Fonte: Grupo SAITE.

A11Y

1.00:1

Raça/cor das vítimas (mulheres)



Fonte: Grupo SAITE.

Apêndice 2: Tabela de elementos retraídos dos documentos educativos da UNA-SUS/UFMA

Seleção	elemento visual	imagem original	color enhancer	cdalton	lets get colorblind	A11Y	Dalton	daltonismo amigavel	Média
d7p5	pictorica fotografica	7,4	5,4	8,8	7,1	6,8	6,8	11,1	7,6
d8p3	pictorica fotografica	6,1	5,1	6,5	6	5,9	5,4	9,9	6,4
d7p13 1	pictorica fotografica	4,3	2,5	5,1	4,2	3,9	3,4	6,2	4,2
d7p13 2	pictorica fotografica	3,1	2,1	3,9	3	2,9	2,4	3,6	3,0
d2p7	pictorica fotografica	4,6	2,9	1,4	1,5	1,4	1,3	1,2	2,0
d8p14	pictorica fotografica	1,4	1,5	1,3	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4
d2p1	pictorica fotografica	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,4	1,3	1,3
d4p3	pictorica ilustração	21	21	21	21	21	21	21	21,0
d1p15	pictorica ilustração	16,4	15,7	15,5	16,6	16,4	15,4	19,2	16,5
d3p9	pictorica ilustração	14,6	16,3	17,6	14,7	14,9	15,9	21	16,4
d6p10	pictorica ilustração	12,4	16,7	12,2	12,8	13,4	13,7	14	13,6
d4p2	pictorica ilustração	5,2	7,3	4,6	5,5	5,7	5,6	4,7	5,5
d5p1	pictorica ilustração	5,7	1,5	5,9	5,6	5,2	3,2	8,2	5,0
d2p7	pictorica ilustração	1,6	1,4	4,2	4,4	4	3,6	3,9	3,3
d4p1	pictorica ilustração	2,4	1,3	2,2	2,2	1,9	1,9	2,2	2,0
d2p11	pictorica ilustração	1,7	1,9	1,5	1,7	1,7	1,7	1,3	1,6
d5p2	pictorica ilustração	1,7	1,2	1,8	1,6	1,6	1,5	1,7	1,6
d5p3	pictorica ilustração	1,6	1,3	1,8	1,4	1,2	1,1	2	1,5
d1p27	pictorica ilustração	1,3	1,5	1,1	1,3	1,3	1,6	1	1,3
d6p6	pictorica ilustração	1,3	1,2	1,1	1,2	1,2	1,3	1	1,2
d6p6	verbal	17,9	18,2	17,7	17,8	18,2	17,4	19,8	18,1
d2p1	verbal	15	15,3	18,1	15,3	15,3	15,4	21	16,5
d4p3	verbal	13,5	14,4	15,1	16,1	15,9	14,5	18,7	15,5
d8p3	verbal	14,2	12,9	17	14,1	13,9	13,6	20,8	15,2
d7p13	verbal	13,8	11,1	16,4	13,6	13,4	12,3	20,1	14,4
d3p9	verbal	14,6	13,3	13	14,1	14,4	12,6	16,4	14,1
d6p1	verbal	13,3	14,9	12,5	13,6	13,8	13,3	15,6	13,9
d3p16	verbal	12,4	11,9	11,1	12,7	12,7	11,2	14,3	12,3
d1p1	verbal	11,7	12,7	11,1	12	12,2	11,1	13,2	12,0
d1p27	verbal	9,9	12	8,7	10,4	10,6	9,8	10,8	10,3
d3p1	verbal	10,6	7	8,9	10,2	10	7,6	11,7	9,4
d7p5	verbal	6,8	12,8	5,8	7,1	7,5	9,5	6,9	8,1
d5p2	verbal	6,2	10,7	6,9	6,9	7,7	7,8	8,2	7,8
d2p11	verbal	7,8	7,4	6,9	7,9	7,9	7	7,8	7,5
d4p1	verbal	6	12	5,6	6,4	6,8	7,6	5,7	7,2
d5p1	verbal	6	12	5,6	6,4	6,8	7,6	5,7	7,2
d2p7	verbal	8,8	5,8	10,7	5,7	5,7	7,2	4,9	7,0
d8p14	verbal	5,5	8,2	5,9	5,7	5,9	6,5	6,4	6,3
d8p21	verbal	3,8	8,4	3,2	4	4,3	5,7	3,3	4,7
d4p2	verbal	2,4	1,3	2,2	2,2	1,9	1,9	2,2	2,0
d5p3	verbal	2,4	1,3	2,2	2,2	1,9	1,9	2,2	2,0
d1p15	verbal	1,7	2,7	1,4	1,8	1,8	2,6	1,3	1,9
d7p19	verbal	1,6	3,3	1,4	1,7	1,8	2,2	1,1	1,9

Apêndice 3: Formulário aplicado com os participantes da pesquisa

20/07/2024, 17:34

Pesquisa sobre Tecnologias Assistivas para pessoas daltônicas

Pesquisa sobre Tecnologias Assistivas para pessoas daltônicas

CARO(A) PARTICIPANTE,

Você está sendo convidado(a) a participar como voluntário(a) em um estudo conduzido por Camilla Costa Bacelar e Fernanda Fonseca Neves, mestrandas do Programa de Pós-Graduação em Design. O objetivo desta pesquisa é avaliar a acessibilidade de tecnologias assistivas em um Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) desenvolvido pela UNA-SUS/UFMA, com foco particular em indivíduos com dicromatopsia e deficiência auditiva.

DESCRIÇÃO DAS ETAPAS ENVOLVENDO SERES HUMANOS:

Aplicação de Questionário Online: Você participará respondendo a um questionário online que inclui textos e imagens cuidadosamente selecionados para garantir que sejam apropriados e acessíveis. Todos os materiais são isentos de conteúdo violento ou perturbador, focando estritamente em aspectos educacionais e de acessibilidade.

Procedimentos de Avaliação: Durante a pesquisa, avaliaremos sua interação com o AVA, incluindo a facilidade de navegação, a clareza dos textos, a adequação do contraste de cores nas imagens, e a eficácia das legendas e transcrições para áudios e vídeos.

RISCOS E BENEFÍCIOS:

Baixo Risco: A participação neste estudo é considerada de baixo risco. Os questionários são aplicados de forma não invasiva, sem envolver conteúdo violento ou perturbador. No entanto, existe o risco mínimo de desconforto ao abordar questões sobre acessibilidade pessoal que podem ser sensíveis.

Monitoramento e Assistência: Qualquer risco identificado será monitorado de perto, e medidas serão tomadas para ajustar o estudo se necessário. Em caso de qualquer dano ou incômodo, assistência imediata será fornecida.

Benefícios:

Melhoria das Tecnologias Assistivas: Sua participação contribuirá para a melhoria das tecnologias de ensino à distância, facilitando o acesso e a educação para pessoas com necessidades especiais.

Avanço Científico: Os resultados do estudo têm o potencial de contribuir significativamente para o conhecimento científico sobre acessibilidade em ambientes virtuais de aprendizagem, beneficiando a comunidade acadêmica e educacional em larga escala.

Confidencialidade: Todas as informações coletadas durante este estudo serão tratadas com confidencialidade, e apenas os pesquisadores terão acesso aos dados.

Direito de Retirar o Consentimento: Você tem o direito de retirar seu consentimento e desistir da pesquisa em qualquer momento, sem qualquer penalização.

Consentimento:

Ao concordar com este documento, você declara que entendeu os objetivos da pesquisa, os procedimentos a serem realizados, os possíveis riscos e benefícios, e concorda voluntariamente em participar do estudo. Uma cópia deste termo será fornecida a você.

* Indica uma pergunta obrigatória

20/07/2024, 17:34

Pesquisa sobre Tecnologias Assistivas para pessoas daltônicas

1. Você concorda em participar desta pesquisa onde sua identidade permanecerá anônima? *

Marcar apenas uma oval.

- Sim *Pular para a pergunta 2*
- Não

Sobre você

Nesta seção colheremos dados sobre você.

As informações pessoais aqui colocadas permanecerão anônimas ao catalogar o resultado da pesquisa.

2. Qual é o seu nome? *

3. Qual é o seu gênero? *

4. Qual a sua idade? *

5. Qual a sua escolaridade? *

Marcar apenas uma oval.

- Ensino Fundamental
- Ensino Médio
- Ensino Superior

20/07/2024, 17:34

Pesquisa sobre Tecnologias Assistivas para pessoas daltônicas

6. Você é uma pessoa daltônica? Se sim, qual é o seu tipo de daltonismo? *

Marcar apenas uma oval.

- Não sou daltônico
- Sim, Pronatomalia (tenho dificuldade com o vermelho)
Pular para a pergunta 7
- Sim, Deuteranomalia (tenho dificuldade com o verde) *Pular para a pergunta 7*
- Sim, Tritanomalia (tenho dificuldade com o azul) *Pular para a pergunta 7*

Avaliação de elementos pictóricos fotográficos - 1 seção

Nesta seção gostaríamos de entender como esses elementos pictóricos fotográficos são passados à você.

7. Descreva o que você entendeu sobre o conteúdo desta imagem: *



20/07/2024, 17:34

Pesquisa sobre Tecnologias Assistivas para pessoas daltônicas

8. Qual das imagens abaixo você acha que melhora a percepção e compreensão do conteúdo apresentado? *

Marcar apenas uma oval.



Opção 1



Opção 2



Opção 3

9. Justifique o porque da escolha da imagem anterior. *

20/07/2024, 17:34

Pesquisa sobre Tecnologias Assistivas para pessoas daltônicas

10. Descreva o que você entendeu sobre o conteúdo desta imagem: *



20/07/2024, 17:34

Pesquisa sobre Tecnologias Assistivas para pessoas daltônicas

11. Qual das imagens abaixo você acha que melhora a percepção e compreensão do conteúdo apresentado? *

Marcar apenas uma oval.



Opção 1



Opção 2



Opção 3

12. Justifique o porque da escolha da imagem anterior. *

20/07/2024, 17:34

Pesquisa sobre Tecnologias Assistivas para pessoas daltônicas

13. Descreva o que você entendeu sobre o conteúdo desta imagem: *



20/07/2024, 17:34

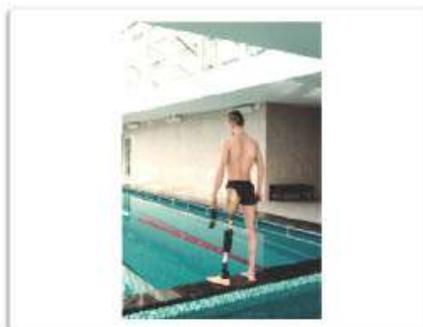
Pesquisa sobre Tecnologias Assistivas para pessoas daltônicas

14. Qual das imagens abaixo você acha que melhora a percepção e compreensão do conteúdo apresentado? *

Marcar apenas uma oval.



Opção 1



Opção 2



Opção 3

15. Justifique o porque da escolha da imagem anterior. *

20/07/2024, 17:34

Pesquisa sobre Tecnologias Assistivas para pessoas daltônicas

16. Descreva o que você entendeu sobre o conteúdo desta imagem: *



20/07/2024, 17:34

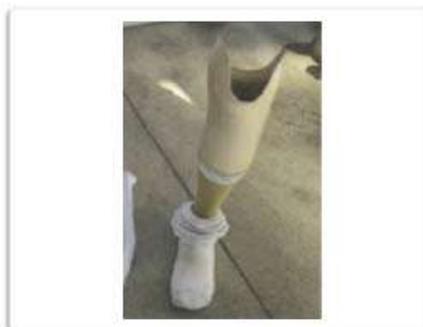
Pesquisa sobre Tecnologias Assistivas para pessoas daltônicas

17. Qual das imagens abaixo você acha que melhora a percepção e compreensão do conteúdo apresentado? *

Marcar apenas uma oval.



Opção 1



Opção 2



Opção 3

18. Justifique o porque da escolha da imagem anterior. *

Avaliação de elementos pictóricos ilustrativos - 2 seção

Nesta seção gostaríamos de entender como esses elementos pictóricos ilustrativos são passados à você.

20/07/2024, 17:34

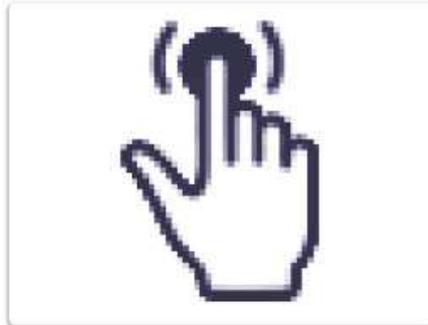
Pesquisa sobre Tecnologias Assistivas para pessoas daltônicas

19. Descreva o que você entendeu sobre o conteúdo desta imagem: *

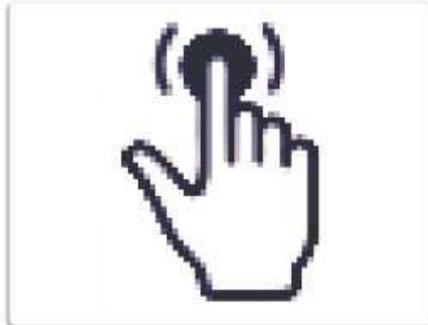


20. Qual das imagens abaixo você acha que melhora a percepção e compreensão do conteúdo apresentado? *

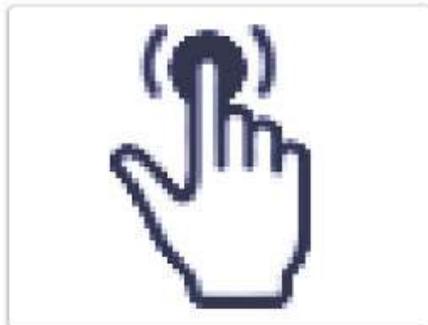
Marcar apenas uma oval.



Opção 1



Opção 2



Opção 3

21. Justifique o porque da escolha da imagem anterior. *

20/07/2024, 17:34

Pesquisa sobre Tecnologias Assistivas para pessoas daltônicas

22. Descreva o que você entendeu sobre o conteúdo desta imagem: *



20/07/2024, 17:34

Pesquisa sobre Tecnologias Assistivas para pessoas daltônicas

23. Qual das imagens abaixo você acha que melhora a percepção e compreensão do conteúdo apresentado? *

Marcar apenas uma oval.



Opção 1



Opção 2



Opção 3

24. Justifique o porque da escolha da imagem anterior. *

20/07/2024, 17:34

Pesquisa sobre Tecnologias Assistivas para pessoas daltônicas

25. Descreva o que você entendeu sobre o conteúdo desta imagem: *



20/07/2024, 17:34

Pesquisa sobre Tecnologias Assistivas para pessoas daltônicas

26. Qual das imagens abaixo você acha que melhora a percepção e compreensão do conteúdo apresentado? *

Marcar apenas uma oval.



Opção 1



Opção 2



Opção 3

27. Justifique o porque da escolha da imagem anterior. *

20/07/2024, 17:34

Pesquisa sobre Tecnologias Assistivas para pessoas daltônicas

28. Descreva o que você entendeu sobre o conteúdo desta imagem: *



20/07/2024, 17:34

Pesquisa sobre Tecnologias Assistivas para pessoas daltônicas

29. Qual das imagens abaixo você acha que melhora a percepção e compreensão do conteúdo apresentado? *

Marcar apenas uma oval.



Opção 1



Opção 2



Opção 3

30. Justifique o porque da escolha da imagem anterior. *

Avaliação de elementos verbais - 3 seção

Nesta seção gostaríamos de entender como esses elementos verbais são passados à você.

20/07/2024, 17:34

Pesquisa sobre Tecnologias Assistivas para pessoas daltônicas

31. Descreva o que você entendeu sobre o conteúdo desta imagem: *

1. Estratégia de Saúde Digital para o Brasil

32. Qual das imagens abaixo você acha que melhora a percepção e compreensão do conteúdo apresentado? *

Marcar apenas uma oval.

1. Estratégia de Saúde Digital para o Brasil

Opção 1

1. Estratégia de Saúde Digital para o Brasil

Opção 2

1. Estratégia de Saúde Digital para o Brasil

Opção 3

20/07/2024, 17:34

Pesquisa sobre Tecnologias Assistivas para pessoas daltônicas

33. Justifique o porque da escolha da imagem anterior. *

34. Descreva o que você entendeu sobre o conteúdo desta imagem: *

a) Prótese para desarticulação de quadril e joelho: São menos frequentes do que os outros níveis. Na desarticulação do quadril, a ausência do coto e a posição muito proximal da amputação geram dificuldades adicionais. Já a desarticulação do joelho, o coto longo e o formato arredondado dos côndilos femorais oferecem vantagens e facilidade para um bom retorno funcional. A prótese para desarticulação do joelho possui um encaixe especial para esse tipo de nível.

20/07/2024, 17:34

Pesquisa sobre Tecnologias Assistivas para pessoas daltônicas

35. Qual das imagens abaixo você acha que melhora a percepção e compreensão do conteúdo apresentado? *

Marcar apenas uma oval.

a) **Prótese para desarticulação de quadril e joelho:** São menos frequentes do que os outros níveis. Na desarticulação do quadril, a ausência do coto e a posição muito proximal da amputação geram dificuldades adicionais. Já a desarticulação do joelho, o coto longo e o formato arredondado dos côndilos femorais oferecem vantagens e facilidade para um bom retorno funcional. A prótese para desarticulação do joelho possui um encaixe especial para esse tipo de nível.

Opção 1

a) **Prótese para desarticulação de quadril e joelho:** São menos frequentes do que os outros níveis. Na desarticulação do quadril, a ausência do coto e a posição muito proximal da amputação geram dificuldades adicionais. Já a desarticulação do joelho, o coto longo e o formato arredondado dos côndilos femorais oferecem vantagens e facilidade para um bom retorno funcional. A prótese para desarticulação do joelho possui um encaixe especial para esse tipo de nível.

Opção 2

a) **Prótese para desarticulação de quadril e joelho:** São menos frequentes do que os outros níveis. Na desarticulação do quadril, a ausência do coto e a posição muito proximal da amputação geram dificuldades adicionais. Já a desarticulação do joelho, o coto longo e o formato arredondado dos côndilos femorais oferecem vantagens e facilidade para um bom retorno funcional. A prótese para desarticulação do joelho possui um encaixe especial para esse tipo de nível.

Opção 3

36. Justifique o porque da escolha da imagem anterior. *

20/07/2024, 17:34

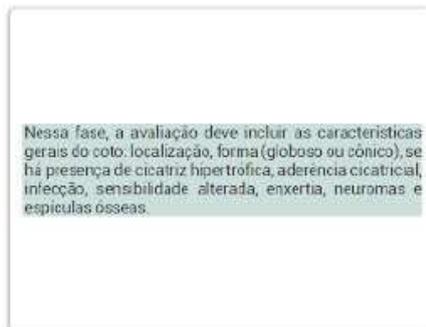
Pesquisa sobre Tecnologias Assistivas para pessoas daltônicas

37. Descreva o que você entendeu sobre o conteúdo desta imagem: *

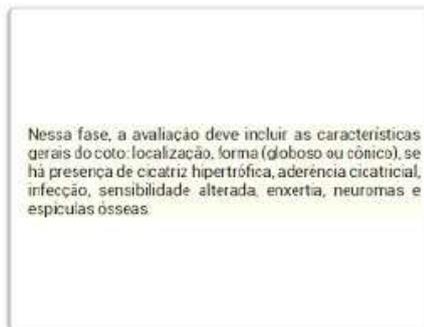
Nessa fase, a avaliação deve incluir as características gerais do coto: localização, forma (globoso ou cônico), se há presença de cicatriz hipertrófica, aderência cicatricial, infecção, sensibilidade alterada, enxertia, neuromas e espículas ósseas.

38. Qual das imagens abaixo você acha que melhora a percepção e compreensão do conteúdo apresentado? *

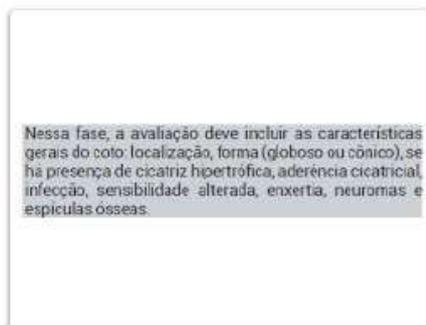
Marcar apenas uma oval.



Opção 1



Opção 2



Opção 3

20/07/2024, 17:34

Pesquisa sobre Tecnologias Assistivas para pessoas daltônicas

39. Justifique o porque da escolha da imagem anterior. *

40. Descreva o que você entendeu sobre o conteúdo desta imagem: *

Créditos

20/07/2024, 17:34

Pesquisa sobre Tecnologias Assistivas para pessoas daltônicas

41. Qual das imagens abaixo você acha que melhora a percepção e compreensão do conteúdo apresentado? *

Marcar apenas uma oval.



Opção 1



Opção 2



Opção 3

42. Justifique o porque da escolha da imagem anterior. *

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google.

Apêndice 4: Declaração de autorização da pesquisa



UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
UNIVERSIDADE ABERTA DO SUS-UNASUS/UFMA

DECLARAÇÃO DE AUTORIZAÇÃO DE REALIZAÇÃO DE PESQUISA

Eu, **ELZA BERNARDES FERREIRA**, Coordenadora Geral da UNASUS/UFMA, declaro para os devidos fins a autorização de realização de pesquisa que visa analisar especificamente os recursos didáticos dos cursos listados abaixo que foram disponibilizados pela UNA-SUS/UFMA:

CURSOS ANALISADOS	RECURSOS ANALISADOS
Aplicações para a Saúde Digital - 30h	Folder - Segurança da informação e a Estratégia de Saúde Digital 2020-2028 no Brasil
Aplicações para a Saúde Digital - 30h	Folder - Ciências da informação em saúde
Fundamentos para a Saúde Digital - 30h	PDF cartilha - Estratégia Saúde Digital para o Brasil
Cuidado em casos de mordedura de animais e intoxicação por animais peçonhentos, plantas tóxicas e medicamentos – 30h	Livreto - Mordeduras causadas por animais
Doenças Raras: aspectos históricos, sociais e biológicos - 30h	PDF livreto - Doenças raras, modelo biopsicossocial em saúde e o cuidado humanizado centrado na pessoa
Cuidado em saúde bucal da pessoa com Doença Infecciosa Transmissível – 60h	PDF Interativo - Planejamento local das ações de Saúde Bucal
Atenção à Pessoa Amputada – 30h	Fases pré-protética e protética da amputação de membros
Prescrição, Concessão, Adaptação e Manutenção de Órteses, Próteses e Meios Auxiliares de Locomoção – 30h	Próteses de membros superiores e inferiores: indicações e confecção
Políticas públicas para pessoas com doenças raras - 30h	Vídeo: Atores Políticas Públicas
Voluntariado no campo das doenças raras- 30h	Vídeo: Voluntariado: Características, significado e importância
Turismo Acessível às pessoas com Surdocegueira e às pessoas com Deficiência Múltipla – 30h	Vídeo: Outras formas de comunicação utilizadas pelos surdocegos

Esta análise faz parte de um projeto de pesquisa mais amplo que busca entender a eficácia e acessibilidade dos materiais educacionais oferecidos, com especial foco nas tecnologias assistivas para pessoas com deficiência visual, especificamente daltonismo, e deficientes auditivos. O projeto de

UNA-SUS/UFMA
Rua Viana Vaz, nº 41 - Centro - CEP: 65020-650, São Luís - MA, Brasil
Telefone: (91) 3272-9533 | e-mail: unasus@ufma.br

 UNASUSUFMA  UNASUSUFMA
www.unasus.ufma.br



pesquisa foi aprovado pela Universidade Federal do Maranhão (UFMA) com os seguintes dados:

- Código: PVCET3602-2023
- Título: Tecnologias assistivas: recursos educacionais da UNA.SUS/UFMA para pessoas com daltonismo e deficientes auditivos.
- Integrantes da pesquisa:
 - BRUNO SERVILIANO SANTOS FARIAS (Docente, Doutorado, Coordenador)
 - PAOLA TRINDADE GARCIA (Docente, Doutorado, Vice-Coordenadora)
 - FERNANDA FONSECA NEVES (Discente, Mestrado)
 - CAMILLA COSTA BACELAR (Discente, Mestrado)
 - IVANA MARCIA OLIVIERA MAIA (Externo, Doutorado, Pesquisadora)
 - KAROLINE CORRÊA TRINDADE (Externo, Especialização, Pesquisadora)
 - MIZRAIM NUNES MESQUITA (Discente, Mestrado, Colaborador)
- Principais objetivos da pesquisa:
 - Avaliar a acessibilidade dos recursos didáticos oferecidos pela UNA-SUS/UFMA para pessoas com daltonismo e deficientes auditivos;
 - Identificar as principais dificuldades enfrentadas por esses alunos ao utilizar os materiais educacionais;
 - Propor soluções e melhorias que possam ser implementadas para tornar os materiais mais inclusivos.

Esta autorização é concedida mediante a garantia de que todos os dados coletados serão tratados com confidencialidade e utilizados exclusivamente para fins de pesquisa acadêmica. Os pesquisadores também deverão assegurar de que todos os participantes da pesquisa, incluindo alunos e profissionais, deverão ser devidamente informados sobre os objetivos e procedimentos do estudo, e seu consentimento será obtido conforme as diretrizes éticas vigentes.

São Luís, 16 de julho de 2024.



Documento assinado digitalmente
ELZA BERNARDES FERREIRA
 Data: 16/07/2024 14:51:54 -0300
 Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Profa Dra. Elza Bernardes Ferreira

Coordenadora Geral – UNASUS/UFMA
 Professora Adjunta / UFMA – SIAPE: 3941597

UNA-SUS/UFMA

Rua Viana Vaz, nº 41, Centro, CEP: 65020-660, São Luís – MA, Brasil
 Telefone: (98) 3272-9633 | e-mail: unasusma@gmail.com



UNASUSUFMA



UNASUSUFMA

www.unasus.ufma.br

Apêndice 5: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

CARO (A) PARTICIPANTE,

Você está sendo convidado (a) a participar como voluntário (a) em um estudo conduzido por Camilla Costa Bacelar e Fernanda Fonseca Neves, mestrandas do Programa de Pós-Graduação em Design. O objetivo desta pesquisa é avaliar a acessibilidade de tecnologias assistivas em um Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) desenvolvido pela UNA-SUS/UFMA, com foco particular em indivíduos com discromatopsia e deficiência auditiva.

DESCRIÇÃO DAS ETAPAS ENVOLVENDO SERES HUMANOS:

Aplicação de Questionário Online: Você participará respondendo a um questionário online que inclui textos e imagens cuidadosamente selecionados para garantir que sejam apropriados e acessíveis. Todos os materiais são isentos de conteúdo violento ou perturbador, focando estritamente em aspectos educacionais e de acessibilidade.

Procedimentos de Avaliação: Durante a pesquisa, avaliaremos sua interação com o AVA, incluindo a facilidade de navegação, a clareza dos textos, a adequação do contraste de cores nas imagens, e a eficácia das legendas e transcrições para áudios e vídeos.

RISCOS E BENEFÍCIOS:

Baixo Risco: A participação neste estudo é considerada de baixo risco. Os questionários são aplicados de forma não invasiva, sem envolver conteúdo violento ou perturbador. No entanto, existe o risco mínimo de desconforto ao abordar questões sobre acessibilidade pessoal que podem ser sensíveis.

Monitoramento e Assistência: Qualquer risco identificado será monitorado de perto, e medidas serão tomadas para ajustar o estudo se necessário. Em caso de qualquer dano ou incômodo, assistência imediata será fornecida.

BENEFÍCIOS:

Melhoria das Tecnologias Assistivas: Sua participação contribuirá para a melhoria das tecnologias de ensino à distância, facilitando o acesso e a educação para pessoas com necessidades especiais.

Avanço Científico: Os resultados do estudo têm o potencial de contribuir significativamente para o conhecimento científico sobre acessibilidade em ambientes virtuais de aprendizagem, beneficiando a comunidade acadêmica e educacional em larga escala.

Confidencialidade: Todas as informações coletadas durante este estudo serão tratadas com confidencialidade, e apenas os pesquisadores terão acesso aos dados.

Direito de Retirar o Consentimento: Você tem o direito de retirar seu consentimento e desistir da pesquisa em qualquer momento, sem qualquer penalização.

CONSENTIMENTO:

Ao concordar com este documento, você declara que entendeu os objetivos da pesquisa, os procedimentos a serem realizados, os possíveis riscos e benefícios, e concorda voluntariamente em participar do estudo. Uma cópia deste termo será fornecida a você.