

Análise de Acessibilidade no Ambiente Virtual de Aprendizagem Moodle: Um Estudo de Caso do Uso do MIS com Leitores de Tela

Lucas Pedroso Carvalho
Federal University of Minas Gerais
Belo Horizonte, MG, Brazil
lucaspedrosocarvalho@gmail.com

Caíque Bruno Fortunato
Federal University of Minas Gerais
Belo Horizonte, MG, Brazil
caiquefortunato@dcc.ufmg.br

Raquel Oliveira Prates
Federal University of Minas Gerais
Belo Horizonte, MG, Brazil
rprates@dcc.ufmg.br

André Pimenta Freire
Federal University of Lavras
Lavras, MG, Brazil
apfreire@dcc.ufla.br

ABSTRACT

Virtual Learning Environments have important functionalities to support face-to-face and distance learning courses, such as: emulation of online classroom resources with study materials, discussion forums, among others. To make it accessible for all students, especially those with visual impairment that requires screen readers, it is important that the platform has good accessibility, ensuring the prediction and understanding of what to do in the system in order to accomplish the tasks independently and efficiently. Thus, the present work analyzed the communicability and accessibility of three main features present in the Moodle platform from the application of the Semiotic Inspection Method (MIS) and the interaction analysis with the JAWS and NVDA screen readers. The results showed that the screen readers replicated many of the disruptions of communicability found by MIS, with other problems related to the structure of the page and metalinguistic signs that were not intended to serve visually impaired users. Recurring problems were found in the explanation of buttons containing references to visual items and sections of text that were not captured by any of the readers. As a consequence, the student would not be able to edit a task sent or understand their progress, compromising their participation and learning during the course. Based on the reported problems, we emphasize that more studies are required to categorize signs by screen readers, so that MIS can be applied in the context of interactive system accessibility.

ACM Classification Keywords

H.5.2 Information Interfaces and Presentation (e.g., HCI): User Interfaces; K.3 Computers and Education: Computer and Information Science Education

Author Keywords

Accessibility; Blind Users; Evaluation; Learning Management System; Moodle; Semiotic Inspection Method; Screen Reader

INTRODUÇÃO

O ser humano, inserido em determinado contexto social e através do uso de suas capacidades e sentidos, interage de diversas formas com as outras pessoas, tecnologias e afins. Entretanto, a concretização dessa interação social pode ser afetada por diversos fatores, biológicos ou não, que criam barreiras para o indivíduo em seu meio.

Juntamente com o crescimento e envelhecimento da população, também é observável o aumento de pessoas com deficiência, entre elas a visual [18]. De acordo com o Censo mais recente realizado em 2010 pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) [18], havia no Brasil aproximadamente 35,8 milhões de pessoas com algum tipo de deficiência visual, sendo que, dentre elas, 506.377 possuíam agravantes totais.

Diante de tal cenário, observa-se que as discussões e proposições em torno da temática da acessibilidade são de extrema relevância quando se trata da eliminação de barreiras e garantia de inclusão para o referido grupo. Segundo o Governo Federal do Brasil [17], acessibilidade significa incluir a pessoa com deficiência na participação de atividades, como o uso de produtos, serviços e informações.

No meio digital, o conceito é amplamente delineado e debatido nas diretrizes de documentos, como o *Web Content Accessibility Guidelines 2.0* (WCAG 2.0) [8], do *World Wide Web Consortium* (W3C), e o Modelo de Acessibilidade em Governo Eletrônico (eMAG) [16], do Programa de Governo Eletrônico Brasileiro. Garantir a acessibilidade é promover a inclusão de todos, sendo prevista no Decreto N° 5.296 de 2004

Permission to make digital or hard copies of all or part of this work for personal or classroom use is granted without fee provided that copies are not made or distributed for profit or commercial advantage and that copies bear this notice and the full citation on the first page. Copyrights for components of this work owned by others than the author(s) must be honored. Abstracting with credit is permitted. To copy otherwise, or republish, to post on servers or to redistribute to lists, requires prior specific permission and/or a fee. Request permissions from permissions@acm.org.

TISE '18, November 27–29, 2018, Brasília, Brazil

© 2018 Copyright held by the owner/author(s). Publication rights licensed to ACM. ISBN 123-4567-24-567/08/06. . . \$15.00

DOI: http://dx.doi.org/10.475/123_4

e na Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência [11]. Portanto, *websites* de empresas privadas ou da administração pública devem ser acessíveis, respeitando as normas estabelecidas.

No contexto da educação brasileira, observa-se que muitas instituições de ensino utilizam Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA) para permitir a troca de informações entre alunos e professores de uma disciplina, superando assim a distância física e aumentando a comunicação entre alunos e professores. Um AVA amplamente difundido em instituições é o Moodle, que possui como característica ser uma plataforma de código aberto que serve de apoio para cursos presenciais, formação de grupos de estudo e treinamento de professores. O Moodle possui diversas funcionalidades, como fóruns de avisos e discussão, enciclopédias colaborativas, murais de avisos, estudos de casos, submissão de arquivos, atividades avaliativas, entre outras, que podem ser configurados pelo professor de acordo com o perfil da turma.

De forma a garantir e promover a autonomia das pessoas com deficiência visual no uso do Moodle, utilizam-se recursos de Tecnologia Assistiva, como os leitores de tela, os quais capturam as informações presentes na interface em forma de texto e as convertem para a forma de áudio. No entanto, essas ferramentas possuem limitações, principalmente quando os Ambientes Virtuais de Aprendizagem não foram pensados e construídos com diretrizes de acessibilidade.

De acordo com Arenhardt *et al.* [2], as pessoas com deficiência estão cada vez mais assumindo voz e vez, chegando ao ensino superior, ainda que de forma tímida, ao ter acesso aos recursos de Tecnologia Assistiva. Como consequência, tem-se aumentado o número de demandas por novas posturas de gestores, professores, técnicos-administrativos e dos alunos. Logo, é importante que existam ferramentas que facilitem e eliminem barreiras de acesso à informação, como o caso de Ambientes Virtuais de Aprendizagem.

Segundo estatísticas levantadas pelo próprio Moodle, o Brasil é o quarto país no mundo com o maior adesão da plataforma, contando com mais de 5.234 mil registros, número que pode ser ainda maior, uma vez que muitos usuários não realizam o cadastro [21]. Sendo assim, são justificadas, portanto, a validade e relevância da realização de estudos vinculados à acessibilidade do referido ambiente.

Para projetar esses sistemas em conformidade com as diretrizes de acessibilidade, é necessário que eles tenham sua acessibilidade verificada. Segundo Tanaka [26], identificar e resolver problemas de acessibilidade têm sido atividades onerosas em qualquer processo de desenvolvimento de *software*. Atualmente, os métodos tradicionais de avaliação de acessibilidade mais adotados são aqueles baseados na verificação de conformidade com diretrizes de guias de *design* (como o WCAG 2.0) e testes com usuários com deficiências, auxiliados ou não por ferramentas automáticas.

Embora a acessibilidade possa ser avaliada de forma tradicional, existem meios alternativos na literatura que possuem aplicabilidades distintas, como aqueles focados na comunicabilidade dos sistemas. O conhecimento sobre os benefícios e

as limitações desses métodos aplicados à acessibilidade ainda é limitado, dificultando a comparação entre cada um.

Investigar a capacidade de comunicação de um sistema é importante para conhecer os problemas que podem ocorrer durante uma troca de mensagens com os usuários. Os usuários devem ser capazes de identificar quais são as mensagens e o que desejam transmitir, para que possam atender suas necessidades e expectativas ao realizar uma ação no sistema, evitando que fiquem angustiados ou insatisfeitos. Se eles não estão recebendo as mensagens conforme os projetistas pretendiam, podem estar ocorrendo falhas de comunicação durante a interação. Essa problemática enfrentada pelo *designer*, de ser capaz de se expressar adequadamente por meio da interface, trata-se da comunicabilidade.

O conceito de comunicabilidade foi proposto pela Teoria da Engenharia Semiótica e diz respeito à propriedade do *software* que transmite de forma eficiente e efetiva aos usuários as intenções comunicativas do *designer*, a lógica e os princípios de interação subjacentes [24].

Dentre os métodos fundamentados na Engenharia Semiótica para avaliar a comunicabilidade de um sistema computacional interativo, tem-se o Método de Inspeção Semiótica (MIS). Com uma abordagem teórica, o MIS pode ser aplicado sem adaptações em diferentes contextos, sendo capaz de identificar problemas específicos independente do domínio e da tecnologia [13]. Segundo Correa *et al.* [10], o método permite analisar diversas propriedades do sistema interativo, além da comunicabilidade, como a acessibilidade.

Sendo assim, o presente trabalho tem como objetivo realizar um estudo de caso para avaliar os problemas de acessibilidade e comunicabilidade de alguns módulos da plataforma Moodle, em uma disciplina acadêmica ofertada por uma instituição de ensino brasileira. Dois leitores de tela foram utilizados pelos autores para inspecionar o Moodle, que efetuou um contraste entre a parte visual do sistema com a transcrição que foi sendo sintetizada em forma de voz, através da análise da comunicabilidade utilizando o MIS. Sabendo que o leitor de tela pode apresentar elementos não visíveis na interface, mas que são parte do código, uma investigação foi realizada para verificar como estes seriam classificados, de acordo com conceitos da Teoria da Engenharia Semiótica.

Com isso, pretendeu-se avaliar a correspondência e a qualidade das mensagens que estão sendo representadas através do leitor de tela. Este estudo de caso permitirá avaliar e consolidar as possíveis adaptações e os impactos das informações transmitidas na experiência dos usuários, principalmente dos usuários com deficiência visual.

O restante do artigo está organizado da seguinte forma. Na Seção 2 são apresentados os principais conceitos e trabalhos relacionados à avaliação da acessibilidade e comunicabilidade em sistemas interativos. Na seção 3 é apresentado o método utilizado para realizar as inspeções. Na Seção 4 e 5 são apresentados e discutidos os resultados encontrados, respectivamente. Finalmente, na Seção 6, é apresentada uma conclusão e propostas de trabalhos futuros.

REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo serão explorados diferentes trabalhos ligados à área de Acessibilidade em Ambientes Virtuais de Aprendizagem e de Tecnologia Assistiva, sendo muitos deles voltados para estudos com usuários que possuem deficiência visual. Sendo assim será possível compreender o que já se tem feito sobre o tema e a validar os objetivos a serem atingidos que foram apresentados na seção anterior.

Acessibilidade nos Ambientes Virtuais de Aprendizado

Diversos trabalhos da literatura avaliaram a acessibilidade no AVAMoodle para usuários que possuem algum tipo de deficiência, entre elas a visual. O estudo de Coelho *et al.* [19] apresentou uma experiência dos autores com uma disciplina que foi lecionada à distância através do Moodle. Foi discutido desde o processo de preparação até o uso do sistema pelos alunos, relatando a vivência da disciplina.

Os autores se preocuparam com o processo criação do conteúdo e das atividades da disciplina, de forma que pudessem ser realizadas pelos estudantes, visto que muitas vezes os materiais podem não ser acessíveis, independente, neste caso, da acessibilidade do sistema. Ou seja, o desenvolvimento do material didático realizado obedeceu todas as convenções de programação que atendam às normas de acessibilidade.

O relato também apresentou dificuldades encontradas no Moodle quando acessado por meio de um leitor de tela, como “a descrição textual das imagens, gráficos e tabelas utilizadas no curso; a organização das informações, estabelecendo uma hierarquia e uma sequência lógica para a navegação; e a configuração específica do editor de textos do Moodle”. Diante disso, alguns ajustes foram necessários para adequar a uma boa acessibilidade.

O estudo foi interessante por trazer a discussão sobre a acessibilidade para o âmbito de cursos à distância, de modo a auxiliar os professores a compreender, planejar e viabilizar atendimento a todas as pessoas no processo de construção da informação e do conhecimento.

No trabalho de Silveira *et al.* [12], os autores definiram uma série de atividades na plataforma Moodle a serem realizadas por três leitores de tela diferentes: JAWS, NVDA e Virtual Vision, atribuindo diferentes notas para cada tarefa afim de gerar uma comparação entre eles. No entanto, houveram tarefas onde nenhum dos três *softwares* conseguiram fornecer uma resposta satisfatória. Os autores chegaram a conclusão que não existe um leitor ideal que cumpra com todos os objetivos na plataforma virtual, necessitando de uma análise por parte do usuário sobre qual melhor se adapta, dado as funcionalidades apresentadas e os objetivos a serem alcançados.

Um estudo recentemente levantado pela Universidade Federal do Ceará [1] buscou avaliar a acessibilidade do Ambiente Virtual de Aprendizagem utilizado na instituição, SOLAR, procurando inconformidades com os princípios de acessibilidade normatizados pelo W3C e WCAG 2.0 a partir de avaliações automáticas, além de testes com usuários com baixa ou nenhuma visão. Foram selecionados usuários, analistas e programadores que avaliaram algumas funcionalidades do SOLAR que são

utilizadas em disciplinas da universidade, como o conteúdo das aulas e a navegação no sistema.

Foram encontrados erros críticos nas avaliações automáticas, considerando os padrões Web e as diretrizes do eMAG 3.1. Já nas avaliações manuais, os usuários utilizaram o leitor de tela NVDA e identificaram diversas inconsistências durante os avaliações, como problemas no formulário de *login*, na barra de acessibilidade do sistema, nos menus e na tela principal. O conteúdo das aulas também apresentou problemas para usuários com deficiência visual, pois não estavam organizados de forma simples ou codificados corretamente.

Diante do estudo, os pesquisadores concluíram que ainda falta um esforço maior dos responsáveis em adequar o sistema para que ele seja acessível para usuários com deficiência, como a resistência pelo possível impacto no desempenho e produtividade no processo de desenvolvimento.

Um estudo realizado em 2011 por Carina *et al.* [20] apontou que a sociedade tem se empenhado cada vez mais para incluir as pessoas com deficiência em atividades socioeconômicas igualitárias em termos de direitos e oportunidades. Sendo assim, os autores descreveram um crescimento do número de alunos matriculados em Ensinos a Distância (EAD) no Brasil no ensino superior. Nesse contexto, foi avaliado o acesso de usuários cegos no AVA Moodle da Universidade Aberta do Brasil da Universidade Federal de São Carlos (UAB-UFSCar), buscando compreender, por exemplo, se os recursos existentes no Moodle são suficientes para permitir uma acessibilidade desejável no ambiente e se as necessidades que os usuários com deficiência visual precisam para acessar a ferramenta são levadas em consideração.

Os autores buscaram compreender as estratégias de leitura e de navegação, identificando necessidades específicas que são completamente ou parcialmente atendidas pelo Moodle. Os principais resultados alcançados indicam o desenvolvimento carece de interfaces ergonômicas que atendam as pessoas com deficiência. O estudo também apresenta princípios de acessibilidade e usabilidade que podem ser usados na construção da interface e afirma que as escolas e universidades, apesar do direito legal dos deficientes, ainda não estão preparadas para receber alunos com deficiência em suas salas, sejam elas virtuais ou presenciais.

Estratégias de Navegação Utilizadas por Usuários de Leitores de Tela

Pesquisas na área de acessibilidade com usuários que utilizam leitores de tela têm crescido bastante nos últimos anos. No entanto, alguns estudos estão concentrando os seus esforços para identificar as estratégias de interação que as pessoas com deficiência utilizam para navegar na Web. De acordo com Power *et al* [23], conhecer as estratégias de interação de diferentes grupos de usuários permite definir princípios de *design* e padrões de projeto que promovam a acessibilidade.

No estudo de Power *et al.* [23], os pesquisadores analisaram a interação de 19 usuários com deficiência visual, incluindo pessoas cegas, com visão parcial e disléxicas, com uma variedade de aplicações Web. Eles classificaram as ações dos

usuários e identificaram 7 estratégias de navegação: *navigation, discovery, exploration, anchoring, help seeking, reset e task acceleration*. De acordo com os autores, é muito improvável que exista uma solução que possa ser estabelecida para resolver qualquer problema que é encontrado por todos os grupos de usuários.

A análise do comportamento de 15 pesquisadores com deficiência visual e 15 com visão enquanto eles realizavam pesquisas complexas na internet levou ao trabalho de Nuzhah *et al.* [25]. Os autores identificaram as dificuldades encontradas pelos usuários com deficiência visual para realizar as pesquisas, tanto de forma individual quanto colaborativamente. Eles apresentaram 3 mecanismos importantes que podem melhorar o *design* dos componentes da interface de pesquisa que são atualmente difíceis ou impossíveis para deficientes visuais: inclusão de alertas sonoros, atalhos de teclados e visões gerais da página de busca.

Segundo Borodin *et al.* [5], a escolha e a eficiência de cada estratégia de navegação depende em grande parte do *design* dos sites e da proficiência dos usuários. Diante disso, eles levantaram as principais estratégias utilizadas em cenários reais por usuários de leitores de tela, seja para acessar o e-mail ou para navegar em uma loja virtual. Uma das implicações das estratégias existentes é que, se uma estratégia de navegação clara e eficaz permite que os usuários contornem um aparente problema de acessibilidade, esse problema pode não ser tão importante quanto àqueles que não possuem estratégias. Embora os autores tenham listado um grande número de estratégias de navegação, eles não avaliaram sua eficácia. Essa avaliação seria fundamental identificar a utilidade de cada estratégia e ajudar os desenvolvedores a criarem uma experiência mais útil para os usuários de leitores de tela.

Métodos de Avaliação de Sistemas

Vários estudos estão abordando diferentes métodos para a avaliação da acessibilidade de sistemas computacionais, voltados principalmente para o conteúdo na Web. Eduardo *et al.* [26] propuseram um método alternativo baseado em heurísticas para avaliar a acessibilidade em sistemas de informação. Eles realizaram experimentos com usuários para que as heurísticas pudessem ser validadas e revisadas. Os resultados obtidos através de dois experimentos mostraram que as heurísticas de acessibilidade propostas são fáceis de aprender, rápidas de aplicar e de baixo custo, o que possibilita sua aplicação a qualquer momento do processo de desenvolvimento de um *software*.

Em outro estudo, Yesilada *et al.* [28] utilizaram o método *Barrier Walkthrough* para avaliar a acessibilidade de páginas Web. O método se baseia em determinadas heurísticas e pode ser utilizado em um contexto que compreende categorias de usuários (cegos, por exemplo), cenários de uso (como o uso de um leitor de tela) e objetivos do usuário (correspondendo aos casos de uso). Os autores concluíram que as avaliações realizadas pelos avaliadores especialistas foram mais produtivas e confiantes do que as do não especialistas, indicando que a experiência em acessibilidade é um fator importante para a qualidade dos resultados, sendo necessário o treinamento adequado dos avaliadores.

A carência de critérios e métricas bem definidas para avaliar os métodos de avaliação de acessibilidade de sistemas levou ao estudo de Giorgio [7], que comparou a qualidade de dois métodos de avaliação: o *Barrier Walkthrough* e o *Standards Review*. O autor realizou um estudo em laboratório com auditores novatos em acessibilidade e comparou os resultados em um *framework* com critérios mensuráveis. Um dos resultados do trabalho foi apontar as diferenças significativas em termos de correção de determinadas métricas e diferenças nos níveis de confiabilidade.

Em outro estudo, Giorgio [6] identificou benefícios ao utilizar o método *Barrier Walkthrough* no aprendizado dos avaliadores, que se tornavam mais conhecedores dos recursos de Tecnologia Assistiva do que quando fazem uma inspeção utilizando testes de conformidade. No entanto, mesmo os experimentos de pequena escala ou que não apresentam resultados conclusivos fornecem insumos para o desenvolvimento de novos métodos que contribuem para melhores práticas de avaliação de acessibilidade.

Diversos métodos foram utilizados para avaliar a acessibilidade de sistemas interativos, porém nenhum deles investigou aspectos de comunicabilidade. Dentro do contexto da Teoria da Engenharia Semiótica, que compreende a interface como uma metacomunicação do projetista com os usuários, avaliar o sucesso desta comunicação requer avaliar a comunicabilidade do sistema. Sendo assim, para aplicar essa teoria no contexto da acessibilidade para usuários cegos, é importante que se possa avaliar a qualidade desta comunicação através da inspeção semiótica.

Método de Inspeção Semiótica

A Teoria da Engenharia Semiótica é uma teoria de Interação Humano-Computador (IHC) que entende a interação humano-computador como uma comunicação que se dá entre o projetista da interface e seu(s) usuário(s). Essa comunicação é conhecida como metacomunicação (isto é, uma comunicação sobre a comunicação direta usuário-sistema), onde o *designer* apresenta suas intenções ao usuário, através da interface do sistema, de como o usuário pode e deve utilizá-lo [14]. Essa comunicação é alcançada somente quando os usuários entendem a intenção dos *designers* através da interpretação da metamensagem, ou seja, da mensagem sendo enviada do *designer* para o usuário através do sistema.

Na Engenharia Semiótica, a metamensagem é composta por signos, que podem ser definidos como qualquer coisa que represente algo para alguém [22]. Os signos utilizados pelo designer na sua comunicação são classificados em 3 níveis: metalinguísticos, estáticos ou dinâmicos. Os signos metalinguísticos se referem a outros signos existentes na mesma interface e são utilizados pelos designers para explicar funcionalidades implementadas no sistema e como elas podem ser utilizadas. Os signos estáticos expressam o estado do sistema e não mudam quando ocorre alguma interação. Já os signos dinâmicos representam o comportamento do sistema, isto é, eles só podem ser percebidos através da interação com o sistema.

Para que o MIS possa ser aplicado, a classificação anterior orienta o trabalho do avaliador durante a inspeção semiótica.

Para cada tipo de signo, o avaliador inspeciona a interação com o sistema, interpretando os signos daquele tipo com o objetivo de reconstruir a metamensagem transmitida pelo *designer*. O avaliador realiza o mesmo procedimento para cada tipo de signo e, em seguida, contrasta e compara as metamensagens reconstruídas para definir a comunicabilidade do sistema.

Durante a etapa de consolidação dos dados, o avaliador deve contrastar e comparar as metamensagens reconstruídas durante a análise dos signos metalinguísticos, estáticos e dinâmicos. Desse modo, ele revisa as três metamensagens reconstruídas, procurando intencionalmente por significados contraditórios, inconsistentes ou ambíguos para os signos que as compõem. O avaliador deve explorar intencionalmente a necessidade de atribuir significados contraditórios ou ambíguos plausíveis para os sinais que constituem as três mensagens [4].

Neste ponto, o avaliador é capaz de expor suas descobertas sobre a qualidade da comunicação, ou seja, a comunicabilidade do sistema [15]. Por fim, o avaliador deve realizar um julgamento dos problemas de comunicabilidade identificados. Esses problemas podem atrapalhar os usuários de terem acesso à metamensagem do designer e de interagirem com o sistema de forma produtiva.

Vários estudos aplicaram o MIS em diferentes cenários para tentar prever as possíveis consequências de certas decisões de *design* nas interfaces de sistemas. No estudo desenvolvido por Barbosa *et al.* [3], o MIS foi utilizado para identificar o impacto na interação social de usuários surdos com uma rede social, no qual o sistema não fazia uso de signos sonoros. Seu foco era identificar os desafios da interface e da interação com usuários surdos, ao levar em conta as limitações que eles têm para interagir com interfaces em português. De acordo com os autores, esses usuários não conseguiram utilizar alguns recursos porque eles não foram claramente expressados na interface. No entanto, tais limitações podem se tornar um problema de acessibilidade, dificultando a socialização através desse ambiente.

O trabalho realizado por Correa *et al.* [10] discutiu aspectos de acessibilidade a partir do uso do MIS em avaliações na comunicabilidade de recursos sonoros em sistemas. Os autores realizam um estudo de caso que levou em conta as limitações de usuários surdos e avaliaram o impacto dos recursos de áudio e os recursos visuais na percepção desses usuários em um jogo digital. Eles investigaram a classificação dos recursos de áudio do sistema (signos sonoros) em signos metalinguísticos, estáticos ou dinâmicos, que puderam ser analisados através do uso do MIS. Concluiu-se que o MIS apresentou resultados satisfatórios durante a identificação de problemas de acessibilidade e de comunicabilidade, quando o áudio foi utilizado para comunicar informações no jogo.

Embora o MIS tenha sido aplicado para diferentes domínios e contextos, como no contexto educacional, em sistemas colaborativos e na interação humano-robô, os estudos que envolveram a acessibilidade focaram no impacto do uso de signos sonoros para usuários surdos. No que se refere à acessibilidade para usuários cegos, ainda é necessário uma investigação sobre o MIS nesse contexto, no qual se deve levar em conta a

mediação de um leitor de telas. Desta forma, a investigação apresentada no presente artigo apresenta uma contribuição importante para aprimorar o entendimento sobre os resultados alcançados com o uso do MIS na avaliação de uma aplicação educacional com foco em usuários com deficiência visual que utilizam leitores de tela.

Conforme apresentado, o MIS pode ser um método relevante para o contexto de acessibilidade. Explorar essa possibilidade é uma investigação de interesse, uma vez que, embora haja várias propostas de métodos para avaliar acessibilidade, ainda não existem métodos bem consolidados.

METODOLOGIA

Para contrastar as questões abordadas na seção anterior, será apresentado um estudo de caso em que o MIS foi aplicado para avaliar uma amostra de funcionalidades do Moodle e os principais impactos dos problemas de acessibilidade para os usuários que utilizam leitores de tela.

Pretende-se identificar as rupturas de comunicabilidade que possam surgir devido a problemas de acessibilidade, como inequações às diretrizes ou problemas de interface que não foram projetadas de maneira adequada pelo *designer*.

Seleção dos Recursos do Moodle

O Moodle é uma plataforma de aprendizado que pode ser altamente configurada pelo professor de acordo com as necessidades e perfis da turma. Existem diversas funcionalidades que auxiliam na interação entre alunos, publicação de materiais e atividades, métodos de avaliação e acompanhamento dos estudantes. Sendo assim, foram selecionados três recursos do sistema para serem utilizadas no estudo de caso, sendo eles:

- Conteúdo da Disciplina: Principal tela do ambiente virtual de aprendizagem, pois sempre deverá ser acessada pelo aluno para visualizar o conteúdo da turma.
- Envio de Tarefas: Recurso que permite o envio de atividades em diferentes formatos para serem avaliadas pelo professor. O uso desse recurso pode ser exemplificado pelo envio de um documento no formato PDF, que pode ser editado ou excluído após o envio, caso esteja dentro do prazo.
- Wiki: Uma turma inteira pode editar um documento de maneira coletiva, criando uma enciclopédia feita por todos os colaboradores. Por outro lado, cada aluno pode ter sua própria wiki e utilizá-la com a colaboração de seus colegas. Além disso o professor também pode participar da wiki, guiando seus alunos, fornecendo ideais e inserindo conteúdos.

É importante ressaltar que o primeiro recurso listado é de extrema importância, uma vez que o aluno depende de sua compreensão para a navegação e compreensão correta do ambiente virtual. Já os outros dois recursos listados são muito utilizadas pelos professores ao montarem o conteúdo de suas disciplinas.

Todos os recursos foram selecionadas a partir de uma disciplina real, disponível em um curso de uma universidade federal brasileira. Observou-se os recursos mais utilizados e a

turma avaliada foi aquela que possuía dados mais completos para cada um dos três itens, de modo a obter uma análise mais abrangente do conteúdo.

Aplicação do Método de Inspeção Semiótica

Para entender melhor os problemas enfrentados pelos alunos do Moodle, o MIS foi aplicado para avaliar a comunicabilidade das páginas selecionadas. Seu propósito foi verificar a transmissão da metamensagem ao usuário sobre os princípios de interação.

O MIS foi conduzido por dois dos autores desse trabalho, sendo um deles com maior experiência na aplicação do método. Eles inspecionaram os três recursos do Moodle de forma individual. No estágio final de análise, os avaliadores se reuniram para discutir seus resultados e gerar uma análise consolidada. Convém mencionar que a análise se limitou a visão do aluno - principais usuários da plataforma.

Seleção dos Leitores de Tela

Em seguida, para contrastar os resultados do MIS com as transcrições dos elementos de interface, foram avaliados diferentes leitores de tela disponíveis no mercado compatíveis com idioma português brasileiro, sendo selecionados dois para a análise: JAWS 18.0 e NVDA 2018.1.1.

O JAWS é o leitor de tela mais popular do mundo, segundo um estudo realizado pela WebAIM em 2017 [27]. Já o NVDA apresenta uma estrutura modular, possui código aberto e está em constante desenvolvimento. Ele suporta mais de 20 idiomas e pode ser executado em qualquer computador a partir de uma unidade USB. Ambos são exclusivos para o sistema operacional Microsoft Windows.

Os leitores de tela foram utilizados para identificar quais são as técnicas adotadas por cada uma delas para sintetizar o conteúdo em voz, verificando se são capazes de traduzir os signos estáticos, dinâmicos e metalinguísticos identificados pelo MIS, de acordo com o projeto do *designer* do sistema.

Inspeção das Recursos do Moodle Pelos Leitores de Tela

Uma vez que as os leitores de tela foram escolhidos, foi realizada uma inspeção dos recursos selecionadas do Moodle, seguindo algumas estratégias de navegação. Conforme mencionado anteriormente, existem várias estratégias que os usuários de leitores de tela podem utilizar para navegar em um sistema interativo. Muitas vezes, essas estratégias dependem de comandos específicos dos leitores de tela para navegar pelo conteúdo do sistema.

Segundo a pesquisa mais recente do WebAIM [27], as principais técnicas de navegação utilizadas pelos usuários de leitores de tela são: navegar pelos títulos, utilizar os recursos de pesquisa, navegar pelos links, navegar pelas regiões e ler a página completa. Segundo a pesquisa, os usuários proficientes no uso dos leitores de tela são muito mais propensos a navegar pelos títulos (73% navegam pelos títulos) do que os usuários inciantes (42% navegam pelos títulos), que são mais propensos a ler toda a página.

Neste trabalho, foram selecionadas quatro principais estratégias de navegação que pudessem ser utilizadas a partir de

simples comandos dos leitores de tela selecionados. Com essas estratégias, os usuário consegue se guiar pela estrutura da página enquanto vai acompanhando a fala humana emitida pelo *software* ao ler seu conteúdo. Segue abaixo as estratégias de navegação selecionadas:

- Navegação por Títulos: Essa técnica consiste em navegar pelos seis níveis de títulos de uma página HTML, que representam a hierarquia do conteúdo textual. Para acessar um título pelo JAWS ou pelo NVDA, o usuário do leitor de tela pode pressionar a tecla “H” para alternar entre os títulos. O usuário dos leitores também podem utilizar as teclas numéricas de 1 a 6 para acessar os títulos específicos de cada nível.
- Navegação por Seções: O uso de marcadores semânticos corretos na estrutura do HTML permite definir as seções de uma página, como cabeçalho, navegação, conteúdo principal e rodapé. Para navegar pelas seções da página, as teclas “R” e “D” podem ser utilizadas no JAWS e no NVDA, respectivamente.
- Navegação por Tab: Ao utilizar a tecla “tab”, o leitor de tela realiza o foco e lê em voz alta os links e componentes interativos da página, como botões e formulários. Navegar de link em link é uma maneira de observar o texto rapidamente, especialmente se os usuários estiverem tentando encontrar uma seção específica do website.
- Leitura Completa: Para navegar por todo o conteúdo de uma página, como títulos, links, tabelas, listas e formulários, os usuários de leitores de tela podem utilizar as teclas “seta para cima” e “seta para baixo” para que o leitor verbalize todas linhas do conteúdo. Para ler a página inteira de uma única vez, o JAWS e o NVDA fornecem os comandos “insert” + “seta para baixo” e “numpad” + “+”, respectivamente.

Sendo assim, é importante que, tanto o *design* quanto o código estejam prontos para receber o usuário com deficiência visual que navega utilizando leitores de tela. Um simples cabeçalho implementado de forma incorreta pode fazer com que o usuário com deficiência visual se perca na navegação da página e tenha dificuldades em entender como a informação está organizada hierarquicamente.

Dois dos autores deste estudo inspecionaram as três ferramentas do Moodle a partir das quatro estratégias de navegação. Cada autor simulou as ações de um usuário cego ao utilizar um dos dois leitores de tela para navegar e interagir com os recursos do Moodle. Em seguida, eles transcreveram todas as informações dos componentes de interface que foram sintetizadas em forma de voz.

Com os resultados das transcrições foi realizada uma comparação da interação dos usuários com a plataforma através do MIS . Consequentemente, foi possível aferir quais problemas foram causados por baixa acessibilidade e que afetam principalmente os usuários cegos, como também erros de construção de interface que devem ser revistos pelo *designer* do sistema, beneficiando todos os alunos, principalmente àqueles com deficiência visual.

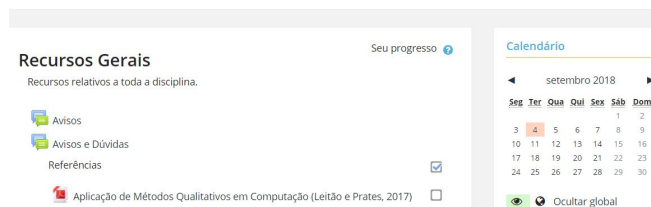


Figura 1. Página inicial do recurso conteúdo da disciplina

RESULTADOS

Nesta seção serão apresentados os principais problemas e peculiaridades obtidos pela análise do MIS em contraste com a transcrição dos leitores de tela. Também será discutido as implicações do uso de cada leitor, como também suas estratégias de navegação, além dos problemas que foram identificados.

Os resultados foram agrupados pelos dos três recursos do Moodle, permitindo que a análise da aplicação do MIS evidencie um resumo do contraste final que foi gerado, assim como a transcrição obtida pelos leitores de tela utilizados.

Recurso Conteúdo da Disciplina

Análise da Aplicação do MIS

O conteúdo de uma disciplina do Moodle (Figura1) não possui nenhuma página específica de ajuda que auxilie em seu uso, mas em contrapartida não faltam signos metalinguísticos, como *tooltips* e indicações de cores, para explicar ao usuário o que cada item do sistema representa e como ele pode funcionar. Também existe a indicação do caminho da disciplina, onde é possível se situar, e a estrutura da página, que pode ser bem dividida por seções, temas e/ou semanas.

Os signos estáticos, em sua maioria, possuem ícones simples que representam uma ação ou função, como o desenho de um ponto de interrogação para dúvidas, e símbolo de “menu hambúrguer”, para indicar o menu de navegação, além de representação gráfica de diferentes formatos de arquivos, pastas e funcionalidades, como a Wiki. Assim, o usuário consegue compreender sem potenciais problemas a tela inicial do ambiente virtual e as ações que deverá tomar, sem muito esforço de aprendizagem.

A expectativa é que o aprendizado sobre uso do sistema seja fácil e que o usuário aprenda observando os componentes, as explicações e as ações do mesmo, uma vez que o projetista consegue transmitir de maneira clara seu objetivo ao usuário.

Análise das Transcrições dos Leitores de Tela

Os leitores analisados conseguiram, de forma geral, informar o conteúdo da página de forma satisfatória. Contudo, alguns problemas e características de acessibilidade devem ser analisados.

Um signo metalinguístico (Figura2) representado por um botão com o símbolo de um ponto de interrogação e um *tooltip* foi alcançado pelo JAWS através da estratégia de navegação pela tecla tab. Entretanto, o leitor de tela não informou a

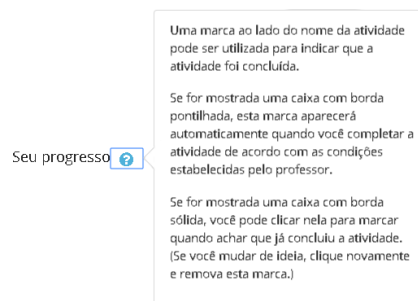


Figura 2. Foco do leitor de tela em um botão com a visualização do componente tooltip.

descrição textual do botão, dizendo apenas “Não rotulado 1. Botão”. Apesar do leitor de tela ler todo o conteúdo do *tooltip* sem dificuldades, as duas estratégias de navegação utilizadas não informaram o contexto em que essas mensagens foram apresentadas, isto é, não existe uma descrição do botão e o texto “Seu progresso” não é falado. Para um usuário com deficiência visual, a ausência do contexto em que essas informações são apresentadas dificulta seu entendimento sobre a estrutura da página.

Já com o NVDA o problema não ocorreu, uma vez que através de diferentes técnicas de navegação foram utilizadas em conjunto na página. O leitor transcreveu que existiria um botão de ajuda, informando o rótulo ali presente, incluindo o *checkbox* (caixa de seleção) de conclusão de cada atividade (Figura ??). Sendo assim, é visto que o usuário não teria problemas para compreender o contexto de tal recurso.

No entanto, observa-se que a mensagem presente no conteúdo do *tooltip* não foi pensada para ser compreendida por um usuário cego, uma vez que o *designer* utiliza termos como: “Se for mostrada uma caixa com borda sólida...”. Os leitores conseguem contornar o problema ao acaso informando se a caixa está selecionada ou não, que é o propósito, mas é um ponto que pode deixar o usuário confuso e que pode ser melhorado, tornando a mensagem mais genérica.

Quando a estratégia de navegação por títulos foi utilizada, ambos leitores de tela conseguiram informar todos os títulos e seus respectivos níveis da página inicial. Entretanto, uma marcação específica de título nível 2 “Programação”, representada pela marcação `<h2>` do HTML, foi informada pelos leitores, a qual não estava visualmente presente na tela. Como esse signo não foi identificado explicitamente pelo MIS, isso pode demonstrar uma preocupação do *designer* para demonstrar aos usuários de leitores de tela a hierarquia das seções da página, indicando a programação do curso.

Durante a navegação por seções, os leitores informaram as principais regiões da página, como navegação, região principal, calendário e as regiões relacionadas ao curso que são definidas pelo professor. Vale ressaltar que o atributo *role*= “complementary”, utilizado em alguns locais da página, possibilitou a leitura da região como “Informação complementar” pelo leitor de tela. Para os usuários que não utilizam leitores de tela, essa comunicação não é realizada, entretanto,

Atividade 1 - Leitura Individual do Artigo QQ (19/03)

Cada aluno deve seguir as instruções sobre a leitura e o formato da **ficha do artigo** a ser feita individualmente, de acordo com enunciado e ficha disponibilizados nos arquivos **abaixo** (.docx e .pdf).

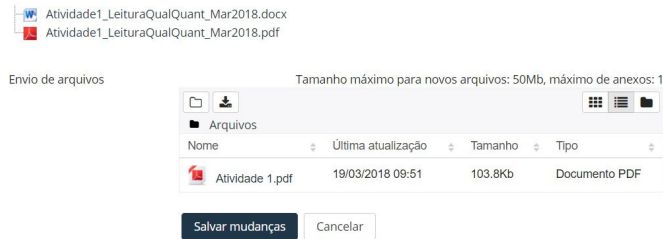


Figura 3. Página inicial do recurso envio de tarefa

conforme apresentado pelo MIS, a ausência de tal informação não prejudica o entendimento do aluno e uso das funcionalidades da página.

Destaca-se aqui a funcionalidade do NVDA de fornecer ao usuário a possibilidade de não transcrever elementos como calendários e demais *widgtes* (aplicativos) do canto lateral direito do Moodle, o que pode facilitar a interação tornando-a mais rápida e eficiente.

Contraste do MIS com as Transcrições dos Leitores de Tela
O MIS não identificou problemas de comunicabilidade na tela inicial da disciplina analisada, uma vez que os signos estão bem representados e o usuário consegue manipular o sistema através de exploração com a ajuda dos signos metalinguísticos e estáticos.

Um ponto interessante identificado foi que os leitores de tela foram capazes de capturar nome de elementos como wiki, fóruns e outros. Um usuário sem deficiência visual identifica os elementos através do desenho do ícone, mas pode ser que exista alguma dúvida como a representação da wiki que é pouco conhecida, neste caso pode ser necessário clicar para identificar o que é aquele elemento, passo que é eliminado com o uso do leitor.

Outro ponto interessante foi a maneira como o leitor de tela apresentou um signo dinâmico que foi identificado pelo MIS. Um recurso presente na página inicial permite que o aluno indique se uma atividade foi concluída ou não ao marcar uma caixa de seleção. Quando essa caixa é marcada, é apresentado um *feedback* visual indicando um carregamento e, em seguida, outro *feedback* indicando que a atividade foi concluída. Para o leitor de tela, essas modificações na interface decorrentes da ação do aluno são apresentadas como o estado inicial e estado final do componente. Nesse sentido, o leitor de tela informou que a atividade não estava concluída e quando o *checkbox* foi marcado, apenas o estado final (“atividade concluída”) foi verbalizado.

Recurso Envio de Tarefas

Análise da Aplicação do MIS

O segundo recurso analisado foi a tela de envio de tarefas (Figura3), que consiste na submissão de um arquivo no formato PDF. Foram avaliadas as funcionalidades de envio, edição e exclusão do arquivo, além da compreensão do conjunto de

elementos da tela, analisando se a metamensagem é clara e de fácil entendimento pelo usuário.

Concluiu-se que a metamensagem gerada pelos projetistas está bem organizada e intuitiva, conseguindo transmitir ao usuário como deverá ser feito o procedimento de submissão de arquivos. No entanto, um signo estático apresenta um problema. Tal signo representa uma frase que indica uma ação, porém não fica claro para o usuário o que ele deve fazer, pois essa frase trata-se de apenas um texto estático, sem interação. Também ocorre a ausência de alguns signos metalinguísticos em algumas ocasiões.

No entanto, espera-se que o uso do sistema seja frequente pelo aluno ao longo dos semestres de forma que ele realize uma exploração e aprenda como é feita a utilização da ferramenta. Sendo assim, através da exploração, o usuário consegue compreender todos os signos juntos para utilizar o sistema, interagindo com botões e alguns *tooltips*. Caso exista alguma dúvida, mensagens textuais que explicam como a ação deve ser realizada e fluxos de tela que refletem o que é esperado serão apresentados.

Os signos, de maneira geral, são bem distribuídos ao longo da interface, possuindo uma boa mescla de artefatos metalinguísticos, dinâmicos e estáticos. Isso pode ser visto na tabela de informações, botões de fluxo, *tooltips*, entre outros. Sendo assim é visto que o projetista se preocupou com a percepção do usuário sobre o uso desse recurso. Observou-se ainda que os erros são tratados, ou seja, ações “incorretas” realizadas pelo usuário são informadas com mensagens e caixas de diálogos de erro que explicam o porquê da ação não ser válida.

O principal estilo de interação utilizado é a manipulação direta. É esperado que o aprendizado sobre uso do sistema seja fácil e que o usuário aprenda através de tentativa e erro. Mas, a técnica deve ocorrer poucas vezes.

Análise das Transcrições dos leitores

No geral, a acessibilidade do recurso envio de tarefas do Moodle não é ótima. Isso porque a transcrição dos componentes de interface ocorre bem em alguns momentos, mas falha em outros que são cruciais para garantir uma boa acessibilidade e entendimento por parte do usuário, podendo impossibilitar a interação.

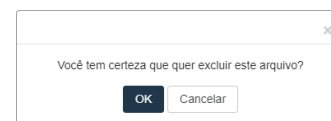


Figura 4. Componente “modal” com uma mensagem de confirmação ao excluir um arquivo do recurso envio de tarefas.

Um exemplo de componente não capturado pelos leitores pode ser identificado nas telas de confirmação de envio de arquivo, chamados de “modal”, conforme a Figura4. Quando o componente é aberto, os leitores não capturam de imediato nenhuma informação, sendo necessário o usuário pressionar a tecla seta para baixo, seguindo a estratégia de navegação de leitura completa, para que alguma transcrição do componente possa ser realizada.

Tanto o JAWS quanto o NVDA não conseguiram capturar a informação do texto, transcrevendo somente a existência dos botões na Figura4: “OK botão, Cancelar botão, Fechar botão”. Isto ocorre na transcrição de todas as caixas de confirmação, deixando o usuário sem saber qual ação tomar para editar ou excluir um arquivo, por exemplo.

Já na Figura4, as informações sobre o arquivo, identificados como signos metalinguísticos, não são capturados por serem da forma textual. Somente a tabela com nome, *inputs* (entradas) de texto e botões são identificados e transcritos.

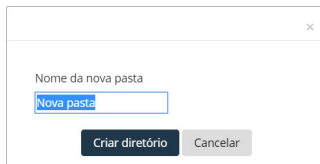


Figura 5. Componente “modal” que permite a criação de uma nova página no recurso envio de tarefas.

Caso o aluno deseje agrupar os arquivos do seu envio, ele pode criar pastas para organizar o conteúdo, conforme a Figura5. Para interagir com este componente, o usuário não conseguiria utilizar a estratégia de negação por títulos, visto que o componente *modal* não apresenta um. Além disso, ao alterar o foco do leitor de tela para o ícone “x” através da tecla tab ou da seta para cima, o leitor falha em informar a função do ícone, verbalizando apenas “Veze. Botão”.

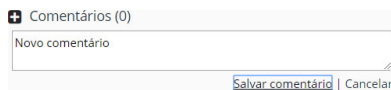


Figura 6. Possibilidade de escrever um comentário no recurso envio de tarefa.

Nesse contexto, um problema estrutural foi identificado ao adicionar um comentário ao envio do arquivo (Figura6). Os links “Salvar comentário” e “Cancelar” foram codificados como uma tabela com uma linha e duas colunas. Sendo assim, quando as estratégias de navegação por tab ou leitura completa foram utilizadas, o leitor de tela informou toda a estrutura da tabela, mesmo não havendo uma representação visual da mesma. De acordo com a Engenharia Semiótica, a representação da tabela pelo leitor de tela poderia ser classificada como um signo metalinguístico, porém, ele não foi identificado pelo MIS, gerando uma inconsistência.

No geral, as outras etapas do envio de tarefa possuíram uma transcrição adequada, mas que exige paciência do usuário. Isto pode ser explicado devido à perda de vários signos metalinguísticos que auxiliam na interação e deixam muitas funcionalidades mais evidentes. Sendo assim, pode ser necessário que o usuário explore o sistema, perca um tempo considerável aprendendo como utilizá-lo, o que não é o ideal, além de ser necessário pedir ajuda a uma pessoa que não possua deficiência para simplesmente editar/excluir um arquivo já submetido.

Contraste do MIS com as Transcrições dos Leitores de Tela
Comparando os resultados do MIS com as transcrições dos leitores de tela, observa-se que a comunicabilidade do envio

de tarefas não apresenta muitos problemas. No entanto, várias falhas surgem quando um leitor de tela é executado, comprometendo a comunicabilidade. Logo, o foco é melhorar a acessibilidade, resolvendo, principalmente, a identificação de textos em caixas de diálogo que contém mensagens de confirmação.

Funcionalidade Wiki

Atividades da Disciplina

Esta wiki tem por objetivo o acesso e distribuição das atividades de leitura da disciplina, assim como o registro das discussões dos grupos relativos a cada artigo/atividade.



Lista de Atividades

As atividades de leitura da disciplina estão relacionadas com aspectos de metodologia qualitativa ou de aplicação de técnicas específicas em pesquisa. Nesta página temos abaixo a lista das atividades, contendo um link para a página relativa à atividade.

- Atividade 1: Métodos Qualitativos x Quantitativos
- Atividade 2: Discussão Leitura Quali x Quanti

Figura 7. Página inicial da funcionalidade wiki

Análise da Aplicação do MIS

O módulo da wiki permite que os alunos participantes adicionem e editem uma coleção de páginas Web de maneira colaborativa. Um histórico de versões anteriores de cada página do wiki é mantido, listando as edições feitas por cada participante.

Para interagir com as páginas na wiki, a interface do sistema utiliza signos metalinguísticos, estáticos e dinâmicos que, de forma geral, não possuem inconsistências. O projetista utiliza alguns signos metalinguísticos para informar ao usuário como utilizar funções específicas do sistema, seja para acessar o mapa de páginas ou o histórico de atividades.

Para adicionar uma nova página, o *designer* do sistema fornece um guia de ajuda inicial. Entretanto, o processo vai se tornando cada vez menos intuitivo a medida que a página vai sendo criada e configurada, pois não há informações na interface de como o usuário deve proceder. Quando a criação da página é finalizada, não existe a possibilidade do aluno apagar ou alterar seu nome. Durante esse processo, o sistema carece de signos específicos para guiar o aluno durante o processo de interação. Esse problema de comunicação do *designer* para com o usuário pode acarretar em um esforço maior para que os alunos aprendam e consigam utilizar o módulo.

Outro problema de comunicabilidade encontrado se refere à possibilidade de adicionar marcadores à uma página. Quando uma determinada página não possui marcadores, é apresentada a mensagem: “Sem seleção”, que não possui um significado muito claro. Para o usuário, a metamensagem dessa função só é compreendida quando um marcador é adicionado à página, pois um signo dinâmico é apresentado, solucionando o problema de comunicabilidade do signo estático que havia sido informado previamente.

De modo geral, o aluno consegue utilizar a principal função do módulo wiki sem grandes dificuldades: a edição de páginas. Espera-se que os alunos já possuam algum conhecimento sobre

[Nova Página](#)

Figura 8. Link que permite a criação de uma nova página no recurso wiki.


Este formulário contém campos obrigatórios marcados com .

Figura 9. Mensagem de aviso de campos obrigatórios do recurso wiki.

a ferramenta de edição de texto, possibilitando que mantenham o texto de forma colaborativa.

Análise das Transcrições dos Leitores de Tela

Conforme mencionado na análise da aplicação do MIS, a criação de uma nova página possui problemas de comunicabilidade que podem dificultar a interação pelo aluno. Para usuários cegos de leitores de tela, o problema é ainda maior. O leitor identificou problemas de acessibilidade que poderiam causar problemas de comunicabilidade.

Um *link* específico na cor vermelha, mostrado na Figura 8, indica que o usuário deve acessá-lo para criar uma nova página. Entretanto, o *link* não apresentava nenhuma explicação mais detalhada do seu funcionamento para as pessoas com deficiência visual. Como o *link* não é autodescritivo, a inclusão do atributo *title*, por exemplo, resolveria o problema.

Outro problema na criação de páginas foi identificado na etapa de configuração da página. Nessa etapa, o usuário deve preencher um formulário com o título da página e o seu formato. Para indicar que essas informações são obrigatórias, o *designer* utilizou uma representação visual (Figura 9) que, infelizmente, não foi falada de forma correta pelo leitor de tela. Neste caso, ao utilizar as quatro estratégias de navegação selecionadas, não foi possível identificar a descrição do ícone com o símbolo do sinal de exclamação.

Distinguir claramente os itens de preenchimento obrigatório permite que, em termos de acessibilidade, os conteúdos sejam lidos de uma forma coerente pelos leitores de tela, ou seja, o usuário com deficiência visual ouve o nome do campo, depois a informação de que o campo é de preenchimento obrigatório e finalmente tem acesso ao campo para o poder preencher. No caso da interface da wiki, a informação de que os campos são obrigatórios é apresentada apenas no final do formulário, além de não ser corretamente transcrita pelo leitor.

No caso específico do leitor NVDA os problemas foram mais agravantes. Ao transcrever a área de texto, conforme visto na Figura 10, o leitor indica ao usuário utilizar as teclas “alt” + “0” para ajudá-lo a manipular o elemento, dado que a transcrição não é feita de maneira automática. O problema ocorrido fica por conta do componente *modal* do próprio Moodle que é exibido e não é identificado pelo leitor, que continua transcrevendo a página da wiki, como se a caixa de diálogo nunca tivesse sido exibida.

Além disso, a área de explicação exibida está em inglês e a disciplina, além do Moodle, são fornecidos em português, necessitando do conhecimento de outro idioma. Logo, um usuário com deficiência visual com pouco domínio da ferramenta não conseguirá utilizar o elemento e, muito consequen-

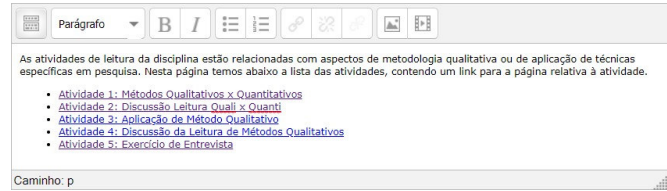


Figura 10. Caixa de edição de texto do recurso wiki

temente a wiki dado que a área de texto é uma das principais funcionalidades do componente para a edição de conteúdo.

Contraste do MIS com as Transcrições dos Leitores de Tela
Conforme já avaliado pelo MIS, existem diversas rupturas de comunicabilidade na página da wiki que podem dificultar a interação dos alunos com todos os recursos oferecidos pela ferramenta. Caso o objetivo seja a edição e criação de conteúdo, a tarefa pode ser mais simples. Em contrapartida, sempre que o material e a configuração for aumentando, mais difícil será a compreensão da metagemagem gerada, principalmente pela falta de signos metalinguísticos que guiam o aluno.

Estes e outros problemas se repetem quando os leitores de tela estão presentes, como links e avisos com cores específicas que não são capturados pelo *software*, perdendo o sentido de existência e aumentando a dificuldade de utilização da wiki. Outro problema identificado foi na construção da estrutura da página, que impossibilitou que algumas as estratégias de navegação definidas de encontrarem um elemento específico, como a navegação por regiões e títulos.

Por fim, conforme discutido na seção da tela inicial, mais uma vez observa-se que o *designer* não preocupou-se tanto nas telas de ajuda. Quando o usuário busca orientação para manipular o campo de edição de texto, uma nova janela é aberta que não é capturada pelo sistema.

De forma geral, o MIS apresenta falhas de comunicabilidade na wiki que se intensificam quando o leitor de tela é utilizado, juntando com o problema de má estruturação da página para atender *softwares* de tecnologias assistivas.

DISCUSSÃO

Os resultados das análises das transcrições dos leitores de tela apresentaram diferenças significativas na forma como o conteúdo é identificado e categorizado pelo MIS. Os signos metalinguísticos presentes em *tooltips*, mensagens de alerta e instruções, foram corretamente informados pelos leitores de tela. Além disso, os leitores ainda forneceram mais informações sobre os componentes de interface, como seu estado, função e valor [9], representados pelo nível de determinado título ou o estado de uma caixa de seleção, por exemplo. Essas informações também podem ser classificadas como signos metalinguísticos, pois se referem a outros signos do sistema. Dessa forma, os autores deste estudo agruparam os signos metalinguísticos produzidos pelos leitores de tela em duas categorias: intencionais do *designer* e tradução do leitor.

Os signos metalinguísticos oriundos da tradução do leitor de tela representam a estrutura semântica da página, comunicando aos usuários os significados codificados no sistema e como

podem utilizá-los. Logo, é importante que os *designers* desses sistemas se preocupem em utilizar as *tags* (etiquetas) corretas em páginas Web para que um usuário cego dependente de um leitor de tela consiga entender as partes do conteúdo do site.

Os signos estáticos sinterizadas em voz pelos leitores de tela, muitas vezes correspondem ao conteúdo que foi criado pelos professores (como instruções e avisos) ou àqueles referentes à própria estrutura do Moodle (como menu de navegação e calendário) que expressam o estado do sistema. Dependendo de como o professor redigiu o conteúdo da sua disciplina, isso pode ficar confuso para o aluno, dificultando seu entendimento sobre “quem” está transmitindo aquela mensagem: o Moodle ou o professor. Esse problema pode ser caracterizado como múltiplas vozes dentro do Ambiente Virtual de Aprendizagem que são diferenciadas pelo conteúdo.

Conhecer o autor da metagemagem é importante para que os alunos cegos que utilizam o Moodle através de leitores de tela consigam se relacionar com seus professores e realizar todas as atividades conforme foram planejadas por eles.

Já os signos dinâmicos, que estão relacionados aos aspectos temporais e causais da interface, são representados pelos leitores de tela apenas com a verbalização do estado inicial e final do comportamento do sistema decorrentes das ações dos usuários. Em alguns casos, a apresentação do estado final do componente não é realizada de forma automática pelo leitor de tela, sendo necessário que o usuário utilize formas de navegação alternativas para atualizar o foco, permitindo que seu novo estado seja verbalizado.

Durante as inspeções dos componentes, também verificou-se que o uso de apenas uma estratégia de navegação não é suficiente concluir determinados objetivos do usuário. Um *link* que pode ser alcançável a partir da navegação pela tecla tab, por exemplo, pode não ser auto descritivo, necessitando do auxílio da leitura completa para que o usuário de leitor de tela possa entender seu significado. O uso conjunto das estratégias permite que os usuários de leitores de tela consigam navegar pelo conteúdo de uma maneira mais direta e precisa, podendo direcionar sua navegação para um objetivo de interesse.

Sabendo que o estudo foi realizado por avaliadores videntes, os problemas identificados podem ser agravados caso o sistema seja utilizado por usuários com deficiência visual total, viabilizando o surgimento de outras rupturas de interação que não foram identificadas pelo MIS.

Conclusão e Trabalhos Futuros

Este trabalho buscou compreender a comunicabilidade do Ambiente Virtual de Aprendizagem Moodle de uma universidade federal ao avaliar três funcionalidades comumente utilizadas pelos discentes. Para realizar a avaliação, foi utilizado o Método de Inspeção Semiótica da Teoria da Engenharia Semiótica, que gerou uma apreciação final da metagemagem transmitida pelo *designer* ao usuário final. Com a apreciação concluída, foi possível identificar rupturas de comunicabilidade que podem dificultar o uso dos principais recursos do Moodle. Uma vez que os problemas foram identificados, buscou-se avaliar a acessibilidade das funcionalidades da plataforma a partir de recursos de Tecnologias Assistivas, nesse caso os

leitores de tela JAWS e NVDA, através de quatro técnicas de navegação. Com o resultado da avaliação, foi possível realizar um contraste entre os problemas encontrados com o uso dos leitores e no resultado do MIS.

Observou-se que os leitores de tela replicaram muitas das rupturas de comunicabilidade encontrados pelo MIS, possuindo ainda outros problemas referentes a estrutura da página e de signos metalinguísticos que não foram pensados para atender usuários com deficiência visual.

A separação entre a aplicação do MIS e da transcrição dos leitores permitiu identificar problemas de comunicabilidade antes de avaliar a acessibilidade através dos leitores de tela. Para os alunos com deficiência visual que utilizam de leitores de tela, é importante que se atentem aos problemas identificados e procurem utilizar todos os recursos disponíveis, como um combinação de várias estratégias, permitindo contornar alguns problemas que podem ser apresentados através do uso de uma única estratégia.

Consequentemente, uma das contribuições do presente trabalho é a possibilidade de identificar rupturas de comunicabilidade que podem ser melhoradas no Moodle, beneficiando os alunos e tornando a interação mais simples e intuitiva. Desta maneira, restariam problemas específicos ligados à acessibilidade que deveriam ser revistos de forma que a compreensão da interação se assemelhasse ao máximo com a de um aluno que não possui nenhum tipo de deficiência. Por outro lado, problemas de acessibilidade podem causar rupturas na comunicação. Enquanto os problemas de acessibilidade dos componentes não forem solucionados, identificar qual leitor realiza com sucesso uma determinada ação a partir de um estratégia específica se torna um desafio.

Conforme apontado por Araújo *et. al* [1], a falta de acessibilidade nos Ambientes Virtuais de Aprendizagem pode nascer da falta de iniciativa das instituições de ensino, seja do desconhecimento ou de uma resistência inicial dos desenvolvedores para seguirem diretrizes de acessibilidade, como também avaliá-las. Sendo assim, é importante que as instituições de ensino busquem novas práticas e exigem competências e habilidades que promovam a acessibilidade em seus portais.

Como trabalhos futuros, pretende-se sugerir um processo para a aplicação do MIS na avaliação da acessibilidade de sistemas interativos sobre a ótica de um leitor de tela, uma vez os signos podem ser representados com outro significado e contexto. Nesse cenário, a classificação dos signos metalinguísticos, estáticos e dinâmicos traduzidos pelos leitores de tela deverá ser consolidada, permitindo identificar quais indicadores isso gera sobre a aplicação do MIS. É esperado que o estudo do MIS para a avaliação de acessibilidade proposto contribua para melhorar o entendimento a respeito de acessibilidade dos próprios avaliadores à medida que realizam avaliações, além de auxiliar o desenvolvimento de novos métodos com a finalidade de encontrar problemas de acessibilidade.

REFERÊNCIAS

1. Maria CC Araújo, Agebson Rocha Façanha, Tiago Fontenele, Bruno Matos de Araújo, Henrique Pequeno, and Bianca Stephani. 2017. Análise de acessibilidade no Ambiente Virtual de Aprendizagem SOLAR - Um estudo de caso para usuários com deficiência visual. *TISE 2017* 13 (2017), 281–289.
2. Daniel Luís Arenhardt, Tatiane Stefanel Franchi, Vania Medianeira Flores Costa, and Márcia Zampieri Grohmann. 2017. Acessibilidade digital: Uma análise em portais de Instituições Federais de Educação do Brasil. *Education Policy Analysis Archives* 25 (2017), 1–24.
3. Glívia A. R. Barbosa, Raquel O. Prates, and Luiz P. D. Corrêa. 2011. Análise da Sociabilidade de Comunidades Online Para os Usuários Surdos: Um Estudo de Caso do Orkut. In *IHC+CLIHC '11*. Brazilian Computer Society, Porto Alegre, Brazil, Brazil, 237–246.
4. Simone Barbosa and Bruno Silva. 2010. *Interação Humano-Computador*. Elsevier Brasil.
5. Yevgen Borodin, Jeffrey P Bigham, Glenn Dausch, and IV Ramakrishnan. 2010. More than meets the eye: a survey of screen-reader browsing strategies. *ACM*, 13.
6. Giorgio Brajnik. 2006. Web accessibility testing: when the method is the culprit. In *ICCHP*, Vol. 4061. Springer, 156–163.
7. Giorgio Brajnik. 2008. A comparative test of web accessibility evaluation methods. In *Proceedings of the 10th international ACM SIGACCESS conference on Computers and accessibility*. ACM, 113–120.
8. Ben Caldwell, Michael Cooper, Loretta Guarino Reid, and Gregg Vanderheiden. 2008. Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.0. (2008). Disponível online em <https://www.w3.org/TR/WCAG20/>. World Wide Web Consortium (W3C).
9. Lucas Pedroso Carvalho and André Pimenta Freire. 2017. Native or Web-Hybrid Apps?: An Analysis of the Adequacy for Accessibility of Android Interface Components Used with Screen Readers. In *IHC '17*. ACM, New York, NY, USA, Article 38, 10 pages.
10. Luiz Paulo Damilton Corrêa, Flávio R. S. Coutinho, Raquel Oliveira Prates, and Luiz Chaimowicz. 2012. Uso Do MIS Para Avaliar Signos Sonoros: Quando Um Problema De Comunicabilidade Se Torna Um Problema De Acessibilidade. In *IHC '12*. Brazilian Computer Society, Porto Alegre, Brazil, Brazil, 47–56.
11. Presidência da República. 2015. *Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência*. Brasil. Casa Civil-Subchefia para Assuntos Jurídicos, Brasília.
12. Clóvis da Silveira and Adriana Beiler. 2012. Análise Comparativa dos Softwares Leitores de Tela Utilizando o Ambiente Virtual de Aprendizagem Moodle. (2012).
13. Soraia De S. Reis and Raquel O. Prates. 2011. Applicability of the Semiotic Inspection Method: A Systematic Literature Review. In *IHC+CLIHC '11*. Porto Alegre, Brazil, 177–186.
14. Clarisse Sieckenius de Souza. 2005. *The Semiotic Engineering of Human-Computer Interaction (Acting with Technology)*. The MIT Press.
15. Clarisse Sieckenius de Souza, Carla Faria Leitão, Raquel Oliveira Prates, and Elton José da Silva. 2006. The Semiotic Inspection Method. In *IHC '06*. ACM, New York, NY, USA, 148–157.
16. Governo do Brasil. 2013. Acessibilidade. (2013). Disponível online em <http://www.brasil.gov.br/acessibilidade>.
17. Governo Federal. 2018. Avaliador e Simulador de Acessibilidade em Sítios. Site do Governo Federal. (2018). Disponível online em <https://bit.ly/2zxS6Wr>.
18. IBGE. 2012. Censo Demográfico 2010: Características gerais da população, religião e pessoas com deficiência. (2012). Disponível online em <https://bit.ly/2xQH3IB>.
19. Cristina M. Coelho, Patricia Neves R., Eduardo Xavier da Silva, and Ana Carolina Freitas de Almeida. 2011. Acessibilidade para pessoas com deficiência visual no Moodle. *Linhas Críticas* 17, 33 (2011).
20. Carina Morais Magri Mari and others. 2011. Avaliação da acessibilidade e da usabilidade de um modelo de ambiente virtual de aprendizagem para a inclusão de deficientes visuais. (2011).
21. Moodle. 2018. Moodle Statistics. (2018). Disponível online em <https://moodle.net/stats/>.
22. Charles S Peirce. 1992. The essential Peirce, Volume I. Edited by Nathan Houser and Christian Kloesel. (1992).
23. Christopher Power, Helen Petrie, David Swallow, Emma Murphy, Bláithín Gallagher, and Carlos A. Velasco. 2013. Navigating, Discovering and Exploring the Web: Strategies Used by People with Print Disabilities on Interactive Websites. In *INTERACT 2013*. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, 667–684.
24. Raquel O. Prates, Clarisse S. de Souza, and Simone D. J. Barbosa. 2000. Methods and Tools: A Method for Evaluating the Communicability of User Interfaces. *interactions* 7, 1 (Jan. 2000), 31–38.
25. Nuzhah Gooda Sahib, Dena Al Thani, Anastasios Tombros, and Tony Stockman. 2012. Accessible information seeking. *Proc. of Digital Futures* 12 (2012).
26. Eduardo Hideki Tanaka. 2009. *Método baseado em heurísticas para avaliação de acessibilidade em sistemas de informação*. Ph.D. Dissertation. Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
27. WebAIM. 2017. Screen Reader User Survey #7 Results. (2017). Disponível online em <https://webaim.org/projects/screenreadersurvey7/>.
28. Yeliz Yesilada, Giorgio Brajnik, and Simon Harper. 2009. How Much Does Expertise Matter?: A Barrier Walkthrough Study with Experts and Non-experts. In *Proceedings of the 11th International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility (Assets '09)*. ACM, New York, NY, USA, 203–210.