

Auxiliando o Processo de Ensino-Aprendizagem do Braille Através de Dispositivos *Touch Screen*

Assistance with the Process of Teaching and Learning of Braille through Touch Screen Devices

Resumo: Com a crescente inserção das tecnologias de informação e comunicação (TIC's) no contexto da sala de aula e, principalmente, no atendimento educacional especializado às pessoas com deficiência visual, percebe-se que para o ensino do Braille ainda são utilizados recursos bem tradicionais, como a reglete. Neste artigo é apresentada uma proposta de inovação, o aplicativo *LêBraille*, que simula os instrumentos utilizados para o aprendizado em Braille, integrando o processo de aquisição do conhecimento e o mundo digital. Esse sistema possui uma utilização semelhante à reglete, porém o papel utilizado na escrita Braille será substituído por uma tela sensível ao toque, os pontos da célula Braille serão elementos desta tela e a punção corresponderá à pressão exercida pelo dedo do utilizador na tela do dispositivo portátil. Ao capturar as informações puncionadas, ocorrerão manipulações no sistema para reprodução de um retorno perceptível ao usuário, seja por meio de uma saída sonora e/ou tátil.

Palavras-Chave: Tecnologia Assistiva. Dispositivos Móveis *Touch Screen*. Interface Humano-Computador. *M-Learning*. Alfabetização Braille.

Abstract: With the increasing integration of information technology and communication (ITC) in the context of the classroom and especially in specialized educational services to people with visual impairments, we perceive that for the teaching of Braille, traditional resources are still used, as the slates. This paper presents a proposed innovation, the *LêBraille* application, which simulates the instruments used for learning Braille, integrating the acquisition of knowledge and the digital world. The system is similar to a slate used, but the paper used in Braille will be replaced by a touch screen, the points of the cell Braille are elements of this display and the puncture corresponds to finger pressure exerted on the screen of the mobile device. When capturing the information, manipulations for playing a feedback to the user will occur, either through an audio output and tactile.

Keywords: Assistive Technology. Mobile device touch screen. Human-Computer Interface. *M-Learning*. Literacy Braille.

Agebson Rocha, FAÇANHA, et al. Auxiliando o Processo de Ensino-Aprendizagem do Braille Através de Dispositivos *Touch Screen*. **Informática na Educação**: teoria e prática, Porto Alegre, v. 15, n. 2 p. 153-169, jul./dez. 2012.

Agebson Rocha Façanha
Universidade Federal do Ceará

Lívio Siqueira Lima
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará

Maria da Conceição Carneiro Araújo
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará

Windson Viana de Carvalho
Universidade Federal do Ceará, Brasil

Mauro Cavalcante Pequeno
Universidade Federal do Ceará, Brasil

1 Introdução

Ao popularização dos dispositivos móveis e ao crescente uso de interfaces sensíveis ao toque (*touch screen*) estão fazendo com que tais tecnologias estejam cada vez mais inseridas no contexto social das pessoas, seja pelo uso das novas gerações de telefones celulares ou pelo uso de dispositivos como *tablets* e lousas digitais interativas em atividades de ensino/aprendizagem nas escolas.

Esses recursos propiciaram o surgimento de novas propostas metodológicas (jogos educativos, *quiz*, etc), o que vem favorecendo aos poucos o desenvolvimento de sistemas com enfoque educativo, os quais podem facilitar o processo de ensino-aprendizagem de um grande número de pessoas, principalmente através de dispositivos mais populares como os telefones celulares. Esse novo processo educacional mediado por dispositivos móveis denomina-se *M-Learning*.

Porém, é importante analisar se estes métodos, facilitados pelas novas tecnologias, levam em consideração, ou não, características de acessibilidade para usuários com necessidades educacionais especiais. É neste contexto que atua a proposta deste trabalho, sendo o mesmo voltado para uma reflexão mais específica sobre a utilização destes métodos com deficientes visuais, bem como uma análise da eficiência dos atuais recursos pedagógicos existentes para dispositivos móveis e que são voltados para esse público.

No convívio com deficientes visuais, é possível identificar as dificuldades vivenciadas por estes em relação ao emprego da máquina Braille e a reglete (uma régua com orifícios retangulares vazados que servem como guia às células Braille), atualmente utilizado para alfabetizá-los. A partir do que foi observado, surgiu a necessidade de propor um sistema que facilitasse o processo de alfabetização dos deficientes visuais (DV's), ao mesmo tempo em que propiciasse mais autonomia em seu processo de aprendizagem da linguagem escrita.

Vale ressaltar que este recurso não deve substituir a reglete, pelo contrário, o uso do mesmo deve servir como uma opção para estimular a escrita Braille por parte daque-

le educando DV que encontra dificuldade no uso da reglete, devido às limitações neuromotoras, ou problemas de aceitação deste recurso, principalmente por parte daqueles indivíduos que adquiriram a cegueira na fase adulta.

Considerando o exposto foi desenvolvido um aplicativo denominado *LêBraille*, objeto deste trabalho, que visa adaptar dispositivos móveis (*Personal Digital Assistant – PDAs*), os *PocketPCs*, *TabletPCs* e a nova geração de telefones celulares) para que possam constituir-se como elementos de suporte no processo de ensino/aprendizagem dos DV's. Sendo este aplicativo inicialmente desenvolvido para *smartphones* com o sistema *Android*. Esta solução se baseia na introdução do modelo de células Braille funcionando como uma interface acessível em dispositivos móveis com tela *touch screen*, oferecendo reprodução sonora dos caracteres após a inserção dos mesmos. Este sistema deve proporcionar mais autonomia e comodidade na aprendizagem da escrita em Braille.

Antes da apresentação detalhada sobre o *LêBraille*, se faz necessária uma breve contextualização deste sistema e sua aplicação na leitura e escrita por DV's. Com isso, deve-se conhecer as características e funcionalidades de alguns instrumentos de escrita Braille, como a reglete e o instrumento de punção, essenciais no processo de alfabetização nesse sistema. Assim pode-se descrever algumas considerações sobre as maiores dificuldades enfrentadas na utilização do Sistema Braille.

No desenvolvimento deste trabalho serão apresentados os estudos realizados para a produção do aplicativo *LêBraille*, bem como as principais funcionalidades e aplicações do mesmo. Em seguida, serão descritos os pri-

meios testes e resultados de utilização do *software* com usuários DV's e um resumo de outras tecnologias correlatas a esse sistema.

2 Quadro Teórico

2.1 O Sistema Braille

O sistema Braille, utilizado universalmente na leitura e na escrita por pessoas cegas, foi inventado na França por Louis Braille, um jovem deficiente visual. O ano de 1825 ficou como o marco dessa importante conquista para a educação e integração dos DV's na sociedade. No Braille, o estímulo tátil substitui o visual, que a pessoa cega não dispõe (SOCIEDADE DE ASSISTÊNCIA AOS CEGOS, 2011).

O alfabeto Braille (ver Figura 1) foi pensado a partir de seis pontos em relevo, dispostos em duas colunas de três pontos (matriz 3x2), com os quais é possível fazer 63 combinações sem repetição que podem representar letras simples e acentuadas, pontuações, algarismos, sinais algébricos e notas musicais (BRASIL, 2006).

Cada sinal consiste em uma *Cela ou célula Braille* (ver Figura 2) que pode ser explorado de forma tátil, sendo identificado com rapidez, pois, pela sua forma, adapta-se exatamente à polpa do dedo.

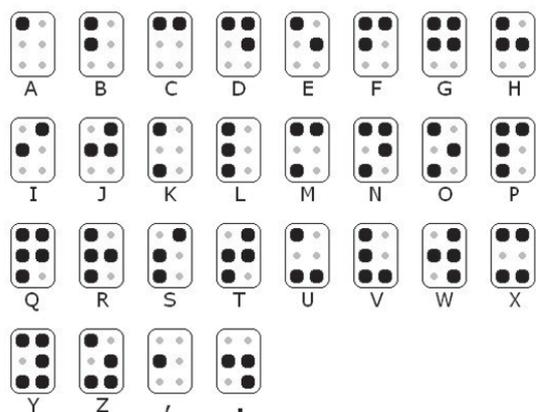


FIGURA 1 – Alfabeto Braille Simplificado

FONTE: Elaborado pelos próprios autores.

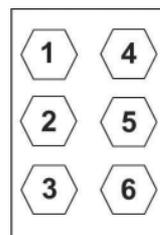


FIGURA 2 – Célula Braille em Modo de Leitura

FONTE: Elaborado pelos próprios autores.

O Sistema Braille começou a ser utilizado no Brasil a partir de 1854, após a criação do Imperial Instituto dos Meninos Cegos, hoje Instituto Benjamin Constant – IBC. O formato original do Sistema foi utilizado no país até a década de 1940, passou por várias alterações até ter seu formato definido após a publicação da Grafia Braille para a Língua Brasileira, documento desenvolvido em conjunto pelas Comissões de Braille do Brasil e de Portugal (IBC, 2005).

2.2 Escrita em Braille

O Sistema Braille é utilizado por extenso, isto é, escrevendo-se a palavra letra por letra, ou de forma abreviada, adotando-se códigos especiais de abreviaturas para cada idioma ou grupo lingüístico (BRASIL, 2006).

Os instrumentos frequentemente utilizados para a escrita do alfabeto no sistema Braille são a reglete, já descrita anteriormente, e o punção, sendo este último uma ponta de aço adaptada para a marcação dos pontos nos orifícios da reglete. Usa-se ainda uma prancha com ranhuras, para fixação de papel e apoio da reglete (ver Figura 3).

Conforme Brini (*apud* INSTITUTO FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL, 2011), o papel é introduzido entre a prancha e a régua, o que permite à pessoa cega pressionar o papel com o punção (ver Figura 4), escrevendo ao final os pontos em relevo. Ressaltando que o papel apropriado deve ter uma gramatura especial (120g/m²), pois permite que o relevo seja feito sem perfurar o papel, porém isso acarreta um grande volume ao trabalho final dado a maior espessura do papel.



FIGURA 3 – Conjunto de Escrita Manual (Reglete + Punção + Papel)

FONTE: Elaborado pelos próprios autores.



FIGURA 4 - Escrita e Leitura em Braille

FONTE: Elaborado pelos próprios autores.

Na reglete, escreve-se o Braille da direita para a esquerda. Já para a leitura, parte-se do verso do papel em que a escrita foi produzida, da esquerda para a direita, apalpando-se, normalmente com a ponta do dedo indicador, os relevos feitos pelo punção (ver Figura 5).



FIGURA 5 – Identificando Caracteres

FONTE: Elaborado pelos próprios autores.

Existem ainda outros instrumentos tradicionalmente usados para a escrita do Braille: a máquina de datilografia Perkins-Braille e impressoras Braille, sendo estas últimas capazes de imprimir textos previamente digitados. Na atualidade, sistemas computacionais como, por exemplo, o Braille Fácil v3.0a (IBC, 2006) tem sido desenvolvido adaptando a idéia de máquina Perkins para a forma digital.

A escrita na reglete pode tornar-se tão automática para o DV quanto a escrita com o lápis para a pessoa de visão normal, diferenciando-se, porém, quanto ao esforço e desgaste físico, que, no caso do Braille, é maior.

O Sistema Braille permitiu uma forma de escrita em que a pessoa cega pode satisfazer o seu desejo de comunicação e de expressar seus pensamentos. Abriu-lhe os caminhos de conhecimento literário, científico e musical. Permitiu-lhe, ainda, a possibilidade de manter uma correspondência pessoal e ampliou também suas atividades profissionais.

2.3 Alfabetização em Braille

O processo de alfabetização através do sistema Braille tem como objetivo principal o desenvolvimento da leitura com os dedos e possui também a finalidade de produzir textos manualmente. Ao iniciar a aprendizagem do Sistema Braille o aluno já deverá ter passado por um período preparatório, visando o desenvolvimento da coordenação motora fina e da percepção tátil para discriminar as formas das letras, pois as distinções são muito leves.

O professor trabalha com objetos concretos, sejam eles pré-fabricados ou desenvolvidos pela vivência em sala de aula, mostrando a idéia da forma das letras e levando o aluno a experimentar e traçar as letras com os dedos. Alguns objetos bem interessantes são o alfabeto, ou mesmo, alfanumérico Braille feitos de borracha de Etil Vinil Acetato – EVA e/ou de Fibra de Média Densidade (*Medium Density Fiberboard* – MDF) (ver Figura 6).



FIGURA 6 – Alfabeto Braille Feito de Borracha EVA com Material MDF

FONTE: CIVIAM, 2012. Disponível em <http://www.civiam.com.br/civiam/index.php/necessidadesespeciais/materiais-pedagogicos-adaptado-inclusao/braille-alfabeto-braille-vazado-no-mdf.html>

Após as atividades que permitam reconhecimento das células Braille se passa a usar a reglete e o punção como instrumento de escrita. O reconhecimento da combinação dos pontos apresentará uma letra, que por sua vez formará palavras que sejam significativas para o aluno. A partir dessa palavra dará continuidade ao processo ensino-aprendizagem do Sistema Braille.

O Braille permite estudar os quadros em relevo e ler eficientemente os livros técnicos. É, ainda, o único meio de leitura disponível para os surdos-cegos. Por outro lado, a perfeição na escrita está relacionada com a leitura Braille que cada um faz, pois é através dela que o DV entra em contato com a estrutura dos textos, a ortografia das palavras e a pontuação.

A qualidade do ensino do Braille é decisiva para uma leitura deste sistema e para a aquisição de hábitos de leitura. Se os alunos DV's forem motivados à prática normal e constante do seu método de leitura e escrita, a leitura poderá ser rápida e tornar-se também mais agradável e instrutiva.

2.4 Dificuldades e Problemas com a Utilização do Braille

Segundo Brini (*apud* INSTITUTO FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL, 2011), desde a sua criação, o Braille não teve nenhuma modificação na sua estrutura básica. No entanto, não diminuindo os benefícios e avanços propiciados pelo Sistema Braille, observa-se que atualmente existe uma tendência a uma menor utilização e propagação desse sistema. Esse alerta foi dado quando o uso de tecnologias sonoras, como por exemplo, os livros

falados e *softwares* com síntese de voz passaram a ser mais difundidos e se tornaram mais acessíveis.

Os livros sonoros e a informática são muito importantes para o desenvolvimento cultural dos DV's, mas nada poderá ou deverá substituir o Braille como sistema básico da sua educação. Tal como a leitura visual, a leitura em Braille leva os conhecimentos ao espírito através de mecanismos que facilitam a medição e assimilação pessoal daquilo que se lê.

A utilização do computador em conjunto com *softwares* dotados de síntese de voz tem proporcionado independência na realização de atividades nunca antes cogitadas pelos DV's. Segundo Borges (1996, p. 1): "O microcomputador [...] amplia até um limite inimaginável as oportunidades do cego". Como exemplo dessa independência tem-se o acesso integral ao conteúdo de jornais diários ou livros em formato digital, o que até então só era possível através da transcrição para o sistema Braille ou com o auxílio de um ledor (termo técnico utilizado para indicar pessoas com visão normal que se dispõem a ler para pessoas com deficiência visual). Também a comunicação entre o DV e o vidente tornou-se facilitada com o uso do computador, já que antes ambos teriam que conhecer a linguagem Braille.

Algumas empresas de desenvolvimento de *softwares* que atuam na área de acessibilidade vêm periodicamente apresentando novidades e lançamentos que impressionam até mesmo especialistas na área de reabilitação. Entretanto, paralelo ao alto nível de sofisticação está também o alto preço praticado na comercialização dessas tecnologias, aponta Campos e Branco (2003), pelo fato de muitas vezes buscarem a personalização e singularidade da deficiência.

Dessa forma, e considerando a utilização do aplicativo LêBraille, não se pretende oferecer soluções personalizadas com mudanças estruturais nos dispositivos móveis, exceto algumas poucas alterações que sejam julgadas necessárias para a adaptação das necessidades dos DV's, o que não impossibilita o uso destes dispositivos por pessoas videntes.

3 Tecnologias Assistivas em Interfaces Móveis

A Tecnologia Assistiva (TA) emerge como uma área do conhecimento que procura proporcionar uma maior independência, qualidade de vida e inclusão social das pessoas com deficiência. Para atingir esse objetivo, é necessário ampliar as habilidades funcionais das pessoas com necessidades especiais, aproveitar seus talentos e suas potencialidades. Um importante conceito no âmbito da inclusão é o de Desenho Universal, que pode ser entendido como uma forma de conceber produtos, meios de comunicação ou ambientes que possam ser utilizados por todas as pessoas, o maior tempo possível, sem necessidades de adaptação por parte do usuário (GABRILLI, 2008).

Nos itens seguintes serão abordados os principais produtos de TA utilizados para interação do deficiente visual com dispositivos móveis. Deve-se considerar que a indicação da tecnologia mais apropriada para cada caso depende das características individuais de cada sujeito e da fase de aprendizagem do uso da TA.

3.1 Interfaces Móveis Acessíveis Mais Utilizadas

Atualmente as principais ferramentas que disponibilizam interfaces acessíveis para plataformas móveis são os leitores de telas, os quais podem ser utilizados para auxiliar outros *softwares* específicos que possibilitem uma melhor interação dos deficientes com os aparelhos móveis, principalmente com os celulares.

Os aparelhos *iPhone*, por exemplo, a partir do 3gs, lançado em junho de 2009, operando o sistema *iOS* superior ao 3.0, tem integrado um leitor de telas chamado *Voice Over*, que possui as funcionalidades de acessibilidade que faltavam nos demais dispositivos pesquisados até aquele momento. Segundo a APPLE (2011), fabricante do dispositivo, o leitor de tela *Voice Over* é o primeiro leitor de tela baseado em movimentos/gestos, que em vez de memorizar comandos do teclado ou pressionar minúsculas teclas de seta, basta dar um toque na tela para ouvir a descrição do item na posição do dedo, dar dois toques, arrastar ou deslizar para controlar a navegação em seu dispositivo.

No ano de 2010, ao final do mês de março, a empresa NUANCE, desenvolvedora do leitor de telas *Talks*, anuncia a versão 5.0 com suporte a quatro *smartphones touch screen* (Nokia 5800 *XpressMusic*, Nokia N97, Nokia N97mini, Nokia X6).

Em março de 2011, lançado pela CODE FACTORY, surge um novo leitor de telas para *Android*, o *Mobile Accessibility*, disponível em inglês e espanhol, também baseado em movimento.

3.2 Estudo Para Interface Acessível Orientado Pelo Usuário

Para os estudos iniciais e com a finalidade de levantar requisitos para o desenvolvimento de uma interface acessível, foi realizada uma entrevista não estruturada com voluntários, em sessões individuais de 20 minutos. O grupo foi formado por 5 (cinco) DV's voluntários da Associação de Cegos do Estado do Ceará (ACEC), com cegueira adquirida, que possuíam 15 anos de idade ou mais. O objetivo desta experiência foi reunir as principais orientações sobre as necessidades de acessibilidade fornecidas pelos próprios DV's, a partir de suas experiências pessoais.

No subtópico seguinte serão enumeradas e descritas as principais observações acerca dos elementos determinantes para a estruturação de uma interface acessível, sintetizando assim os resultados dessa experiência piloto de levantamento de requisitos.

3.2.1 Proposta de elementos para uma interface *touch screen* acessível

- a) Preferência de utilizar gestos no lugar de botões, pois as ações realizadas através de gestos diminuem as barreiras impostas pela interface.
- b) Na utilização de botões deve-se incluir um modo de exploração/foco, pois os comandos e teclas devem ser identificáveis de forma tátil ou sonora (toque/vibração ou som).
- c) Opções apresentadas em forma de lista, ou em duas colunas utilizando as laterais dos dispositivos, devem conter botões grandes e disponibilizados em

áreas de cobertura maiores para que seja possível pressionar com bastante espaço entre elas. Não se deve limitar outras possibilidades de design, porém é preciso validá-las com deficientes a fim de manter o mesmo *layout* de disposição das telas.

- d) *Pop-ups* deverão ocupar toda a tela, com opções de saída através de gestos ou botões atendendo aos itens b e c.
- e) Evitar uso de tempo de expiração, pois os usuários iniciantes irão demandar mais tempo do que inicialmente previsto para realizar a referida ação. E caso seja essencial, propiciar um retorno sonoro e tátil para informar o fim do tempo.
- f) Sempre que possível evitar o uso do título, de preferência a aplicação deve iniciar e informar automaticamente, através de recursos sonoros, o título da aplicação e alguma ajuda no manuseio da aplicação.
- g) Retorno tátil é essencial para utilização em ambientes com poluição sonora. Com isso, a colocação de objetos na tela que sejam autoexplicativos é de fundamental importância, bem como a presença de itens que visem educar os usuários sobre essas funções navegação.
- h) Informar que existem outras páginas a serem navegadas (área de rolagem), por exemplo, Página 1 de 3. E ainda um retorno durante o carregamento de arquivos e páginas solicitados via *web*.
- i) *Design* ambidestro deve entrar em consideração, pois canhotos e destros poderão usar a interface, para navegação na vertical ou horizontal. Em

alguns casos é aconselhável fixar uma orientação, pois simplifica o uso da interface para o deficiente visual.

- j) A opção de contraste deve ser inclusa para usuários com baixa visão, logo um estudo de cores que propiciam um melhor contraste, se faz necessário.

4 O Aplicativo LêBraille

Após o levantamento dos requisitos descritos anteriormente, foi desenvolvida uma proposta de interface acessível que visa facilitar o processo de inclusão de deficientes visuais na escrita em Braille. O aplicativo que provê essa interface foi denominado LêBraille.

O desenvolvimento do LêBraille serve como um instrumento que estimula significativamente a escrita do estudante deficiente visual, principalmente no contexto das tecnologias móveis, tendo aplicabilidade em atividades extracurriculares em escolas de alfabetização desses deficientes.

O aplicativo LêBraille foi desenvolvido para o sistema *Android*. As implementações dos principais componentes do LêBraille utilizam a linguagem de programação JAVA, uma vez que o sistema *Android* suporta tal linguagem.

A solução consiste na utilização de *smartphones* que utilizam recurso *touch screen*, para simular os instrumentos utilizados para escrita no Sistema Braille. Devido à diferença no tamanho das telas dos *smartphones* o *layout* será exibido proporcionalmente. A Figura 8 ilustra o modo de exibição do LêBraille em um *smartphone*, exibindo uma célula Braille virtual por vez.



FIGURA 8 – Exemplo da Tela Principal do Lêbraille no Aparelho *Android*

FONTE: Elaborado pelos próprios autores.

4.1 Requisitos do Sistema

Por ser um sistema não excludente e que pode ser utilizado por DV's, pessoas com baixa visão e videntes, o mesmo deve possuir uma interface amigável e de fácil utilização pelo seu público. Como tela principal, o Lê-Braille dispõe de uma célula Braille virtual. Por padrão, a ordem de disposição dos pontos segue o modo de leitura em Braille. O sistema interage com o *software* de síntese de voz disponível para o dispositivo móvel.

A interface inicialmente planejada, além de ser acessível, implementa as principais funcionalidades de um editor de texto:

- Incluir caractere;
- Editar caractere;
- Excluir o caractere;
- Confirmar a combinação dos pontos;
- Configurar o *software*;
- Ler Texto gerado.

4.2 Modo de Usar

Após a instalação do *software*, o usuário deve iniciá-lo através de um atalho instalado no dispositivo. Por oferecer interatividade sonora, cada ação do usuário no sistema é respondida com avisos de áudio, identificando qual ação foi realizada. Para utilizar o sistema, o usuário deverá selecionar um ou mais pontos da célula Braille, após a seleção dos pontos, os quais são sonorizados, o usuário deverá deslizar o dedo horizontalmente no sentido da esquerda para a direita a fim de confirmar a combinação dos pontos, em seguida o sistema fará a comparação da combinação dos pontos, caso a combinação corresponda a algum caractere em Braille, então o aplicativo retornará em áudio a identificação deste caractere e o mesmo será exibido na caixa de texto.

Para a exclusão de algum caractere, nesse caso o usuário deverá percorrer os caracteres digitados na caixa de texto e, ao encontrar o símbolo desejado, o usuário deverá balançar o aparelho (função *shake*).

A lista de comandos disponíveis para o sistema está apresentada na Quadro 1.

QUADRO 1 – Comandos Disponíveis Para o Lêbraille

Comando	Movimentação	Ação
Selecionar os pontos da célula Braille e em seguida tocar e arrastar horizontalmente no sentido da esquerda para a direita.		Confirma a inserção do caractere.

<p>Tocar com arrasto horizontalmente na área da tela, no sentido da direita para esquerda ou da esquerda para direita.</p>		<p>Navega entre os caracteres digitados. Se o comando for da direita para a esquerda a seleção do caractere move-se para a esquerda, caso contrário o cursor move-se para a direita.</p>
<p>Após navegar entre os caracteres, marcar/desmarcar um ou mais pontos da célula Braille.</p>		<p>Sobrescreve o caractere selecionado, visualmente estará com um destaque em negrito.</p>
<p>Após navegar entre os caracteres, toque com arrasto na diagonal principal.</p>		<p>Insere um espaço em branco à direita do caractere.</p>
<p>Balançar (shake) o aparelho.</p>		<p>Apaga um caractere e seleciona o caractere à esquerda.</p>
<p>Toque com arrasto vertical no sentido cima para baixo ou o inverso na área central da tela.</p>		<p>A cada comando é habilitado/desabilitado a opção <i>feedback vibra call</i>, a ação é oposta ao atual estado, ou seja, se o recurso estiver desligado ao fazer o comando automaticamente o recurso é ativado e vice-versa.</p>
<p>Um toque longo no campo de edição.</p>		<p>Sonoriza tudo que está digitado na caixa de texto.</p>
<p>Um toque duplo no botão "Salvar".</p>		<p>Armazena na memória o conjunto de caracteres digitados.</p>

<p>Um toque no botão "Cancelar".</p>		<p>Fecha a aplicação.</p>
<p>Um toque no botão "Menu".</p>		<p>Seleciona a forma de edição dos pontos entre modo de leitura ou modo de escrita.</p>

FONTE: Elaborado pelos próprios autores.

5 Testes de Utilização do Aplicativo LêBraille

O desenvolvimento do aplicativo LêBraille tem por objetivo disponibilizar uma ferramenta complementar ao processo de alfabetização no Sistema Braille. Por este motivo, a verificação e a validação da utilidade prática do *software* se faz necessária através de avaliações voltadas para o público alvo. O objetivo principal dessa estruturação de avaliação é obter informações de caráter qualitativo a partir das percepções relatadas pelos participantes durante a realização de entrevistas.

Desta forma, foram utilizados para os testes um aparelho *Galaxy 5 I5500B*, tela de 2.8", com o sistema *Android 2.2*, além de instalado e configurados, para síntese de voz em português, o *eSpeak TTS v 1.0* e *SVOX Classic Text To Speech Engine*, para uso do aplicativo LêBraille. Após o período de discussões, apenas para conhecimento da solução, foi apresentado aos participantes o *layout* da aplicação LêBraille.

Considerando que a etapa de descrição da avaliação é de grande valia para a estruturação da pesquisa, será descrito nos próximos tópicos os detalhes relevantes para a implementação dos testes.

5.1 Procedimentos de Avaliação

A validação inicial do sistema foi feita junto a um grupo de 10 (dez) DV's voluntários. Este grupo de contém os participantes do grupo inicial de levantamento de requisitos e foram adicionados mais cinco voluntários para o desenvolvimento dos testes. Utilizou-se a técnica de experimentos com grupos focais, onde foi implementado o teste em duas sessões com duração de 2 horas cada. O grupo foi dividido pela metade e, desse modo, em cada sessão foram avaliados 5 deficientes.

O teste, realizado pelos voluntários através de uma entrevista semi-estruturada, consistia de um desafio proposto e, posteriormente o preenchimento de um questionário. Antes da interação inicial com o aplicativo LêBraille, os deficientes submeteram-se a testes práticos para comprovação de habilidades com o sistema Braille, onde transcreveram algumas frases para este sistema. Em seguida, foi apresentado o detalhamento da proposta e um modelo tátil, que propiciou uma orientação física quanto à posição dos botões do aplicativo na tela do aparelho móvel (ver Figura 9).

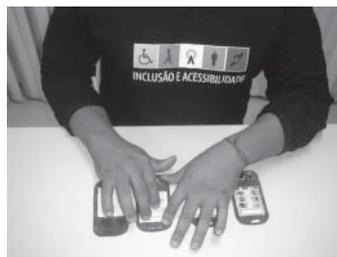


FIGURA 9 – Modelo Tátil Para Ambientação Inicial do Teste

FONTE: Elaborado pelos próprios autores.

Os deficientes visuais que participaram dessa experiência possuíam o seguinte perfil:

- 07 Homens e 03 Mulheres;
- possuíam entre 21 e 41 anos de idade;
- 01 possuía baixa visão;
- todos tinham conhecimentos em Braille;
- 01 utiliza o aparelho iPhone e outros 2 já haviam tido rápido contato com interfaces de toque usando o iPhone.

O desafio de utilização proposto consistia na inserção de todo o alfabeto em Braille através da interface do aplicativo, a qual por sua vez traduziria os caracteres para o alfabeto comum.

O instrumento de avaliação coletiva para esses deficientes continha instruções básicas para utilização do dispositivo de toque através das interfaces que usam o LêBraille. Após isso, os voluntários responderam algumas perguntas para avaliar o estado ou necessidade de melhorias na acessibilidade do aplicativo. As perguntas de avaliação correspondiam aos aspectos dos itens descritos no próximo subtópico.

5.2 Resultados Parciais de Interação com a Tecnologia

ORGANIZAÇÃO E APRESENTAÇÃO – É determinado pela forma de apresentar a tecnologia. Envolve, portanto, a organização geral, estrutura, estratégia de apresentação, coerência e suficiência.

- 100% dos voluntários relatam que todas as informações e materiais repassados para ambientar o acesso às tecnologias apresentadas foram necessários, os termos utilizados estavam compreensíveis e contribuíram para o aprendizado dos mesmos;
- 40% dos envolvidos gostariam de mais tempo disponível para apreciação da tecnologia, não demonstrando segurança no uso do sistema, mas interessados na temática.

MOTIVAÇÃO – É determinada pela capacidade da tecnologia em causar impacto, motivação e/ou interesse.

- 60% dos entrevistados disseram que a tecnologia é atraente;
- 70% consideraram os aspectos abordados (*smartphone touch screen* e Braille) importantes;
- apesar das necessidades de adaptações sugeridas, 90% relatam que a tecnologia tem o formato interessante para uma pessoa cega, provendo a quebra de paradigmas no uso de interfaces *touch screen*.

DESIGN - É determinado pelo desenho apresentado no aplicativo.

- 80% dos usuários deficientes visuais disseram que o aplicativo possui um *layout* que propicia a fácil localização e a operação eficiente dos elementos da interface.

ESTILO DO ÁUDIO – É determinado pela compreensão e estilo do áudio apresentado.

A aplicação é portátil para o sintetizador de voz que esteja definido como padrão no *smartphone*. Com isso, uma investigação foi realizada utilizando os sintetizadores de voz *eSpeak* e *SVOX*:

- 80% dos entrevistados optaram pela utilização do *eSpeak* devido a rapidez no tempo de resposta propiciado por esse sintetizador, gerando uma maior segurança na utilização do sistema proposto;
- 90% não consideram o som do *eSpeak* tão atrativo para a exploração/acesso ao sistema quando comparado com a qualidade da voz sintetizada pelo *SVOX*.

NAVEGABILIDADE – É determinada pela facilidade do usuário navegar pelo aplicativo e produzir os caracteres em Braille.

- 60% cita que a interface está entendível e de fácil navegação, porém a mesma necessita de adaptações;
- 90% ratifica que a navegação possui uma sequência lógica.

CONTEÚDO – Relaciona-se ao assunto abordado na tecnologia.

- 100% dos entrevistados, após a manipulação do aplicativo, afirmaram que a tecnologia apresentada corresponde ao seu nível de conhecimento. O que confirma que todos os envolvidos conseguiram entender o intuito da pesquisa na qual estavam inseridos.

OBJETIVOS – É determinado pelos propósitos, metas ou finalidade a que se deseja com a utilização da tecnologia. Neste caso, o objetivo foi a inserção do alfabeto em Braille.

- 100% dos participantes conseguiram

realizar a atividade proposta;

- 70% dos mesmos afirmaram que os recursos de acessibilidade necessitam de reformulações.

EDUCAÇÃO ESPECIAL – Refere-se à educação de pessoas com necessidades especiais.

- 70 % informaram que tal recurso poderá incentivar o deficiente visual ao aprendizado Braille e estimulá-los a uma maior participação/interação nas redes sociais.

COMENTÁRIOS GERAIS E SUGESTÕES:

- Após a realização de algumas ações não há um retorno claro da obtenção de sucesso, por exemplo: o envio do texto digitado e o retorno de qual caractere foi apagado.
- Proporcionar uma forma que, dentro do aplicativo, o usuário deficiente visual possa alterar/personalizar a velocidade e a fala do sintetizador.
- Foram sugeridos a correção de alguns erros na ferramenta avaliada, por exemplo, o conflito entre o momento de exploração da tela e o gesto que realiza uma ação.
- Dentre diversas considerações, alguns avaliados destacaram que a maior contribuição deste trabalho é a inclusão do sistema Braille nas novas tecnologias.

6 Trabalhos Relacionados

Diante das dificuldades enfrentadas no processo de ensino-aprendizagem dos deficientes visuais, surgem cada vez mais sistemas e soluções com o intuito de adaptar

os novos recursos tecnológicos em favor da educação para este público e para os demais interessados. Atualmente muitas empresas de tecnologia estão desenvolvendo *softwares* e aparelhos específicos para serem utilizados por DV's.

6.1 Software

Os três principais sistemas para dispositivos móveis (*Android, Symbian, iOS*) possuem *softwares* que abordam a temática Braille disponíveis em suas lojas virtuais. O problema comum na maioria desses *softwares* é que não são acessíveis aos deficientes visuais.

6.1.1 Braille Español

Este *software*, gratuito, propicia consultas e aprendizado de símbolos Braille pertencentes à língua espanhola. O *software* possui uma célula Braille de seis pontos além de possuir vibração nos pontos ativos.

6.1.2 Puzzle Pal

É um *software* para resolver quebra-cabeças. A lista de palavras é baixada uma vez e armazenada no cartão de memória. O *software* possui outros tipos de quebra-cabeças, além de outras funcionalidades como escrever em Braille e código Morse.

6.1.3 Braille Pro

Ensina Braille e traduz de Inglês para Braille, além de salvá-lo como uma imagem.

O usuário aprende Braille no seu próprio ritmo e de forma prática.

6.1.4 *Learn Braille*

Esse aplicativo propicia uma forma fácil de aprender e dominar Braille como uma pessoa com visão normal. É possível estudar todos os símbolos Braille em várias línguas. Destacando que o *Learn Braille* possui modos distintos para: Símbolos Braille, Braille japonesa, Hebraico Braille, Coreano Braille e Braille chinês.

6.2 Desenvolvimento de Aparelhos

Empresas de telefonia também estão desenvolvendo equipamentos voltados especialmente para os usuários com deficiência visual.

6.2.1 *DrawBraille*

Conceito de telefone celular cuja principal característica é o *designer* inovador do aparelho que utiliza o alfabeto Braille na superfície do aparelho, sendo destinado especialmente para usuários com deficiência visual. Com o aparelho o usuário poderá utilizar vários recursos, tais como acessar *menu* e agenda de contatos, navegar na internet, verificar o nível da bateria, ler e-mail, mensagens e *e-books*.

6.2.2 *iSense*

Conceito de película que será acoplada na parte frontal do iPad. Quando os textos e

imagens são exibidos na tela do aparelho a película reage aos níveis de luz e forma pontos Braille em relevo.

7 Conclusões

Os estudos investigativos sobre a interação do deficiente com interfaces de apelo estritamente visual, como é a de toque, é uma demanda que está se iniciando e que, por isso, requer cada vez mais estudos e pesquisas aplicadas.

Com os resultados de testes e sugestões dos usuários participantes desse trabalho, pretende-se que o aplicativo *LêBraille* passe por melhorias consideráveis e se torne totalmente compatível tanto com os aplicativos instalados nos dispositivos como nos aplicativos da internet. Objetiva-se que o *LêBraille* seja consolidado como uma ferramenta complementar para a entrada de dados e auxílio no ensino e uso do Braille em dispositivos móveis *touch screen*, sendo esta característica seu principal diferencial.

A disponibilização de uma versão estável desse sistema gera, portanto, uma considerável demanda de verificação da sua utilidade junto ao seu público alvo. Nesse contexto, esse projeto também se propõe futuramente a realizar a validação desse sistema com um grupo maior de DV's em processo de alfabetização, bem como provê essa validação com seus respectivos professores, aplicando-a em atividades extracurriculares nas escolas que lidam com a alfabetização de deficientes visuais e em capacitações de Braille.

Referências

ANDROID MARKET. *Braille Español*. Disponível em: <https://market.android.com/details?id=com.yeradis.android.braille&feature=search_result> Acesso em: 11 ago. 2011.

ANDROID MARKET. *Puzzle Pal*. Disponível em: <https://market.android.com/details?id=com.sqisland.android.puzzlepall&feature=search_result> Acesso em: 11 ago. 2011.

APP STORE. *Braille Pro*. Disponível em: <<http://itunes.apple.com/br/app/braille-pro/id346739114?mt=8>> Acesso em: 12 ago. 2011.

APP STORE. *Learn Braille*. Disponível em: <<http://itunes.apple.com/br/app/learn-braille/id299359538?mt=8>> Acesso em: 12 ago. 2011.

APPLE. *Acessibilidade*. Disponível em: <<http://www.apple.com/br/accessibility/>> Acesso em: 10 ago. 2011.

BORGES, J.A. *Projeto Dosvox: uma nova realidade educacional para deficientes visuais*. 1996. Disponível em: <<http://www.intervox.nce.ufrj.br/dosvox/>> Acesso em: 29 set. 2010.

BORGES, J.A.; PAIXÃO, B. R.; BORGES, S. *Projeto DEDINHO - Alfabetização de crianças cegas com ajuda do computador*. Disponível em: <<http://intervox.nce.ufrj.br/dosvox/textos/dedinho.doc>>. Acesso em: 17 out. 2010.

BRASIL. Ministério de Educação e Cultura. Secretaria de Educação Especial. *Grafia Braille Para a Língua Portuguesa*: aprovada pela portaria nº 2.678 de 24/09/2002. Brasília, 2006. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/grafiaport.pdf>> Acesso em: 01 jun. 2011.

CAMPOS, A.; BRANCO, P. *3GM-INSIGHT: uma interface tátil para introdução de texto num PDA, para utilizadores portadores de deficiência visuais*. Lisboa: Instituto Superior Técnico, 2003. Disponível em: <<http://immi.inesc.pt/~pjgb/3gm/pt/actividades/relatoriofinal/3gm-relatoriofinal.pdf>>. Acesso em 18/03/2007> Acesso em: 17 out. 2010.

CIVIAM. *Alfabeto Braille Vazado no MDF*. Disponível em: <<http://www.civiam.com.br/civiam/index.php/necessidadesespeciais/materiais-pedagogicos.html>> Acesso em: 09 set. 2011.

CODE FACTORY. *Mobile Accessibility*: Code Factory Goes Android!. Disponível em: <<http://www.codefactory.es/en/press.asp?id=388&y=2011&n=88>> Acesso em: 25 maio 2011.

GABRILLI, M. *Desenho Universal: um conceito para todos*. Disponível em: <http://www.vereadoramaraga-brilli.com.br/files/universal_web.pdf> Acesso em: 29 set. 2008.

IBC. *Braille Fácil 3.5a*. Rio de Janeiro, 2006. Disponível em: <<http://intervox.nce.ufrj.br/brfacil/>> Acesso em: 13 dez. 2010.

IBC. *Grafia Braille da Língua Portuguesa*. Rio de Janeiro, 2005. Disponível em: <<http://www.ibr.gov.br/?itemid=348>> Acesso em: 13 dez. 2010.

INSTITUTO DE CEGOS PADRE CHICO. *Leitura e escrita Braille*. Disponível em: <http://www.padrechico.org.br/Leitura_e_Escrit_Braille.htm> Acesso em: 20 out. 2006.

INSTITUTO FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL. Núcleo de Atendimento às Pessoas com Necessidades Especiais – NAPNE. *Acessibilidade Virtual*. Bento Gonçalves, [2011] Disponível em: <<http://accessibilidade.bento.ifrs.edu.br/>> Acesso em: 19 fev. 2011.

NUANCE. *Nuance Talks&ZOOMS for Series 60 3rd/5th Edition and Symbian*. Disponível em: <<http://www.nuance.com/for-individuals/by-solution/talks-zooms/index.htm>> Acesso em: 25 jan. 2011.

OLHAR DIGITAL. *DrawBraille: o celular feito sob medida para deficientes visuais*. Disponível em: <http://olhardigital.uol.com.br/produtos/mobilidade/noticias/drawbraille_o_telefone_celular_feito_sob_medida_para_deficientes_visuais> Acesso em: 18 set. 2011.

OLHAR DIGITAL. *iSense: conceito de iPad em Braille*. Disponível em: <http://olhardigital.uol.com.br/produtos/digital_news/noticias/isense_conceito_exibe_ipad_em_braille>. Acesso em: 18 set. 2011.

SOCIEDADE DE ASSISTÊNCIA AOS CEGOS. *O Sistema Braille*. Fortaleza, [2011]. Disponível em: <http://www.sac.org.br/APR_BR2.htm> Acesso em: 30 mar. 2011.

*Submetido para avaliação em 20 set. 2011.
Aprovado para publicação em 24 mar. 2012.*

Agebson Rocha Façanha

Universidade Federal do Ceará. Mestrado e Doutorado em Ciências da Computação. Fortaleza/CE, Brasil. E-mail: agebson@ifce.edu.br.

Lívio Siqueira Lima

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará. Projeto de Acessibilidade Virtual. Maracanaú/CE, Brasil. E-mail: livios@ifce.edu.br.

Maria da Conceição Carneiro Araújo

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará. Projeto de Acessibilidade Virtual. Fortaleza/CE, Brasil. E-mail: marianacarneiro@ifce.edu.br.

Windson Viana de Carvalho

Universidade Federal do Ceará. Instituto Universidade Virtual. Fortaleza/CE. E-mail: windson@virtual.ufc.br

Mauro Cavalcante Pequeno

Universidade Federal do Ceará. Instituto Universidade Virtual. Fortaleza/CE. E-mail: mauro@virtual.ufc.br