

Avaliação de Acessibilidade em um Curso Inclusivo para Deficientes Visuais

Moisés Soares da Silva Cruz¹, Maria Amelia Eliseo²

¹ Universidade Presbiteriana Mackenzie, Faculdade de Computação e Informática
moises.cruz@mackenzie.br

² Universidade Presbiteriana Mackenzie, Faculdade de Computação e Informática
mariaamelia.eliseo@mackenzie.br

Abstract. *Learning digital platforms have become a means of supporting education, with the potential to cater to various forms of learning. This includes people with disability, contributing to inclusive education. Thus, this Final Term Paper (Undergraduate) studied and evaluated the main accessibility guidelines for visual impaired people related to digital learning platforms. As a case study, it evaluated the accessibility of a course created from the SELI digital platform, whose purpose is to help teachers create accessible teaching materials. For this verification, usability tests and an automatic accessibility evaluation were performed. The results showed that the accessible course for the visually impaired created with the help of the SELI platform still needs to consider some improvements to guarantee accessibility for this population fraction.*

Keywords: Accessibility, Inclusive Education, Learning Digital Platforms, Usability

Resumo. *Plataformas digitais de aprendizagem vêm se tornando um meio de apoio à Educação, com potencial para atender as várias formas de aprender. Isso inclui pessoas com alguma deficiência, colaborando para a Educação inclusiva. Desta maneira, este Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) estudou e avaliou as principais diretrizes de acessibilidade para pessoas com deficiência visual relacionadas a plataformas digitais de ensino. Como estudo de caso, avaliou a acessibilidade de um curso criado a partir da plataforma digital SELI, cuja finalidade é auxiliar professores na criação de materiais didáticos acessíveis. Para esta verificação foram realizados testes de usabilidade e uma avaliação automática de acessibilidade. Os resultados mostraram que o curso acessível voltado para deficientes visuais criado com o auxílio da plataforma SELI ainda precisa considerar algumas melhorias para garantir a acessibilidade para esta parcela da população.*

Keywords: Acessibilidade, Educação Inclusiva, Plataformas Digitais de Aprendizagem, Usabilidade

1 Introdução

Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) são grandes protagonistas em contextos sociais [17], inclusive quando se refere a ambientes educacionais, que podem oferecer métodos flexíveis para instituições de ensino. Essas tecnologias contribuem positivamente no cenário acadêmico, com o acesso universal à educação, à qualidade de ensino, e até mesmo promover um ambiente de desenvolvimento profissional para professores e gestores de educação [26]. Deste modo, as TICs oferecem ao aluno recursos que podem auxiliar na sua necessidade acadêmica, mas que só é possível se o aluno possuir acesso ao conteúdo da plataforma, no sentido de utilizá-la sem dificuldade.

Em vista desta situação, um assunto que vem gradativamente ganhando destaque dentro deste cenário é acessibilidade, que se propõe em garantir a equidade de acesso aos recursos e informações de uma plataforma digital, promovendo soluções inclusivas que podem neutralizar deficiências e oferecer um conteúdo acessível [24].

Segundo a Unesco [25], mais de 1 bilhão de pessoas em torno do mundo possui algum tipo de deficiência, sendo que 93 milhões são crianças. De acordo com essa pesquisa, o Brasil possui 45,6 milhões de casos, representando 24% da população brasileira [25]. Deste modo, fica evidente notar o quanto é importante a introdução de soluções inclusivas em instituição de ensino, como universidades, escolas profissionalizantes, escolas de ensino médio/fundamental, ou ambientes corporativos com algum contexto educacional.

De acordo com [21], o desenvolvimento de soluções inclusivas com base nas condições de deficiência, é indispensável. Entretanto é fundamental não apenas oferecer recursos que permitem um ambiente mais acessível, como também ser proativo na identificação de obstáculos e barreiras encontradas por pessoas que possuem algum tipo de deficiência [25].

Levando em consideração este cenário, este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) analisou diretrizes de acessibilidade para deficientes visuais e, em seguida, realizou uma avaliação automática de acessibilidade e um teste de usabilidade em um curso construído com o auxílio da Plataforma SELI para inclusão de deficientes visuais. A plataforma SELI (*Smart Ecosystem for Learning and Inclusion*), resultado do projeto SELI, é uma ferramenta digital de autoria que auxilia professores a construir e/ou adaptar recursos didáticos acessíveis, permitindo o acesso de todos ao conteúdo oferecido [16] e [20].

Em vista das possíveis dificuldades encontradas por pessoas com deficiência visual ao interagir com recursos didáticos digitais, foi concebido o curso “Objetos Inteligentes Conectados”, com o auxílio da plataforma SELI no sentido de incorporar a acessibilidade para estas pessoas, de acordo com as recomendações da W3C oferecidas pela plataforma. A avaliação automática de acessibilidade e os testes de usabilidade foram aplicados a este curso acessível com a finalidade de aferir a real acessibilidade oferecida, uma vez que o curso foi construído com o propósito de atender os deficientes visuais. Assegurar a acessibilidade em um ambiente digital de estudo irá contribuir para engajar mais estudantes, inclusive aqueles com alguma deficiência, no processo de aprendizagem.

Este artigo está estruturado em 5 seções. Além desta primeira seção, a seção 2 apresenta o conteúdo teórico que deu suporte a esta pesquisa, definindo conceitos

relacionados à acessibilidade, suas diretrizes, além dos métodos de avaliação de acessibilidade. A seção 3 mostra a metodologia aplicada na avaliação de acessibilidade e nos testes de usabilidade. A seção 4 discute os resultados atingidos a partir da metodologia aplicada. A seção 5 apresenta as considerações finais e os trabalhos futuros.

2 Fundamentação Teórica

Esta seção apresenta os conceitos teóricos que nortearam esta pesquisa. Apresenta os conceitos de acessibilidade, suas diretrizes, além dos métodos de avaliação de acessibilidade. Aborda conceitos de usabilidade e apresenta os trabalhos correlatos.

2.1 Acessibilidade e suas diretrizes

Considerando as limitações de grupos desfavorecidos, a Constituição Federal brasileira publicou o decreto nº 6.949 que promove os direitos das pessoas com deficiência [4]. Desta maneira, a educação tornou-se um direito de todos, mas que nem sempre é possível de exercer, pela ausência de recursos de acessibilidade em ambientes de ensino.

A acessibilidade é a capacidade de utilização de forma segura, com autonomia total ou assistida de diferentes tipos de ambientes, por alguém que seja portador de algum tipo de deficiência [5]. Em diferentes termos, acessibilidade é a capacidade de ação e movimentos livres de quaisquer entraves que impossibilitam a autonomia da ação de um indivíduo, tanto em locais físicos quanto virtuais [23].

No sentido de tornar conteúdos *web* mais acessíveis, a W3C (*World Wide Web Consortium*) recomendou as Diretrizes de Acessibilidade para Conteúdo Web (WCAG - *Web Content Accessibility Guidelines*), compostas por uma série de diretrizes, que, se seguidas corretamente, promovem a acessibilidade para um maior número de pessoas. No entanto, mesmo com uma ampla cobertura de diferentes tipos de limitações, nem sempre é possível atender a todos os casos, como combinações ou diferentes graus de deficiência [6].

A versão WCAG 2.1 possui 13 diretrizes de acessibilidade, complementando as anteriores WCAG 2.0 e WCAG 1.0, que contou com a colaboração de pessoas e organizações de todo o mundo, para promover o desenvolvimento de padrões de acessibilidade em conteúdos digitais. Para que a WCAG 2.1 seja executada de forma correta, foram criadas camadas de orientação para atender os diferentes públicos que utilizam as WCAGs (desenvolvedores, legisladores, professores, alunos, dentre outros). A primeira camada corresponde aos quatro princípios que constituem a base da acessibilidade na Web: perceptível, operável, compreensível e robusto. A segunda camada corresponde às treze diretrizes de acessibilidade que fornecem os objetivos básicos para tornar o conteúdo mais acessível aos usuários. A terceira camada é composta pelos critérios de sucesso, que permitem verificar o nível de conformidade em relação a cada diretriz. E por último, a camada técnicas de tipo necessário e de tipo sugerida que possuem caráter informativo: técnicas de tipo necessário para

satisfazer os critérios de sucesso e as de tipo sugerida vão além do que é exigido pelos critérios de sucesso [6].

A partir da junção e aplicação dessas camadas, são avaliados os critérios de sucesso de cada diretriz, sendo possível avaliar o nível de conformidade de um conteúdo digital. A conformidade é dada em três níveis, A, AA (Duplo A) e AAA (Triplo A). São eles, conforme mostra [6]:

- A: possui barreiras significativas de acessibilidade, desta maneira os critérios de sucesso do nível 1 são obrigatórios em plataformas digitais.
- AA: é a junção de todos os critérios de sucesso do nível 1 e 2, o que torna o conteúdo web acessível para a maioria dos usuários. Atingindo este nível o conteúdo web se torna acessível, e de conformidade AA.
- AAA: é a junção dos níveis 1, 2 e 3 dos critérios de sucesso, e conseqüentemente possui o nível de conformidade AAA, visando garantir uma plataforma otimizada em relação a acessibilidade, e, conseqüentemente, atender o máximo de pessoas com diferentes tipos de deficiência.

Todas estas camadas de orientações (princípios, diretrizes, critérios de sucesso e técnicas de tipo necessária e de tipo sugeridas) trabalham juntas para tornar o conteúdo mais acessível [6].

2.2 Métodos de avaliação de acessibilidade

Avaliação de acessibilidade pode ser definido como um processo que verifica o quão acessível encontra-se uma plataforma, de forma satisfatória de acordo com as diretrizes de acessibilidade. Este processo é responsável por identificar problemas como violação de diretrizes, falhas na interface ou índices de desempenho do usuário, relacionado a recursos de acessibilidade em plataformas digitais [1].

Entretanto as avaliações de acessibilidade podem ser realizadas de forma manual ou automática. Estas avaliações buscam comparar a presença das diretrizes de acessibilidade em uma plataforma web, porém de maneiras diferentes, sendo a automática utilizando softwares específicos e a manual comparando diretriz por diretriz com auxílio de algumas ferramentas. Para complementar estas avaliações podem ser realizados testes de usabilidade para verificar se a interação do usuário com o sistema é eficaz, eficiente e satisfatório. Neste caso, os testes de usabilidade devem ser realizados por pessoas com deficiência, com o intuito de simular um cenário real e buscar as dificuldades e/o facilidades de interação com o sistema [13].

Avaliação Automática. Segundo [12], ferramentas de avaliação de acessibilidade são *softwares* ou serviços que auxiliam na verificação de conteúdos digitais, identificando a ausência das diretrizes de acessibilidade. A W3C não apenas recomenda o padrão a ser seguido das diretrizes de acessibilidade, como também possui uma lista com mais de 162 validadores que podem ser utilizados na avaliação de páginas *web* [27]. Ferramentas automáticas possuem três parâmetros que concluem a avaliação de acessibilidade, sendo eles os verdadeiros positivos, falsos positivos e falsos negativos. Os verdadeiros positivos são as reais violações de acessibilidade na plataforma. Falsos positivos são itens identificados erroneamente pela ferramenta. E falsos negativos são violações de acessibilidade que a ferramenta não localizou [13]. Métodos de avaliação automática são eficientes, mas não de total eficácia, pois nem todos os problemas de acessibilidade podem ser detectados pelas ferramentas automáticas, e, conseqüentemente, produzindo resultados parcialmente confiáveis [7].

Avaliação Manual. Apesar de existir ferramentas que automatizam o processo de avaliação manual de acessibilidade, estas não são capazes de identificar todas as barreiras que estes ambientes possuem. Portanto, a utilização da avaliação manual, utilizando recursos de TA (Tecnologia Assistiva), tornou-se primordial para análise e validação de acessibilidade [19].

Tecnologias Assistivas ou TAs são ferramentas que auxiliam os usuários com deficiência no uso de uma plataforma digital, como, por exemplo, ampliadores de telas, leitores de tela dentre outras [2]. Desta maneira a avaliação manual trata de uma série de comparações executadas por um especialista em WCAG e estas comparações podem ser auxiliadas por TA para identificar os critérios de sucesso de uma diretriz [13].

2.3 Usabilidade

Usabilidade é uma medida usada para definir como um produto é utilizado pelo seu público-alvo, com o objetivo de alcançar resultados, de forma eficaz, eficiente e satisfatória em diferentes contextos [3]. Em outras palavras, usabilidade pode ser definida como um sistema, produto ou serviço que pode ser usado por usuários específicos, no intuito de atingir objetivos de forma satisfatória de acordo com um contexto [18].

Para aferir o nível de usabilidade de um sistema interativo são realizados testes de usabilidade. Os resultados de um teste de usabilidade medem o desempenho e a satisfação do usuário, de acordo com o que foi testado, e, conseqüentemente, verificam se as expectativas do usuário foram ou não atendidas [18].

2.4 Educação Inclusiva e Projeto SELI

A inclusão de grupos desfavorecidos dentro do contexto educacional é um paradigma que se aplica aos mais variados espaços físicos e simbólicos. O processo de inclusão reconhece e valoriza as características de cada indivíduo [8].

A ideia de educação inclusiva é que instituições de ensino possam se reorganizar no sistema educacional, de forma a garantir o acesso, a permanência e condições de aprendizagem para aqueles que possuem alguma deficiência. Dentro deste cenário se fortaleceram alguns aspectos, no sentido de que a escola deve buscar caminhos e alternativas que possam atender as necessidades de seus alunos [9].

No entanto o processo de inclusão não é algo tão simples de ser aplicado, é preciso considerar as características diferenciadas de cada aluno, ou seja, para que a inclusão se aplique de forma eficiente, é preciso criar mecanismos que permitam a integração social, educacional e emocional do aluno, conforme o seu ambiente de aprendizagem [11].

De acordo com [14], se a diferenciação não for inclusiva, isto é, se o trabalho que o aluno com limitações de aprendizagem faz é relativamente igual ao resto da turma, esse aluno está inserido em sua turma, mas não está incluído. É necessário que o aluno receba de acordo com suas capacidades, materiais didáticos que possam prover a sua participação nas atividades oferecidas em aula. Para isto, é desejável que professores criem ambientes educacionais facilitadores desta interação, de acordo com as dificuldades de cada aluno, tendo em vista que a diferenciação não se trata de um método pedagógico, e sim uma forma de organização de trabalho [14].

Levando em consideração o contexto de inclusão digital, o projeto SELI retrata o tema de exclusão digital e da inacessibilidade da educação para grupos desfavorecidos, com o intuito de promover a transferência de conhecimento e adaptar soluções pedagógicas, científicas e técnicas de acordo com cada país. Deste modo as atividades do projeto SELI estão relacionadas com soluções inclusivas por meio das TICs [20].

A plataforma SELI, resultado do projeto SELI é uma ferramenta digital de autoria para professores, que concede direitos da criação de cursos e materiais didáticos acessíveis, pensando em diferentes tipos de limitações [16]. O intuito é que esses cursos possam ser disponibilizados aos alunos cadastrados na plataforma, que, conseqüentemente, podem fazer acesso aos cursos publicados.

2.5 Trabalhos Correlatos

Como trabalhos correlatos, destaca-se a pesquisa desenvolvida por [22], que avaliou os conceitos de acessibilidade digital, relacionados à deficiência auditiva, no ambiente virtual de aprendizagem Moodle. Foram realizadas avaliações automáticas com quatro validadores: *AChecker*, *TAW*, *Worldspace FireEyes* e *Web Accessibility Assessment Tool* no contexto da disciplina “Capacitação em Informática Aplicada”, publicado no Moodle. As avaliações foram baseadas na WCAG 2.0 e os critérios de avaliação abordaram como prioridades os quatro princípios de acessibilidade: perceptível, operável, compreensível e robusto. Além das avaliações automáticas, foram realizados alguns testes subjetivos de usabilidade com três deficientes auditivos, de forma a induzir a navegação do usuário na plataforma. Os resultados obtidos permitiram identificar as diretrizes ausentes no curso que impedem o uso de forma satisfatória daqueles que possuem limitações auditivas. Também é possível notar as diferenças entre a efetividade e utilidades entre os dois métodos de avaliação.

A pesquisa elaborada por [10] abordou conceitos de acessibilidade para deficientes visuais para analisar se os repositórios digitais científicos da UFRN (Universidade Federal do Rio Grande do Norte) estão em conformidade com os padrões de acessibilidade digital em relação a pessoas com cegueira. Foram realizadas avaliações automáticas de acessibilidade, usando o validador de acessibilidade AccessMonitor e um teste de usabilidade com estudantes cegos nos repositórios digitais científicos da UFRN. Os resultados obtidos apresentaram alguns erros de acordo com os princípios de acessibilidade, alguns erros como de identificação dos cabeçalhos nos códigos fontes que não estão bem demarcados, outros como a identificação de tabelas e listas que podem desorientar o usuário, entre outros como a dificuldade de pesquisar uma determinada informação.

A referência [19] também avaliou o ambiente virtual de aprendizagem Moodle, mas, diferente de [22], a pesquisa de [19] buscou identificar as dificuldades encontradas por pessoas com deficiência visual no uso deste ambiente. A metodologia de avaliação utilizada nesta pesquisa foi dividida em três etapas. A primeira refere-se a um levantamento de pesquisas vinculadas a acessibilidade em plataformas de ensino, apropriando-se do conhecimento referente ao assunto em destaque. A segunda etapa consistiu em um estudo exploratório e descritivo para identificar os problemas de acessibilidade no Moodle. Por último empregou-se o método *Design Science Research* para auxiliar na resolução dos problemas encontrados. De acordo com os resultados, a incompatibilidade no uso de um leitor de tela foi o problema mais evidente, sendo solucionado com a inclusão de um novo tema de interface gráfica no Moodle.

Os três trabalhos correlatos apresentados têm em comum a realização de avaliações automáticas com validadores de acessibilidade complementadas com uma avaliação manual em recursos digitais que envolvem a aprendizagem. Entretanto cada um tem o seu método de avaliação, como o primeiro que se destaca por testes de usabilidade em usuários com deficiência auditiva, o segundo leva-se em consideração os próprios usuários com deficiência visual, e o terceiro destaca-se pelo problema de incompatibilidade com o leitor de tela, ou seja, a plataforma pode até possuir um nível bom de acessibilidade, mas pode ser incompatível com algum recurso de TA que possibilita o acesso ao conteúdo. Da mesma forma que os trabalhos correlatos apontados, esta pesquisa realizou uma avaliação automática com o validador de acessibilidade *Axe DevTools* complementada por testes de usabilidade para a interação do usuário por meio de leitores de tela. Como objeto de estudo foi utilizado o curso “Objetos Inteligentes Conectados” publicado na Plataforma SELI e elaborado para ser acessível para deficientes visuais.

3 Metodologia

Para o desenvolvimento desta pesquisa foi realizado um levantamento teórico por meio de artigos científicos, sites confiáveis e programas que promovem a acessibilidade e que fundamentou os conceitos básicos aplicados, agregando conhecimento aos assuntos aqui abordados. Num primeiro momento do trabalho, estudou-se os conceitos de acessibilidade e suas diretrizes que deram suporte à análise

de um recurso educacional. Além da acessibilidade, foram estudados o estado da arte da educação inclusiva, usabilidade e métodos de avaliação de acessibilidade.

Para verificar a acessibilidade para deficientes visuais dos cursos produzidos com o auxílio da plataforma SELI, foi elaborado, com o auxílio da ferramenta, o curso “Objetos Inteligentes Conectados”. Este curso é composto por seis páginas *web* contendo conteúdos em forma de textos, imagens, vídeos e atividades em forma de quis. Durante a elaboração dos conteúdos didáticos foram implementados os recursos de acessibilidade oferecidos pela plataforma específicos para deficiência visual.

Para avaliar o nível de acessibilidade no curso elaborado a partir da plataforma SELI foram definidas três etapas. Na primeira etapa foi realizada uma avaliação de acessibilidade automática utilizando o avaliador *Axe DevTools – Web Acessibility Testing*” para avaliar a acessibilidade do conteúdo do curso baseado em WCAG 2.1. Na segunda etapa foi aplicado um teste de usabilidade com diferentes perfis de usuário na utilização do curso, de modo que todos os participantes realizaram as mesmas tarefas previamente definidas com os olhos vendados. Dentre os cinco participantes, dois possuem deficiência visual. E por fim, os dados coletados nas etapas 1 e 2 foram analisados de forma a perceber, respectivamente, se haveriam diretrizes de acessibilidade ausentes no curso acessível para deficientes visuais e, se haveriam dificuldades, por parte dos usuários, na interação com leitores de tela.

3.1 Avaliação automática de acessibilidade

Para a validação automática de acessibilidade foi utilizado o validador *Axe DevTools* integrado com o navegador *Google Chrome* que possui recursos para identificar, prevenir e corrigir problemas relacionados a acessibilidade *web*. Este validador faz uma busca na página *web* e retorna informações detalhadas sobre as violações de acessibilidade encontradas. A análise de acessibilidade realizado pelo *Axe DevTools* é baseada na WCAG 2.1 de acordo com a W3C [15].

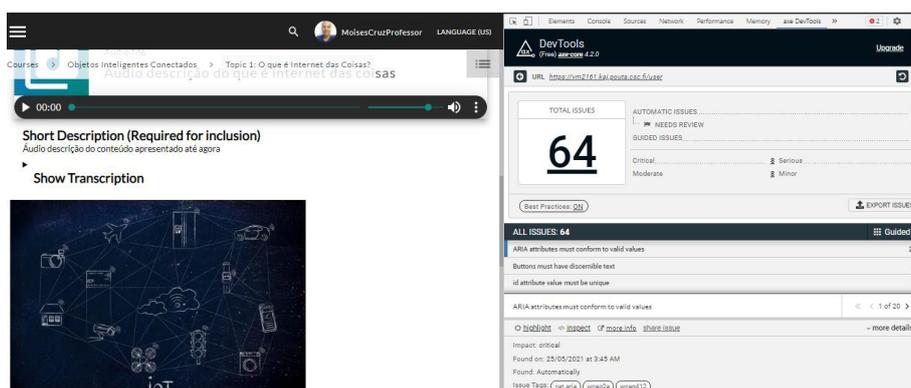


Fig. 1. À esquerda, tela analisada do curso e à direita o resultado da análise de acessibilidade da respectiva tela realizada pelo validador *Axe DevTools*. O relatório mostra que foram encontrados 64 problemas de acessibilidade.

Cada página do curso foi analisada pelo validador automático que gerou um relatório apresentando as diretrizes de acessibilidade e os critérios de sucesso ausentes no conteúdo da página, conforme mostra a Fig. 1. Para cada página foi gerado um relatório apontando os problemas de acessibilidade encontrados.

3.2 Testes de usabilidade

Os testes de usabilidade foram realizados por cinco participantes, todos estudantes, em maio de 2021, com consentimento de cada um. O número de participantes é suficiente para perceber cerca de 80% dos problemas de usabilidade, conforme [28]. Dentre os participantes, dois deles possuem deficiência visual e estavam familiarizados com o uso de leitor de tela e sintetizadores de voz. Devido ao *lockdown* para conter a disseminação da COVID-19, não foi possível realizar os testes de usabilidade com participantes cegos. Os três participantes que não tinham alguma deficiência visual permaneceram com os olhos vendados durante a interação, simulando uma pessoa cega, foi a primeira vez que eles utilizaram o leitor de tela. Apesar de não representar o público-alvo e nem ser o cenário ideal, foi possível observar algumas dificuldades de interação. Todos os participantes interagiram com o curso utilizando o leitor de tela NVDA, que transforma o conteúdo visual em voz. Com o auxílio do NVDA, a execução das tarefas previamente definidas utilizou as teclas TAB e ENTER para percorrer o conteúdo e navegar entre as páginas.

Foi utilizado o ambiente operacional Windows 10 e com o uso do navegador Google Chrome para acessar o conteúdo do curso e realizar as tarefas que foram definidas para a realização dos testes de usabilidade. O objetivo dos testes foi simular um ambiente de interação para deficientes visuais e identificar as possíveis dificuldades que estes usuários eventualmente podem encontrar ao interagir com os conteúdos do curso que foi elaborado a partir de uma ferramenta que auxilia a construção de recursos educacionais acessíveis.

Foram elaboradas três tarefas, as quais cada participante realizou durante os testes de usabilidade. São elas:

- Cadastro do usuário na plataforma, já que para ter acesso ao conteúdo o usuário precisa fazer login no sistema;
- Identificação de áudio descrição dentro da primeira página do curso, ou seja, o voluntário precisa navegar na página até encontrar uma alternativa de áudio que explique sobre um conteúdo oferecido;
- Responder um quiz com algumas perguntas sobre o conteúdo, com o objetivo de verificar se é possível entender que há alternativas para as respostas e escolher uma delas.

4 Resultados

De acordo com a avaliação automática, foram obtidos resultados que evidenciam a ausência de diretrizes de acessibilidade estabelecidas pela WCAG 2.1, conforme apresenta a Tabela 1. Encontram-se diretrizes ausentes nos quatro princípios de acessibilidade: 1. perceptível, 2. operável, 3. compreensivo e 4. robusto. A Tabela 1

apresenta a relação das diretrizes e os critérios de sucesso ausentes, o nível de conformidade, o local em relação à página do curso analisado e a quantidade de vezes em que estas ausências foram identificadas juntamente com o total em que aparecem.

Tabela 1. Resultado da avaliação automática de acessibilidade realizado com o validador *Axe DevTools*. Fonte: autores.

Diretrizes Ausentes	Critério de sucesso	Nível	Local	Qtde de vezes que aparece	Total
Diretriz 1.1 Alternativas em texto	1.1.1 Conteúdo não textual	A	pag.6	2	2
Diretriz 1.2 Mídias com base em tempo	1.2.2 Legendas pré-gravadas	A	pag.1	1	1
Diretriz 1.3 Adaptável	1.3.1 Informações e relações	A	pag.2	1	2
			pag.6	1	
Diretriz 1.4 Discernível	1.4.3 Contraste Mínimo	AA	pag.1	5	27
			pag.2	4	
			pag.3	3	
			pag.4	6	
			pag.5	3	
			pag.6	6	
Diretriz 2.1 Acessível por teclado	2.1.1 Teclado	A	Todas as páginas	1 em cada página	6
Diretriz 3.1 Legível	3.1.1 Idioma da página	A	Todas as páginas	1 em cada página	6
Diretriz 4.1 Compatível	4.1.1 Análise	A	pag.1	2	6
			pag.2	2	
			pag.3	1	
			pag.5	1	
Diretriz 4.1 Compatível	4.1.2 Nome, Função e Valor	A	pag.1	43	138
			pag.2	26	
			pag.3	23	
			pag.4	13	
			pag.5	28	
			pag.6	5	

Em relação aos testes de usabilidade percebeu-se que os usuários tiveram algumas dificuldades durante a interação. Ao realizar a atividade 1, todos os participantes tiveram dificuldades na submissão do formulário de cadastro, pois o botão “Inscreva-se” localiza-se no canto superior direito do formulário e não no final dele como

esperado. Isso mostra que o botão fica fora da ordem lógica do usuário, uma vez que ele será utilizado após o preenchimento do formulário e não antes. Dois participantes encontraram dificuldade em inserir os dados nos campos de cadastro, ou seja, segundo eles, não fica claro qual tipo de dados deve ser inserido e nem se foi inserido corretamente.

Durante a interação com o conteúdo do curso, os participantes relataram a dificuldade de leitura do texto, devido à repetição de informações e duplo idioma, dificultando o entendimento do aluno em diferentes momentos do curso. A localização do botão de reprodução do áudio para executar a tarefa 2 foi difícil para três participantes. Segundo eles a sintetização de voz não apresenta de forma clara onde está o botão, visto que para ele ser encontrado o sintetizador de voz faz a leitura de palavras e números até chegar no botão de reprodução do áudio.

Essas dificuldades encontradas e outras mais simples conforme apresentadas na Tabela 2, limitam o acesso do aluno na plataforma, pois de certa forma alguns pontos são cruciais para que o aluno possa acessar o conteúdo do curso de forma satisfatória, eficiente e eficaz, engajando-o no aprendizado. A seguir, a tabela 2 aponta as dificuldades relatadas pelos participantes que realizaram o teste de usabilidade.

Tabela 2. Dificuldades encontradas pelos participantes dos testes de usabilidade durante a execução das tarefas previamente definidas. Fonte: autores.

Atividade	Dificuldade	Descrição da dificuldade
Atividade 1 Cadastro	Informação Confusa	Muita informação sendo lida seguidamente, alguns números e palavras sem sentido
	Campos mal identificado	Dificuldade para entender onde inserir os dados do cadastrado; não há um indicador do dado que se deve inserir
	Falta de localização	Em alguns momentos não dá para saber se está no começo, no meio ou no fim da página
	Duplo Idioma	Algumas palavras em inglês e outras em português
	Foto de perfil sem sentido	Acaba se tomando uma tarefa um pouco constrangedora, já que não se pode enxergar a foto
	Ausência de Status de visibilidade	Não informa se um campo foi preenchido corretamente
	Ausência de Status de visibilidade	Após clicar em inscreva-se nada mais é falado
	Falta de sequência lógica	O botão de finalizar cadastro deveria se localizar no final do formulário, mas parece no início da página

Atividade 2 Encontrar áudio descrição	Conteúdo mal definido	Não existe uma separação entre botão, campo e conteúdo, apenas são lidas as informações
	Informação Confusa	Palavras confusas, leitura de sequência numérica que dificultam a localização da audiodescrição
	Duplo Idioma	Algumas palavras em diferentes idiomas
	Botão <i>Play</i>	Não sintetiza claramente o botão de reproduzir o áudio
Atividade 3 Responder o QUIZ	Tempo de atividade	Por possuir dificuldades para compreender, um temporizador não seria ideal
	Sem status de visibilidade da finalização	Não existe nada que informe se acabou ou não o <i>QUIZ</i>
	Idiomas diferentes	É notado algumas palavras em inglês e outras em português
	Sem divulgação de nota	A nota deveria ser mostrada após o término do <i>QUIZ</i> , mas não informa nada

5 Considerações Finais e Trabalhos Futuros

Esta pesquisa realizou uma avaliação de acessibilidade, especificamente para deficientes visuais, em um curso elaborado com o auxílio da plataforma SELI na visão do estudante. Uma das funcionalidades oferecidas pela plataforma SELI é auxiliar professores na criação de materiais didáticos acessíveis e, após sua criação, disponibilizar este material para os estudantes. Para aferir a acessibilidade do curso, foram realizados uma validação automática de acessibilidade e testes de usabilidade.

De acordo com a avaliação automática realizada na plataforma, foi possível identificar problemas com os quatro princípios de acessibilidade da WCAG 2.1: perceptível, operável, compreensivo e robusto. Identificou-se sete diretrizes e oito critérios de sucesso ausentes. Dentre as diretrizes destacam-se as alternativas textuais para conteúdos não textuais, mídias com base no tempo, adaptável, acessível por teclado, legível e compatível, sendo todas de nível A. Foi encontrada a ausência de uma diretriz de nível AA, a diretriz discernível com o critério de sucesso contraste mínimo.

Levando em consideração o teste de usabilidade, é possível notar que existe alguns pontos que dificultam a interação do usuário, por exemplo. Um exemplo é o envio do cadastro de um novo aluno na plataforma, pois o botão de enviar o cadastro fica fora de ordem lógica, além disso, a faltam informações claras sobre qual tipo de dado inserir nos campos. Outro ponto que também ficou claro como dificuldade para 100% dos participantes foi, a leitura seguida de informações repetidas e sem sentido em dois

idiomas, que em diversos momentos desorientou os usuários no acesso ao conteúdo do curso.

Apesar de ser um curso elaborado a partir de uma ferramenta que tem como propósito a criação de cursos e/ou recursos didáticos acessíveis, as avaliações automáticas e os testes de usabilidade evidenciam que ainda há alguns problemas de acessibilidade a serem corrigidos na plataforma SELI. Garantir a boa acessibilidade nos materiais didáticos exige atenção especial na implementação das diretrizes de acessibilidade, que muitas vezes não são triviais para o desenvolvedor. Este fato é um alerta de que, apesar da padronização das WCAG, os desenvolvedores ainda precisam conciliar a complexidade do sistema com a aplicação adequada das diretrizes de acessibilidade.

Como trabalhos futuros sugere-se a realização de testes de usabilidade com mais participantes com deficiência visual para aferir com mais precisão as dificuldades de interação para este público. Sugere-se também estender a validação de acessibilidade para outras deficiências, como a auditiva e cognitiva. Desta maneira, pode-se alcançar resultados mais abrangentes e precisos sobre a acessibilidade dos cursos oferecidos pela plataforma SELI.

Agradecimentos. Esta pesquisa teve apoio do Projeto ERANET-LAC que recebeu financiamento do Programa European Union's Seventh Framework. Project Smart Ecosystem for Learning and Inclusion - ERANet1 7 /ICT-0076SELI. O trabalho também foi apoiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) 2018 / 04085-4.

Referências

1. Amaut, F. F. de S.: Acessibilidade web em sítios da rede federal de educação: uma avaliação dos Institutos Federais. Dissertação (Mestrado) – Universidade do Estado da Bahia. Salvador (2017).
2. Bersch, R. Introdução à tecnologia assistiva. Porto Alegre: CEDI, v. 21, 2008. Disponível em:
https://ntmmacae.com/site/files/Educa%C3%A7%C3%A3o%20Inclusiva/Tecnologia%20Assistiva/Introducao_Tecnologia_Assistiva.pdf. Acesso em: 28 mai. 2021.
3. Bevan N., Carter J., Harker S. ISO 9241-11 Revisado: O que aprendemos sobre usabilidade desde 1998?. In: Kurosu M. (eds) Human-Computer Interaction: Design and Evaluation. HCI 2015. Lecture Notes in Computer Science, vol 9169. Springer (2015) Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-20901-2_13
4. Brasil. Decreto n. 6.949, de 25 de ago. de 2009. Direitos das Pessoas com Deficiência e seu Protocolo Facultativo (2009). Disponível em:
http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/decreto/d6949.htm#:~:text=Decreto%20n%C2%BA%206949&text=DECRETO%20N%C2%BA%206.949%2C%20DE%2025,30%20de%20mar%C3%A7o%20de%202007. Acesso em 20 out. 2020
5. Brasil. Decreto n. 5.296, de 02 de dez. de 2004. Regulamenta as Leis 10.048, de 8 de novembro de 2000, que dá prioridade de atendimento as pessoas que especifica, e 10.098, de 19 de dezembro de 2000, que estabelece normas gerais e critérios básicos para a promoção da acessibilidade das pessoas portadoras de deficiência ou com mobilidade reduzida, e dá

- outras providencias (2004). Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/decreto/d5296.htm. Acesso em 23 fev. 2021
6. Caldwell, B., Reid, L. G., Vanderheiden, G., Chisholm, W., Slatin, J., White, J.: Diretrizes de Acessibilidade para Conteúdo Web (WCAG). (2018). Disponível em: <https://www.w3c.br/traducoes/wcag/wcag21-pt-BR/>. Acesso em: 20 nov. 2020.
 7. Calle-Jimenez, T., Sanchez-Gordon, S., Luján-Mora, S.: Web accessibility evaluation of massive open online courses on geographical information systems. In 2014 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON) (2014) pp. 680-686, doi: 10.1109/EDUCON.2014.6826167.
 8. Camargo, E. P.: Inclusão social, educação inclusiva e educação especial: enlaces e desenlaces. *Ciênc. educ. Bauru*, v. 23, n. 1 (2017), p. 1-6.
 9. Cameiro, R. U. C.: Educação inclusiva na educação infantil. *Práxis Educacional*, v. 8, n. 12 (2012) p. 81-95.
 10. Carvalho, K. V. V. de.: Encontrabilidade da informação nos repositórios digitais da UFRN: um enfoque na avaliação da acessibilidade digital junto aos discentes cegos. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Biblioteconomia) - Departamento de Ciência da Informação, Universidade Federal do Rio Grande do Norte (2019).
 11. Carvalho, R. E.: Para a Aprendizagem: Removendo Barreiras. Educação inclusiva. Ministério da educação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior Universidade Aberta do Brasil. Cuiabá (2011). Disponível em: <https://ape-oespsbc.com.br/storage/app/media/cursos/educacao-inclusiva-rosita-carvalho.pdf>. Acesso em: 20 out. 2020.
 12. Carvalho, V., Cagnin, M., Paiva, D.: Avaliação de Acessibilidade de Web Sites de Governos Estaduais do Brasil. In *Anais do XIII Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação* (2017) p. 116-123, Porto Alegre: SBC. doi:10.5753/sbsi.2017.6033
 13. Conway, V., Brown, J., Hollier, S., Nicholl, C.: Website accessibility: A comparative analysis of Australian national and state/territory library websites. *The Australian Library Journal*, 61(3) (2012) 170-188.
 14. da Silva, M. O. E.: Educação Inclusiva: um novo paradigma de Escola. *Rev. Lusófona de Educação*, Lisboa, n. 19 (2011) p. 119-134
 15. Deque.: Axe DevTools. (2021). Disponível em: <https://www.deque.com/axe/devtools/>. Acesso em 23 mai. 2021.
 16. Eliseo, M. A., Oyelere, S. S., da Silva, C. A., Silveira, I. F., Tomczyk, L., Hercovici, M., Amato, C. A. de la H., Akyar, Ö. Y., Martins, V. F.: Framework to Creation of Inclusive and Didactic Digital Material for Elderly. In 2020 15th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI) (2020) pp. 1-6, doi: 10.23919/CISTI49556.2020.9140993.
 17. Guimarães, A. P. N., Tavares, T. A.: Avaliação de Interfaces de Usuário voltada à Acessibilidade em Dispositivos Móveis: Boas práticas para experiência de usuário. In: *Workshop De Teses E Dissertações - Simpósio Brasileiro De Sistemas Multimídia e Web (Webmedia)*, João Pessoa. Anais. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação (2014).
 18. ISO 9241-11.: Ergonomics of human-system interaction — Part 11: Usability: Definitions and concepts. (2018). Disponível em: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:9241:-11:ed-2:v1:en>. Acesso em: 28 mai. 2021.
 19. Malheiro, C. A. L., Lima, V. S., Ferreira, R. D. de S., & Barbosa, L. M. M. Acessibilidade no Moodle: contribuições para inclusão dos estudantes com deficiência visual no ensino superior. *Laplace Em Revista*, 7(1), (2021) p.142-154. <https://doi.org/10.24115/S2446-6220202171143p.142-154>
 20. Martins, V., Oyelere, S. S., Tomczyk, L., Barros, G., Akyar, O., Eliseo, M. A., Amato, C. A. H., Silveira, I. F.: A blockchain microsites-based ecosystem for learning and inclusion. In *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na*

- Educação-SBIE). Vol. 30, No. 1 (2019) p. 229-238. DOI: <http://dx.doi.org/10.5753/cbie.sbie.2019.229>
21. Melo, A. M.: Acessibilidade em EaD mediada pela web: um convite à ação. *Ambientes Virtuais de Aprendizagem*. Cuiabá: EdUFMT (2012) 199-220.
 22. Pivetta, E. M., Saito, D. S., Ulbricht, V. R.: Surdos e acessibilidade: análise de um ambiente virtual de ensino e aprendizagem. *Revista Brasileira de educação especial*, v. 20, n. 1 (2014) p. 147-162. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-65382014000100011>
 23. Souza, E., Malheiros, N.: Avaliação de Acessibilidade Digital para Pessoas com Deficiência Motora em Repositórios Educacionais Abertos. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, 26(03), 1 (2018). DOI: <http://dx.doi.org/10.5753/rbie.2018.26.03.1>
 24. UNESCO.: Acesso do portador de necessidades especiais. *Tecnologia, Informação e Inclusão*, v. 2, n. 1 (2008) Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000158524>. Acesso em: 12 set. 2020.
 25. UNESCO.: Educação Inclusiva no Brasil. (2019) Disponível em: <https://pt.unesco.org/fieldoffice/brasil/inclusive-education>. Acesso em: 10 set. 2020.
 26. UNESCO.: Recursos educacionais abertos no Brasil: O estado da arte, desafios e perspectivas para o desenvolvimento e inovação. (2013) Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000227970>. Acesso em: 12 set. 2020.
 27. W3C.: Lista de ferramentas de avaliação de acessibilidade da web. (2020). Disponível em: <https://www.w3.org/WAI/ER/tools/>. Acesso em: 23 mar. 2021.
 28. Nielsen, J. (2007). *Usabilidade na web*. Elsevier Brasil.