

Implementation of sound perception elements for visually impaired people in collaborative and synchronous Web systems

Rodrigo Prestes Machado

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul - IFRS
Porto Alegre, Brasil
rodrigo.prestes@poa.ifrs.edu.br

Débora Conforto

Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS
Porto Alegre, Brasil
deboraconforto@gmail.com

Lucila Santarosa

Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS
Porto Alegre, Brasil
lucila.santarosa@ufrgs.br

ABSTRACT

This paper discusses the implementation of accessibility features for visually impaired people in synchronous and collaborative systems on the Internet. Based on the sociocultural scenario of affirmation of difference and in the contexts of cooperation established by Web 2.0, we discuss the application of sound awareness elements in Groupware tools through Auditory Icons, Earcons and synthesized speech in a web chat system. It is characterized as a qualitative, experimental research with internal data validation and an exploratory objective. The process of data collection and analysis was conducted through protocols applied with a real user. The results of the experiments showed a good adherence of these technologies in the construction of sound awareness elements to screen reader users.

Author Keywords

Web 2.0; CSCW; Accessibility; Awareness; Auditory representations.

ACM Classification Keywords

• **Human-centered computing~Auditory feedback**
• **Human-centered computing~Accessibility systems and tools** • *Information systems~Collaborative and social computing systems and tools*

INTRODUÇÃO

A modelagem de interfaces para sistemas Web deve responder as premissas estabelecidas pelo cenário sociocultural de afirmação da diferença e pelos contextos de interação e de protagonismo impulsionados pela Web 2.0 [17]. Nessa perspectiva um movimento deve ser desenhado, que ao superar o mero aperfeiçoamento da usabilidade de interfaces para Web, impulsiona a concretização da Arquitetura de Participação [17], ao garantir que sistemas computacionais incorporem recursos de interconexão e de compartilhamento

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. To copy otherwise, or republish, to post on servers or to redistribute to lists, requires prior specific permission and/or a fee. IHC'17, Proceedings of the 16th Brazilian symposium on human factors in computing systems. October 23-27, 2017, Joinville, SC, Brazil. Copyright 2017 SBC. ISBN 978-85-7669-405-2 (online).

de tecnologias e de saberes.

Para instituir a cultura da participação e da colaboração, as ações humanas necessitam ser pautadas no diálogo com as diferenças. Conquista-se essa contemporânea matriz cultural quando a exclusão prévia de qualquer grupo social e/ou a restrição dos direitos e deveres humanos são efetivamente combatidas. A base conceitual que produz as subjetividades da diferença e de políticas de afirmação da inclusão sociodigital condiciona a alteração do perfil tecnológico que passa a assumir como meta a superação das restrições impostas pelo desenvolvimento de *softwares* modelados para uma determinada especificidade sensorial ou cognitiva.

O entrelaçamento dos saberes produzido por meio dessas áreas do conhecimento instituiu ao longo da história da humanidade diferentes formas de perceber a diversidade humana e, de forma paralela, direcionou estratégias de mediação tecnológica. Para potencializar a interação de pessoas com deficiência e recursos computacionais foi preciso romper com a lógica do *software* exclusivo para cada deficiência [3]. Programas com a etiqueta “centrados no déficit”, ainda que apresentem vantagens, pela facilidade de uso e pelo indicativo de solucionar o problema físico ou sensorial, na verdade revelam sua fragilidade ao não acompanhar o processo de desenvolvimento do usuário e ao não potencializar a interação com os demais sujeitos, com e sem deficiência. Na implementação de tecnologias para pessoas com deficiência, a ruptura com o caráter de exclusividade deve ser garantida, pois a modelagem restritiva opera sob uma lógica centrada no defeito e, por isso, na segregação digital e social.

Este estudo objetiva aprofundar e qualificar as discussões quanto à implementação de elementos de suporte à percepção sonora como ferramenta de acessibilidade, para impulsionar a interação e a interdependência positivas entre cegos e sistemas Web síncronos e colaborativos. A discussão dos resultados apresentados neste artigo consiste na continuidade dos estudos prévios da investigação de doutorado coordenada pelo Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul [11], assumindo como objeto de estudo a implementação de elementos de suporte a percepção sonora como ferramenta de acessibilidade, para qualificar a interação e a interdependência positiva entre usuários cegos e sistemas Web colaborativos e síncronos. Os dados analisados referem-se aos protocolos de validação de um sistema de comunicação síncrono, Sound

Chat [10], no qual foram implementados elementos de percepção sonora: Ícones Auditivos[6], Earcons [2] e fala sintetizada (*text-to-speech*). A discussão dos resultados preliminares contribuem para projetar novas estratégias de acessibilidade para pessoas que utilizam como agentes de usuário leitores de tela.

ACESSIBILIDADE EM SISTEMAS COLABORATIVOS SÍNCRONOS PARA DEFICIENTES VISUAIS

Existem um conjunto de investigações com foco na aplicação de recursos sonoros e táteis como ferramenta de acessibilidade para deficientes visuais em sistemas síncronos e colaborativos, apresentando algumas considerações sobre a interação de pessoas cegas: (1) o áudio do sistema e os diálogos compartilhados entre os participantes mostraram-se essenciais na manutenção da percepção (*Awareness*) e também na coordenação de tarefas [14], [12], [9]; (2) apesar do *feedback* tátil auxiliar pessoas cegas a criar um modelo mental do ambiente, sem a informação de áudio, possivelmente os dispositivos táteis não conseguiriam sozinhos oportunizar a realização de tarefas em ambientes compartilhados [9]; (3) visando equidade na participação, outro ponto observado foi a importância sobre a concepção da tarefa e de seus respectivos elementos de suporte à percepção [19]. Por exemplo, como pessoas cegas demoram mais tempo para obter o estado global de uma interface, sempre que a tarefa exigir esse tipo de ação, um desequilíbrio entre a participação de videntes e deficientes visuais será estabelecido; (4) a estratégia de manipulação de um artefato compartilhado pode alterar a relação entre a quantidade e tipo de áudio utilizado pelo sistema. McGookin e Brewster [12] realizaram um experimento no qual dois deficientes visuais deveriam construir um gráfico de barras por meio de um sistema colaborativo. As duplas que adotaram uma estratégia de dividir a tarefa, um iniciando a construção do gráfico pela esquerda e outro pela direita, consideraram que o som gerado pelo parceiro provocava distração.

A pesquisa de Sanchez e Baloian [15] analisou a dificuldade de disponibilizar elementos de percepção sonora devido a três motivos: (1) a informação de percepção em áudio pode não ser observada quando o participante estiver concentrado em outra ação, desconsiderando a oportunidade desse evento sonoro; (2) como a informação de percepção em áudio possui uma natureza volátil, ela pode não ser retida corretamente; (3) se a informação de percepção em áudio for oportuna e posteriormente retida, sua validade pode ser perdida devido às mudanças de estado da aplicação.

Ao consorciar tecnologias, como Ícones Auditivos, Earcons, recursos de *text-to-speech* na Web e leitores de tela, a concepção do Sound Chat posiciona-se de forma distinta das pesquisas anteriormente apresentadas: (1) diferencia-se de Verma, Singh e Singh [18] por não utilizar como agente de usuário o leitor de tela; (2) Melnyk e colaboradores [13] não implementaram recursos específicos de percepção, mas sim qualificaram as funcionalidades de monitoramento das atualizações em páginas Web incorporando-as ao leitor de tela; (3) Sanchez e Baloian [15] os recursos de percepção foram disponibilizados mediante a solicitação do usuário; (4)

Thiessen e Hockema [16] propõem como estratégia de acessibilidade o consorciamento somente entre regiões vivas da especificação ARIA [5] e leitor de tela.

Com base nesse conjunto de desafios e de soluções apontado no recorte de pesquisas que abordam a interação de usuários cegos com aplicativos para Web, foi estabelecido o objeto de investigação deste artigo: a validação da implementação de elementos de percepção sonora no Sound Chat, sistema de comunicação síncrona.

PERCEPÇÃO NO ESPAÇO DE TRABALHO

Para que uma prática de colaboração ocorra em aplicativos Web, é fundamental que cada participante obtenha do sistema sinais da ação dos outros, estabelecendo o contexto para suas próprias ações. Segundo Johansen e colaboradores [8], a Percepção para a Colaboração (*Collaboration Awareness*) diz respeito à percepção das capacidades temporais e espaciais que afetam um grupo de pessoas que colaboram. Segundo Gutwin e Greenberg [7], a Percepção no Espaço de Trabalho foi definida como a capacidade de perceber sinais para entender as tarefas que estão sendo realizadas no local de trabalho. A **Figura 1** apresenta a adaptação feita do trabalho de [1] e posteriormente utilizado neste estudo.



Figura 1. Esquema do conceito de Percepção para a Colaboração focalizado na investigação (Adaptado de [1])

A Disponibilidade, requisito essencial em sistemas colaborativos, permite identificar o estado de cada participante (on-line/off-line) e, também, reconhecer se as pessoas estão em espaços físicos distintos. No âmbito da Comunicação, seja síncrona ou assíncrona, as informações de conectividade, de entrega e atraso no recebimento de mensagens, entre outras, devem ser anunciadas. Já as Tarefas podem ser percebidas por informações de quem, o quê, quando e como foram realizadas. A Interação coloca-se como outra questão importante, pois, como o grupo interage no espaço de trabalho e que informações são necessárias para sustentá-la. Nesse sentido, o *feedback* para atingir um objetivo e o *feedthrough* para obter a informação sobre as ações de outros são elementos de interação que necessitam ser considerados.

Por fim, a noção sobre o espaço de trabalho conduz para o conceito de Interdependência percebida pelo grupo. Vários tipos de interdependência podem ser utilizados em um sistema, como, por exemplo, suporte às atividades paralelas, coordenadas e ajustadas mutuamente. Ações cooperativas

necessitam da democratização dos atributos de percepção para apoiar a tomada de consciência e de decisão em sistemas Web.

OPÇÃO METODOLÓGICA E CENÁRIO DE PESQUISA

Os dados da pesquisa discutidos neste artigo são resultado de uma investigação de abordagem qualitativa, experimental com validação interna e de objetivo exploratório, realizada com o intuito de analisar a eficácia de elementos de percepção sonora desenvolvidos por meio de Ícones Auditivos, Earcons e fala sintetizada para apoiar a interação entre videntes e usuários de leitores de tela em um sistema de *chat* na Web.

Categories	Questões de análise O sistema informa/promove:
Disponibilidade	Se os usuários estão disponíveis para cooperar (on-line, off-line)?
Comunicação	Quando as mensagens foram entregues aos usuários de destino?
Tarefa	Quem está realizando uma tarefa em particular?
	Sobre a atividade [entrada, saída, digitação, envio e recebimento de mensagem] que está sendo executada por um determinado usuário?
	O histórico das tarefas executadas?

Tabela I. Checklist de validação Sound Chat (Adaptado de [1])

O processo de investigação sobre a eficácia de elementos de percepção sonora foi conduzido por um conjunto de categorias inspirado nas discussões proposta por [1]: Disponibilidade, Comunicação e Tarefa para a validação do cenário de investigação. Essa verificação foi apoiada pelo *checklist* apresentado na Tabela I, estabelecendo as unidades de análise na composição dos protocolos de investigação.

S ₁	Cego, 47 anos, graduado em Ciência da Computação, Física e mestre em Ciência da Computação. Larga experiência com leitores de tela Jaws. Configuração tecnológica estabelecida na aplicação dos protocolos de pesquisa: Windows 7, Jaws 16 e Chrome.
----------------	--

Tabela II. Caracterização do sujeito de pesquisa

Para a concretização deste estudo prévio, um deficiente visual com larga experiência na utilização de sistemas Web e leitores de tela, identificado por S₁ (Tabela II) operou como sujeito de pesquisa. Como instrumentos de coleta de dados, foram empregadas a proposição de protocolos, a técnica de observação direta e a transcrição das filmagens. Os encontros foram semanais e presenciais, realizados no período novembro a dezembro de 2016, com a duração média de 1h. O sujeito de pesquisa foi instruído a pensar em voz alta (*Think-aloud*) sobre as ações que efetuava.

O Sound Chat é uma ferramenta que visa promover a interação usuários de leitor de tela e videntes em uma conversa textual síncrona na Web por meio do auxílio de elementos de percepção visuais e sonoros. Por padrão, o Sound Chat inicia com o áudio ligado, porém, permite que os usuários desativem ou ativem os recursos sonoros. O sistema disponibiliza controles específicos que possibilitam que os sujeitos desliguem, liguem ou alterem o som emitido por três funcionalidades: entrada ou saída de participantes, recebimento de mensagem e som da digitação.

ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS DADOS

Os protocolos estabelecidos para o segundo processo de validação permitiu observar a atuação dos elementos de percepção sonora, descritos na Tabela III.

Por meio da Web Áudio API, foi implementado um recurso que altera aleatoriamente o volume dos elementos de percepção para a identificação dos participantes no SoundChat. O objetivo de implementação desse recurso foi o de verificar se o usuário cego seria capaz de identificar a ação de cada participante por intermédio de volumes diferentes. Entretanto, foi constatado que na máquina do usuário, alguns elementos de percepção sofreram um ganho acima do volume do leitor de tela, perturbando-o durante o experimento. Assim, esse recurso foi desabilitado para que pudesse ser melhor projetado, ou seja, não fazendo parte dos experimentos subsequentes. Contrariando as preocupações de Sanchez e Baloian [15], em nenhum momento da aplicação dos protocolos os elementos de percepção sonoros do Sound Chat deixaram de ser notados pelo usuário cego. Outro ponto observado foi que os usuários não alteraram os sons das funcionalidades por meio das configurações do Sound Chat.

Categories/Questões de Análise	Elementos de Percepção Sonora Estratégias de Acessibilidade
Disponibilidade Se os usuários estão disponíveis para cooperar (on-line, off-line)?	<ul style="list-style-type: none"> Elemento de percepção para anunciar a entrada e saída dos participantes: Earcon que lembra um bip, seguido da fala sintetizada "pessoas na conversa" e pelo o anúncio do nome de cada participante.
Comunicação Se outros usuários estão trabalhando de forma síncrona, assíncrona? Quando as mensagens foram entregues aos usuários de destino? Informa sobre o horário de entrega de uma mensagem?	<ul style="list-style-type: none"> Elemento de percepção para anunciar o recebimento da mensagem: Earcon que se aproxima do som de uma bola de sabão estourando para notificar sobre o recebimento de uma mensagem.
Tarefa Quem está realizando uma tarefa em particular? Sobre a atividade [entrada, saída, digitação, envio e recebimento de mensagem] que está sendo executada por um determinado usuário? O histórico das tarefas executadas?	<ul style="list-style-type: none"> Web Áudio API, recurso que altera aleatoriamente o volume dos elementos de percepção para a identificação dos participantes. Ícone Auditivo para informar a ação de digitação. Associa o som de uma digitação em um teclado com o nome sintetizado do participante que estiver escrevendo. Para manter a percepção sonora em casos da escrita de textos mais longos, a cada trinta toques no teclado o som é emitido novamente. Dois sons são transmitidos para informar a digitação de duas pessoas ao mesmo tempo. O histórico das mensagens registrada na área e lido pelo leitor de tela.

Tabela III. Elementos de Percepção Sonora

Os elementos de percepção visuais e sonoros implementados para a ação de digitação, respondendo a categorias de Tarefa, foram inicialmente desenvolvidos como um Ícone Auditivo que sugeria o som de uma digitação juntamente com a frase sintetizada "Participante digitando". Posteriormente, foi observado pelo usuário cego que a palavra "digitando" causava uma redundância, corroborando com a ideia de que

um Ícone Auditivo emite um significado concreto para o som e, portanto, sem a necessidade de uma explicação ou aprendizagem. Como a categoria Tarefa necessita obrigatoriamente identificar quem está realizando uma ação houve a necessidade de utilizar a fala sintetizada, o que aumentou consideravelmente o tempo do som emitido pelo elemento de percepção.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Web 2.0 se caracteriza como forte impulsionadora da cultura da participação e da colaboração, cenário sociocultural no qual as ações humanas devem ser tecidas no diálogo e no respeito com a diferença. A garantia de autoria e protagonismo nos dinâmicos sistemas Web será potencializada ao operar sem a exclusão prévia de qualquer grupo social. As aplicações síncronas e colaborativas representam um desafio para construção de soluções de uso e de acesso na Web, devendo tais possibilidade estarem disponíveis para pessoas com e sem deficiência.

Da mesma forma que aplicações colaborativas como o Google Docs e Word Online utilizam cores para identificar os elementos de percepção visuais de cada participante [11] a aplicação de efeitos sonoros como Delay, Reverb, WahWah, entre outros, podem associar sons à participantes qualificando assim os elementos de percepção sonoro na medida em que podem ser construídos sem falas sintetizadas e, portanto, com uma menor duração sonora.

Ratificando as ideias de Csapó e Wersényi [4] os resultados apontaram que aplicações do mundo real demandam diversas considerações sobre questões relacionadas com o projeto de interface sonora. Por isso, sistemas Web devem ser projetados pela combinação de sons para obtenção de uma comunicação e interação mais satisfatória para os usuários.

Estudos futuros apontam para a problematização de sistemas síncronos e colaborativos, condicionados pela necessidade de construir elementos de percepção para estabelecer a Interação e a Interdependência Positiva entre os participantes. Estima-se que Regiões Vivas implementadas como uma *Tally Queue* [16] podem se constituir como uma técnica de acessibilidade e, por isso, responder ao desafio de impulsionar práticas de equidade, de respeito e de valorização de pessoas com limitação visual. O novo escopo assumido por essa trajetória investigativa projeta a aplicação das soluções tecnológicas discutidas neste artigo em editor de texto colaborativo e síncronos na Web.

AGRADECIMENTO

Agradecemos ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul – IFRS pelo apoio à capacitação de Rodrigo Prestes Machado no programa de doutorado em Informática na Educação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul - PPGIE/UFRGS.

REFERÊNCIAS

1. Pedro Antunes, Valeria Herskovic, Sergio F. Ochoa, and José A. Pino. 2014. Reviewing the quality of awareness support in collaborative applications. *Journal of Systems and Software* 89: 146–169. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2013.11.1078>
2. Meera Blattner, Denise Sumikawa, and Robert Greenberg. 1989. Earcons and Icons: Their Structure and Common Design Principles. *Human-Computer Interaction* 4, 1: 11–44. https://doi.org/10.1207/s15327051hci0401_1
3. R. E. Castellano and R. S. Montoya. 2011. Laptop, andamiaje para la Educación Especial: guía práctica, computadoras móviles en el currículo. *Organización de las Naciones Unidas para la Educación la Ciencia y la Cultura (UNESCO)*.
4. Ádám Csapó and György Wersényi. 2013. Overview of auditory representations in human-machine interfaces. *ACM Computing Surveys* 46, 2: 1–23. <https://doi.org/10.1145/2543581.2543586>
5. Joanmarie Diggs, James Craig, Shane McCarron, and Michael Cooper. 2016. Accessible Rich Internet Applications (WAI-ARIA) 1.1. Retrieved April 24, 2016 from <http://www.w3.org/TR/wai-aria-1.1/>
6. William W. Gaver. 1986. Auditory Icons: Using Sound in Computer Interfaces. *Human-Computer Interaction* 2, 2: 167–177. https://doi.org/10.1207/s15327051hci0202_3
7. Carl Gutwin and Saul Greenberg. 1999. The effects of workspace awareness support on the usability of real-time distributed groupware. *Interactions* 7, 4: 9–13. <https://doi.org/10.1145/345190.345222>
8. Robert Johansen, David Sibbet, Suzyan Benson, Alixia Martin, Robert Mittman, and Paul Saffo. 1991. *Leading Business Teams: How Teams Can Use Technology and Group Process Tools to Enhance Performance*. Addison-Wesley, Boston.
9. Ravi Kuber, Wai Yu, and G McAllister. 2007. A non-visual approach to improving collaboration between blind and sighted internet users. *Universal Access in Human-Computer Interaction, Applications and Services* 4556: 913–922. https://doi.org/10.1007/978-3-540-73283-9_99
10. Rodrigo Prestes Machado. 2016. Sound Chat: An experimental system for sound awareness validation. Retrieved April 5, 2017 from <https://github.com/rodrigoprestesmachado/soundchat>
11. Rodrigo Prestes Machado, Débora Conforto, and Lucila Santarosa. 2016. Awareness elements on collaborative online editors from the perspective of people with visual impairment. In *Proceedings of the 15th Brazilian Symposium on Human Factors in Computer Systems - IHC '16*, 1–10. <https://doi.org/10.1145/3033701.3033705>
12. David McGookin and Stephen Brewster. 2007. An initial investigation into non-visual computer supported collaboration. *CHI '07 extended abstracts on Human factors in computing systems*: 2573. <https://doi.org/10.1145/1240866.1241043>
13. Valentyn Melnyk, Vikas Ashok, Valentyn Melnyk, Yury Puzis, Yevgen Borodin, Andrii Sowiak, and I V Ramakrishnan. 2015. Look Ma, No ARIA: Generic Accessible Interfaces for Web Widgets. *Proceedings of the 12th Web for All Conference*: 4–7. <https://doi.org/10.1145/2745555.2746666>
14. Eva-lotta Sallnäs, Kajsa Bjerstedt-blom, and Fredrik Winberg. 2006. Navigation and Control in Haptic Applications Shared. *Haptic and Audio Interaction Design*: 68–80. https://doi.org/10.1007/11821731_7
15. Jaime Sanchez and Nelson Baloian. 2006. Issues in implementing awareness in collaborative software for blind people. *Computers Helping People With Special Needs, Proceedings* 4061: 1318–1325. https://doi.org/10.1007/11788713_190
16. Peter Thiessen, B V, and Stephen Hockema. 2010. WAI-ARIA Live Regions: eBuddy IM as a Case Example. *W4A2010- Technical Paper, April 26–27, 2010, Raleigh, NC, USA. Co- Located with the 19th International World Wide Web Conference*. <https://doi.org/10.1145/1805986.1806030>
17. Tim O'Reilly. 2005. What Is Web 2.0: Design Patterns and Business Models for the Next Generation of Software. Retrieved April 23, 2016 from <http://www.oreilly.com/pub/a/web2/archive/what-is-web-20.html>
18. Prabhat Verma, Raghuraj Singh, and Avinash Singh. 2013. A framework to integrate speech based interface for blind web users on the websites of public interest. *Human-centric Computing and Information Sciences* 3, 1: 21. <https://doi.org/10.1186/2192-1962-3-21>
19. Fredrik Winberg. 2006. Supporting Cross-Modal Collaboration: Adding a Social Dimension to Accessibility. *Haptic and Audio Interaction Design*: 102–110. https://doi.org/10.1007/11821731_10