

# Sound Chat

## Implementação de elementos de percepção sonora para pessoas com deficiência visual em sistemas cooperativos na Web

Rodrigo Prestes Machado  
Área de Informática  
Instituto Federal de Educação, Ciência e  
Tecnologia do Rio Grande do Sul  
Porto Alegre, Brasil  
rodrigo.prestes@poa.ifrs.edu.br

Débora Conforto  
Núcleo de Informática na Educação  
Especial  
Universidade Federal do Rio Grande do  
Sul  
Porto Alegre, Brasil  
deboraconforto@gmail.com

Lucila Santarosa  
Núcleo de Informática na Educação  
Especial  
Universidade Federal do Rio Grande do  
Sul  
Porto Alegre, Brasil  
lucila.santarosa@ufrgs.br

**Resumo** – Este artigo discute a implementação de recursos de acessibilidade para deficientes visuais em sistemas síncronos e cooperativos na internet. Com base no cenário sociocultural de afirmação da diferença e nos contextos de cooperação estabelecidos pela Web 2.0, discute-se a aplicação de elementos de percepção sonora em ferramentas de *Groupware* por meio de Ícones Auditivos, Earcons e fala sintetizada em um sistema de *chat* na Web. Caracteriza-se como uma pesquisa de abordagem qualitativa, experimental com validação interna e de objetivo exploratório. O processo de coleta e análise de dados foi conduzido por meio de protocolos aplicados com usuários reais. Os resultados dos experimentos evidenciaram uma boa aderência dessas tecnologias na construção de elementos de percepção sonora direcionados a participantes que utilizam como agente de usuário leitores de tela.

**Palavras-chave:** *Web 2.0; Acessibilidade; WAI-ARIA; CSCW Elementos de Percepção, Representação Sonora de Interfaces Computacional.*

### I. INTRODUÇÃO

A modelagem de interfaces para sistemas Web deve responder as premissas estabelecidas pelo cenário sociocultural de afirmação da diferença, pelos requisitos de acessibilidade discutidos na *World Wide Web Consortium* (W3C) e pelos contextos de interação e de protagonismo impulsionados pela Web 2.0. Nessa perspectiva, como destaca [1], um movimento deve ser desenhado, que ao superar o mero aperfeiçoamento da usabilidade de interfaces para Web, impulsiona a concretização da Arquitetura de Participação, ao garantir que sistemas computacionais incorporem recursos de interconexão e de compartilhamento de tecnologias e de saberes.

Para instituir a Cultura da Participação e da Cooperação, 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 (Fig. 1) 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.

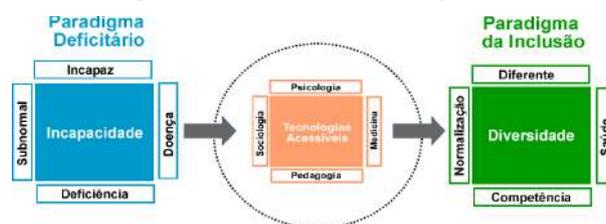


Fig. 1. Deslocamentos: do paradigma deficitário para o da inclusão (Adaptado de [2]).

O entrelaçamento dos saberes produzido por meio dessas quatro áreas do conhecimento (Fig. 1) 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, conforme investigado por [2], foi preciso romper com a lógica do *software* exclusivo para cada deficiência. 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.

A trajetória de investigação assumida neste artigo está conceitualmente ancorada na área de pesquisa da *Computer Supported Cooperative Work* [3]. 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 cooperativos.

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 [4], 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 síncronos e colaborativos/cooperativos. Os dados analisados referem-se aos protocolos de validação de um sistema de comunicação síncrono, Sound Chat, no qual foram implementados elementos de percepção sonora: Ícones Auditivos, Earcons 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.

## II. ACESSIBILIDADE EM SISTEMAS COLABORATIVOS SÍNCRONOS PARA DEFICIENTES VISUAIS

Preocupado com questões de acessibilidade em conteúdo dinâmico, o W3C, em especial as recomendações do *Web Accessibility Initiative – Accessible Rich Internet Applications* (WAI-ARIA) propõe diversos recursos de acessibilização, entre elas, as Regiões Vivas (*Live Region*). Esse conjunto de atributos permitem delimitar uma área do documento HTML que será monitorada e, toda vez que ocorrer uma atualização, uma notificação será encaminhada para o usuário por meio de uma tecnologia assistiva, normalmente um leitor de tela.

Um conjunto de pesquisas [5], [6], [7], [8] assumem como objeto de investigação a implementação de regiões vivas em sistemas de *chat*. Thiessen e Hockema [7] problematizam o uso de regiões vivas no sistema eBuddy de bate papo na Web. A preocupação foi analisar o uso de regiões vivas em contextos de grande fluxo de mensagens, ou seja, dinâmicas que podem provocar sobrecarga cognitiva para os usuários cegos. Com o objetivo de resolver essa fragilidade, a pesquisa discute a técnica chamada *Tally Queue*, que visa agrupar notificações de semântica similares, como por exemplo, entrada e saída de participantes ou mensagens recebidas. Dessa forma, um sistema que possuísse diversas *Tally Queues* possibilitaria que o usuário escolhesse o momento para escutar as mensagens de cada fila. Essa estratégia cria regiões vivas escondidas que enfileiram mensagens para posterior acesso. Thiessen e Hockema sugerem adicionar controles como pausa, para frente e para trás, e assim, auxiliar os usuários na navegação em contextos de múltiplas mensagens. Outra ideia contida nas discussões da pesquisa de [7] foi de anunciar as primeiras mensagens de uma fila para verificar se a pessoa cega possui interesse de voltar a sua atenção para esse conjunto de atualizações ou não. Apesar da *Tally Queue* possuir um bom potencial de acessibilidade, os estudos conduzidos por [7] não apresentaram dados de validação com usuários reais.

Assumindo outra perspectiva, 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 [9], [10], [11]; (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 [11]; (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 [12]. Por exemplo, como pessoas cegas demoram mais tempo para obter o estado global de uma interface, sempre que uma 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. Macgookin e Brewster [10] 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 [13] 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 [14], Earcons [15], recursos de *text-to-speech* na Web e leitores de tela, a concepção do Sound Chat [16] posiciona-se de forma distinta das pesquisas anteriormente apresentadas: (1) diferencia-se de Verma, Singh e Singh [17] por não utilizar como agente de usuário o leitor de tela; (2) Melnyk e colaboradores [18] 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 [13] os recursos de percepção foram disponibilizados mediante a solicitação do usuário; (4) Thiessen e Hockema [7] propõem como estratégia de acessibilidade o consorciamento somente entre regiões vivas 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.

## III. PERCEPÇÃO NO ESPAÇO DE TRABALHO

Para que uma prática de cooperação ocorra em aplicativos Web, é fundamental que cada participante obtenha do sistema sinais da ação dos outros, estabelecendo o contexto para suas próprias ações, o que possibilitará a tomada de consciência para a cooperação [4]. Segundo Dix e colaboradores [20], a Percepção para a Colaboração (*Collaboration Awareness*) diz respeito à percepção das capacidades temporais e espaciais

que afetam um grupo de pessoas que cooperam. Dessa forma, pode-se entender que a tomada da consciência para a cooperação provém da percepção sobre a disponibilidade e a comunicação distinguível entre participantes dentro de espaços-tempo compartilhados.

Entretanto, em sistemas computacionais, o contexto da cooperação proporciona uma semântica para os espaços, caracterizando, assim, a noção de lugar. Por exemplo, uma sala de reuniões virtual possui convenções, papéis, rituais, entre outros elementos que designam um lugar. Portanto, o lugar pode associar diversas informações de percepção de um espaço para atribuir um significado concreto para os usuários.

Existem diversos atributos de percepção relacionados com a noção de espaço que podem ser utilizados na tomada de consciência para a cooperação: (1) informações sobre a localização e a mobilidade dos indivíduos (*Location Awareness*), (2) privilégios, papéis e atividades sociais (*Social Awareness*), (3) espaços virtuais que definem topologias e formas de navegação (*Context Awareness*), (4) interação dentro de espaço de trabalho para realização de uma tarefa (*Workspace Awareness*) e (5) processos dinâmicos de percepção, de entendimentos de eventos e de realização de ações (*Situation Awareness*) [21].

Apesar de existirem diversos atributos importantes para a percepção dentro de um espaço/lugar, neste artigo foi avaliada a interação de deficientes visuais focalizando apenas a noção de “Percepção no Espaço de Trabalho (*Workspace Awareness*)” como métrica de análise dos atributos relacionados à definição de espaço. Segundo Gutwin e Greenberg [22], 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 Fig. 2 apresenta o recorte feito sobre o conceito de “Percepção para a Cooperação” apresentado em [21] e posteriormente utilizado na continuidade do estudo prévio.

A disponibilidade, requisito essencial em sistemas cooperativos, 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. Será o espaço, dentro do contexto de CSCW, que fornecerá os elementos de percepção do mundo tridimensional e, conseqüentemente, no gerenciamento da interação. As tarefas podem ser percebidas por informações de quem, o que, 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.

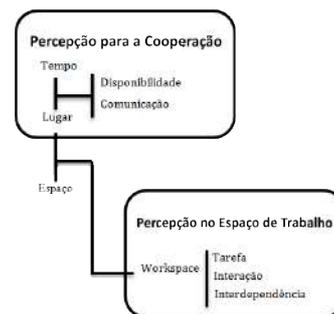


Fig. 2. Esquema do conceito de Percepção para a Cooperação focalizado na investigação (Adaptado de [21])

#### IV. REPRESENTAÇÃO SONORA EM INTERFACES COMPUTACIONAIS

Os elementos de percepção podem ser construídos por meio recursos de notificação sonora. A revisão bibliográfica conduzida por Csapó e Wersényi [23] investigou os tipos de sons presentes em interfaces computacionais na atualidade.

Os Ícones Auditivos são sons que fornecem uma representação para eventos de interfaces computacionais que são construídos em sintonia aos sons existentes no mundo real, como por exemplo, o som de uma máquina de escrever para simbolizar o evento digitação em um teclado [14]. Apesar de terem uma duração entre 0,2 e 0,6 segundos, tempo necessário para a identificação semântica do som, os Ícones Auditivos se caracterizam pela facilidade de serem aprendidos. Entretanto, dependendo da interpretação e do ambiente que o som for utilizado, os Ícone Auditivos podem produzir sensações excitantes e também desagradáveis [24].

Diferente dos Ícones Auditivos, os Earcons [15] não possuem nenhum tipo de mapeamento com sons existentes no mundo real, ou seja, são concebidos como sons abstratos. Esse tipo de som necessita de um tempo de aprendizagem, pois, os usuários necessitam relacionar eventos aos sons. Por outro lado, os Earcons caracterizam por serem sons de curta duração, com intervalos de até 0,1 segundos. Uma variação recente para os Earcons são os Morphocons [25], que por razões de preferência dos usuários, permitem a alteração de propriedades harmônicas e rítmicas. Por fim, alguns experimentos mostram indícios de que os Earcons são menos propensos a causar excitação e efeitos desagradáveis [24].

Os Spearcons criados por Walker [26], são sons obtidos pela aceleração da fala até um ponto no qual não se pode mais reconhecer como um discurso, ou seja, como uma representação acústica de palavras faladas. O trabalho de Walker demonstrou que Spearcons são adequados para a navegação em menus e em interface baseadas em áudio. Ao apresentar para pessoas com deficiência visual, Wersényi [27] concluiu que Spearcons apresentam indícios que ajudariam na reflexão sobre as questões de acessibilidade. Os Spearcons também podem ser gerados por meio de acelerações de vozes

sintetizadas por *text-to-speech*. Porém, quando um Spearcon gerado por meio desse recurso expressar sons vocais com carga emocional e sem significado direto com recursos da vida real, ele passa a se denominar de Spemoticons [23].

Outro tipo de representação sonora empregada em sistemas são Spíndices. Por meio da apresentação de um som acelerado referente as primeiras letras de um item, os Spíndices permitem representar listas longas e ordenadas alfabeticamente [28]. Existem algumas variações conhecidas para os Spíndices, como por exemplo, Spíndices Diminuídos, que ao decrescer o volume à medida que o usuário seleciona os itens, proporcionam uma referência sobre a posição e tamanho de uma lista.

Os Emoticons Auditivos são uma analogia vocal para os Emoticons, trata-se de som de vozes não falada, como por exemplo, *hmmm*, *ooooh*, *oh!*, entre outros, que procuram expressar algum tipo de emoção [29]. Assim como os Emoticons, os Emoticons Auditivos podem ser utilizados em e-mails, bate-papo e programas de mensagens instantâneas, posts em fóruns, entre outros. Muitas vezes esse tipo de recurso sonoro tipo é combinado com sons do ambiente para criar um contexto emocional.

Com o objetivo de fornecer sons para lembretes e notificações, Mcgee-Lennon e seus colaboradores [30] propuseram os Musicons. Esses sons são gerados a partir de trechos de peças ou canções musicais conhecidas pelos sujeitos: refrão, solos, *riffs* e versos principais. Finalmente, Csapó e Wersényi [23] enfatizam que aplicações do mundo real demandam diversas considerações sobre questões relacionadas com o projeto de interface sonora. Portanto, se faz necessário projetar uma combinação de sons para obter resultados satisfatórios aos usuários.

## V. 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.

O processo de investigação sobre a eficácia de elementos de percepção sonora foi conduzido por um conjunto de categorias inspirado nas discussões proposta por [21]: disponibilidade, comunicação, 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.

TABELA I. CHECKLIST DE VALIDAÇÃO SOUND CHAT

Categorias	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?

1. Fonte: Autores (Adaptado de [21])

Para a concretização deste estudo prévio, um deficiente visual com larga experiência na utilização de sistemas Web e leitores de tela, identificado por S<sub>1</sub> (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. Nos encontros 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. A discussão dos dados foi pautada na técnica de análise textual discursiva, conforme [31].

TABELA II. CARACTERIZAÇÃO DO SUJEITO DE PESQUISA

S <sub>1</sub>	Cego, 47 anos, graduado em Ciência da Computação e em Física, e mestre em Ciência da Computação. Larga experiência com leitores de tela Jaws. Trabalha no Centro de Processamentos de Dados da UFRGS. Configuração tecnológica estabelecida na aplicação dos protocolos de pesquisa: Windows 7, Jaws 16 e Internet Explorer 9.
----------------	--

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. Para manter a percepção sonora no sistema, o Sound Chat associa tecnologias como Ícones Auditivos e Earcons, implementados por meio da Web Áudio API e, recursos de *text-to-speech*, alcançados mediante a Web Speech API. Visando uma integração posterior com cenários mais elaborados, o Sound Chat foi escrito como Web Component construído por meio do *framework* Polymer, podendo ser utilizado nos idiomas, português, inglês e espanhol, sendo compatível com navegadores para *desktop* e dispositivos móveis.

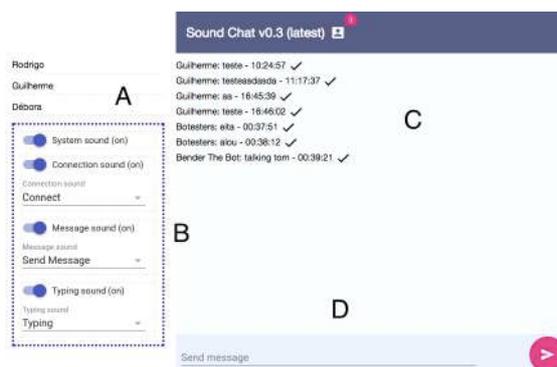


Fig. 3. Interface do Sound Chat

A Figura 3 apresenta a interface principal do sistema de comunicação Sound Chat, permitindo observar: a lista de participantes (Fig. 3 - A), as opções de configuração do sistema (Fig. 3 - B), as mensagens trocadas (Fig. 3 - C) e a área para o envio de mensagem (Fig. 3 - D). 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.

## VI. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS DADOS

A primeira validação do Sound Chat visou verificar questões de acessibilidade comuns em sistemas Web, com por exemplo, descrição textual dos elementos do sistema, verificação da ordem estipulada para a tecla *tab*, operação do sistema por meio de teclado, entre outros [32][33]. Os protocolos estabelecidos para o segundo processo de validação permitiu observar a atuação dos elementos de percepção sonora, descritos na TABELA III.

TABELA III. ELEMENTOS DE PERCEPÇÃO SONORA

Categorias/Questões de Análise	Elementos de Percepção Sonora Estratégias de Acessibilidade
<p>O sistema informa/promove:</p> <p><b>Disponibilidade</b> Se os usuários estão disponíveis para cooperar (on-line, off-line)?</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>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 anúncio do nome de cada participante.</li> </ul>
<p><b>Comunicação</b> 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?</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>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.</li> </ul>
<p><b>Tarefa</b> 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?</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Web Áudio API, recurso que altera aleatoriamente o volume dos elementos de percepção para a identificação dos participantes.</li> <li>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.</li> <li>O histórico das mensagens registrada na área (Fig. 3 - C) e lido pelo leitor de tela.</li> </ul>

Por meio da Web Áudio API, no Sound Chat foi implementado um recurso que altera aleatoriamente o volume dos elementos de percepção para a identificação dos participantes. 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 [13], em nenhum momento da aplicação dos protocolos os elementos de percepção sonoros do Sound Chat deixaram de ser notados pelo usuário cego.

Durante a aplicação dos protocolos de validação foi possível observar que o elemento de percepção para a categoria Disponibilidade implementado para anunciar a entrada e saída dos participantes funcionou adequadamente. Entretanto, posteriormente foi observado que a fala sintetizada poderia também trazer a informação da quantidade de pessoas, como por exemplo, "Quatro pessoas na conversa". No que diz respeito à categoria de Comunicação, os elementos de percepção pensados para a entrega de mensagens funcionaram de forma satisfatória, mostrando que Earcons foram suficientes para representar a entrega de uma mensagem.

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.

Outro ponto observado foi que os usuários não alteraram os sons das funcionalidades por meio das configurações do Sound Chat (Fig. 3 - 2). Durante a validação do sistema, percebeu-se que os Ícones Auditivos são pouco maleáveis, pois, não parece ser lógico escolher o som de uma digitação para representar a entrada e saída de pessoas do ambiente, evidenciando a sua relação direta com o tipo de tarefa.

## VII. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Web 2.0 se caracteriza como forte impulsionadora da Cultura da Participação, cenário sociocultural no qual as ações humanas devem ser tecidas no diálogo e no respeito com a diferença. A perspectiva da inclusão sociodigital exige a alteração do perfil tecnológico para democratizar as possibilidades de participação que emergem da adoção de aplicações dinâmicas na Web. 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 cooperativas representam um novo 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 [4] a aplicação de efeitos sonoros como Delay, Reverb, Phaser, entre outros, podem associar sons à participantes qualificando

assim os elementos de percepção sonora na medida em que podem ser construídos sem falas sintetizadas e, portanto, com uma menor duração sonora.

Ratificando as ideias de Csapó e Wersényi [23] 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 cooperativos, 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* 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 cooperativo e síncronos na Web.

#### REFERÊNCIAS

- [1] Tim O'Reilly, "What Is Web 2.0: Design Patterns and Business Models for the Next Generation of Software," 2005. [Online]. Available: <http://www.oreilly.com/pub/a/web2/archive/what-is-web-20.html>. [Accessed: 23-Apr-2016].
- [2] R. E. Castellano and R. S. Montoya, "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). Montevideo, Uruguay, 2011.
- [3] M. Pimentel and H. Fuks, *Sistemas Colaborativos*. Elsevier Inc., 2011.
- [4] R. P. Machado, D. Conforto, and L. Santarosa, "Perception for Cooperation Case Study in Web text editors from the perspective of blind users," in XVIII Simposio Internacional de Informática Educativa, 2016, pp. 403–408.
- [5] P. Thiessen and C. Chen, "Ajax live regions: chat as a case example," Proc 2007 Int cross-disciplinary Conf Web Access, pp. 7–14, 2007.
- [6] P. Thiessen and C. Chen, "Ajax live regions: ReefChat using the fire vox screen reader as a case example," Proc 2007 Int cross-disciplinary Conf Web Access, p. 137, 2007.
- [7] P. Thiessen, B. V., and S. Hockema, "WAI-ARIA Live Regions: eBuddy IM as a Case Example," W4A2010- Tech Pap April 26–27, 2010, Raleigh, NC, USA Co- Located with 19th Int World Wide Web Conf, 2010.
- [8] P. Thiessen, "WAI-ARIA live regions and HTML5," Proc Int Cross-Disciplinary Conf Web Access - W4A '11, p. 1, 2011.
- [9] E. Sallnäs, K. Bjerstedt-blom, and F. Winberg, "Navigation and Control in Haptic Applications Shared," Haptic Audio Interact Des, pp. 68–80, 2006.
- [10] D. McGookin and S. Brewster, "An initial investigation into non-visual computer supported collaboration," CHI '07 Ext Abstr Hum factors Comput Syst, p. 2573, 2007.
- [11] R. Kuber, W. Yu, and G. McAllister, "A non-visual approach to improving collaboration between blind and sighted internet users," *Univ. Access Human-Computer Interact Appl Serv*, vol. 4556, pp. 913–922, 2007.
- [12] F. Winberg, "Supporting Cross-Modal Collaboration: Adding a Social Dimension to Accessibility," Haptic Audio Interact Des, pp. 102–110, 2006.
- [13] J. Sanchez and N. Baloian, "Issues in implementing awareness in collaborative software for blind people," *Comput Help People With Spec Needs, Proc*, vol. 4061, pp. 1318–1325, 2006.
- [14] W. Gaver, "Auditory Icons: Using Sound in Computer Interfaces," *Human-Computer Interact*, vol. 2, no. 2, pp. 167–177, Jun. 1986.
- [15] M. Blattner, D. Sumikawa, and R. Greenberg, "Earcons and Icons: Their Structure and Common Design Principles," *Human-Computer Interact*, vol. 4, no. 1, pp. 11–44, Mar. 1989.
- [16] R. P. Machado, "Sound Chat: An experimental system for sound awareness validation," 2016. [Online]. Available: <https://github.com/rodrigoprestesmachado/soundchat>. [Accessed: 05-Apr-2017].
- [17] P. Verma, R. Singh, and A. Singh, "A framework to integrate speech based interface for blind web users on the websites of public interest," *Human-centric Comput Inf Sci*, vol. 3, no. 1, p. 21, 2013.
- [18] V. Melnyk, V. Ashok, V. Melnyk, Y. Puzis, Y. Borodin, A. Soviak, and I. V Ramakrishnan, "Look Ma, No ARIA: Generic Accessible Interfaces for Web Widgets," Proc 12th Web All Conf, pp. 4–7, 2015.
- [19] A. Moeckel, *CSCW: conceitos e aplicações para cooperação*. Curitiba, 2003.
- [20] R. Johansen, D. Sibbet, S. Benson, A. Martin, R. Mittman, and P. Saffo, *Leading Business Teams: How Teams Can Use Technology and Group Process Tools to Enhance Performance*. Boston: Addison-Wesley, 1991.
- [21] P. Antunes, V. Herskovic, S. F. Ochoa, and J. A. Pino, "Reviewing the quality of awareness support in collaborative applications," *J Syst Softw*, vol. 89, pp. 146–169, 2014.
- [22] C. Gutwin and S. Greenberg, "The effects of workspace awareness support on the usability of real-time distributed groupware," *Interactions*, vol. 7, no. 4, pp. 9–13, 1999.
- [23] G. Németh, G. Olaszy, and T. Csapó, "Spemoticons: Text-To-Speech based emotional auditory cues," *Int Conf Audit Disp 2011*, 2011.
- [24] J. Seebode, R. Schleicher, and S. Möller, "Affective quality of audio feedback in different contexts," in Proceedings of the 11th International Conference on Mobile and Ubiquitous Multimedia - MUM '12, 2012, p. 1.
- [25] G. Parsehian and B. F. G. Katz, "Morphocons: A new sonification concept based on morphological earcons," *Audio Eng*, pp. 409–418, 2012.
- [26] B. N. Walker, A. Nance, and J. Lindsay, "Spearcons: speech-based earcons improve navigation performance in auditory menus," Proc Int Conf Audit Disp, pp. 95–98, 2006.
- [27] G. Wersényi, "Evaluation of User Habits for Creating Auditory Representations of Different Software Applications for Blind Persons," Proc 14th Int Conf Audit Disp, pp. 5–9, 2008.
- [28] M. Jeon and B. N. Walker, "Spindex (Speech Index) Improves Auditory Menu Acceptance and Navigation Performance," *ACM Trans Access Comput*, vol. 3, no. 3, pp. 1–26, Apr. 2011.
- [29] G. Wersényi, "Auditory Representations of a Graphical User Interface for a Better Human-Computer Interaction," 2010, pp. 80–102.
- [30] M. McGee-Lennon, M. Wolters, R. McLachlan, S. Brewster, and C. Hall, "Name that tune: musicons as reminders in the home," in Proceedings of the 2011 annual conference on Human factors in computing systems - CHI '11, 2011, p. 2803.
- [31] R. Moraes, "Uma tempestade de luz: a compreensão possibilitada pela análise textual discursiva," 2003. [Online]. Available: <http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v9n2/04.pdf>. [Accessed: 24-Apr-2016].
- [32] B. Caldwell, M. Cooper, L. G. Reid., and G. Vanderheiden, "Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.0," 2008. [Online]. Available: <http://www.w3.org/TR/2008/REC-WCAG20-20081211/>. [Accessed: 24-Apr-2016].
- [33] J. Diggs, J. Craig, S. McCarron, and M. Cooper, "Accessible Rich Internet Applications (WAI-ARIA) 1.1," 2016. [Online]. Available: <http://www.w3.org/TR/wai-aria-1.1/>. [Accessed: 24-Apr-2016].