

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE INFORMÁTICA
CURSO DE BACHARELADO EM SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

Juliana Damasio
Tasmay Inácio

**Avaliação de usabilidade e de impacto cognitivo de uma aplicação
baseada em áudio para a navegação de pessoas com deficiência
visual**

Trabalho de Conclusão II
Orientadora: Profa. Dr. Márcia de Borba Campos

Porto Alegre
2014

Juliana Damasio
Tasmay Inácio

Avaliação de usabilidade e de impacto cognitivo de uma aplicação baseada em áudio para a navegação de pessoas com deficiência visual

Trabalho de Conclusão de Curso II apresentado como requisito para a obtenção do grau de Bacharel em Sistemas de Informação pela Faculdade de Informática da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.

Orientadora: Profa. Dr. Márcia de Borba Campos

Porto Alegre
2014

Juliana Damasio
Tasmay Inácio

Trabalho de Conclusão de Curso II apresentado como requisito para a obtenção do grau de Bacharel em Sistemas de Informação pela Faculdade de Informática da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.

Aprovada em: ____ de dezembro de 2014.

BANCA EXAMINADORA:

Profa. Dra. Letícia Lopes Leite – PUCRS

Profa. Dra. Lúcia Maria Martins Giraffa – PUCRS

Profa. Dra. Márcia de Borba Campos - PUCRS (Orientadora)

Porto Alegre
2014

AGRADECIMENTOS

Juliana

Em primeiro lugar agradeço a minha parceira de TCC e grande amiga Tasmay, pelo apoio e dedicação, sem ela este trabalho não teria sido o mesmo. Um agradecimento muito especial à professora Márcia de Borba Campos pela orientação, disponibilidade, compreensão e amizade. Graças a sua orientação, me encantei pela área de IHC e pretendo continuar meus estudos.

Não posso deixar de agradecer ao meu amor Paulo Caliendo, pelo amor, apoio nos momentos difíceis e compreensão nos momentos de ausência. Aos meus pais e irmã pelo incentivo e amor. À minha família pelos momentos de descontração e por acreditarem em mim.

Agradeço aos amigos por me aturarem nesse momento, sei que extrapolei as conversas sobre o TCC, obrigada pelo apoio e incentivo.

Obrigada ao professor Jaime Sanchez da Universidade do Chile, por nos conceder dicas para a melhor condução deste trabalho. Ao Anderson Cardoso Martins, um dos desenvolvedores do mAbES, obrigada pelo suporte e atenção prestados.

Um agradecimento especial aos usuários com deficiência visual e sua família, por aceitarem participar das avaliações, vou levar cada um de vocês em minha memória e coração. Sem vocês este trabalho não teria se concretizado. Também agradeço ao Lucas Amaral e Pedro Uyeda por nos auxiliarem no teste piloto.

Aos funcionários do museu pela atenção prestada e a Professora Mara Godinho do laboratório LAPNEE da PUCRS pela impressão do material em Braille, assim como a indicação de usuários.

Por fim, meus sinceros agradecimentos a todos que contribuíram de alguma forma para a realização deste trabalho, de maneira direta ou indireta. Muito obrigada a todos.

AGRADECIMENTOS

Tasmay

Agradeço minha amiga e colega Juliana, que dividiu comigo o sonho da realização de um trabalho de conclusão na área de IHC; sem ela eu não teria coragem para ir até o fim.

Obrigada à Dr. Prof.^a Márcia de Borba Campos, por despertar em mim o interesse por tecnologias assistivas. Obrigada pela paciência, pela dedicação e por todo o conhecimento compartilhado. Ao Dr. Prof.^o Jaime Sánchez agradeço imensamente pois, mesmo à distância, contribuiu no enriquecimento deste TCC.

Agradeço à minha família, pais e irmãos, pelo incentivo, pelo amor e por entender a minha ausência em diversos momentos deste ano.

Aos amigos, agradeço pela paciência e pela amizade. Para meus colegas e também amigos da HP, agradeço pelo apoio. Um obrigada especial para a minha gerente e amiga Maria Claudia, que entendeu a importância que este trabalho tem para mim e não mediu esforços para que eu pudesse concluí-lo.

Para meus mais novos amigos, participantes deste estudo, não tenho palavras para agradecê-los. Estou marcada pelo resto da minha vida com todo o carinho e disposição que dispuseram para contribuir com este TCC.

Ainda, agradeço aos funcionários da PUCRS, do MCT/PUCRS e também do LAPNNE por toda ajuda. A todos que contribuíram de uma forma ou outra para a realização deste trabalho, meu muito obrigada.

Em especial, agradeço ao grande amor da minha vida, Wagner da Rocha, que passou algumas noites em claro apenas para me fazer companhia e me encorajou, fazendo com que tivesse forças até o fim.

RESUMO

O objetivo geral deste trabalho é elaborar uma metodologia de avaliação de videojogos, que sejam direcionados a usuários com deficiência visual e que tenham como propósito apoiar o desenvolvimento de habilidades de navegação (de orientação e mobilidade).

Apresentamos neste trabalho o referencial teórico utilizado para aprofundar os conhecimentos sobre o assunto e para criar a metodologia de avaliação.

Para validar a metodologia, foi escolhido o aplicativo mAbES - *Mobile Audio-Based Navigation Using Virtual Environments*, que representa o Museu de Ciências e Tecnologia da PUCRS – MCT/PUCRS.

Para validar se há alteração nas habilidades de Orientação e Mobilidade dos usuários, foram realizadas sessões de testes onde os usuários utilizaram o aplicativo e foram ao museu da PUCRS. Depois fizeram maquetes representando o ambiente real e virtual, que foram utilizadas como apoio à avaliação de impacto cognitivo.

A avaliação de usabilidade foi feita com usuários especialistas em usabilidade e em videojogos e com usuários finais da aplicação, que são usuários com deficiência visual. Ainda, na avaliação com usuários finais, houve Subgrupos que se diferenciaram conforme a proposta de uso do mAbES.

Palavras-chave: Videojogos. Usabilidade. Impacto Cognitivo. Deficientes visuais.

ABSTRACT

The main objective is to develop a video game assessment methodology, which are targeted to users with visual disabilities and whose purpose support the development of navigation skills (orientation and mobility).

It exposes the theoretical framework used to deepen the knowledge on the subject and to develop the evaluation methodology.

In order to validate the methodology chosen, the mAbES application was selected. This application consists in a Mobile Audio-Based Navigation Using Virtual Environments, and it's currently used by the Museum of Science and Technology of the Pontifical Catholic University of Rio Grande do Sul - MCT/PUCRS.

To validate whether there is a change in the skills of Orientation and Mobility of its users, we promoted tests through which they used the application and went to the mentioned Museum. After the visit, they made mockups representing the real and the virtual environment, which were used to support the assessment of cognitive impact.

An usability evaluation was made with usability and videogame experts and with end users of the application, who are visually impaired. During the evaluation with the visually impaired end users, there were different subgroups according to the proposed use of mAbES.

KeyWords: Video Games. Usability. Cognitive impact. Blind People.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Uso de texturas para estudos em geografia	15
Figura 2 - Exemplo de mapa mental sobre Conhecimento Corporal elaborado por pessoas videntes	16
Figura 3 - Exemplos de mapas mentais desenvolvidos por alunos representando a compreensão de um espaço comum	17
Figura 4 - Exemplos de mapas mentais desenvolvido por alunos utilizando o conceito de maquetes	17
Figura 5 - Estrutura de usabilidade	26
Figura 6 - Testes de avaliação de habilidade espacial para cegos	30
Figura 7 - Opções básicas da proposta adaptada de Tower Defense	31
Figura 8 - Opções avançadas da proposta adaptada de Tower Defense	32
Figura 9 - Videojogo exibindo ataque da torre ao inimigo.....	32
Figura 10 - Exemplo de uso da escala de Likert	34
Figura 11 - Interface gráfica AHM	36
Figura 12 - Desafio matemático de adição	37
Figura 13 - Desafio matemático de multiplicação	38
Figura 14 - Tela de início ao entrar no jogo	39
Figura 15 - Tela exibida após o início do jogo	39
Figura 16 - Opção "Explorar Livremente"	41
Figura 17 - Configuração modo rota de navegação.....	41
Figura 18 - Monstros e Joias.....	42
Figura 19 - Configuração modo jogo.....	42
Figura 20 - Ponto inicial AbES.....	43
Figura 21 - Log de eventos	44
Figura 22 - Matriz Braille	46
Figura 23 - Tela Principal mAbES	47
Figura 24 - Primeiro andar	47
Figura 25 - Segundo andar	47
Figura 26 - Terceiro andar	49
Figura 27 - mAbES: Representação da <i>Usina Nuclear</i>	51
Figura 28 - Tela de perguntas da <i>Usina Nuclear</i>	51
Figura 29 - Tela de respostas <i>Usina Nuclear</i>	52
Figura 30 - mAbES: Representação da <i>Casa Genial</i>	53
Figura 31 - Manipulação de som	53

Figura 32 - Exemplo de aplicação da Nota nº 21 / 2012 / MEC / SECADI / DPEE	55
Figura 33 - Sons utilizados no mAbES	66
Figura 34 - Google Drive - Pastas	68
Figura 35 - Google Drive - Sons Sugeridos.....	68
Figura 36 - Observações sobre os sons.....	72
Figura 37 - Representação do ambiente real do museu pelas autoras.....	89
Figura 38 - Avaliadores - Representação Gráfica.....	90
Figura 39 - Instrumento de para representação gráfica	91
Figura 40 - Subgrupo 1: Usuário 1 - Representação Gráfica	98
Figura 41 - Subgrupo 1: Usuário 3 - Representação Gráfica	98
Figura 42 - Subgrupo 1: Usuário 5 - Representação Gráfica	99
Figura 43 - Subgrupo 2: Usuário 2 - Representação Gráfica	106
Figura 44 - Subgrupo 2: Usuário 4 - Representação Gráfica	107
Figura 45 - Subgrupo 2: Usuário 6 - Representação Gráfica	108
Figura 46 - Teste Piloto	139
Figura 47 - Mapas construídos pelo Usuário 1, Subgrupo 2	140
Figura 48 - Mapa construído pelo Usuário 2, Subgrupo 1	140

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Preferência dos Sons – Grupo 1	69
Gráfico 2 - Preferência dos Sons – Grupo 2	70
Gráfico 3 - I. Visibilidade Do Estado Do Sistema	75
Gráfico 4 - II. Relação entre Sistema e Mundo Real.....	76
Gráfico 5 - III. Controle e Liberdade do Usuário.....	77
Gráfico 6 - IV. Consistência e Padronização.....	78
Gráfico 7 - V. Prevenção de Erros	79
Gráfico 8 - VI. Reconhecimento ao invés de Memorização	80
Gráfico 9 - VII. Flexibilidade e Eficiência de Uso.....	81
Gráfico 10 - VIII. Projeto Estético e Minimalista	82
Gráfico 11 - IX. Reconhecimento, Diagnóstico e Recuperação de Erros	84
Gráfico 12 - X. Ajuda e Documentação	85
Gráfico 13 - XI. Tratamento do Conteúdo Áudio.....	86
Gráfico 14 - XII. Tratamento do Conteúdo Tátil	87
Gráfico 15 - Como você avalia o mAbES de forma geral?	89
Gráfico 16 - Questionário de Usabilidade - Subgrupo 1	97
Gráfico 17 - Questionário de Usabilidade - Subgrupo 2 - Pré-Teste	102
Gráfico 18 - Questionário de Usabilidade - Subgrupo 2 - Pós-Teste	106
Gráfico 19 - Tipo de Navegação Escolhida	111

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Grupo 1: Perfil da amostra de avaliadores de usabilidade	63
Tabela 2 - Grupo 2: Perfil da amostra de usuários finais	64
Tabela 3 - Tabela de Avaliação de Sons	67
Tabela 4 - Grupo 1: Análise da preferência dos sons	69
Tabela 5 - Grupo 2: Análise da preferência dos sons	70
Tabela 6 - Som original x Som sugerido	71
Tabela 7 - Visibilidade do estado do sistema	74
Tabela 8 - Relação entre sistema e mundo real	75
Tabela 9 - Controle e liberdade do usuário	77
Tabela 10 - Consistência e padronização.....	78
Tabela 11 - Prevenção de erros	79
Tabela 12 - Reconhecimento ao invés de memorização.....	80
Tabela 13 - Flexibilidade e eficiência de uso	81
Tabela 14 - Projeto estético e minimalista.....	82
Tabela 15 - Reconhecimento, diagnóstico e recuperação de erros	83
Tabela 16 - Ajuda e Documentação.....	84
Tabela 17 - Tratamento do conteúdo áudio	85
Tabela 18 - Tratamento do conteúdo tátil	86
Tabela 19 - Avaliação do mAbES de forma geral	88
Tabela 20 - Grupo 2 - Subgrupo 1: Análise do resultado da avaliação de usabilidade	95
Tabela 21 - Subgrupo 2: Análise do resultado da avaliação de usabilidade pré-teste	100
Tabela 22 - Subgrupo 2 - Análise dos resultados da avaliação de usabilidade pós-teste	103

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AbES - *Mobile do Audio-Based Navigation Using Virtual Environments*

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

DV - Deficiente visual

IHC - Interação Humano-Computador

LEPNEE - Laboratório de Ensino a Pessoas com Necessidades Educacionais Específicas

mAbES - *Mobile Audio-Based Navigation Using Virtual Environments*

MCT/PUCRS - Museu de Ciências e Tecnologia da PUCRS

NT - Nota Técnica

O&M - Orientação e mobilidade

PUCRS - Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul

TA - Tecnologia Assistiva

TCC I - Trabalho de Conclusão de Curso I

TCC II - Trabalho de Conclusão de Curso II

TCLE - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
1.1 OBJETIVOS	20
1.2 MOTIVAÇÃO	20
1.3 ORGANIZAÇÃO DO TEXTO	21
2 REFERENCIAL TEÓRICO	22
2.1 USABILIDADE	22
2.1.1 <i>Heurísticas de Nielsen</i>	23
2.1.2 <i>8 Regras de Ouro</i>	25
2.2 IMPACTO COGNITIVO	28
3 TRABALHOS CORRELATOS	31
4 SIMULADORES DE AMBIENTES ESPACIAIS PARA DEFICIENTES VISUAIS	40
4.1 ABES	40
4.1.1 <i>Avaliação do AbES</i>	44
4.2 MABES	45
5 MÉTODO DE AVALIAÇÃO DE VIDEOJOGOS	54
5.1 METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO	54
5.1.1 <i>Avaliação dos áudios</i>	54
5.1.2 <i>Avaliação de usabilidade por avaliadores de usabilidade</i>	57
5.1.3 <i>Avaliação de usabilidade e impacto cognitivo junto a usuários com deficiência visual</i>	58
6 AVALIAÇÃO DO MABES	62
6.1 ESPECIFICAÇÃO DA AMOSTRA	62
6.2 AVALIAÇÃO DOS ÁUDIOS	64
6.2.1 <i>Instrumentos</i>	64
6.2.2 <i>Procedimentos</i>	67
6.2.3 <i>Análise dos dados</i>	69
6.3 AVALIAÇÃO DE USABILIDADE JUNTO A USUÁRIOS AVALIADORES DE USABILIDADE	72
6.3.1 <i>Instrumento</i>	72
6.3.2 <i>Tarefas</i>	73
6.3.3 <i>Procedimentos</i>	73
6.3.4 <i>Análise dos dados</i>	74
6.4 AVALIAÇÃO DE USABILIDADE E IMPACTO COGNITIVO JUNTO AOS USUÁRIOS COM DEFICIÊNCIA VISUAL	91
6.4.1 <i>Instrumentos</i>	91
6.4.2 <i>Tarefas</i>	92
6.4.3 <i>Procedimentos</i>	92
6.4.4 <i>Análise dos Dados</i>	93
7 CONCLUSÃO	112
7.1 DIFICULDADES	113

7.2 TRABALHOS FUTUROS	114
REFERÊNCIAS.....	117
APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO APLICADO AO AVALIADOR DE USABILIDADE	122
APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO APLICADO A USUÁRIOS FINAIS	127
APÊNDICE C – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (USUÁRIO FINAL)	130
APÊNDICE D – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (AVALIADOR).....	132
APÊNDICE E – QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DOS SONS	134
APÊNDICE F – PILOTO PARA VALIDAÇÃO DE COLETA DE DADOS E PROCEDIMENTOS DE O&M.....	139
APÊNDICE G – TABELA DE SONS MABES.....	141
APÊNDICE H – OBSERVAÇÕES SOBRE OS SONS.....	158
ANEXO 1 – NOTA TÉCNICA	162

1 INTRODUÇÃO

A frequente evolução na área da computação e o aumento da preocupação com questões relacionadas à acessibilidade vêm contribuindo para o crescimento do desenvolvimento da área de tecnologia assistiva, em especial, para o desenvolvimento de softwares e hardwares voltados à Educação Especial. Apesar disso, concordando com Shirogane et al (2008), ainda há dificuldades em encontrar softwares que atendam às necessidades específicas de certos tipos de usuários.

Sabe-se que o uso de computadores e de tecnologias móveis tem sido incentivado nas escolas por meio de diferentes programas governamentais, por exemplo, PROUCA¹, PROINFO², PROINESP³, dentre outros. Estas iniciativas vêm ao encontro da geração de nativos digitais⁴, no qual as crianças são usuárias de diferentes tipos de aplicativos. Diante deste cenário, fica a mensagem de que se faz necessário construir aplicações que também possam ser utilizadas por pessoas que tenham alguma deficiência.

O uso de recursos computacionais vem apoiando o processo de ensino e as atividades de aprendizagem em escolas e nas universidades. Baseando-se no acesso mais facilitado a essas tecnologias, estudos foram realizados para comprovar como os softwares desenvolvidos para esses dispositivos podem influenciar na capacidade de aprendizado (Prensky, 2002), no desenvolvimento das habilidades analíticas (Kuflik et al., 2013) e na mobilidade e navegação das pessoas (Karahoca et al., 2012).

O trabalho aqui proposto tem como público-alvo pessoas que são consideradas legalmente cegas⁵ e com baixa visão e, como foco, trabalhos referentes ao desenvolvimento da habilidade de navegação, que envolve questões de orientação e mobilidade (O&M). As habilidades de O&M são desenvolvidas desde a infância por meio da visão, onde são aprendidos conceitos como distância entre objetos e entre a pessoa e um objeto, tamanhos, formas, posição e localização de objetos, por exemplo. Para pessoas que são cegas, esses conceitos precisam ser estimulados de outras formas, já que não há o *input* visual. Desta forma, conforme Mazzaro (2003), programas de orientação e mobilidade fazem uso do desenvolvimento da consciência corporal, na qual as pessoas que são cegas aprendem a conhecer a si mesmos e, depois, por meio de conceitos espaciais, aprendem sobre a construção do espaço relacionado a elas e aos objetos em determinado espaço.

Conforme Masi (2003, p.38):

¹ PROUCA. Disponível em <http://www.uca.gov.br/institucional/projeto.jsp>.

² PROINFO. Disponível em <http://www.fnnde.gov.br/programas/programa-nacional-de-tecnologia-educacional-proinfo>

³ PROINESP. Disponível em <http://www.proinesp.ufrgs.br/>

⁴ Nativos Digitais é um termo utilizado por Marc Prensky para as crianças nascidas a partir da década de 80 e 90 que apresentam familiaridade com o universo digital.

⁵ Neste trabalho utilizaremos os termos “pessoa legalmente cega” e “pessoa que é cega” como sinônimos. Conforme o Decreto nº 5296/2004, a deficiência visual inclui “cegueira, na qual a acuidade visual é igual ou menor do que 0,05 no melhor olho, com a melhor correção óptica; a baixa visão, que significa acuidade visual entre 0,3 e 0,05 no melhor olho, com a melhor correção óptica.”

Conceitos básicos relacionados à Orientação e Mobilidade são necessários para a pessoa com deficiência visual movimentar-se com segurança e eficiência. O conhecimento corporal, por exemplo, é fundamental, devendo-se dar especial atenção ao esquema corporal, conceito corporal, imagem corporal, planos do corpo e suas partes, lateralidade e direcionalidade.

Esses conceitos devem ser enriquecidos com outros da mesma importância, como: posição e relação com o espaço, forma, medidas e ações, ambiente, topografia, textura e temperatura.

Ainda, conforme Masi (idem), os programas de O&M também podem incluir exercícios baseados em textura. Kessler (2011) apresenta exemplos de materiais para trabalhar com pessoas que são cegas, conforme pode ser visto na Figura 1. O desafio, que permanece, é como transformar esses recursos, que são concretos, em recursos virtuais.

Figura 1 - Uso de texturas para estudos em geografia



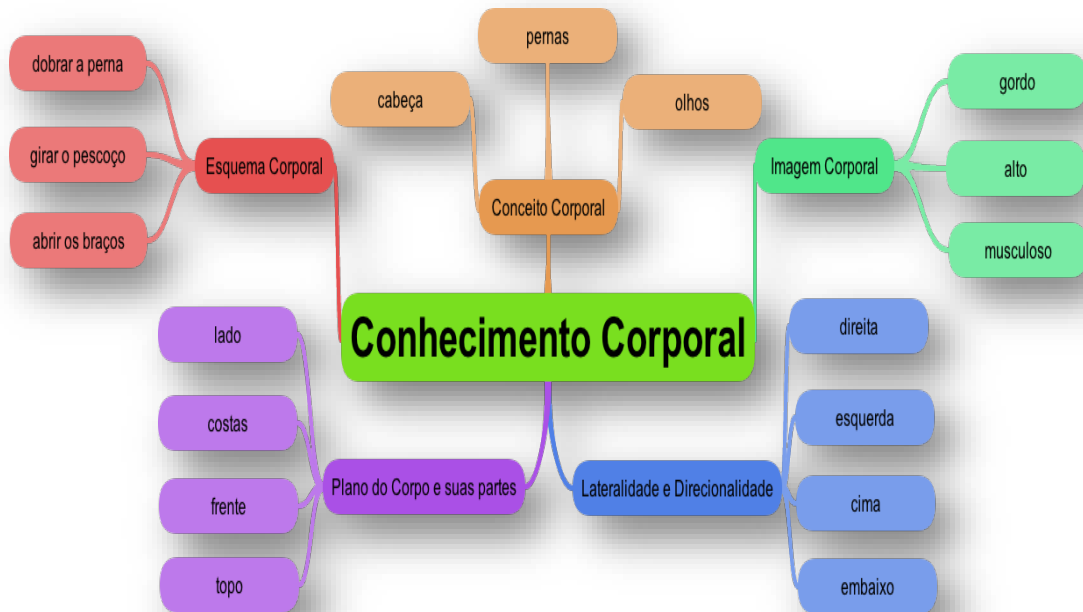
Fonte: Kessler (2011)

Pesquisadores como Sánchez (2004, 2005, 2010) trabalham com a elaboração de mapas mentais e de mapas conceituais como forma de compreensão e aquisição das habilidades de orientação e mobilidade. Desta forma, suas pesquisas, que tem como foco o desenvolvimento e avaliação de sistemas e protótipos de sistemas computacionais interativos para deficientes visuais, focalizam o (re)conhecimento de ambientes por meio da construção de representações mentais.

Os mapas mentais são utilizados para a formação e organização do conhecimento. Sua representação é dada por meio de diagramas, que fixam um conceito central e, a partir dele, outras informações são dispostas em formato de ramos, relacionando ideias. Essa estrutura tem a intenção de favorecer a memorização e, com isso, facilitar a compreensão de assuntos de forma resumida (Marques, 2008). Muito semelhante aos mapas conceituais, que

diferem pelo fato de utilizar a hierarquia de conceitos e a ligação entre estes através de proposições e análise lógica, os mapas mentais estão mais ligados à capacidade cerebral e ao pensamento cognitivo e não-linear (Maffra, 2011). A Figura 2 ilustra um exemplo de mapa mental feito por pessoas videntes, no qual se pode observar a estrutura de nodos e ligações. Já as Figura 3 e Figura 4 ilustram a elaboração de mapas mentais construídos por pessoas que são cegas e com visão subnormal⁶.

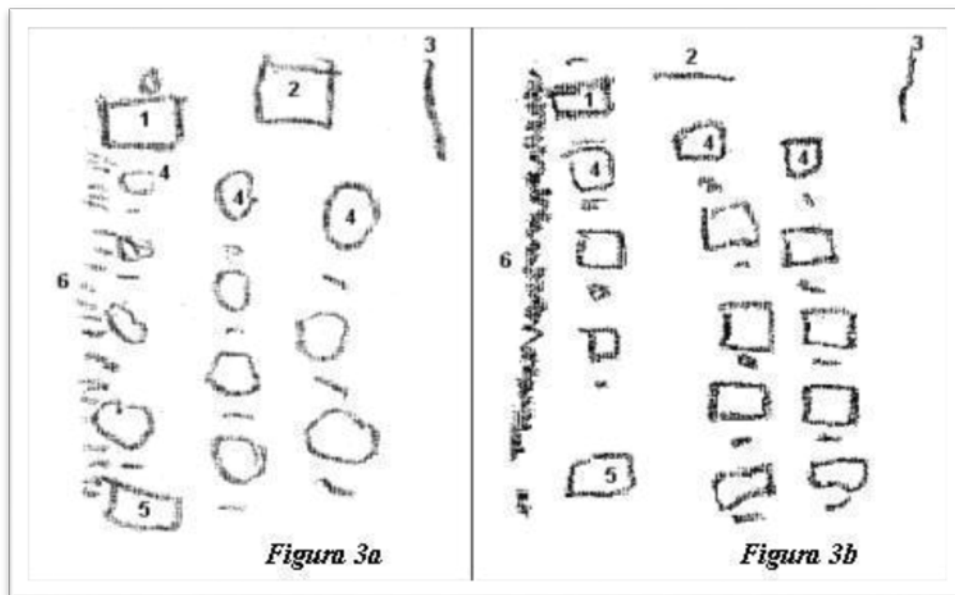
Figura 2 - Exemplo de mapa mental sobre Conhecimento Corporal elaborado por pessoas videntes



Fonte: As autoras (2014)

⁶ Visão subnormal. Disponível em: http://www.cbo.com.br/novo/publico_geral/doencas/visao_subnormal

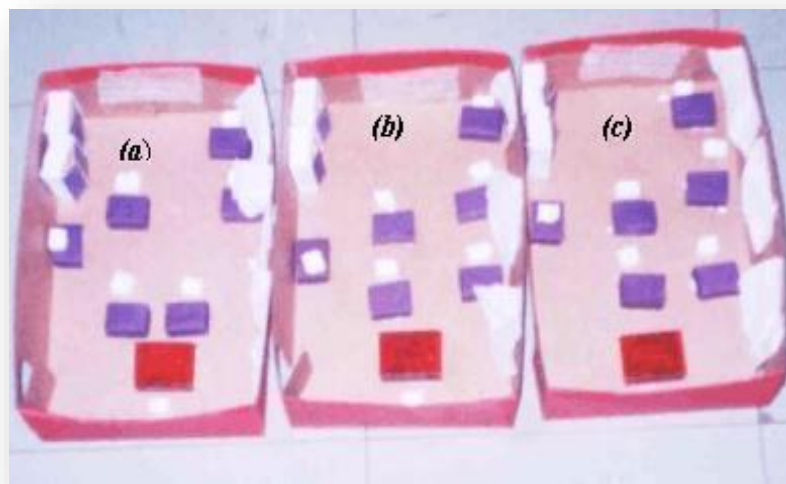
Figura 3 - Exemplos de mapas mentais desenvolvidos por alunos representando a compreensão de um espaço comum



Fonte: Geo UERJ (2003)

Legenda: Figura 3a pertence a um aluno cego e Figura 3b pertence a um aluno com visão subnormal. Os números representam posições na sala de aula, por exemplo, 1 - mesa da professora.

Figura 4 - Exemplos de mapas mentais desenvolvidos por alunos utilizando o conceito de maquetes



Fonte: Geo UERJ (2003)

Legenda: Aluno cego (mapa a) e alunos com visão subnormal (mapas b e c).

Nessa comparação entre os diferentes tipos de mapas mentais é importante observar que, de uma forma ou de outra, os usuários conseguem

identificar conceitos e relacioná-los. Os exemplos anteriores mostram que tanto os mapas desenvolvidos por pessoas que são cegas como os mapas desenvolvidos por pessoas com visão subnormal são bastante semelhantes, apesar de terem sido construídos individualmente e em horários diferentes. Ainda, o resultado comprova o entendimento do ambiente da sala de aula, além dos elementos nela distribuídos.

Tendo domínio dos conceitos citados, as pessoas que são cegas podem aprender a se deslocar e realizar demais atividades do dia-a-dia, de forma mais independente e com maior autonomia. Dutra (2003), na época secretária de Educação Especial do Ministério da Educação, destaca que o *Programa de Orientação e Mobilidade* definido no âmbito da *Política Educacional de Inclusão* tem como foco a conquista da autonomia para a independência e inclusão da pessoa com deficiência visual na escola e na sociedade.

A inclusão de pessoas com deficiência pode ser apoiada pelo uso de recursos computacionais/tecnológicos. Há softwares que simulam ambientes reais e que buscam, por meio da construção de mapas mentais, a compreensão do espaço físico e da maneira como a pessoa que é cega pode melhor se deslocar.

O trabalho aqui proposto está relacionado ao *mobile Audio-Based Navigation Using Virtual Environments* - mAbES, que é uma versão *mobile* do *Audio-Based Navigation Using Virtual Environments* – AbES. Esses softwares são simuladores de ambientes físicos, e estão descritos, respectivamente, nas seções 4.1 e 4.2.

Sánchez (2009) realizou uma série de estudos sobre o AbES e sobre o impacto do uso desse software por seus usuários. Bruno (2013) desenvolveu uma versão em Português desse software e realizou testes com usuários brasileiros. Esta versão está sendo denominada de AbESp. Dentre os estudos sobre o AbES e o AbESp, destacamos Merabet et al (2012), Connors et al (2014a), Connors et al (2014b), que indicam resultados positivos no uso desses softwares como recurso para o desenvolvimento de habilidades de orientação e mobilidade por pessoas que são cegas.

O mAbES é um aplicativo que utiliza como cenário o Museu de Ciências e Tecnologia da PUCRS (MCT/PUCRS). Nessa aplicação foram mapeados três experimentos na área de Física, e que serão descritos na seção 4.2. Baseado no AbES, o mAbES foi desenvolvido por Martins e Santana (2013), e considerando que a etapa de avaliação é fundamental no desenvolvimento de um sistema interativo que se busque qualidade de uso (Barbosa e Silva, 2010), foi realizado o teste do mAbES com usuários reais e com avaliadores de usabilidade.

Diante dessa discussão, surgiu a seguinte questão de pesquisa: o uso do mAbES permite que pessoas que são cegas possam conhecer e reconhecer o espaço real que está representado virtualmente por meio do protótipo e, portanto, possam, posteriormente, se deslocar pelo ambiente real a partir da experiência vivida pelo meio virtual?

Nossa hipótese inicial foi de que o mAbES poderia auxiliar no desenvolvimento de habilidades de orientação e mobilidade. Desta forma, fez parte da avaliação do mAbES verificar se usuários finais, sem apoio de uma

pessoa vidente, iriam conseguir compreender o espaço que está representado no protótipo, e pudessem se deslocar por ele ao mesmo tempo que interagem com os objetos que o compõem.

Na avaliação do mAbES com usuários avaliadores de usabilidade e com usuário finais, verificamos que o uso do mAbES pode permitir que pessoas que são cegas possam melhor conhecer e reconhecer o espaço real, que está representado por meio de um espaço virtual.

Neste trabalho apresentamos o processo de avaliação do mAbES bem como apresentamos sugestões para problemas de interface de interação que foram identificadas e que se apresentaram como dificuldades de uso pelo usuário.

Além da questão de pesquisa, durante a elaboração deste TCC surgiram algumas questões, que são apresentadas a seguir e discutidas no capítulo das considerações finais deste trabalho.

- Como o usuário percebe a tecnologia, que é representada por meio do uso de *smartphone*?
- Quais as expectativas dos usuários em relação a um aplicativo, que executa em plataforma móvel, para simular e reconhecer um ambiente que é real?
- O que justificaria os usuários optarem por usarem e continuarem utilizando o mAbES como estratégia para (re)conhecer um determinado ambiente real?
- O mAbES precisará ter sua arquitetura remodelada para melhor atender as necessidades de pessoas com deficiência visual?
- O mAbES incentivará o aprendizado do espaço real que é representado no aplicativo, sem que substitua a visita ao ambiente real? Ou seja, os usuários conseguirão fazer a interação com o museu ou ficarão focados somente no aplicativo?
- O mAbES permitirá o desenvolvimento de habilidades de orientação e mobilidade nas pessoas que possuem deficiência visual?
- O mAbES permitirá a elaboração de mapas mentais como apoio ao (re)conhecimento de ambientes que são reais?

Portanto, o nosso desafio estava relacionado a realizar uma avaliação de usabilidade e de impacto cognitivo sobre o mAbES. Para tal, elaboramos uma metodologia de teste baseada na área de Interação Humano-Computador (IHC), que foi aplicada junto aos usuários finais e os avaliadores de usabilidade. Neste volume de TCC apresentamos a metodologia desenvolvida e a definição de como a avaliação foi aplicada.

Cabe ainda salientar que este trabalho faz parte de um projeto de cunho nacional⁷ e outro projeto de cunho internacional⁸, que envolvem o desenvolvimento de metodologias de avaliação de jogos e de videogames para pessoas com deficiência visual.

1.1 OBJETIVOS

O objetivo geral deste trabalho é elaborar uma metodologia de avaliação de videogames, que sejam direcionados a usuários com deficiência visual e que tenham como propósito apoiar o desenvolvimento de habilidades de navegação (de orientação e mobilidade).

Como objetivos específicos, citamos:

- Elaborar e validar uma metodologia de avaliação de usabilidade em videogames multimodais para apoiar e melhorar o desenvolvimento das estruturas espaciais em pessoas com deficiência visual.
- Elaborar e validar uma metodologia de avaliação de impacto cognitivo em videogames multimodais para estimular o desenvolvimento de mapas mentais relacionados às habilidades de navegação (O&M) em pessoas com deficiência visual.
- Avaliar um videogame que atenda aos critérios definidos no objetivo geral. Foi definido o mAbES, um videogame que representa o Museu de Ciência e Tecnologia da PUCRS, para validar a metodologia de avaliação definida neste TCC.

1.2 MOTIVAÇÃO

Conforme Garcia e Filho (2012), ainda é relativamente baixo o desenvolvimento (em termos de quantidade) de softwares na área de tecnologia assistiva por empresas privadas; em sua maioria estando relacionada com as instituições acadêmicas. Ainda, conforme Garcia e Filho (idem, p.37):

Dado que o desenvolvimento de pesquisas específicas na área da TA é uma realidade bastante recente no Brasil e mesmo no mundo, é compreensível e desejável, na atualidade, que os projetos e pesquisas desenvolvidos nessa área tenham um caráter inovador, em sua maioria.

Nossa motivação principal foi desenvolver um trabalho na área de IHC, que tivesse valor social. Desta forma, optamos por dar continuidade aos estudos relacionados ao mAbES, que é um simulador de ambiente real para pessoas com deficiência visual. A escolha pelo mAbES se deve ao fato de ter sido construído no âmbito de Trabalhos de Conclusão de Curso da Faculdade de Informática da PUCRS, de estar relacionado ao Museu de Ciência e Tecnologia da PUCRS, e ter sido orientado pela Profa. Dr. Marcia de Borba Campos, também orientado deste trabalho. Soma-se a estas questões, o fato do mAbES estar inserido em projetos interinstitucionais, permitindo, assim, que possamos interagir com grupos de pesquisadores de outras instituições nacionais e internacionais.

7 Metodologia de avaliação de videogames multimodais para melhorar a cognição em pessoas com deficiência visual, PUCRS - Edital Institucional, 2014.

8 KIGB - Knowing and Interacting while Gaming for the Blind, Edital CAPES STIC-AMSUD 2014 (Brasil, Chile, França).

Ainda, destacamos que o mAbES é um software que está relacionado à área da Tecnologia Assistiva, que vem crescendo por meio de dispositivos legais, tais como os Decretos nº 5.296/2004 e nº 7.612/2011, e de uma mudança na sociedade, conforme apresentado na "Pesquisa Nacional de Tecnologia Assistiva" (Garcia, 2012).

Por fim, e retomando a questão de IHC e do mAbES, cabe também destacar o fato deste aplicativo ainda não ter sido testado em termos de interface e de interação entre o usuário e o aplicativo, e de impacto cognitivo do usuário. Para tal, foi elaborada e aplicada uma metodologia de avaliação de usabilidade em um aplicativo ainda não testado, e que poderá, por meio da análise de dados, servir de base para estudos futuros. Ainda, temos total apoio da orientadora desse trabalho, que nos estimula e encoraja demonstrando muita dedicação e amor à área de IHC e de tecnologias multimodais.

1.3 ORGANIZAÇÃO DO TEXTO

Este documento está estruturado da seguinte maneira. O Capítulo 2 apresenta um estudo sobre os aspectos teóricos relacionados ao trabalho. Os seguintes conteúdos estão sendo relacionados: usabilidade, *8 Regras de ouro*, heurísticas de Nielsen e impacto cognitivo.

O Capítulo 3 trata sobre os trabalhos correlatos. No Capítulo 4 são discutidos simuladores de ambientes espaciais para pessoas com deficiência visual, que são o AbES e o mAbES. Neste capítulo também são apresentados os testes de usabilidade e impacto cognitivo que já foram realizados no AbES.

No Capítulo 5 é apresentado o projeto deste TCC. São descritos os métodos de avaliação para avaliar um sistema interativo baseado em áudio. Também apresentamos sugestões de sons, uma adequação sugerida a partir dos nossos estudos.

No Capítulo 6, apresentamos o planejamento e execução da avaliação realizada baseada no mAbES.

O Capítulo 7 descreve as considerações finais, trabalhos futuros e as dificuldades encontradas durante a execução desse trabalho.

Por fim, são apresentadas as referências que foram utilizadas ao longo do texto deste trabalho e documentos em anexos a este volume.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

O referencial teórico que dá base a realização deste TCC está centrado nas questões de usabilidade e de impacto cognitivo, conforme segue.

- **Usabilidade:** em conformidade ao contexto de pesquisa em que se insere este trabalho, vinculado aos projetos já citados, o estudo de avaliação de qualidade de uso estará mais centrado no tema de usabilidade. Desta forma, serão estudados diferentes métodos e instrumentos de avaliação de usabilidade que servirão de base para elaborar a metodologia de teste que será aplicada durante o TCC II.
- **Impacto Cognitivo:** será investigado como projetos baseados em tecnologia assistiva avaliam o impacto cognitivo das experiências realizadas com pessoas com deficiência visual, e que metodologias são utilizadas. A partir deste estudo, iremos propor uma metodologia de avaliação de impacto cognitivo sobre o uso do mAbES.

2.1 USABILIDADE

A usabilidade é definida no dicionário da língua portuguesa como a capacidade de um objeto, programa de computador, página da Internet, etc. de satisfazer as necessidades do usuário de forma simples e eficiente. Segundo Nielsen (1993 apud Barbosa e Silva, 2010) podemos definir usabilidade como a facilidade de aprendizado e uso da interface, bem como a satisfação do usuário em decorrência desse uso.

Conforme Karat (1993 apud Prates e Barbosa, 2003), com base na área de IHC, antes de o software estar pronto é necessário que seja avaliado se ele apoia corretamente os usuários nas suas tarefas e no ambiente onde será utilizado. O projetista deve estar ciente de que não basta seguir os métodos e princípios de projeto de interfaces, sem que inclua etapas de avaliação. Para que seu software tenha uma alta qualidade, é necessário realizar testes com diferentes usuários a fim de identificar as possíveis falhas de usabilidade e corrigi-las.

Segundo Nielsen (1993), a usabilidade é o conceito utilizado para descrever a qualidade da interação de uma interface diante de seus usuários. É relacionada à eficácia e eficiência da interface diante do usuário e pela reação do usuário diante da interface. A usabilidade é, portanto, um conjunto de fatores que qualificam o quão bem um usuário pode interagir com o sistema. Nielsen (idem) propôs princípios de usabilidade que vem contribuindo nos estudos da área desde então. São eles:

- **Facilidade de aprendizado** se refere ao tempo e esforço do usuário para aprender a realizar alguma tarefa do sistema, através desses itens é possível realizar uma avaliação, identificando se usuário teve facilidade em realizar as atividades que foram propostas a ele. A interface deve ser bem organizada, intuitiva e as tarefas fáceis para que o usuário não se esqueça de como realiza-las. Em resumo é esperado que o sistema seja simples, fácil e rápido de aprender.
- **Facilidade de recordação** está relacionado ao esforço cognitivo para interagir com o sistema e também com a quantidade de erros cometidos durante essa interação. Quando o sistema é de fácil recordação auxilia a evitar erros. Por exemplo, sistemas como de comércio eletrônico

costumam guiar os usuários até a conclusão da compra, informando a sequência de passos necessários. O sistema que apoia a realização de atividades do usuário tem influência direta no tempo dispensado para realizá-las e, então, influencia na produtividade do usuário.

- **Eficiência** diz respeito ao tempo dispensado para o término de uma atividade com apoio computacional. Avalia se o sistema faz bem o que se propôs a fazer. A eficiência é parte considerável quando se deseja que o usuário tenha uma alta produtividade. É importante que o usuário se sinta seguro para explorar as funcionalidades do sistema.
- **Satisfação do usuário** enfatiza as emoções dos usuários durante a utilização do sistema. A experiência de uso é algo pessoal, mas é possível criar sistemas que promovam uma boa experiência aos usuários, que contenham características que estimulem boas emoções e evitem sentimentos desagradáveis. As sensações agradáveis durante a interação agregam valor ao sistema interativo.
- **Segurança de uso** está ligado principalmente a capacidade do sistema de ajudar o usuário a se recuperar e evitar erros. No caso do mAbES essa questão é fundamental, visto que um erro no software pode acarretar em um acidente físico da pessoa cega. Existem duas formas de ter segurança no uso: evitando problemas e auxiliando os usuários a se recuperarem dos erros. Por exemplo, para evitar problemas pode-se diminuir a possibilidade de clicar em botões e teclas indesejadas. E, para se recuperar de erros, o sistema deve ter recursos para desfazer e refazer facilmente as tarefas, por exemplo.

Além desses fatores, Preece et al. (2002) descrevem:

- **Flexibilidade:** cada usuário pode ter diferentes interpretações do sistema e possuir diferentes formas de alcançar um objetivo. Por exemplo, algumas pessoas utilizam o mouse outras teclas de atalho. A flexibilidade descreve como o sistema se comporta com essas diferenças.
- **Utilidade:** verifica se o sistema oferece a quantidade de operações necessárias para o usuário realizar uma tarefa. Tarefas onde existem muitos passos ou ações podem tornar o sistema desinteressante para o usuário.

De acordo com Nielsen (1993), é difícil um sistema atender todas as qualidades anteriormente citadas. Então, um sistema pode ser eficiente no que se refere a fornecer teclas de atalho, que agradam um usuário experiente, mas podem ser difíceis de serem lembradas por usuários ocasionais ou iniciantes. Por isso, é necessário conhecermos as necessidades dos usuários finais e definir quais princípios de usabilidade serão mais importantes para o sistema.

2.1.1 Heurísticas de Nielsen

Nielsen (1993), além dos princípios de usabilidade, elaborou 10 heurísticas de usabilidade de interfaces, que foram criadas com base nos erros mais comuns cometidos pelos usuários. Esses princípios têm o objetivo de evitar erros comuns, promovendo assim uma boa experiência de uso ao usuário. São eles:

1- Projeto estético e minimalista (bem desenhado do ponto de vista de desenho gráfico de interface) - A interface deve ser o mais simples possível, pois cada recurso ou informação adicionada em tela é

mais um item para o usuário assimilar. O sistema deve apresentar apenas a informação que o usuário precisa. Informações que serão utilizadas juntas devem ser exibidas perto, em conjunto e na mesma tela.

2- Relação entre sistema e mundo real - O sistema deve falar a língua dos usuários e não a língua orientada ao sistema, assim as pessoas poderão melhor entendê-lo e utilizá-lo. Mesmo que o sistema tenha sido criado para um público específico, o sistema deve ter ícones e linguagem intuitiva e de fácil entendimento para outras pessoas.

3- Reconhecimento ao invés de memorização - Diz respeito a não recorrer sempre a memória do usuário, fazendo com que a ação seja revista mentalmente em cada interação. A interface deve fornecer ajuda contextual e informações que auxiliem as ações dos usuários, o sistema deve conversar com o usuário.

4- Consistência e padronização (guidelines) - É o princípio mais básico de usabilidade. Quando o mesmo comando ou ação tem sempre o mesmo efeito, faz o usuário se sentir confiante na utilização do sistema. O sistema deve seguir um padrão de uso; não deve apresentar uma mesma ação com palavras diferentes e uma mesma ação deve ser exibida no mesmo local em todas as telas, por exemplo.

5- Visibilidade do estado do sistema - O sistema deve emitir mensagens tanto positivas quanto negativas, ou seja, quando uma tarefa é realizada deve ser informado ao usuário se foi realizada com sucesso ou se houve algum problema. Além disso, antes do usuário realizar uma ação errada, o sistema deve emitir um alerta ao usuário com o objetivo de prevenir erros. As mensagens devem ser exibidas de forma rápida e com conteúdo claro e objetivo. O sistema deve, ainda, permitir que o usuário saiba o que está acontecendo, por exemplo, se um ícone foi acionado, o sistema deve de alguma forma indicar que está processando algo (estado de execução).

6- Controle e liberdade do usuário - É importante que o usuário se sinta no controle do sistema, possa sair, voltar e cancelar uma ação a qualquer momento. Todas as caixas de diálogos devem oferecer um botão de cancelar ou alternativas para o usuário voltar ao estado anterior do sistema.

7- Flexibilidade e eficiência de uso - O sistema deve ser simples para usuários iniciantes, mas também ser ágil para usuários experientes, por exemplo, possuir teclas de atalho e navegação.

8- Reconhecimento, diagnóstico e recuperação de erros - O sistema deve fornecer uma mensagem clara e construtiva ao usuário, ao invés de somente informar o erro. O sistema precisa informar ao usuário como se recuperar do erro. Também deve ser possível o usuário desfazer um comando errado e editar comandos anteriores sem refazê-los totalmente do zero.

9- Prevenção de erros - O sistema deve evitar que erros aconteçam. Por exemplo, questionar o usuário antes de ser excluído um arquivo para que

o mesmo confirme a ação. A solicitação de confirmação para uma ação sem retorno evita que o usuário realize uma ação sem intenção.

10- Ajuda e documentação - Por mais fácil que um sistema seja, ainda se faz necessário o conjunto de ajuda e documentação para orientar o usuário em caso de dúvida. Esses itens devem ser facilmente acessados e visualizados, bem como serem claros e fáceis de entender.

2.1.2 8 Regras de Ouro

Ben Shneiderman (1998) propôs regras para avaliação de interfaces, chamadas de *8 Regras de ouro*, onde informa as boas práticas desde o início do desenvolvimento da interface. Podemos verificar essas regras a seguir:

1- Consistência - As sequências de ações devem ser iguais em semelhantes situações. Os *prompts*, telas e menus devem seguir um padrão em termos de cor, *layout* e fontes. As ações devem ser utilizadas da mesma maneira nas diferentes telas do sistema.

2- Uso frequente de teclas de atalho - O sistema deve atender aos usuários novatos e experientes. O sistema deve ser simples com explicações para os iniciantes e conter atalhos para os usuários avançados. Isso aumenta qualidade e agilidade do sistema.

3- Feedbacks - Cada ação realizada pelo usuário deve gerar um *feedback* do sistema. Para ações frequentes, o tamanho da mensagem pode ser curto, já para ações pouco comuns ou mais importantes deve fornecer mensagem considerável.

4- Diálogos com início, meio e fim - As ações sucessivas devem ser disponibilizadas em grupos com começo, meio e fim. Informar a conclusão de um conjunto de ações possibilita ao usuário a sensação de dever cumprido e alívio.

5- Prevenção de erros - A interface não deve dar oportunidade de o usuário cometer erros, por exemplo, digitar letras em um campo de números. E em caso dos erros não serem evitados, o sistema deve dar instruções de como realizar a recuperação de forma simples, e o estado do sistema deve permanecer inalterado.

6- Permitir reverter ações - Os usuários ficam mais tranquilos ao saberem que os erros podem ser desfeitos, por este motivo, é importante que as ações no sistema sejam reversíveis. Quando o usuário pode voltar uma ação, torna-se mais corajoso para explorar o sistema.

7- Controle interno do sistema - Os usuários de nível avançado querem ter a sensação de controle sobre o sistema e que ele responde aos seus comandos. Deve ser evitado sequências de ações tediosas, dificuldade em obter informações necessárias e que a ação desejada não seja efetuada, pois estes itens causam ansiedade e insatisfação no usuário.

8- Reduzir carga de memória de curto prazo - O sistema deve ser bem estruturado para que o usuário consiga memorizar sem esforço os elementos da interface.

Desta forma, analisando as heurísticas do Nielsen e as *Regras de ouro* do Shneiderman, veremos que é possível identificar que elas buscam a melhor experiência de uso do sistema para uma melhor qualidade da interface e, conseqüentemente, da interação.

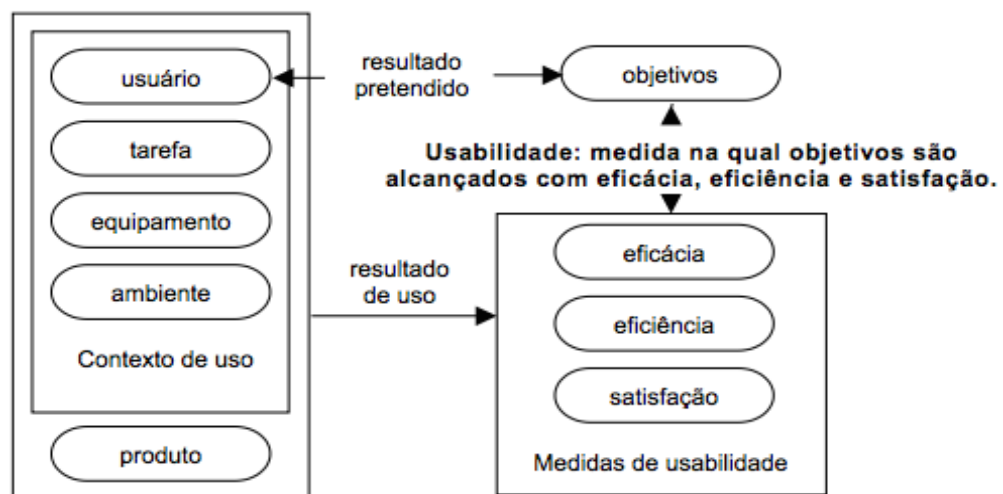
No Brasil, a ABNT⁹, responsável pela normalização técnica no país, elaborou a norma NBR 9241-11 (ABNT, 2002), que define requisitos ergonômicos para trabalho de escritórios com computadores. Na Parte 11 dessa norma, há orientações sobre usabilidade.

A ISO 9241-11 define usabilidade e explica como identificar a informação necessária a ser considerada na especificação ou avaliação de usabilidade de um computador em termos de medidas de desempenho e satisfação do usuário. É dada orientação sobre como descrever de explicitamente o contexto de uso do produto (hardware, software ou serviços) e as medidas relevantes de usabilidade. A orientação é dada na forma de princípios e técnicas gerais, em vez de requisitos para usar métodos específicos. (Página 2).

Usabilidade: Medida na qual um produto pode ser usado por usuários específicos para alcançar objetivos específicos com eficácia, eficiência e satisfação em um contexto específico de uso. (Página 3)

A NBR 9241-11 também pode ser aplicada em outras situações onde o usuário está interagindo com um produto para alcançar seus objetivos. Podemos perceber o vínculo da norma tanto com as heurísticas, como com as *8 Regras de ouro*, pois todas visam eficiência, eficácia, produtividade e satisfação. A Figura 5 mostra o fluxo da relação entre o usuário e o produto, de acordo com seu objetivo:

Figura 5 - Estrutura de usabilidade



Fonte: ABNT (2002)

⁹ Associação Brasileira de Normas Técnicas. Disponível em: <http://www.abnt.org.br/>

Ainda segundo a norma:

É necessário identificar as características relevantes dos usuários pretendidos, tarefas e ambientes, antes de aplicar os princípios de diálogo para projeto ou avaliação. Embora todos os aspectos do contexto de uso devam ser considerados para cada princípio de diálogo, “adequação para a tarefa” lida com as questões de projeto que estão associadas com as características da tarefa. Quando da aplicação deste princípio deve ser dada atenção especial àquelas tarefas que precisam ser desempenhadas por tipos particulares de usuários para que a organização NBR 9241-11:2002 alcance seus objetivos. “Adequação a aprendizado”, “adequação à individualização” e “conformidade com expectativas do usuário” trata de questões de projeto que estão intimamente associadas com as características do usuário. Quando da aplicação destes princípios deve ser dada atenção particular para as necessidades dos diferentes tipos de usuários durante o desempenho de tarefas pretendidas em situações particulares.

A ABNT tinha em seu catálogo a norma ISO/IEC 9126 (ABNT, 1991), que descrevia que a qualidade de produto de software poderia ser especificada e avaliada em diferentes perspectivas, por meio de um modelo de qualidade, métricas internas e externas e métricas de qualidade em uso. Apesar de esta norma ter sido cancelada e de não apresentar uma norma em substituição, vale mencionar que eram destacados seis atributos de avaliação, que incluem o de usabilidade. Nos termos desta norma, a usabilidade estava sendo definida como a capacidade do produto de software de ser compreendido, aprendido, operado e atraente ao usuário, quando usado sob condições especificadas. Como métricas de qualidade de uso do software, e, portanto, ainda relacionado à usabilidade, eram definidos os atributos eficácia, produtividade, segurança e satisfação.

Conforme Winckler e Pimenta (2002), existem alguns fatores a serem analisados durante a interação do usuário a fim de verificar problemas de usabilidade e, então, podermos obter algumas métricas:

- **Conclusão de tarefas (com sucesso, parcialmente concluída, não concluída):** tarefas que não são concluídas ou são apenas parcialmente, são um forte indício de que existe algum problema de usabilidade;
- **Tempo de realização da tarefa:** mesmo se concluída com sucesso, um tempo excessivamente longo pode indicar um esforço desnecessário sendo exigido do usuário;
- **Ocorrência de erros:** vários tipos de erros podem ocorrer durante a realização de uma tarefa. Se o erro é causado por uma operação do usuário, por exemplo, deve-se investigar se a interface não induz ao erro através de comandos complexos ou ausência de mensagem adequadas. Se o erro é produzido por uma atividade do sistema, deve-se verificar como o usuário é advertido da ocorrência e que suporte é oferecido pela interface para efetuar a recuperação deste erro;
- **Satisfação subjetiva do usuário:** se o usuário estiver satisfeito com a interface, o efeito de eventuais problemas é diminuído;
- **Correspondência com os objetivos do usuário:** esta métrica pode ser quantitativa ou qualitativa, e verifica se os objetivos do usuário foram alcançados;
- **Adequação a padrões (normas, recomendações ergonômicas, etc.):** através das normas e recomendações ergonômicas, como por exemplo,

através da norma 9241-11 já citada, podemos verificar os erros conhecidos e, em alguns casos, sugerir alternativas de como evitá-los.

Esta última questão será retomada no Capítulo 5, referente ao projeto, no qual aplicamos ao contexto de avaliação do mAbES.

2.2 IMPACTO COGNITIVO

Conforme já discutido, os conceitos de mobilidade e navegação em pessoas que são cegas precisam ser estimulados de formas diferentes das pessoas videntes, já que não há o *input* visual. Com isso, tem-se a necessidade de desenvolver métodos de aprendizagem que sejam mais eficazes na cognição das pessoas cegas. Cognição é capacidade ou processo de adquirir e assimilar percepções, conhecimentos, etc.

Existem diferentes estudos que relatam o uso de TA no impacto cognitivo em pessoas com deficiência visual. Sánchez (2008) trabalha com a hipótese de que softwares que utilizem som tridimensional¹⁰ (3D) ajudam usuários com deficiência visual a construírem uma representação mental de um ambiente virtual e, conseqüentemente, desenvolver habilidades cognitivas. Sem o auxílio de pistas visuais utilizadas pelas pessoas videntes, as pessoas que são cegas utilizam o som como meio de aprendizagem.

O software AbES (Sánchez, 2010) estimula justamente esse comportamento ao desenvolver essas habilidades de O&M através da criação de mapas mentais, que são construídos baseados nos sons. Com isso, torna-se necessário a elaboração de metodologias que consigam mensurar o impacto cognitivo que essas tecnologias apresentam. Um dos nossos desafios se insere nesse contexto: verificar se o uso do mAbES traz algum impacto cognitivo nos usuários que farão parte da pesquisa e para isso, teremos que estudar como elaborar planos de testes que envolvam mais de uma etapa de avaliação, com mesmos grupos de usuários.

Ao falarmos de impacto cognitivo, não podemos deixar de falar sobre as pessoas com deficiência funcionais cognitivas (perda de memória, déficit de atenção, dislexia e Transtornos Invasivos do Desenvolvimento). Mairena (2009) identificou algumas técnicas de acessibilidade que podem ser aplicadas em videojogos considerando esse público-alvo. São elas:

- **Velocidade configurável** - Poder diminuir a velocidade dos jogos, tornaria mais acessível as pessoas que possuem diversidades cognitivas.
- **Vários níveis de dificuldade** - Pode ser incluído um modo de imunidade, ou ainda, possibilidade de pular para fase seguinte.
- **Ícones grandes ou fotos para menus de navegação** - Para ser fácil de identificar e não precisar ler o menu.
- **Indicadores para onde ir** - ter indicadores claros de onde ir, um mapa pode ser complicado de entender.
- **Os níveis de treinamento** - Os níveis devem explicar claramente como se joga e onde treinar antes de jogar.
- **Textos falados com velocidade ajustável** - Ter como ajustar a velocidade das conversas e ter uma pausa entre cada frase.

¹⁰ Som tridimensional. Disponível em: <http://www.auro-3d.com/>

- **Use uma linguagem simples e vocabulário** - Assim será mais fácil o entendimento.
- **Opção para fazer uma pausa a qualquer momento** - Durante as cenas de corte, não ocultar a tela do jogo para poder ler devagar o texto na tela ou escutar repetidamente a última frase.
- **Grandes jogos com conceitos simples** - Deixar jogos que são complexos, com conceitos mais simples.

Oliveira (2011), em seu estudo, realizou uma pesquisa que incluiu psicólogos afim de verificar os testes cognitivo que mais se adequavam a realidade de seu país (Portugal). Os instrumentos de teste destacados por esses profissionais foram os testes *Planche a Deux Formes* e *Planche du Casuiste*, ilustrados na Figura 6, para avaliar a habilidade espacial. Estes testes são parte de uma bateria de exames que avaliam a cognição e orientação vocacional de deficientes visuais. Já para a memória de trabalho foram citadas as escalas verbais de Wechsler, que são compostas por diversos testes que permitem avaliar capacidades como concentração, atenção e memória imediata, sendo considerado um instrumento confiável. Um exemplo de componente verbal da escala é composto por dois índices fatoriais e sete testes, que são apresentados a seguir com o que avaliam (idem):

- Compreensão Verbal
 - Informação: conhecimento geral e memória de longo prazo.
 - Semelhanças: formação de conceitos verbais e pensamento lógico.
 - Vocabulário: capacidade de aprendizagem, riqueza de ideias, memória, formação de conceitos e desenvolvimento da linguagem.
 - Compreensão (teste suplementar): capacidade para lidar com convenções sociais, regras e expressões.
- Memória de Trabalho
 - Sequências de Letras e Números: atenção e memória de trabalho.
 - Memória de Dígitos: atenção e memória de curto prazo.
 - Aritmética: capacidade de raciocinar, concentração, atenção, memória e precisão numérica em aritmética mental.

Este contato com psicólogos se mostrou fundamental ao estudo de Oliveira (2011) para entender que instrumentos poderiam ser utilizados, já que alguns dos testes de avaliação cognitiva não possuem uma versão disponível na língua portuguesa. Com base nas entrevistas feitas aos peritos em avaliação cognitiva e considerando pessoas que são cegas foram selecionadas duas características cognitivas para a avaliação: a habilidade espacial e a memória de trabalho.

[...] a falta de visão implica um esforço cognitivo adicional na interação com dispositivos, ambos os peritos foram unânimes em concordar, salientado que devera existir um esforço suplementar particularmente a nível de memória de trabalho e da habilidade especial.

Conforme Oliveira (2011) “[...] habilidade espacial prende-se com a capacidade do ser humano criar e manipular imagens mentais, assim como manter orientação em relação a outros objetos”.

Já a memória de trabalho, diz respeito a capacidade de armazenamento e procura de informações, controle de atenção, compreensão e aprendizagem.

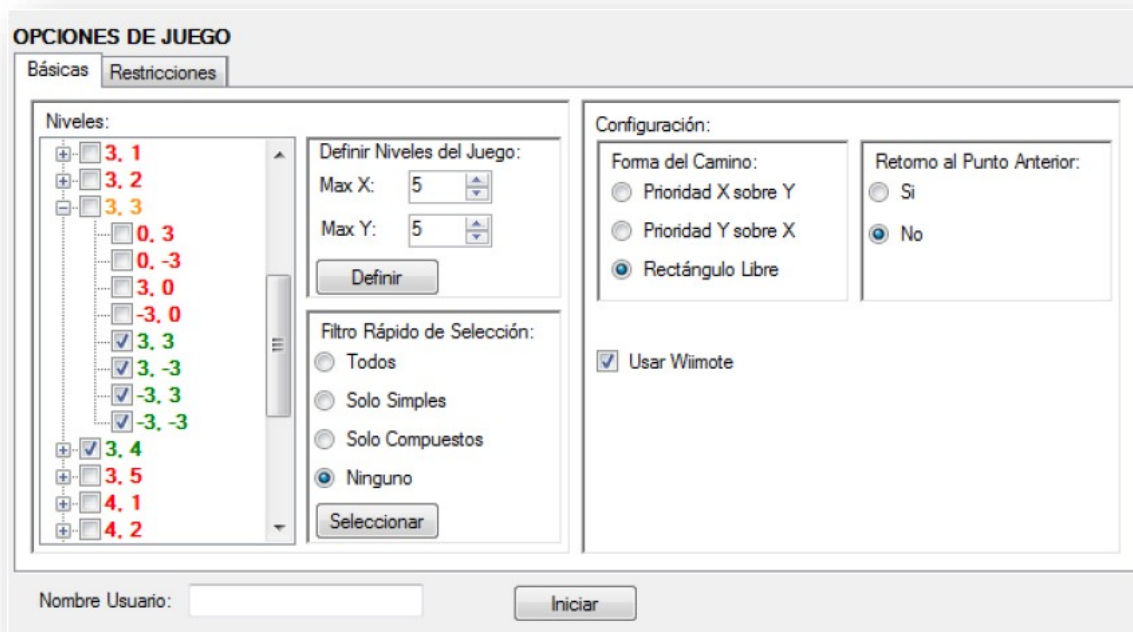
3 TRABALHOS CORRELATOS

Como forma de identificar o estado da arte relacionado ao tema deste trabalho, aprimoramento do conhecimento e elaboração da nossa pesquisa, estudamos trabalhos que pudessem estar relacionados ao nosso projeto. Devido à importância do AbES e do mAbES para este trabalho, optamos por descrevê-los em capítulos à parte.

Espinoza (2013) projetou e desenvolveu uma ferramenta para que usuários que são cegos ou com visão subnormal, pudessem construir um mapa mental baseado em referências entre pontos. Essa ferramenta consiste em um videogame, que permite que metaforicamente os alunos com deficiência visual interpretem e associem pontos em um gráfico de forma lúdica. A proposta do videogame apresentada por Espinoza conta com uma interface simples. O jogo consiste em movimentar o jogador pelos pontos permitidos do plano cartesiano e posicionar torres responsáveis por impedir o deslocamento dos inimigos pelo mapa. Uma particularidade do jogo é o fato de permitir que todas as características do jogo sejam configuráveis, tanto informações básicas como a formação dos níveis, quanto informações mais avançadas que se referem a restrições do jogo, como quantidade de inimigos ou velocidade de disparo das torres.

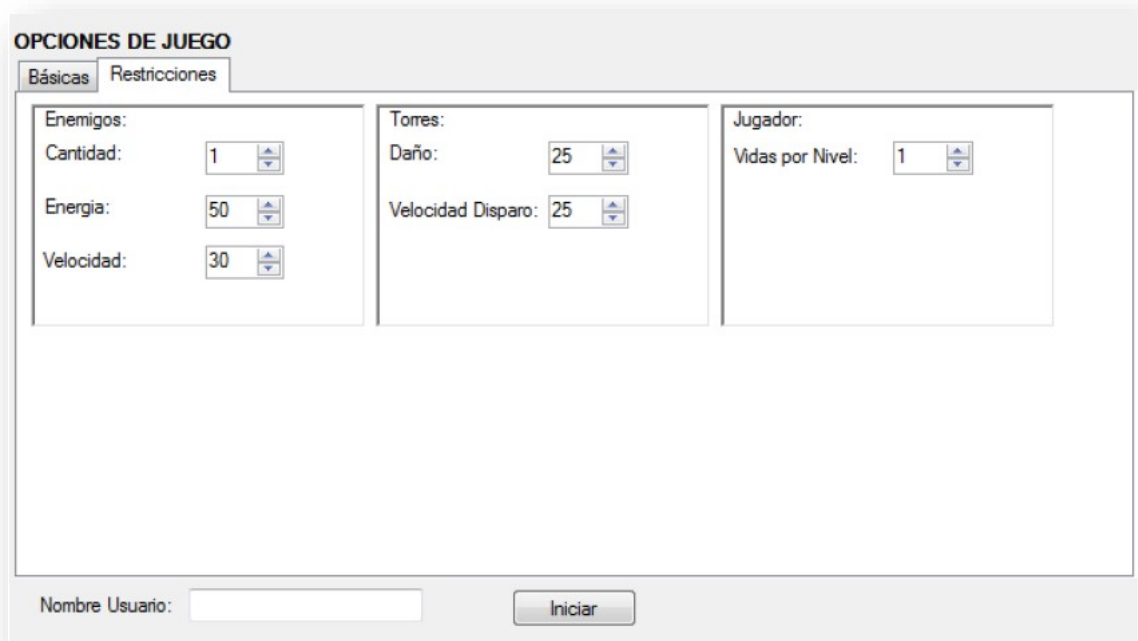
As Figuras 7 e 8 mostram as telas de configuração, já a Figura 9 apresenta o momento em que um som é disparado pelo sistema quando a torre dispara tiros contra o inimigo.

Figura 7 - Opções básicas da proposta adaptada de Tower Defense



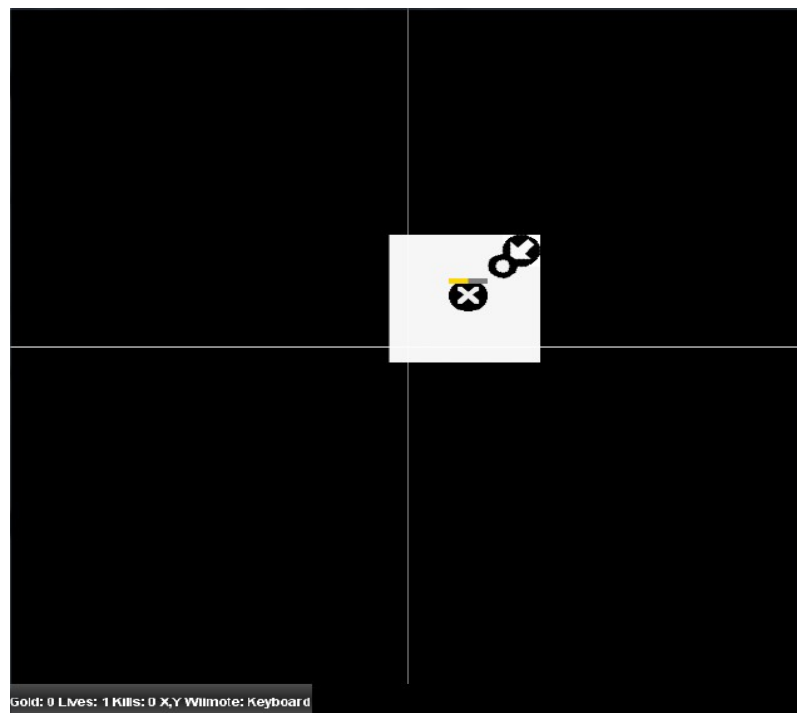
Fonte: Espinoza (2013)

Figura 8 - Opções avançadas da proposta adaptada de Tower Defense



Fonte: Espinoza (2013)

Figura 9 - Videojogo exibindo ataque da torre ao inimigo



Fonte: Espinoza (2013)

No trabalho de Espinoza (2013), protótipos foram implementados e avaliados com auxílio de usuários finais, que eram deficientes visuais, e com avaliadores de usabilidade. Isso ajudou a melhorar e validar aspectos da

interface. Para avaliar os protótipos foram aplicados questionários de avaliação de áudio, observação de uso e usabilidade. O questionário de áudio teve o objetivo de avaliar a compreensão e a qualidade dos sons utilizados, e também avaliou as vozes que foram utilizadas para emitir os textos falados. O questionário de observação serviu de apoio para avaliar aspectos importantes sobre a interação e desempenho do usuário para realizar as tarefas solicitadas. E o teste de usabilidade teve objetivo de avaliar o nível de satisfação do usuário ao utilizar o controle Wiimote¹¹.

No que se referem aos instrumentos, Espinoza desenvolveu:

- Evaluación de usabilidad de software para niños ciegos: instrumento baseado no instrumento “Evaluación de Usabilidad de Software Para Niños Ciegos” de Jaime Sánchez (Espinoza, 2013). Possui 18 perguntas fechadas, que são respondidas utilizando uma escala de 1 a 10, onde 1 significa que concorda pouco e 10 concorda muito. As perguntas foram classificadas de acordo com a percepção do usuário em relação à interface, nas seguintes dimensões: satisfação, aprendizagem, controle e uso, sons, imagens, configurações e lógica. Este instrumento também tinha 9 perguntas abertas.
- Evaluación de usabilidad de software para facilitadores: também foi uma adaptação do instrumento “Evaluación de Usabilidad de Software Para Niños Ciegos” de Jaime Sánchez (Espinoza, 2013). Possui 32 perguntas fechadas para serem respondidas utilizando a escala de 1 até 10, e 4 perguntas abertas.
- Questionário de avaliação de sons: apresenta 10 sons e o usuário deve informar se o som é claro e o que ele significa para ele.
- Pauta de observação: orientações para serem utilizadas durante a observação para registrar a interação do usuário com o jogo.

O estudo de Espinoza (2013) nos traz subsídios para a elaboração da metodologia de avaliação e de instrumentos, que deverão ser construídos durante a etapa de planejamento da avaliação da interface do mAbES.

No artigo de Borggrewe (2013) é apresentado um estudo para analisar o movimento dos visitantes no museu da Câmara Municipal de Aachen¹². Neste estudo, os visitantes foram gravados por câmeras e esses filmes foram analisados com a ajuda do software *TrackingAnalyser*, criado pelo grupo de pesquisadores para a pesquisa. A partir dessa análise, foi identificado alguns comportamentos padrões que estão associados ao uso de guias multimídias. Foi verificado neste estudo o comportamento de usuários sozinhos ou em grupo, com guia e sem guia muda. Os resultados apontaram que ser parte de um grupo muda o comportamento do indivíduo, todos os usuários sozinhos preferiram visitar o museu com guias multimídia e foi notado que os usuários sozinhos ficaram cerca de dois minutos a mais em cada obra.

Estes estudos nos remetem a ideia de que, em nossos testes de usabilidade, podemos realizar testes com os usuários com o mAbES e sem o mAbES, e, assim podemos identificar como o aplicativo pode influenciar a

¹¹ Wiimote. Disponível em: <http://www.wiimoteproject.com/>

¹² Museu da Câmara Municipal de Aachen. Disponível em: http://www.aachen.de/DE/kultur_freizeit/kultur/dom_rathaus/rathaus/index.html

percepção do usuário em relação ao ambiente, bem como podemos verificar o seu comportamento diante da tecnologia.

Também, os estudos realizados por Marty (2011) e Gunson et al. (2010) utilizaram-se da escala de Likert em seus questionários de avaliação de usuários, esta escala verifica o grau de concordância do usuário com uma afirmação. São respostas desta escala, "discordo totalmente", "discordo", "não concordo nem discordo" ou "neutro", "concordo" e "concordo totalmente".

A Figura 10 ilustra um exemplo de questão, no qual o questionário faz uso da escala de Likert.

Figura 10 - Exemplo de uso da escala de Likert

O treinamento desenvolvido atingiu seus objetivos ?				
Instrução: marque com um X o que você considera mais próxima da realidade.				
1	2	3	4	5
Discordo totalmente	Discordo	Não concordo nem discordo	Concordo	Concordo plenamente

Fonte: Campos e Guimarães (2008)

Com base nestes artigos, verificamos que esse tipo de escala está sendo utilizada frequentemente, o que podemos considerar em nossos questionários de usabilidade.

Kuflik et al. (2013) demonstrou através de três experimentos como a tecnologia móvel pode contribuir na educação e aprendizagem de maneiras diferentes, com indivíduos diferentes, em tarefas distintas. O software "PIL" utilizado no estudo se propõe a explorar a tecnologia móvel em visitas monitoradas ao museu Hecht¹³, ajudando visitantes a conhecerem o museu. Valendo-se da simplicidade, diferentes experimentos foram estudados nas seguintes atividades:

- O primeiro experimento consistiu no auxílio ao ensino sobre arqueologia para um grupo diversificado de usuários do gênero feminino, com formação cultural diferentes - judias, árabes e drupas, que estavam no ensino médio. Durante a visita, nas atividades de ensino tradicionais, o professor orientou o grupo a estudar e ler os rótulos para compreensão do assunto. Com o dispositivo, as alunas eram orientadas a assistir as apresentações, enquanto olhavam as exposições e liam as explicações. O objetivo era, além de auxiliar no ensino sobre arqueologia, discutir as vantagens e desvantagens de se usar a tecnologia nos estudos. Uma espécie de gincana foi proposta e, ao seu final, um debate foi promovido. As alunas relataram uma sensação de liberdade e controle sobre o conteúdo aprendido na exposição. Por outro lado, alegaram que aprender com guia humano era essencial, especialmente quando tinham uma pergunta e

¹³ Museu Hecht. Disponível em: http://mushecht.haifa.ac.il/Default_eng.aspx

precisavam de uma resposta imediata. Desse experimento, podemos fomentar alguns questionamentos relacionados ao TCC aqui descrito, como por exemplo como a experiência do usuário com o software antes da visita do museu pode ter contribuído na experiência dentro do museu? É necessário que os usuários tenham um contato prévio para aprendizado relacionado ao uso ou esse usuário poderá aprender sobre o uso e ainda assim, absorver o conteúdo proposto pelo professor? E ainda, o interesse dos alunos facilitou o aprendizado utilizando a tecnologia móvel? Através do nosso trabalho, pretendemos, através da coleta de dados, poder analisar e responder estas perguntas.

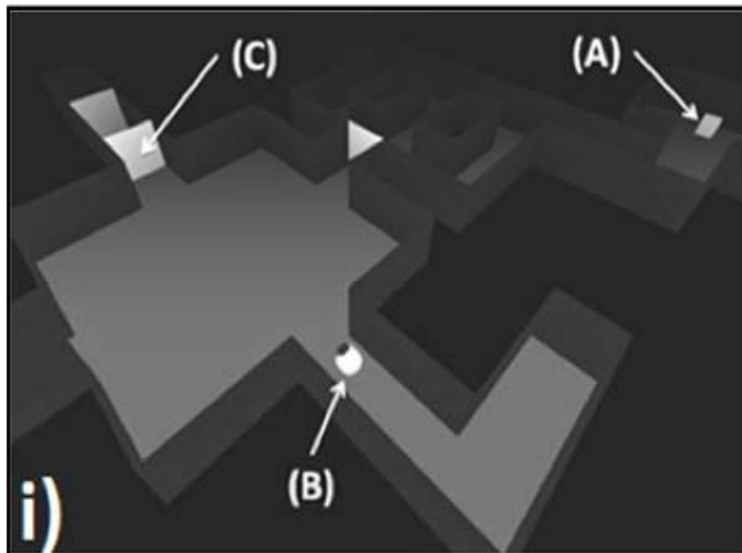
- O segundo experimento consistiu em ajudar os estudantes na habilidade para analisar obras de arte. O objetivo da pesquisa, utilizando o dispositivo, foi desenvolver as habilidades analíticas dos estudantes. Os alunos fizeram três visitas ao museu e foram orientados a trabalhar de forma colaborativa na frente das obras de arte. O dispositivo foi disponibilizado para os alunos, que o utilizaram para recuperação de informações juntamente com acesso ao site do curso e outras aplicações. Com o uso livre do dispositivo, os alunos foram, aos poucos, levados a visitar o museu em seus horários vagos, afim de aprenderem mais, sem que fossem solicitados para tanto. Isso ocasionou no melhor desenvolvimento das habilidades de análise de obras de arte, quando comparados a alunos não submetidos ao experimento. Dentro desse contexto, iremos trabalhar com amostras que também possam ser comparadas afim de mensurar, por exemplo, se o grupo que estudou o mAbES antes do experimento pode ter melhor desempenho na locomoção dentro do MCT/PUCRS.
- O último experimento teve o objetivo de investigar o impacto da idade e fatores ambientais nas funções de memória e comportamento motor de idosos saudáveis e jovens participantes usando a abordagem “Living Lab”, que enfatiza o monitoramento livre em ambientes ecologicamente válidos. No terceiro experimento, o estudo desenvolveu uma tarefa que exige mover-se entre diferentes locais no museu para pesquisar através de um conjunto de metas e encontrar tokens virtuais ocultos. A conclusão bem sucedida da tarefa exige que os indivíduos mantenham e atualizem uma representação permanente de pesquisas, a fim de desenvolver uma estratégia de busca otimizada. Os assuntos são testados em duas versões deste paradigma: uma em que a busca tem lugar no Museu Hecht e uma em que a pesquisa é simulada em uma tela de computador em um ambiente de laboratório. Desempenho da pesquisa é medido pelo número de erros e estratégias de busca em ambos os ambientes. Os resultados deste estudo não foram medidos, porém, assim que avaliados, permitirão a caracterização sistemática do desempenho motor-cognitivo em ambientes simulados e reais através da identificação da contribuição de processos cognitivos e de locomoção para o desempenho de idosos e adultos jovens.

Sánchez e Campos (2013) falam em seu artigo sobre o videogame Áudio Haptic Maze (AHM), que também foi baseado no AbES. Este jogo foi projetado para ser utilizado por usuários com deficiência visual com supervisão ou sem. O jogo contém áudio e a interface é háptica. A Figura 11 apresenta a interface gráfica do jogo. O objetivo do usuário no jogo é escapar de um labirinto, e é

jogado em primeira pessoa. Durante o jogo, o usuário deve encontrar baús de tesouros com chaves e tesouros (Figura 11), que estão distribuídos ao longo dos corredores e quartos do labirinto. As teclas possuem formas geométricas, que correspondem a certas portas. O usuário deve testar as chaves, uma de cada vez, para identificar qual abrirá as portas afim de sair do labirinto. O jogo possui um placar que é incrementado com cada tesouro que o jogador encontra. E quanto menos tempo o jogador levar para sair do jogo, maior será sua pontuação. Sobre o desenvolvimento do AHM:

Todo o processo para a concepção e desenvolvimento de AHM foi baseado em uma metodologia de design centrado no usuário [ISO, 99], trabalhando diretamente com o usuário final e tornar o usuário um participante ativo no projeto por meio de interações, conversas, entrevistas e finais user-avaliações de usabilidade. Toda a gama de abundante experiência da equipe em relação a design de interface para crianças cegas dos pesquisadores também foi utilizada neste processo de design.

Figura 11 - Interface gráfica AHM



Fonte: Sánchez e Campos (2013)

Legenda: (A) representa um baú do tesouro, que pode ter uma chave ou um tesouro dentro; (B) representa o personagem controlado pelo usuário; (C) representa uma porta no labirinto.

Foi realizado teste de usabilidade do AHM, os instrumentos utilizados foram: o questionário *Software Usability Elements questionnaire (SUE)* e o *Open Question Usability questionnaire (OQU)*. O primeiro quantifica o grau a que o áudio e o *feedback* tátil eram reconhecíveis. O segundo incluía algumas perguntas, que tinham o objetivo de coletar informações sobre O&M que são o foco do jogo, também sobre o uso dos controles, navegação do usuário no ambiente e as informações sobre o jogo. As perguntas a seguir faziam parte do questionário: Foi possível perceber a posição relativa dos objetos? Você gostou do/da interface háptica áudio usado o retorno no software? Os resultados obtidos foram utilizados para redesenho e melhora da interface do software. Após as correções foi aplicado um novo questionário *Software Usability for Blind Children*

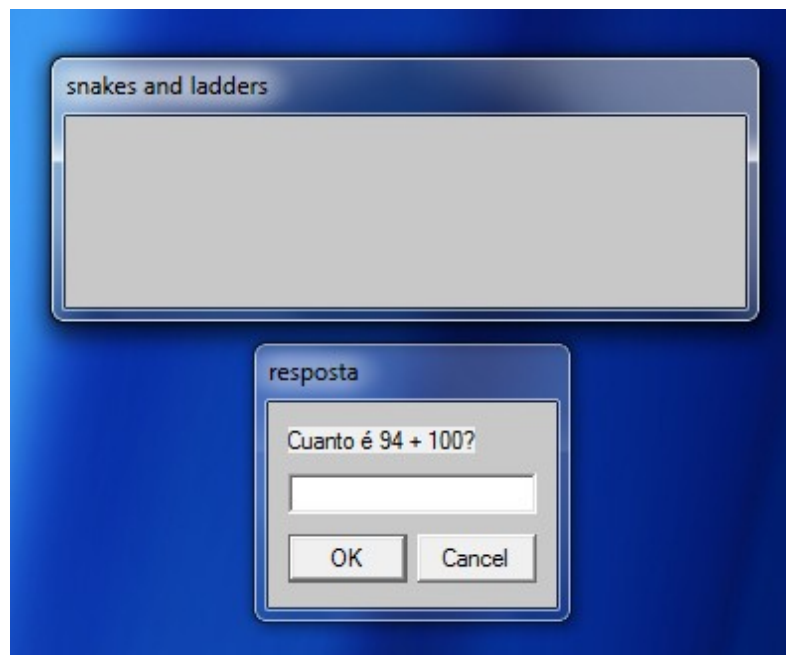
(SUBC). Neste questionário, o usuário define até que ponto foi cumprido cada item, em uma escala que varia de 1 (pouco) a 10 (muito). E os resultados ajudaram a avaliar o nível de satisfação do usuário, usando algumas frases como: "Eu gosto do software" e "O software é motivador".

Este estudo nos mostra a importância dos testes de usabilidade realizados após a utilização do software e depois que ele foi redesenhado para atender aos usuários com deficiência visual. Verificando sempre a satisfação do usuário com o sistema.

O jogo Cobras e Escadas¹⁴ é baseado no sentido da audição, não apresentando uma interface gráfica para o usuário. O jogo não apresenta qualquer informação de como jogar, não é configurável e também não possui informações caso o usuário queira desistir do jogo. Uma voz feminina informa que é a vez do usuário jogar e, após isso, pede para que o usuário jogue os dados apertando a tecla "ENTER". Um som icônico é apresentado indicando que o dado está sendo embaralhado e jogado. Depois, o jogo informa o número jogado seguido de um som icônico indicando que o usuário está caminhando em direção a casa correspondente ao número sorteado. Três situações podem ocorrer quando o usuário chega até a posição sorteada:

- Um desafio matemático pode ser apresentado para o usuário, solicitando que o mesmo informe sua resposta em uma janela do sistema. Uma posição é retirada do usuário se este erra o desafio. Caso acerte, o usuário permanece na mesma posição. As Figura 12 e Figura 13 apresentam exemplos dos desafios.

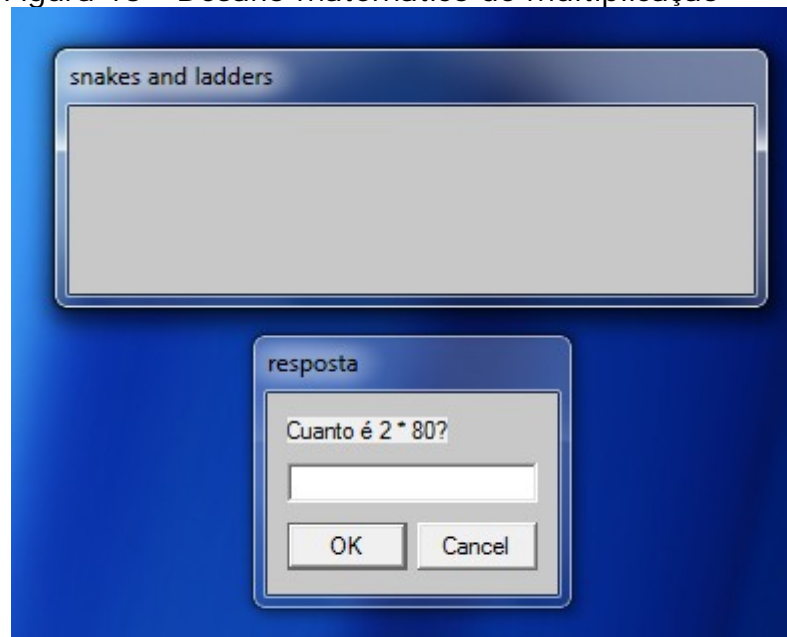
Figura 12 - Desafio matemático de adição



Fonte: snakes and ladders

¹⁴ Cobras e Escadas - Disponível em: <http://www.audiogames.com.br/jogos/cobras-e-escadas/>

Figura 13 - Desafio matemático de multiplicação



Fonte: snakes and ladders

- Uma cobra pode aparecer e, neste caso, o usuário é informado através da frase "Uma cobra". Então, o usuário retrocede casas de maneira randômica.
- Uma escada pode aparecer e, neste caso, o usuário é informado através da frase "Uma escada". Então, o usuário avança casas de maneira randômica.

Estas mesmas ações acontecem para o computador, exceto os desafios matemáticos.

O objetivo do jogo é alcançar 100 pontos. Quando este chega ao fim, se o ganhador é o usuário, uma música feliz é apresentada, convidando o usuário a jogar novamente. Do contrário, uma música triste é apresentada, onde também há o convite para que o usuário jogue novamente.

Deste exemplo fica a importância de termos instruções sonoras claras para o usuário pois, do contrário, os usuários teriam dificuldade de jogá-lo. Outro ponto importante é o fato do jogo não ter uma interface com informações básicas de como sair do jogo ou como repetir a informação.

O Áudio Archery¹⁵ é um jogo de tiro ao alvo, com arco e flecha, desenvolvido no idioma inglês para as plataformas IOS e Android. É um jogo simples e não possui interface gráfica. Ao entrar no aplicativo (Figura 14), é informado sobre a versão do jogo e logo inicia, conforme a tela da Figura 15. Através do áudio, é informado que se o usuário quer iniciar o jogo, deve passar o dedo na tela para cima, e se deseja mais informações, basta passar o dedo na tela para baixo.

¹⁵ Audio Archery disponível em: https://play.google.com/store/apps/details?id=net.l_works.audio_archery

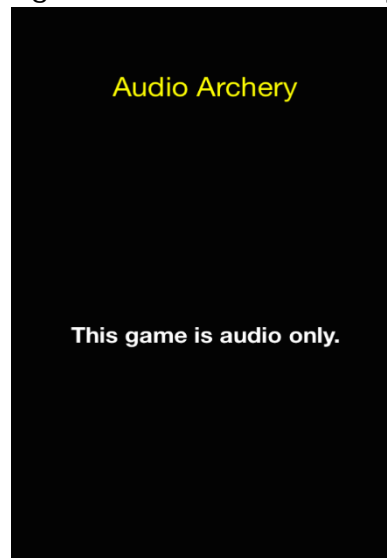
Ao iniciar o jogo, clicando na tela e arrastando o dedo para baixo, é apresentado um som icônico deste movimento representando a ação de preparar para lançar. Quando o usuário retira o dedo da tela, outro som é apresentado em que mostra se o alvo foi acertado ou não, e diz quantos pontos o usuário conseguiu na jogada. Quando as chances terminam, é informado ao usuário o total de acertos e erros.

Figura 14 - Tela de início ao entrar no jogo



Fonte: Áudio Archery

Figura 15 - Tela exibida após o início do jogo



Fonte: Áudio Archery

Este jogo nos mostra a importância de informações relevantes antes do início do jogo, para que os usuários consigam jogá-lo sem problemas. De acordo com as regras de usabilidade, o aplicativo deveria apresentar, por exemplo, a possibilidade do usuário poder ouvir novamente as instruções. Outras ações importantes seriam a opção de voltar ou reiniciar o jogo. Na estrutura apresentada neste jogo, o usuário é obrigado a terminar o jogo para poder reiniciar ou ouvir as instruções novamente.

4 SIMULADORES DE AMBIENTES ESPACIAIS PARA DEFICIENTES VISUAIS

Este capítulo descreve os softwares AbES e mAbES, que estão relacionados a este TCC.

4.1 AbES

O AbES (Simulador de Ambiente baseado em Áudio) é um software de videojogo para *desktop*. Com ele, a pessoa que é deficiente visual tem a oportunidade de conhecer e construir um mapa mental de um local antes de ir até ele. A orientação do usuário é realizada através de áudio, que serve como pistas para que o usuário se oriente em relação ao ambiente.

Existem dois tipos de usuário no AbES, o usuário facilitador e o jogador. O facilitador deve realizar algumas configurações antes de iniciar o jogo, que são feitas através do menu e devem ser configuradas por alguém que consiga visualizar as opções. Já a pessoa que é cega é tratada como usuário do tipo jogador e ao final do jogo é avaliado pela capacidade de se locomover no ambiente simulado. Para a pessoa cega é bastante difícil a locomoção em ambientes desconhecidos, pois, conforme Mazzaro (2003) “a orientação se faz por três princípios básicos: onde estou? Para onde quero ir? (Onde está o meu objetivo?) Como vou chegar ao local desejado?”. O AbES ajuda a pessoa a construir um mapa mental do ambiente e, assim, consiga movimentar-se dentro desse espaço.

O sistema possui três tipos de interação (Sánchez, 2010):

- Livre navegação: o usuário pode explorar livremente o ambiente. O facilitador pode escolher o ponto de início da rota ou pode ser aleatório. A Figura 16 ilustra as configurações deste modo de interação.
- Rota de navegação: este modo de navegação oferece ao usuário a tarefa de encontrar um lugar em particular. Neste caso, o facilitador escolhe o ambiente inicial e final, conforme Figura 17. Este tipo de navegação, ajuda o usuário a criar em sua mente um mapa topológico e cartográfico do edifício.
- Modo jogo: neste modo, é oferecido para o usuário a tarefa de encontrar joias pelo edifício. O objetivo do jogo é encontrar todas as joias representadas em roxo, conforme Figura 18, e levá-las para fora do edifício. Enquanto o usuário se desloca pelo cenário, há monstros representados pelos pontos vermelhos, ilustrados na Figura 18, que devem ser evitados. A Figura 19 ilustra uma tela de configuração desta modalidade do AbES.

Figura 16 - Opção "Explorar Livremente"

The dialog box is titled "Nova simulação: Modo navegação livre". It contains the following elements:

- Two radio buttons for starting point: "Iniciar de um ponto aleatório" (unselected) and "Escolher um ponto de início" (selected).
- A section titled "Ponto Inicial" with two dropdown menus: "Andar" (set to "1º Andar") and "Área" (set to "Área de entrada").
- A section titled "Modo de controle" with three radio buttons: "Teclado" (unselected), "Teclado numérico" (unselected), and "Ambos" (selected).
- Three checkboxes: "Mapa vazio" (unselected), "Deixar todas as portas abertas" (unselected), and "Permitir que o áudio finalize antes de qualquer ação" (checked).
- An "Ok" button at the bottom right.

Fonte: Bruno (2013)

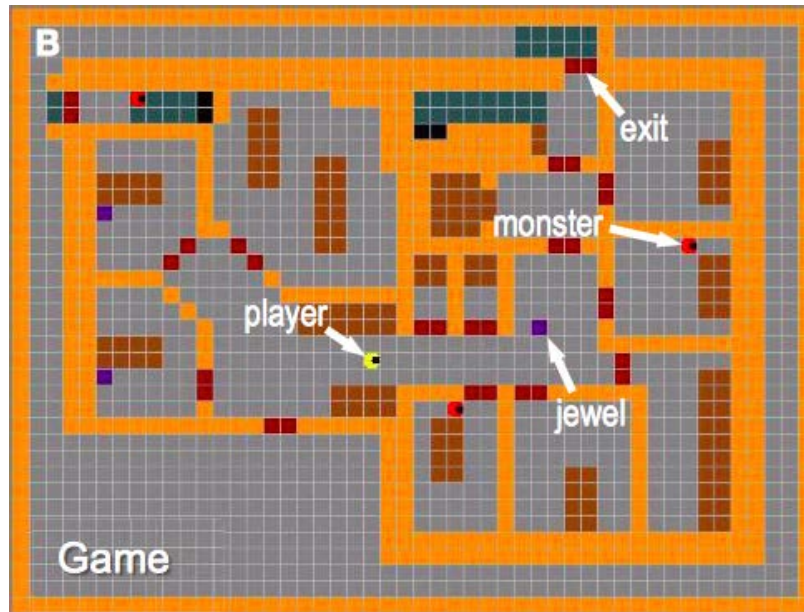
Figura 17 - Configuração modo rota de navegação

The dialog box is titled "New Simulation: Path navigation". It contains the following elements:

- A section titled "Paths" with two sets of dropdown menus for "Point": "Floor" (set to "Floor 01") and "Area" (set to "Classroom 10").
- An "Add Point" button to the right of the second set of dropdowns.
- A text area containing the path: "Floor 01, Classroom 10 - Floor 01, Classroom 10".
- A "Remove" button at the bottom right of the text area.
- A section titled "Controllers" with three radio buttons: "Keyboard" (unselected), "Keypad" (selected), and "Both" (unselected).
- Four checkboxes: "Empty Map" (unselected), "All the doors are opened" (unselected), "Allowing TTS end before any action" (unselected), and "Sync with the Clock" (unselected).
- An "Ok" button at the bottom right.

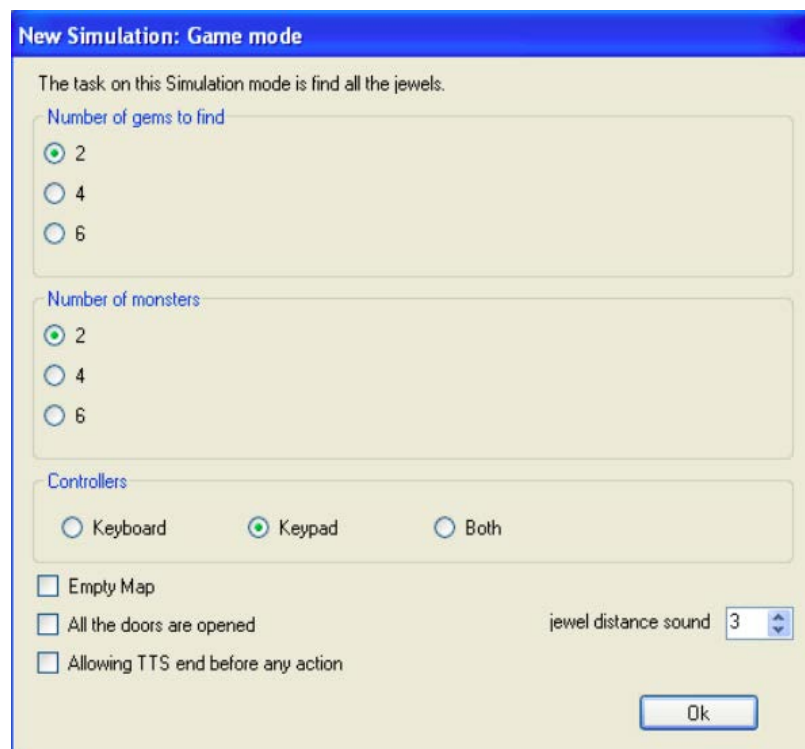
Fonte: Bruno (2013)

Figura 18 - Monstros e Joias



Fonte: Connors et al.(2014)

Figura 19 - Configuração modo jogo



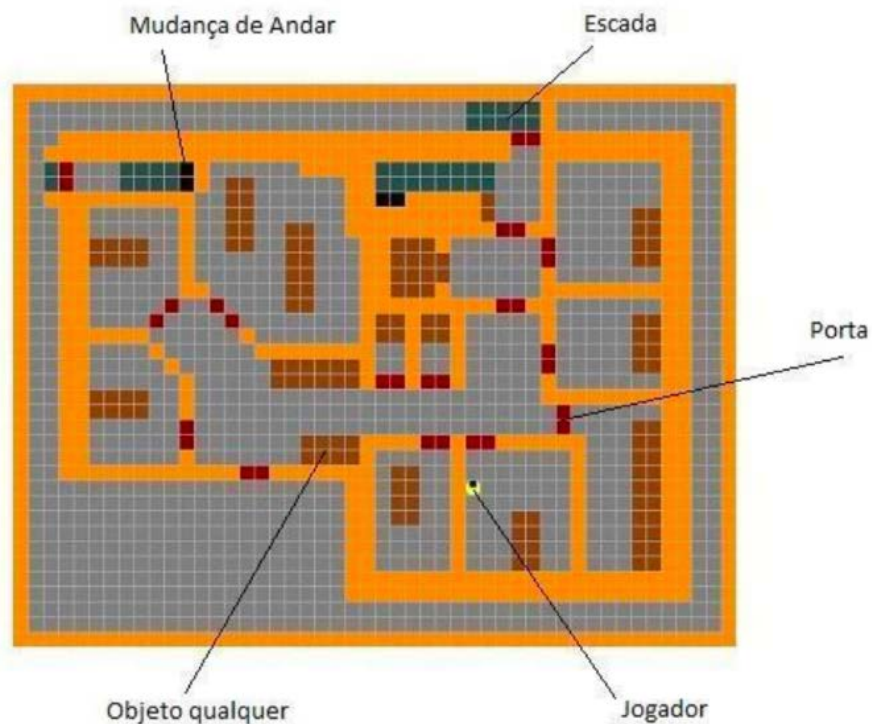
Fonte: Bruno (2013)

No que se refere ao modo de interação, o deslocamento começa de um ponto definido pelo sistema ou pré-definido. No sistema o jogador é representado por uma bola amarela, conforme ilustrado na Figura 20. A partir do momento em que começa a movimentação no ambiente virtual, o software começa a emitir sons informando ao jogador sobre o local. O jogador pode escolher a direção que quer seguir como norte, sul, leste ou oeste, utilizando as

teclas definidas H ou 8 vira o jogador 90° à direita e K ou O vira o jogador 90° à esquerda. Com a tecla J ou 9, é possível verificar algum obstáculo no caminho como uma parede, escada, porta ou objeto, e é emitido um som característico. Se for uma porta, por exemplo, o usuário pode efetuar a abertura da mesma com a tecla J ou 9. Para o jogador saber a sua localização atual, basta clicar na tecla F ou 7. Desta forma, o AbES possui uma interface gráfica e também sonora.

O AbES também gera um *log* de eventos (Figura 21), desde o início da navegação e de todos os passos que foram executados.

Figura 20 - Ponto inicial AbES



Fonte: Martins e Santana (2013)

Figura 21 - Log de eventos

```

00:00:02> You walk one
step.
00:00:02> You walk one
step.
00:00:00> You turn to
North
00:00:07> You walk one
step.
00:00:05> You turn to
East
00:00:22> You start in
(30, 26). seeing to the
North. Karen Ross's
office, Floor 01.

```

Fonte: Martins e Santana (2013)

4.1.1 Avaliação do AbES

Sánchez (2010) realizou uma avaliação cognitiva do software AbES, na qual a pessoa que é cega consegue navegar através de uma representação virtual de um ambiente real com o propósito de desenvolver suas habilidades de navegação. Em sua avaliação preliminar cognitiva, obteve a participação de sete crianças cegas com idade entre dez e doze anos, que precisaram realizar algumas atividades. Como instrumento de avaliação, foi projetada uma lista de verificação para cada atividade, que foram baseadas nas habilidades de mobilidade e orientação e continham indicadores comuns e específicos que foram utilizados para medir diferentes aspectos do nível de desempenho dos alunos nas diferentes atividades. Para calcular os percentuais de cada indicador, foi utilizada a escala de Likert com pontuações de 1 (nunca) à 4 (sempre). Todas as atividades com as crianças foram realizadas em seis sessões de três horas e quinze minutos cada. Foram realizadas 5 atividades, em que as crianças interagiram com o AbES.

1- Interação inicial com modelo concreto, as tarefas cognitivas neste estudo, consistiram em explorar um modelo concreto tátil do AbES. Este modelo continha as divisões estruturais do edifício e também os nomes dos diferentes espaços escritos em Braille. Depois de explorado o modelo, os alunos realizaram uma representação espacial do ambiente, através de materiais concretos como desenho ou Lego¹⁶.

2- Navegação livre, os alunos interagiram com o AbES usando o modo de navegação livre, percorrendo em seu próprio ritmo todos os espaços representados. Após a exploração no modelo virtual, os alunos recriaram os espaços usando o material concreto de sua escolha, como desenho ou Lego.

3- Missão da rota de navegação, foi determinado um ponto de partida para os alunos, que tinham que percorrer quatro locais diferentes do primeiro andar do edifício. Eles foram instruídos a ir

¹⁶ Lego. Disponível em: <http://www.legobrasil.com.br/>

pelo caminho mais curto possível. Após explorar o modelo virtual, os alunos tiveram que representar concretamente os espaços que se lembravam através de material concreto.

4- Nesta atividade os alunos interagiram com o modo jogo do AbES, à procura de joias escondidas e tinham que levá-las para o pátio da escola. Esta atividade permitiu que os alunos tomassem caminhos diferentes, agora conhecem outras habitações e isso permitiu construir uma imagem mental da distância percorrida. Os alunos nesta atividade, interagiram metade do tempo com o simulador e a outra metade executando a mesma tarefa no ambiente real.

5- Representação concreta, nessa atividade os alunos interagiram livremente com o ambiente, após concluída a atividade os alunos representaram o ambiente de forma concreta com Lego ou desenho.

Em resumo, os alunos pontuaram alto em todas as atividades, mas a atividade que proporcionou melhores resultados foi a de Jogo. Quando os alunos jogam ficam mais concentrados e focados em concluir todas as etapas do jogo, sendo assim capazes de coletar todas as informações fornecidas pelo simulador e de maneira eficiente.

Este estudo realizado por Sánchez (2010) nos incentiva a produzirmos uma maquete do MCT/PUCRS, ambiente em que será realizado nosso estudo, para que os usuários que são deficientes visuais possam via tato conhecer o ambiente, e, após, representarem também concretamente e com material ainda a ser definido como percebem este ambiente.

Para que os testes fossem realizados com pessoas brasileiras, Bruno (2013) realizou a tradução do AbES, que originalmente é apresentado para o usuário nos idiomas inglês e espanhol, representando os menus/instruções e o áudio da aplicação, respectivamente. Com o auxílio da equipe que desenvolveu o AbES, Bruno realizou os estudos nas telas da aplicação e nos áudios para que estes tivessem coerência com os originais. Após a tradução, foi possível elaborar uma metodologia de avaliação de usabilidade e, com isso, extrair dados que são valiosos para esta pesquisa, tais como, aceitação e percepção de usuários, sugestões de melhoria na aplicação e como o desenvolvimento de softwares voltados à mobilidade e orientação são importantes para desenvolver as habilidades de aprendizado e locomoção de pessoas cegas.

4.2 mAbES

O mAbES é uma adaptação do software AbES para executar em dispositivo móvel (Martins e Santana, 2013. p.10):

“[...]permitirá uma maior autonomia ao usuário que é cego na medida em que possibilitará a experimentação do espaço virtual e sua comparação com o espaço real. Ainda, visando a orientação e mobilidade das pessoas que são cegas em ambientes internos, será utilizado como cenário base o Museu de Ciências e Tecnologia da PUCRS - MCT/PUCRS”.

Este aplicativo representa um ambiente real, que é o Museu de Ciências e Tecnologia da PUCRS. Para tal, no contexto do trabalho de Martins e Santana

(2013), foram mapeados 3 experimentos do 3º andar do MCT/PUCRS: *Usina Nuclear, Trem da Energia e Casa Genial*.

O mAbES possui 3 tipos de interface: gráfica, sonora e háptica. A interface gráfica representa a estrutura interna do museu, com alguns experimentos. As cores utilizadas na interface estão de acordo com as recomendações da ABNT (Martins e Santana, 2013). Esta interface gráfica foi criada para permitir o uso do mAbES por pessoas com baixa visão e por pessoas videntes. A interface sonora é responsável por transmitir as informações relacionadas ao ambiente do museu e aos experimentos. Desta forma, possui sons icônicos e sons que explicam os experimentos que estão modelados no aplicativo, bem como desafios que os usuários devem responder ao longo da interação com o mAbES. A interface háptica é responsável pela interação do usuário com aplicação por meio do tato. De acordo com Rodrigues (2006), interfaces hápticas dão aos usuários a capacidade de agir sobre o ambiente. Dessa forma, é possível definir os dispositivos hápticos como sendo interfaces homem-computador que associam gestos ao toque e à cinestesia, com o intuito de prover um meio de comunicação mais natural entre homens e máquinas.

Ainda relacionado à interface e à interação, é importante informar que o mAbES funciona baseado na metáfora da matriz Braille. Conforme Mathias e Guedes (2013), o sistema Braille consiste em uma estrutura matricial, de área retangular com duas colunas e três linhas. Com isso, torna-se possível o total de 64 combinações, de nenhum ponto aos seis pontos em relevo, sendo que a indicação dos pontos se faz de cima para baixo, primeiro da coluna da esquerda e depois da direita em 123 – 456, de acordo com a Figura 22.

Figura 22 - Matriz Braille



Fonte: Mathias e Guedes (2013)

Essa estrutura permite que o usuário que é cego possa estar familiarizado com o uso e, com isso, tenha facilidade em utilizar o aplicativo.

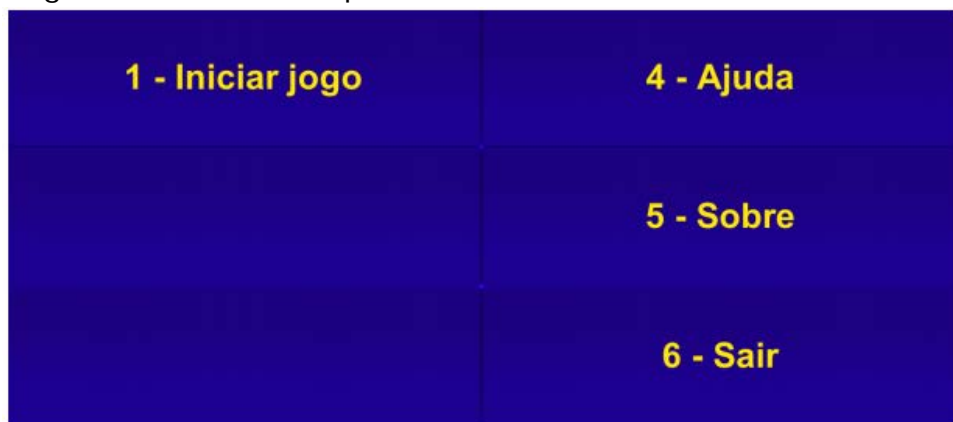
No que se refere à forma de funcionamento, a tela inicial do mAbES possui as seguintes opções (Figura 23):

1- Iniciar Jogo: Quando o usuário inicia o jogo, ele se encontra no 1º andar, sem experimentos mapeados. Logo é informado como chegar a escada rolante e, para realizar tal tarefa, o usuário utiliza setas direcionais (frente, direita e esquerda) virtuais onde, através do clique, se locomove, conforme Figura 24. Ao chegar ao 2º andar, onde também não há experimentos

mapeados, será direcionado a escada rolante que leva ao 3º andar, conforme Figura 25. Caso o usuário saia do percurso previsto, o aplicativo informa que o andar não foi mapeado.

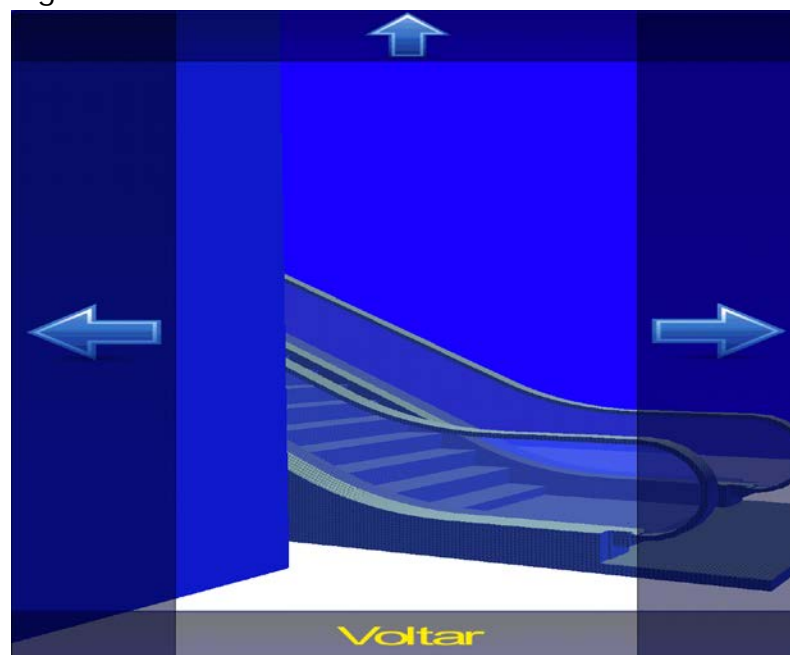
- 4- Ajuda: contém um áudio que explica as principais funcionalidades do mAbES.
- 5- Sobre: possui informações sobre o que é o mAbES, qual é seu objetivo.
- 6- Sair: neste momento, ao clicar em sair, o jogo é encerrado sem pergunta de confirmação da ação.

Figura 23 - Tela Principal mAbES



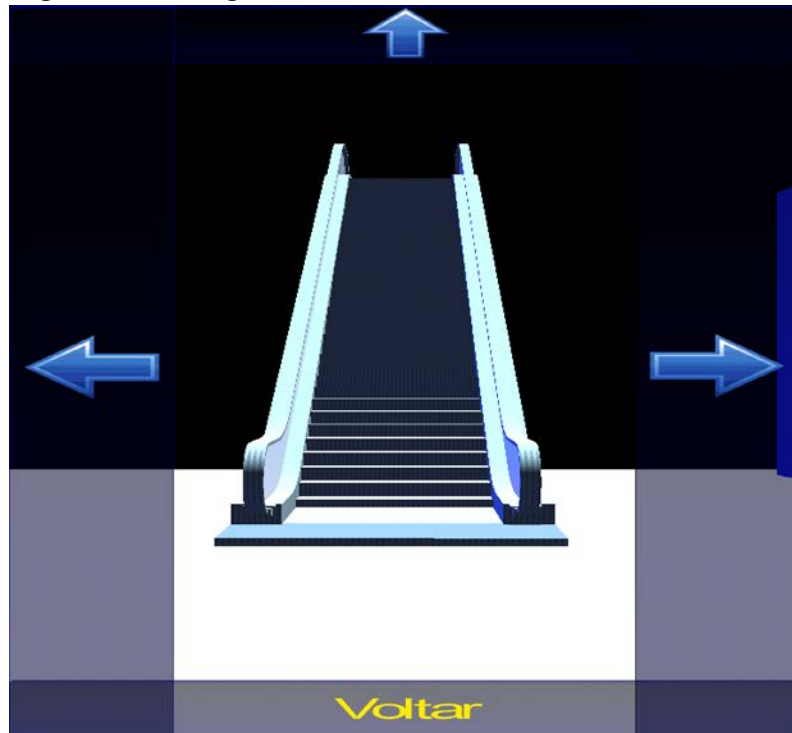
Fonte: Martins e Santana (2013)

Figura 24 - Primeiro andar



Fonte: mAbES

Figura 25 - Segundo andar



Fonte: mAbES

Ao chegar ao 3º andar são apresentadas novas opções, conforme Figura 26:

- 1- *Usina Nuclear* – Usuário é guiado até o experimento *Usina Nuclear*, através de comandos de voz.
- 2- *Trem* – Usuário é guiado até o experimento *Trem da Energia*, através de comandos de voz.
- 3- *Casa* – Usuário é guiado até o experimento *Casa Genial*, através de comandos de voz.
- 4- *Livre* - O usuário pode navegar pelo ambiente sem a intenção de conhecer algo específico.
- 5- *Informar* - Apresenta maiores informações sobre os experimentos do museu mapeados no mAbES.
- 6- *Sair* – Você deseja realmente sair do jogo? Clique em um para sim, dois para não.

Figura 26 - Terceiro andar



Fonte: mAbES

Ao se aproximar de um experimento, o dispositivo vibra e são informadas as opções habilitadas no momento. Por exemplo, se estiver na *Usina Nuclear*, serão apresentadas as opções, conforme Figura:

- 1- Pergunta – Na primeira etapa, na produção de energia, o que acontece com a água?
- 2- Pergunta – Qual a função do gerador elétrico em uma *Usina Nuclear*?
- 3- Pergunta – O que acontece com o vapor após mover a turbina?
- 4- Informa – Saber sobre o experimento.
- 6- Sair – Volta ao menu anterior.

As perguntas são referentes ao experimento e, para cada pergunta, são apresentadas três opções de resposta. A Figura 28 simula esta ação, conforme a escolha de cada pergunta:

- 1- Pergunta - "Na primeira etapa na produção de energia o que acontece com a água? Clique em um, se você acha que a água se transforma em combustível. Clique em dois, se você acha que a água se transforma em vapor. Clique em três, se você acha que a água vai para o reservatório da água em estado líquido.

De acordo com a opção de resposta selecionada, os seguintes áudios podem ser apresentados para o usuário:

- 1- Resposta - "Ahhhhh. Você errou. Não se zangue, você está aprendendo".
- 2- Resposta - "Yeahhh. Parabéns, você acertou".

3- Resposta – “Ahhhhhh. Você errou. Não se zangue, você está aprendendo”.

2- Pergunta - “Qual a função do gerador elétrico em uma *Usina Nuclear*? Clique em um, se você acha que é transformar a energia de movimento, provocado pelo vapor d’água, em energia elétrica. Clique em dois se, você acha que transformar a água em vapor. Clique em três, se você acha que é para reduzir o número máximo de fissões.”

De acordo com a opção de resposta selecionada, são gerados os sons:

1- Resposta - “Yeahhh. Parabéns, você acertou”.

2- Resposta- “Ahhhhhh. Você errou. Não se zangue, você está aprendendo”.

3- Resposta - “Ahhhhhh. Você errou. Não se zangue, você está aprendendo”.

3- Pergunta - “O que acontece com o vapor após mover a turbina? Clique em um, se o vapor quando sai da turbina, termina a produção de energia. Clique em dois, se o vapor entra em contato diretamente com a água do mar para reiniciar o ciclo. Clique em três, se o vapor é resfriado pela água do mar, voltando ao estado líquido para que o processo de produção de energia se reinicie.”

De acordo com a opção de resposta selecionada, são gerados os sons (Figura 29):

1- Resposta - “Ahhhhhh. Você errou. Não se zangue, você está aprendendo”.

2- Resposta- “Ahhhhhh. Você errou. Não se zangue, você está aprendendo”.

3- Resposta - “Yeahhh. Parabéns, você acertou”.

4- Informa - “Linha Energia Nuclear. O uso da energia dos átomos como fonte para geração de energia elétrica.

1) Estação *Usina Nuclear*: Nessa estação mostra o funcionamento de uma *Usina Nuclear*. Antes de produzir a energia, aproxime-se do experimento e toque na alavanca. Vamos produzir energia? Primeira Etapa: Para iniciar a produção de energia eleve a alavanca e solte-a lentamente. O que acontece? O combustível contido nas varetas, ligadas à alavanca, se parte liberando grande energia, aquecendo a água e transformando-a em vapor. Nesse processo é liberado também um nêutron, que quando colidido contra outro átomo do combustível faz com que esse também se divida, e assim sucessivamente. As varetas de controle entre as varetas de combustível absorvem os nêutrons na tentativa de reduzir ao máximo o número de fissões. Segunda Etapa: deslize sua mão no experimento para direita até tocar no reservatório d’água. A tubulação pela qual o vapor gerado na primeira etapa circula, passando por dentro de outro reservatório d’água, transformando-a também em vapor. Note que não há contato direto entre os líquidos contidos em cada recipiente. O vapor do primeiro recipiente volta ao estado líquido para reiniciar o processo. Terceira Etapa: deslize a sua mão para direita até chegar na turbina. Tente novamente elevar a alavanca e deslocar rapidamente até a turbina para sentir a sua vibração. O vapor produzido no segundo

recipiente passa em alta velocidade pela turbina do gerador elétrico, transformando a energia do movimento em eletricidade. Quarta Etapa: Saindo da turbina, o vapor é resfriado pela água do mar, voltando ao estado líquido para reiniciar o ciclo. Não há contato direto entre a água do mar e o vapor gerado pela usina, reduzindo o risco contaminação.”

- 6 - Sair - Sai do experimento e gera o áudio: “Você está na *Usina Nuclear*. Escolha o experimento que você deseja conhecer: 2 – *Trem da Energia*, 3 – *Casa Genial*, 4 – Explorar livremente o ambiente, 5 – Mais informações, 6 - Sair. Qual a sua escolha?”

Figura 27 - mAbES: Representação da *Usina Nuclear*



Fonte: Martins e Santana (2013)

Figura 28 - Tela de perguntas da *Usina Nuclear*



Fonte: Martins e Santana (2013)

Figura 29 - Tela de respostas *Usina Nuclear*



Fonte: Martins e Santana (2013)

O experimento *Trem da Energia* tem o objetivo de fazer com que o usuário descubra qual cientista está relacionado a cada caricatura que é apresentada no trem. Quando o usuário se aproxima de uma das caricaturas, o aplicativo repassa informações a respeito do cientista, sem informar seu nome. Ao final da explicação, o usuário é desafiado a descobrir, a partir das dicas, qual cientista está relacionado àquelas informações. A seguinte mensagem será ouvida pelo usuário: "Clique em um se for James Maxwell; clique em dois se for Thomas Edison; clique em três se for Enrico Fermi; clique em cinco se você quer pular o desafio; clique em seis, se quer sair do Trem". Se o usuário seleciona a resposta correta, o seguinte áudio é escutado: "Yeahhh. Parabéns, você acertou"; caso esteja incorreta, a mensagem apresentada é: "Ahhhhhh. Você errou. Não se zangue, você está aprendendo". Se selecionar a opção cinco, outro áudio é apresentado: "Você pulou o desafio. Vá em frente até encontrar a próxima charada". Caso selecione a opção seis, o usuário ouvirá a seguinte mensagem: "Você está no *Trem da Energia*. Escolha o experimento que você deseja conhecer (Martins e Santana, 2013, p. 56):

- 1- *Usina Nuclear*,
- 2- *Casa Genial*,
- 3- Explorar livremente o ambiente,
- 4- Mais informações,
- 5- Sair. Qual a sua escolha?"

O mesmo cenário se repete para cada caricatura do experimento. Em visita ao museu, verificamos que houve uma reestruturação e o experimento do *Trem da Energia* foi retirado do ambiente. Logo, em nossas avaliações não constará o experimento.

O objetivo da *Casa Genial* (Figura 30), é repassar informações ao usuário a respeito da potência de eletrodomésticos que estão na casa e como eles podem ser utilizados de maneira eficiente. Nesta casa, que também está no MCT, cada eletrodoméstico tem um medidor de energia elétrica, que é possível ser verificado através de medidores e do auxílio de mediadores/monitores do museu. Ao entrar na *Casa Genial*, é descrito ao usuário os eletrodomésticos existentes na

sala; ele ainda pode conhecer os espaços escritório, cozinha, dormitório e banheiro. A medida que o usuário explora os ambientes, eletrodomésticos e demais informações importantes são apresentadas de forma sonora pelo aplicativo. Após a visita, um desafio é proposto ao usuário através de três perguntas sobre o que foi apresentado/estudado na casa. O mesmo padrão de opções de respostas apresentado nos outros experimentos, bem como os áudios para as respostas certas e erradas, também é apresentado na *Casa Genial*.

Figura 30 - mAbES: Representação da *Casa Genial*



Fonte: Martins e Santana (2013)

Existem ainda opções que servem para auxiliar o usuário durante a visita, como aumentar a velocidade de reprodução dos sons, retroceder ou avançar, e o tocar o usuário deixa o áudio na velocidade normal, ou volta a tocar após pausá-lo, conforme Figura 31. Assim, ele não precisa reproduzir algum áudio já escutado anteriormente, como no caso do "Rápido", por exemplo.

Figura 31 - Manipulação de som



Fonte: mAbES

5 MÉTODO DE AVALIAÇÃO DE VIDEOJOGOS

Este trabalho teve por objetivo elaborar e validar uma metodologia de avaliação de usabilidade de um sistema baseado em áudio, mais especificamente, de videojogos que teve como propósito o desenvolvimento de habilidades de orientação e mobilidade em pessoas com deficiência visual.

Este capítulo descreve essa proposta de metodologia de avaliação do ponto de vista de interface do aplicativo e de interação do usuário com o aplicativo enquanto o Capítulo 6 descreve a aplicação e resultados da avaliação do mAbES utilizando essa metodologia. Destaca-se que o método de avaliação aqui apresentado foi elaborado pelas autoras deste TCC.

5.1 METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO

Para avaliar um sistema interativo baseado em áudio, que tem como propósito o desenvolvimento de habilidades de O&M em pessoas com deficiência visual, propomos uma metodologia baseada em critérios de usabilidade e de impacto cognitivo. Inclui-se, nesse método, uma avaliação da interface sonora do aplicativo.

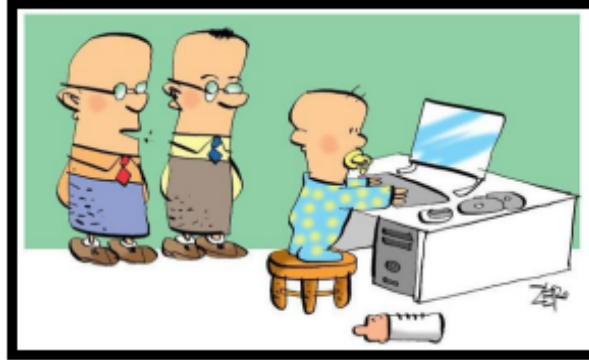
5.1.1 Avaliação dos áudios

- **Propósito:** a avaliação de usabilidade não deve servir somente para identificação de erros de funcionalidade do sistema, mas, sim, para avaliar a interface e a interação do usuário com o sistema. Desta forma, o sistema deve ser entregue para teste da forma mais adequada possível. Conforme visto na seção 2.1.2, existem alguns fatores que devem ser analisados, a fim de verificar problemas de usabilidade, entre eles está a adequação a padrões, que verifica se o sistema está de acordo com normas e recomendações ergonômicas.

Para realizar a avaliação da interface sonora deve-se analisar os sons do aplicativo, afim de verificar se esses estão de acordo com algum padrão. Como localizamos a existência de um modelo de padronização específico para áudio de jogos, sugere-se que seja utilizada a Nota Técnica NT nº 21/2012/MEC/SECADI/DPEE (Anexo 1), que traz orientações para descrição de imagem na geração de material digital acessível no padrão Dayse.

A Figura 32 mostra um exemplo, que utiliza as recomendações da NT nº 21/2012/MEC/SECADI/DPEE.

Figura 32 - Exemplo de aplicação da Nota nº 21 / 2012 / MEC / SECADI / DPEE



- E aqui nós temos o Gerente, responsável pelo departamento de informática...

Fonte: <http://www.cartuns.com.br>

Legenda: cartum de Zero: Gerente de Informática.

Descrição: O cartum de Zero mostra dois funcionários de meia idade, de óculos, meio calvos, usando gravatas olhando para um bebê com macacão azul de bolinhas amarelas, chupeta na boca, em pé em um banquinho e usando o computador sobre mesa de trabalho. No chão, uma mamadeira. Um dos funcionários diz olhando para o bebê: E aqui nós temos o Gerente, responsável pelo departamento de informática.

Fonte: Nota Técnica Nº 21/2012/MEC/SECADI/DPEE

A NT nº 21/2012/MEC/SECADI/DPEE (apresentada no Anexo 1) especifica 30 requisitos para a descrição de imagens, que se referem à tradução de imagens e vídeos em palavras, construção de retrato verbal das pessoas, paisagens, objetos, cenas e ambientes, sem expressar julgamento ou opiniões pessoais a respeito. Dos requisitos dessa NT devem ser selecionados aqueles que são de interesse da avaliação.

Instrumento: A construção do instrumento de avaliação da interface sonora deve seguir algum padrão de avaliação de sons, podendo ser utilizada a NT 21/2012/MEC/SECADI/DPEE, conforme já citado. A seguir, baseada nessa NT, sugerimos um pré-instrumento no formato de tabela com três colunas, descritas a seguir com orientações para quem irá construir o instrumento.

Transcrição do som a ser avaliado: deve-se ouvir todos os sons que são apresentados no aplicativo e, após, devem ser transcritos e registrados na primeira coluna da tabela.

Requisito atendido: após escutar o som, o mesmo precisa ser avaliado e comparado às regras do padrão de som utilizado e, caso o som esteja adequado às regras, deve-se marcá-lo com a letra "A",

caso contrário, é preciso identificar as regras que não estão sendo atendidas pelo áudio.

Som sugerido: essa coluna deve conter o texto correspondente ao som que está sendo sugerido. É importante que a sugestão seja elaborada a luz do padrão, que orientou a construção do instrumento, e que identificou o som como não adequado.

Após a avaliação de cada som, sugere-se que estes sejam agrupados por similaridade, funcionalidade, local da ocorrência, etc. Ainda, conforme a quantidade de sons e a duração prevista para as avaliações, o avaliador pode selecionar alguns sons ao invés de incluí-los na sua totalidade. Para tal, é importante que o instrumento inclua tipos diferentes de categorias de sons e de sons diferentes. A seção 6.2 explica a elaboração do instrumento elaborado para a avaliação do mAbES enquanto o Apêndice E traz o instrumento propriamente dito.

A avaliação dos sons pode ocorrer do ponto de vista de conteúdo e/ou apresentação. Sendo necessário avaliar a forma como é apresentado ao usuário final, sugere-se que avaliador teste os áudios utilizando o mesmo tipo de sintetizador de voz que foi utilizado no aplicativo.

Os sons incluídos no instrumento deverão compor o instrumento na sua versão final, que pode estar organizado nas seguintes colunas:

Descrição do som original e do som sugerido, que pode ser na forma de texto para ser lido ao usuário ou a indicação do arquivo de áudio, que deverá ser executado.

Quantidade de vezes que o som é executado. O avaliador e/ou o usuário pode optar por escutar o som original, o som sugerido ou ambos.

Indicação da preferência do usuário pelo som original, som sugerido ou nenhum dos anteriores.

Observação para que o avaliador possa registrar pareceres do usuário relacionada a cada som, quando for necessário.

Além de ser criado o instrumento para a avaliação dos áudios, é necessário que seja criado um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) para os participantes assinarem, neste termo deve ser explicado os objetivos da pesquisa e as condições de participação; os Apêndice A e no Apêndice B apresentam um modelo de termo que pode ser utilizado.

Procedimento: sugerimos que seja criada uma pasta com a gravação dos sons originais e outra com os sons sugeridos, caso a apresentação dos sons seja foco da avaliação. Antes da execução dos sons, o participante deve assinar o TCLE para participar da avaliação. Depois do aceite, deve ser executado ao usuário

primeiramente o som original e após o som sugerido correspondente. Na tabela de instrumento deverá ser assinalada a quantidade de vezes que os sons foram executados, a opção de preferência de som do usuário e observações, quando houver. No caso da participação a distância de avaliadores, deve-se fornecer os arquivos de texto correspondentes aos sons, ou os arquivos de áudio, o(s) instrumento(s) de avaliação, e meios para que os avaliadores possam encaminhar o instrumento preenchido bem com um meio de contato, para o caso de haver alguma dúvida ou questionamento durante o processo de avaliação.

Análise dos dados: os resultados desta avaliação deverão ser analisados a luz do padrão de som selecionado e apresentados graficamente para facilitar o entendimento do avaliador. As observações também devem ser registradas e categorizadas.

5.1.2 Avaliação de usabilidade por avaliadores de usabilidade

Tipo de avaliação: Avaliação heurística

Propósito: avaliar critérios de usabilidade baseados nas heurísticas de Nielsen (1993): Visibilidade do estado do sistema, relação entre o sistema e o mundo real, Controle e liberdade do usuário, Consistência a padrões, Prevenção de erros, reconhecimento ao invés de memorização, Flexibilidade e eficiência de uso, Projeto estético e minimalista, Ajuda e documentação e Controle e liberdade do usuário.

Amostra: de 3 a 5 avaliadores com experiência em avaliação de usabilidade (Nielsen, 1993).

Instrumentos: deve ser aplicado um questionário de usabilidade que está baseado nas heurísticas do Nielsen (1993). Para cada heurística deve haver um conjunto de questões, podendo ser abertas e/ou fechadas. As questões devem possibilitar que os avaliadores analisem diferentes questões da interface do aplicativo, tal como da interface gráfica, sonora e tátil, quando houver. O registro das respostas pode estar baseada na escala de Likert, já referenciada no Capítulo 3. O Apêndice A apresenta uma proposta de questionário de avaliação de usabilidade elaborado para avaliar o mAbES. Além do instrumento de usabilidade, deve ser criado um TCLE. Neste termo deve ser explicado o objetivo da pesquisa e as condições de participação, no apêndice A possui um modelo que pode ser utilizado.

Tarefas: devem ser elaboradas tarefas de modo que os avaliadores de usabilidade possam explorar recursos do sistema que será avaliado, mantendo o foco no processo de interação do usuário com o aplicativo. Em aplicações do tipo videogames que fazem uso de uma interface multimodal, as tarefas devem envolver a análise da interface gráfica, sonora e tátil, quando estas fizerem parte da aplicação.

Procedimento: previamente ao início da avaliação com os avaliadores deve ser fornecido, para cada um, o termo de consentimento. Após a aceitação, os avaliadores devem receber as mesmas tarefas, que são executadas de forma individual. No início da avaliação, os avaliadores devem responder algumas questões referentes a dados pessoais com a finalidade de melhor registrar os perfis de atuação e de experiência na área de IHC. Após, os avaliadores fazem uso do aplicativo e respondem ao questionário de usabilidade. No fim do preenchimento do questionário, para as perguntas em que a resposta for "Discordo Parcialmente" ou "Discordo Totalmente", devem solicitar que o avaliador informe uma justificativa. Durante essa tarefa, recomendamos que se estabeleça um debate sobre as questões e que observações sejam anotadas a fim de enriquecer a análise dos resultados.

No caso da participação a distância de avaliadores, deve-se fornecer o sistema que é foco da avaliação, o(s) instrumento(s) de avaliação, meios para que os avaliadores possam encaminhar o instrumento preenchido bem com um meio de contato, para o caso de haver alguma dúvida ou questionamento durante o processo de avaliação.

Análise dos dados: para a análise das respostas do instrumento, propõe-se primeiramente que seja quantificado o resultado e apresentado em forma de tabela, separando cada heurística. Após, sugere-se que sejam agrupados os resultados semelhantes (em "Concordo", "Neutro" e "Discordo") e demonstrados em um gráfico contendo o percentual de respostas para cada heurística. Ainda, é recomendado que os dados sejam discutidos e relacionados conforme as justificativas apresentadas pelos avaliadores.

5.1.3 Avaliação de usabilidade e impacto cognitivo junto a usuários com deficiência visual

Tipo de avaliação: teste de usabilidade e teste de impacto cognitivo.

Amostra: considerando trabalhos de avaliação de sistemas interativos baseados em áudio, que foram realizados por outros grupos de TCC orientados pela Profa. Marcia de Borba Campos¹⁷, e que tem como público alvo pessoas legalmente cegas, propõe-se que a amostra seja formada por, pelo menos, 5 usuários com deficiência visual. Devem ser elaborados critérios de inclusão e de exclusão de usuários na amostra. Por exemplo, caso se deseje verificar o quão fácil é lembrar-se de utilizar um sistema, a amostra deverá ser composta por usuários que ainda não o utilizaram. Se a interface do aplicativo faz uso da matriz Braille, por exemplo, deve-se incluir na amostra usuário que sejam conhecedores do Braille, caso esse seja um dos critérios a serem avaliados. Se o aplicativo quer testar se um ambiente real que está representado no meio virtual por meio do áudio, pode-se direcionar a amostra para usuário que já conheçam o espaço, por exemplo, ou que ainda não

¹⁷ Samaele (2013), utilizou 5 usuários. Heissler e Silva (2014), 4 usuários.

conheçam e o aplicativo seria utilizado como meio para conhecer esse espaço.

Instrumentos: para a avaliação junto a usuários que possuem deficiência visual sugerimos uma avaliação baseada em usabilidade e outra em impacto cognitivo.

Usabilidade: no método de teste de usabilidade sugerimos um questionário para usuários finais, que é uma adaptação de Sánchez (1999). Este documento está disponível no Apêndice B. As questões desse instrumento estão organizadas conforme as heurísticas de Nielsen (Nielsen, 1993). O questionário também faz uso da escala Likert (Capítulo 3). No instrumento de avaliação de usabilidade é importante incluir questões relacionadas aos tipos de interface que o sistema contém. Nesse sentido, além de questões vinculadas ao som, já descritas, também devem ser incluídas questões de interface gráfica, que serão respondidas somente por usuários com baixa visão, e questões da interface tátil. Por isso, sendo um instrumento genérico, deverá conter questões que não sejam obrigatórias.

Impacto cognitivo: considerando videojogos que tem como foco as habilidades de orientação e mobilidade, sugerimos a utilização de materiais concretos para verificar se o espaço representado virtual foi compreendido. Para tal, pode-se fazer uso de desenho, massa de modelar, areia, Lego, dentre outros recursos, desde que seja possível observar o entendimento do usuário sobre o espaço representado virtualmente.

Também deve ser elaborado um termo de consentimento livre e esclarecido, onde deverá ser explicado ao participante o objetivo da pesquisa e as condições de sua participação. Para os DV menores de idade ou que não sabem escrever com caneta, este termo deverá ser assinado pelo responsável maior de idade e vidente.

Tarefas: devem ser elaboradas tarefas que permitam que o usuário possa explorar o ambiente virtual e o ambiente real, já que o método aqui proposto inclui avaliação de impacto cognitivo, além de avaliação de usabilidade.

Na definição das tarefas a serem realizadas pelo usuário final, deve-se considerar o tipo de navegação que esses usuários terão com o ambiente real em comparação com a navegação que ocorre no ambiente virtual. Essas podem ser:

- Navegação autônoma: usuário com deficiência visual se deslocando pelo espaço real sozinho.
- Navegação guiada parcial: usuário com deficiência visual se deslocando às vezes na companhia de um guia vidente.

- Navegação guiada total: usuário com deficiência visual se deslocando sempre na companhia de guia vidente.

Conforme o tipo de navegação, que pode ser uma opção do usuário ou pode ser definido pelo avaliador, devem ser realizadas diferentes sessões com os usuários finais. Ainda, para fins de avaliação de impacto cognitivo, é recomendado que a avaliação ocorra em diferentes momentos, permitindo que o usuário utilize e reutilize o aplicativo. Para tal, pode-se organizar categorias de usuários: usuários visitam o local representado no aplicativo sem terem utilizado o aplicativo previamente e o utilizam no local, e usuários que utilizaram o aplicativo antes de visitarem o local. Para a segunda categoria de usuário, o avaliador deve definir se o usuário poderá utilizar o aplicativo durante a visita ou não. Desta forma, devem ser definidas tarefas ao usuário que considere esses cenários.

Para a avaliação de impacto cognitivo é importante que sejam incluídas tarefas que o usuário possa representar graficamente o espaço que ele vivenciou no virtual e no real, caso inclua a visita ao local. É sugerido que a representação gráfica possa ser elaborada após cada ciclo de tarefas que inclua o uso do aplicativo. Assim, pode-se observar as mudanças nessas representações e relacioná-las à elaboração dos mapas mentais dos usuários em diferentes momentos, por exemplo.

Procedimento: previamente ao início da avaliação os usuários devem assinar o termo de consentimento.

Ao grupo de usuários que não utilizará o aplicativo previamente, deve-se explicar sobre o videogame a ser avaliado. Se o aplicativo tiver um ponto de partida fixado deve-se posicionar o usuário no ponto de partida no ambiente real. Após deve-se entregar um celular com o aplicativo para o início da navegação do usuário. É importante perguntar qual o tipo de navegação o usuário quer utilizar (guiada total, guiada parcial e autônoma). Então deve ser informada a tarefa para o usuário realizar. Após a realização da tarefa, o usuário representará graficamente o ambiente real.

No primeiro teste, deve ser explicado sobre o videogame, e a tarefa que será realizada pelo usuário. Após, deve ser entregue o celular com o aplicativo instalado. O usuário, então, inicia a navegação no aplicativo. Verifique quantas vezes o usuário usar o aplicativo antes da visita ao local real. Esta informação é importante para poder confirmar se quanto mais o usuário utiliza o aplicativo, maior será o seu aprendizado. Após, o usuário representa graficamente o ambiente virtual e responde ao instrumento de usabilidade elaborado. O próximo passo é levar o usuário até o ambiente real e realizar a mesma tarefa dada anteriormente para poder comparar os resultados obtidos. Posteriormente, o usuário representa graficamente o ambiente visitado e valida o questionário de usabilidade preenchido na primeira vez de uso. Nesta validação

quem está aplicando o teste deve ler a resposta que o usuário informou antes e o usuário decide se quer mudar a sua resposta ou manter. Deve-se ficar identificável a mudança que o usuário fez, assim, na parte de análise, pode-se comparar na forma de tabela como foi a avaliação pré-teste (ambiente virtual) e pós-teste (ambiente real). O objetivo é validar se os usuários que participaram deste grupo tiveram maior facilidade de navegação no ambiente real, ou seja, se navegar primeiro no ambiente virtual auxilia o usuário a criar um mapa mental do ambiente e assim, desenvolver O&M.

Devem-se documentar as sessões de uso do sistema, podendo ser por meio de vídeos e fotos, além de utilizar a técnica de observação. Essa técnica permite que os observadores possam reconhecer e compreender pessoas, objetos, acontecimentos e situações desde que exista a definição concreta sobre o que se deseja observar. O entendimento deste método deverá ser completo, evitando dessa forma, que o observador não provoque alterações no comportamento dos observados. Existem alguns tipos de observações, que devem ser escolhidos de acordo com a metodologia de pesquisa.

Para a avaliação de impacto cognitivo deve-se realizar uma comparação de aprendizagem dos usuários sobre o sistema. Para tal, deve-se comparar a produção do mapa mental do ambiente real e virtual criado entre os grupos de usuários.

Análise dos dados: sugere-se que o instrumento seja analisado de forma quantitativa considerando os princípios de usabilidade, as observação de uso e da navegação dos usuários no museu. Os dados devem ser analisados considerando as etapas e quantidade de vezes que o sistema é utilizado. Havendo questões fechadas e abertas, sugere-se que as questões fechadas sejam quantificadas e analisadas a luz das heurísticas do Nielsen (1993) e as questões abertas podem ser analisadas e discutidas. De toda a forma, a análise de usabilidade e de impacto cognitivo deve considerar uma análise iterativa no sentido de que as questões não devem ser analisadas de forma isolada.

Ainda, sugere-se que seja aplicado um teste piloto antes da execução dos testes juntos aos usuários finais para que se possa validar os procedimentos de coleta de dados bem como os procedimentos de orientação e mobilidade no que se refere a condução dos participantes de possuem deficiência visual. Esse teste pode ser realizado por pessoas que são videntes mas que estejam vendadas, pode-se verificar um exemplo no Apêndice F.

6 AVALIAÇÃO DO MABES

Neste capítulo apresentamos a aplicação de métodos de avaliação apresentado no Capítulo 5, os dados coletados oriundos de análise realizada.

A avaliação do mAbES foi organizada em:

- Avaliação de áudios feita por avaliadores de usabilidade e por usuários finais, que possuem deficiência visual.
- Avaliação de usabilidade feita por avaliadores de usabilidade.
- Avaliação de usabilidade e de impacto cognitivo aplicado em usuários finais.

Para a realização das avaliações foi disponibilizado previamente um TCLE para os participantes da pesquisa (Apêndice C e D) no qual declaram que conhecem os objetivos da pesquisa e suas condições de participação. Para os casos de usuários menores de idade e para usuários com DV que não sabiam escrever em tinta, o termo foi assinado por responsável maior de idade e vidente.

6.1 ESPECIFICAÇÃO DA AMOSTRA

Organizamos a amostra em dois grupos, conforme descritos a seguir:

- Grupo 1: formado por avaliadores de usabilidade e especialistas em videojogos. Todos são videntes.
- Grupo 2: formado por usuários finais com deficiência visual.

O Grupo 1 foi composto por dois avaliadores de usabilidade e três avaliadores de videojogos com experiência em jogos para pessoas que são cegas. Esses foram selecionados a partir da indicação e convite da orientadora deste TCC, Profa. Dr. Marcia de Borba Campos, considerando a experiência na área de IHC e/ou experiência no desenvolvimento e uso de aplicações baseadas em videojogos para pessoas que são cegas. A amostra teve participantes com idade entre 21 e 45 anos, sendo três do gênero feminino e dois do masculino. Quanto ao tempo de atuação na área de IHC, este varia entre 5 a 13 anos. Os avaliadores denominados como especialistas em videojogos possuem tempo de experiência variados, indo de 4 meses até 13 anos. Cabe destacar que os avaliadores que possuem pouco tempo de experiência em jogos já se tornaram referência nesse tema e apoiam outros projetos de pesquisa da FACIN/PUCRS quando se trata de avaliação de videojogos para usuários que são cegos ou com baixa visão.

Somente um avaliador possuía conhecimento sobre a Nota Técnica nº 21/2012/MEC/SECADI/DPEE. Este motivo pode estar relacionado ao fato de que essa nota traz orientações para descrição de imagem na geração de material digital acessível baseado no Mecdaisy. Ou seja, mais para a produção de livros em formato digital acessível. Sabedoras de que essa situação poderia ocorrer, foram disponibilizadas cópias da referida Nota Técnica a todos os participantes da avaliação, caso desejassem consultá-la.

A síntese dos dados dos participantes do Grupo 1 está descrita na Tabela 1.

Tabela 1 - Grupo 1: Perfil da amostra de avaliadores de usabilidade

	Usuários do Grupo 1				
	Usuário 1	Usuário 2	Usuário 3	Usuário 4	Usuário 5
Especialidade	Videojogos	Videojogos	IHC e Videojogos	IHC	IHC
Idade	22	21	45	39	32
Gênero	M	M	F	F	F
Tempo de atuação na área de IHC	4 meses	8 meses	13 anos	7 anos	5 anos
Experiência em avaliação em sistemas de IHC (S/N)	N	S	S	S	S
Experiência em avaliação sistemas de videojogos (S/N)	S	S	S	N	N
Conhecimento da nota técnica(S/N)	N	N	S	N	N

Fonte: As autoras (2014)

O Grupo 2 foi formado por usuários finais com deficiência visual. Participaram 6 usuários, sendo três do gênero feminino e três do masculino com idades entre 10 e 44 anos, que foram convidados a partir de uma visita à Escola Estadual Isabel Espanha¹⁸ e de indicações do Laboratório de Ensino a Pessoas com Necessidades Educacionais Específicas - LEPNEE da PUCRS. Desses, quatro usuários possuem deficiência visual adquirida e 2 possuem deficiência visual congênita. Dentre os que possuem deficiência visual adquirida, um usuário possui baixa visão.

Apesar dos usuários 5 e 6 do Grupo 2 confirmarem que usam aplicativos de áudio no celular @Nokia, na questão "Tem dificuldade em usar aplicativos de celular?", disseram que não utilizam aplicativos no celular. Isso se deve ao fato dos usuários não terem o entendimento do termo aplicativo, e só utilizarem o celular para realizar ligações, não para jogar. O entendimento deles é que o sintetizador de voz do celular é um aplicativo de áudio. Essas questões foram esclarecidas na entrevista e na discussão do questionário junto a cada usuário.

A Tabela 2 descreve o perfil do Grupo 2.

¹⁸ Escola Estadual Isabel Espanha. Disponível em: <http://pjfisabeldeespanha.blogspot.com.br/p/isabel-de-espanha.html>

Tabela 2 - Grupo 2: Perfil da amostra de usuários finais

	Usuários do Grupo 2					
	Usuário 1	Usuário 2	Usuário 3	Usuário 4	Usuário 5	Usuário 6
Idade	14	10	36	21	44	44
Gênero	M	F	F	M	M	F
Utiliza qual sistema operacional no smartphone?	Android	-	Android	-	Nokia	Nokia
Utiliza leitor de tela no computador? Se sim, qual?	DosVox	DosVox	DosVox	DosVox	NVDA	NVDA
Utiliza braille desde quando? (Anos)	5	5	-	8	31	19
Cegueira X Baixa visão (C/BV)	C	C	BV	C	C	C
Cegueira congênita ou adquirida? (C/A)	C	C	A	A	A	A
Nível de acuidade	-	-	Um olho totalmente cego e o outro parcial com menos de 30%	-	-	-
Utiliza aplicativos de áudio? (S/N)	S	N	N	N	S	S
Tem dificuldade em usar aplicativos de celular? (S/N/Não usa)	S	Não usa	N	Não usa	Não usa	Não usa

Fonte: As autoras (2014)

6.2 AVALIAÇÃO DOS ÁUDIOS

6.2.1 Instrumentos

Durante o TCC I, foram identificadas algumas funcionalidades do mAbES que poderiam ser melhoradas, de forma a evitar problemas de uso. Dentre elas, houve destaque para as informações sonoras. Há trabalhos que tratam sobre o

uso de som em 3D, por exemplo, mas não foi encontrado na literatura documento que traga informações sobre a padronização de som em videogames. Portanto, utilizamos a Nota Técnica nº 21/2012/MEC/SECADI/DPEE (Anexo 1) e selecionamos 13 recomendações que podem ser aplicados ao mAbES:

1. Identificar o sujeito, objeto ou cena a ser descrita - O que/quem.
2. Localizar o sujeito, objeto ou cena a ser descrita – Onde.
3. Empregar adjetivos para qualificar o sujeito, objeto ou cena da descrição – Como.
4. Empregar verbos para descrever a ação e advérbio para.
5. Descrever as circunstâncias da ação - Faz o que/como.
9. Verificar a correspondência entre a imagem e o texto, a fim de garantir a fidedignidade da descrição.
10. Usar termos adequados, à área de conhecimento, abordada na descrição.
11. Identificar os elementos relevantes, levando-se em consideração aspectos históricos e culturais.
12. Organizar os elementos descritivos em um todo significativo. Evitar deixar elementos soltos, inserindo-os em um mesmo período. Começar pelo personagem ou objeto mais significativo (o que/quem), qualificá-lo (como), localizá-lo (onde), qualificar o onde (como), explicitar o tempo (quando).
13. Mencionar cores e demais detalhes.
17. Usar o tempo verbal sempre no presente.
26. Discriminar, na descrição de paisagens, as urbanas das campestres ou marítimas, as paisagens naturais das humanizadas.
30. Minimizar a introdução de elementos de formatação e cor, pois estes contribuem para dispersão no entendimento.

O processo de avaliação dos sons ocorreu conforme definido no Capítulo 5, seção 5.1.1:

1. Avaliação dos sons pelas autoras deste TCC.
2. Avaliação dos sons junto a usuários avaliadores de IHC e usuários com deficiência visual.

A avaliação dos sons realizada pelas autoras deste TCC, foi baseada na Nota Técnica nº 21/2012/MEC/SECADI/DPEE. Para isso, foi elaborada uma tabela comparativa, confrontando os sons utilizados no mAbES com os requisitos de descrições de imagens sugeridos pela respectiva Nota. Cabe destacar que estas sugestões de sons também foram foco de avaliação. Visamos, com essa ação, trazer melhorias ao mAbES e, conseqüentemente, buscar uma melhor satisfação

do usuário. Essas informações estão dispostas na Figura 33 na forma resumida e no apêndice G na sua forma completa. Ressalta-se que, conforme informado no Capítulo 4, seção 4.2, uma vez que o experimento *Trem da Energia* não está mais presente no MCT/PUCRS, os sons relacionados a ele não foram incluídos na análise apresentada nesta seção.

Figura 33 - Sons utilizados no mAbES

Som original	Requisito	Sugestão de Som ²¹
Este é o armário da cozinha; em cima do armário tem um liquidificador.	2, 3, 13	Este é o armário branco com 3 portas da cozinha; em cima do armário tem um liquidificador branco.
Se você vem da entrada da <i>Casa Genial</i> , gire noventa graus a esquerda ou vá para nove horas e vá em frente. Se você vem da cozinha, noventa graus a direita ou vá para três horas e vá em frente. Neste corredor você vai conhecer a sala de escritório, o banheiro e o dormitório.	A	
Isto é um balcão.	3, 13	Isto é um balcão branco, com 88 centímetros de altura.

Fonte: As autoras (2014)

Após foram testadas algumas ferramentas de conversão de texto para áudio, tais como Vozi¹⁹, Conv. Soar MP3²⁰. Optamos por utilizar o Soar MP3, o mesmo utilizado por Martins e Santana (2013) na construção do mAbES.

No que se refere à avaliação dos sons pelos participantes, foi adotado o seguinte procedimento:

1. Selecionamos alguns dos sons que possuem sugestões de melhorias, e executamos um a um, primeiramente o som original e após os sons com sugestões de melhorias.
2. Após a execução, os usuários responderam ao questionário que está no Apêndice E, onde informaram qual som preferiram.

Com exceção das perguntas relacionadas ao perfil dos respondentes, as demais questões que tratam do reconhecimento e aplicabilidade dos sons são mantidas nos instrumentos do Grupo 1 e do Grupo 2, sem alterações.

O instrumento possui uma seção de identificação do perfil do usuário, já apresentada na discussão da amostra, e outra relacionada à avaliação dos sons do mAbES.

A avaliação dos sons foi organizada na forma de uma tabela, conforme consta na Tabela 3, contendo os seguintes campos:

¹⁹ Vosi disponível em: <http://www.vози.com.br>

²⁰ Soar MP3. Disponível em <https://www.soarmp3.com>.

- Nome do arquivo de áudio que foi executado para o usuário.
- Quantidade de repetições, que se refere à quantidade de vezes que o som foi repetido para o usuário.
- Opção (original ou sugerida ou outra), indica a preferência do usuário pelo som onde "original" se refere ao som já apresentado pelo mAbES enquanto "sugerida" se refere ao som que está sendo proposto neste TCC. A opção "outra" deveria ser utilizada pelo usuário quando ele tiver outra sugestão de som.
- Observação, se refere a um campo livre para anotação de comentários do usuário quanto ao som.

Tabela 3 - Tabela de Avaliação de Sons

Nome do arquivo de áudio	Quantidade e de repetições	Opção (Original ou Sugerida ou outra)	Observação
01SomArmarioCozinha_VS.mp3			
02SomBanheiro_VS			
03SomBoxBanheiro_VS.mp3			
04SomCadeiraDeEspera_VS.mp3			
05SomCama_VS.mp3			
06SomDormitorio_VS.mp3			
07SomEstante_VS.mp3			
08SomFerrodePassar_VS.mp3			
09SomFogao_VS.mp3			
10SomFreezerComSeloProcel_VS.mp3			
11SomMesa_VS.mp3			
12SomVasoSanitario_VS.mp3			
13SomSimEsquerdaCozinha_VS.mp3			
14SomLinhaEnergiaNuclear_VS.mp3			
15SomDescricaoDaCasaInteligente_VS.mp3			
16SomOrientacoesSegundoAndar_VS.mp3			

Fonte: As autoras (2014)

Neste instrumento foram avaliados 16 sons, que representam uma parte dos sons do mAbES. O Apêndice E ilustra os arquivos selecionados bem como apresenta a descrição textual do som original e da sugestão de som. O procedimento para exclusão dos sons foi retirar aqueles sons que fossem parecidos com outros. Abaixo, segue exemplo da transcrição de dois sons do mAbES no qual optamos por manter somente o Som 1:

- Som 1: Este é o freezer com o selo Procel.
- Som 2: Este é o freezer sem o selo Procel.

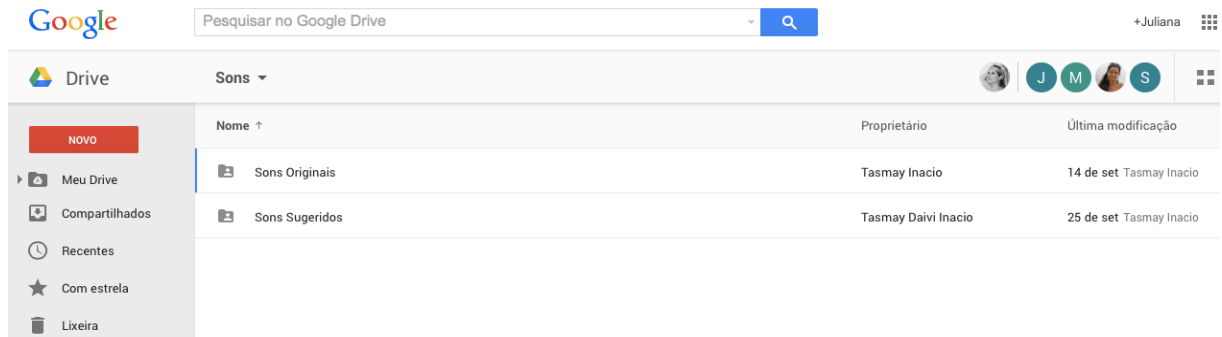
Esse critério foi utilizado para que o teste não se tornasse repetitivo, extenso e cansativo para o usuário.

6.2.2 Procedimentos

No *Google Drive* foram organizadas duas pastas de arquivos de áudio. Uma pasta continha os arquivos originais e outra os arquivos dos áudios sugeridos pelas autoras deste TCC. A Figura 34, ilustra a estrutura das pastas de

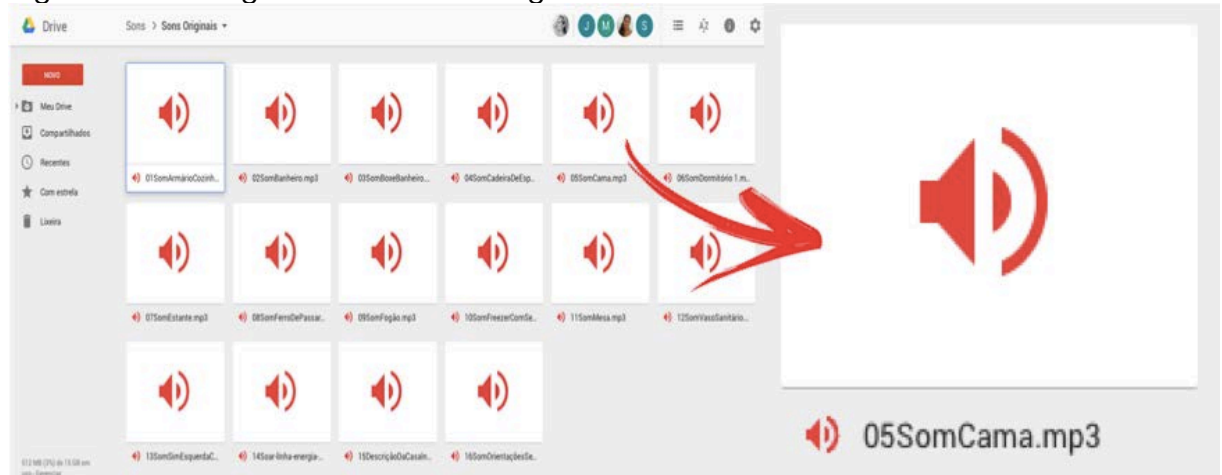
sons utilizada na avaliação dos áudios, enquanto a Figura 35 exibe a pasta dos Sons Sugeridos:

Figura 34 - Google Drive - Pastas



Fonte: As autoras (2014)

Figura 35 - Google Drive - Sons Sugeridos



Fonte: As autoras (2014)

De posse do instrumento, os respondentes do Grupo 1 escutaram o áudio original e o áudio sugerido para cada som do mAbES. Após, respondiam ao item do questionário referente a cada som. Os sons puderam ser repetidos quantas vezes fossem necessárias. Ainda, junto ao instrumento de avaliação foi disponibilizada uma cópia impressa da Nota Técnica nº 21/2012/MEC/SECADI/DPEE. Durante a realização do teste, nenhum usuário consultou a NT.

Para os respondentes do Grupo 2, o procedimento se diferenciou no preenchimento do questionário, que foi realizado com o apoio das autoras deste TCC. Ainda, com relação à Nota Técnica nº 21/2012/MEC/SECADI/DPEE, foi disponibilizada uma versão em Braille. Nenhum dos participantes conhecia a nota e apenas um deles quis consultá-la.

O entrevistado então respondeu as questões do questionário que estão no instrumento do Apêndice E.

6.2.3 Análise dos dados

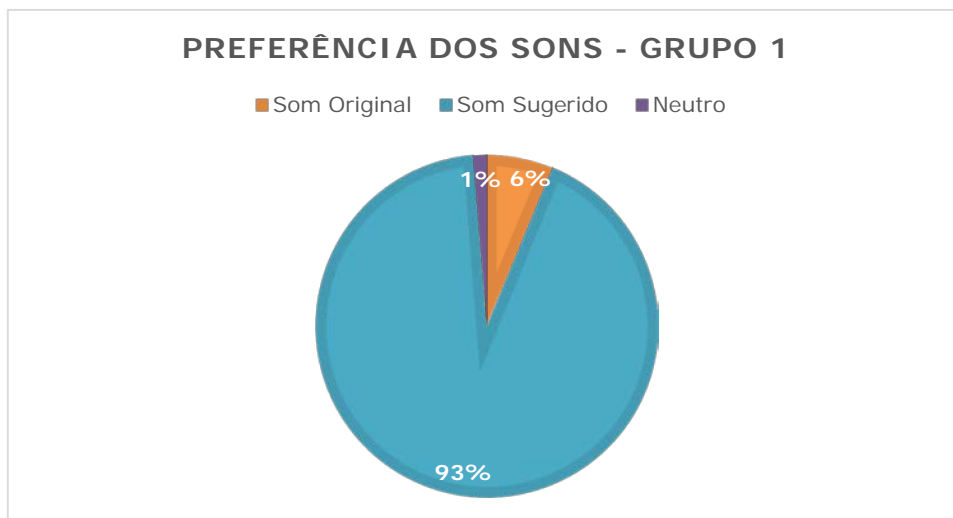
Ao analisar as respostas do questionário de avaliação dos áudios verificamos que os usuários e os avaliadores tiveram preferência pelo áudio sugerido pelas autoras. São apresentadas as preferências dos sons do Grupo 1 na Tabela 4 e do Grupo 2 na Tabela 5, que, respectivamente, estão ilustradas nos Gráfico 1 e Gráfico 2. A coluna “Som Sugerido” indica a quantidade de sons sugeridos pelas autoras deste TCC e que foram preferidos em relação aos sons do mAbES, que na tabela estão quantificados na coluna “Som original”. Pode-se observar que a totalidade de sons do Usuário 4 é inferior à 16 porque um dos sons foi considerado como indiferente/Neutro.

Tabela 4 - Grupo 1: Análise da preferência dos sons

	Som Original	Som Sugerido	Neutro
Usuário 1	0	16	0
Usuário 2	0	16	0
Usuário 3	0	16	0
Usuário 4	5	10	1
Usuário 5	0	16	0
Total	5	74	1
Percentual	6%	93%	1%

Fonte: As autoras (2014)

Gráfico 1 - Preferência dos Sons – Grupo 1



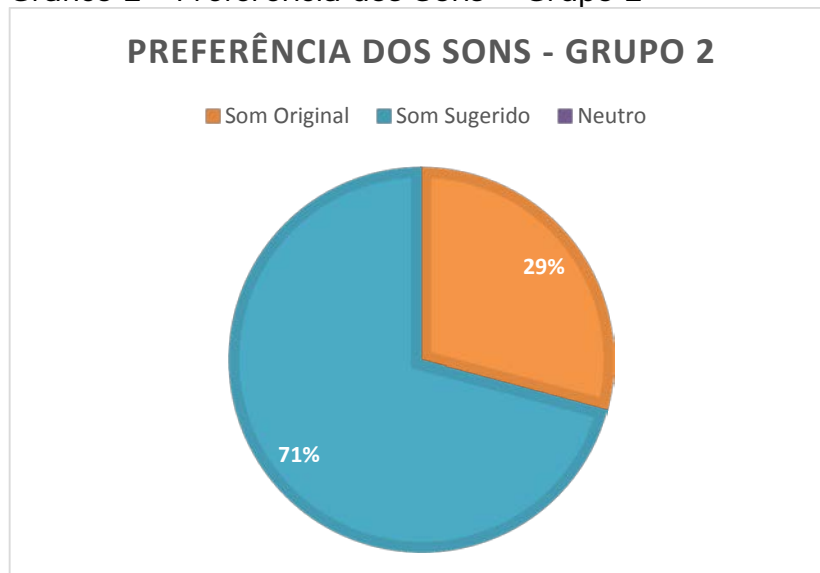
Fonte: As autoras (2014)

Tabela 5 - Grupo 2: Análise da preferência dos sons

	Som Original	Som Sugerido	Neutro
Usuário 1	1	15	0
Usuário 2	11	5	0
Usuário 3	4	12	0
Usuário 4	2	14	0
Usuário 5	4	12	0
Usuário 6	6	10	0
Total	28	68	0
Percentual	29%	71%	0%

Fonte: As autoras (2014)

Gráfico 2 - Preferência dos Sons – Grupo 2



Fonte: As autoras (2014)

A Tabela 6 apresenta uma análise quantitativa dos usuários na preferência de cada som individual. Verificamos a preferência dos sons de acordo com os grupos estudados. Nota-se, conforme o Gráfico 2, que os usuários do Grupo 2 mostram maior preferência sobre alguns sons originais comparados ao Grupo 1. Quando perguntados o porquê desta preferência, os usuários, em sua maioria, responderam que o som era mais agradável ou que era menos extenso, ou seja, menos cansativo. Ainda, alguns participantes citaram que algumas informações eram desinteressantes ou indiferentes, pois não havia interesse pelo objeto ou assunto informados. Os usuários do Grupo 1 tiveram maior preferência pelos sons de sugestão por acreditarem que, para o usuário que é deficiente visual, poderia ser importante ou interessante o maior detalhamento das informações recebidas.

Tabela 6 - Som original x Som sugerido

Nome do arquivo de áudio	Grupo 1		Grupo 2	
	Som Original	Som Sugestão	Som Original	Som Sugestão
01SomArmarioCozinha_VS.mp3	0	5	1	5
02SomBanheiro_VS	0	5	2	4
03SomBoxBanheiro_VS.mp3	1	4	2	4
04SomCadeiraDeEspera_VS.mp3	1	4	0	6
05SomCama_VS.mp3	0	5	2	4
06SomDormitorio_VS.mp3	0	5	3	3
07SomEstante_VS.mp3	1	4	3	3
08SomFerrodePassar_VS.mp3	0	5	1	5
09SomFogao_VS.mp3	0	5	0	6
10SomFreezerComSeloProcel_VS.mp3	1	4	1	5
11SomMesa_VS.mp3	0	5	1	5
12SomVasoSanitario_VS.mp3	1	4	4	2
13SomSimEsquerdaCozinha_VS.mp3	0	5	2	4
14SomLinhaEnergiaNuclear_VS.mp3	0	5	0	6
15SomDescricaoDaCasaInteligente_VS.mp3	0	4	3	3
16SomOrientacoesSegundoAndar_VS.mp3	0	5	1	5
Total	5	74	26	70

Fonte: As autoras (2014)

Alguns usuários, após escolherem a opção de som preferida, fizeram observações e/ou sugestões de melhoria, conforme Figura 36 na forma resumida e no Apêndice H em sua forma completa. No campo Observação, incluímos a sugestão e indicamos o perfil de usuário autor da mesma.

Figura 36 - Observações sobre os sons

Som original, sugerido ou Neutro (O / S/N)	Nome do arquivo de áudio	Descrição do som	Observação
S	10SomFreezerComSelo Procel_VS.mp3	Este é o freezer branco de 280 litros com o selo Procel.	Grupo 1 – Usuário 1: poderia adicionar altura.
S	05SomCama_VS.mp3	Isto é uma cama box de solteiro, coberta com edredom verde.	Grupo 1 – Usuário 2: colocar comprimento da cama. Grupo 1 – Usuário 4: informações importantes a existência de cobertor.

Fonte: As autoras (2014)

Analisando as sugestões e comentários sobre os sons, podemos identificar que não há um padrão na preferência dos usuários com relação aos sons que citavam o detalhe das cores dos objetos. Segundo a regra 13. *Mencionar cores e demais detalhes*, é importante para os usuários DV, que os objetos sejam descritos com o maior número de informações possíveis. Mesmo assim, quatro dos participantes do Grupo 2, preferiram o som original do vaso sanitário (12SomVasoSanitário.mp3) porém, em outros sons sugeridos onde constam a descrição de cores, os usuários preferiram estes, como por exemplo, o som do fogão (09SomFogão.mp3). Isso está relacionado ao interesse pelo objeto ou cena em determinado momento. Por exemplo, saber a cor do vaso sanitário da casa alugada em uma praia, é indiferente; porém a cor do vaso que esteja sendo comprado para a reforma do banheiro, essa sim é importante. No caso do teste realizado, a cor do vaso sanitário não era relevante, não estimulou a curiosidade dos usuários.

6.3 AVALIAÇÃO DE USABILIDADE JUNTO A USUÁRIOS AVALIADORES DE USABILIDADE

6.3.1 Instrumento

Foi aplicado um questionário de avaliação de usabilidade (Apêndice A), que contém 35 questões relacionadas às heurísticas de Nielsen (1993), ao conteúdo tátil e ao conteúdo na forma de áudio e de tato, assim distribuídas:

- Heurísticas de Nielsen:
 - Visibilidade do estado do sistema: 3 questões.
 - Relação entre sistema e mundo real: 4 questões.

- Controle e liberdade do usuário: 3 questões.
 - Consistência e padronização: 2 questões.
 - Prevenção de erros: 2 questões.
 - Reconhecimento ao invés de memorização: 3 questões.
 - Flexibilidade e eficiência de uso: 3 questões.
 - Projeto estético e minimalista: 2 questões.
 - Reconhecimento, diagnóstico e recuperação de erros: 3 questões.
 - Ajuda e Documentação: 3 questões.
- Tratamento do conteúdo áudio: 3 questões.
 - Tratamento do conteúdo tátil: 4 questões.

Este questionário utilizou a escala de Likert com as seguintes opções de resposta:

- Concordo totalmente
- Concordo parcialmente
- Neutro
- Discordo parcialmente
- Discordo totalmente

6.3.2 Tarefas

Os avaliadores de usabilidade exploraram livremente o protótipo, visitando cada experimento e, após, representaram graficamente o ambiente visitado. Para tal, utilizaram uma folha de ofício com lápis ou caneta. Por fim, preencheram o instrumento.

O desenho do cenário serviu para mostrar o entendimento do espaço, e não as questões de usabilidade propriamente ditas. Entretanto, essas foram úteis no processo de comparação dos desenhos entre os grupos de usuários e para saber se o que estava no mAbES podia ser compreendido da forma como é o espaço no MCT/PUCRS.

6.3.3 Procedimentos

Para os participantes do Grupo 1 foi explicado o que era o mAbES e o contexto em que se insere, ou seja, que é a primeira versão de um protótipo baseado no AbES, para plataforma móvel, que possui uma interface gráfica, sonora e tátil, e que representa espaços do MCT da PUCRS.

Após, os avaliadores utilizaram o mAbES tendo como objetivo explorar livremente os experimentos da *Usina Nuclear*, *Casa Genial* e *Trem da Energia*, não necessariamente nessa ordem. Após o uso do mAbES, os avaliadores representaram graficamente o ambiente que vivenciaram na aplicação e responderam ao instrumento. O uso do mAbES pelos avaliadores foi filmada para ser utilizada como apoio à análise e à interpretação dos dados do questionário. Os avaliadores puderam utilizar e reutilizar o mAbES da forma como desejassem.

6.3.4 Análise dos dados

Primeiramente, são apresentados os itens relacionados às heurísticas de Nielsen, depois os itens das informações táteis e sonoras. Para uma melhor organização, essas informações estão apresentadas em tabelas e gráficos.

As Tabelas 7 até 16 representam os resultados das avaliações referentes às heurísticas de Nielsen, nas Tabelas 17 e 18 os resultados do tratamento sonoro e tátil e, na Tabela 19, representamos a forma como os avaliadores de usabilidade e de videojogos sintetizaram suas avaliações. Na análise dos dados, as respostas foram agrupadas em Concordo, Discordo e Neutro, e assim estão representadas nos gráficos.

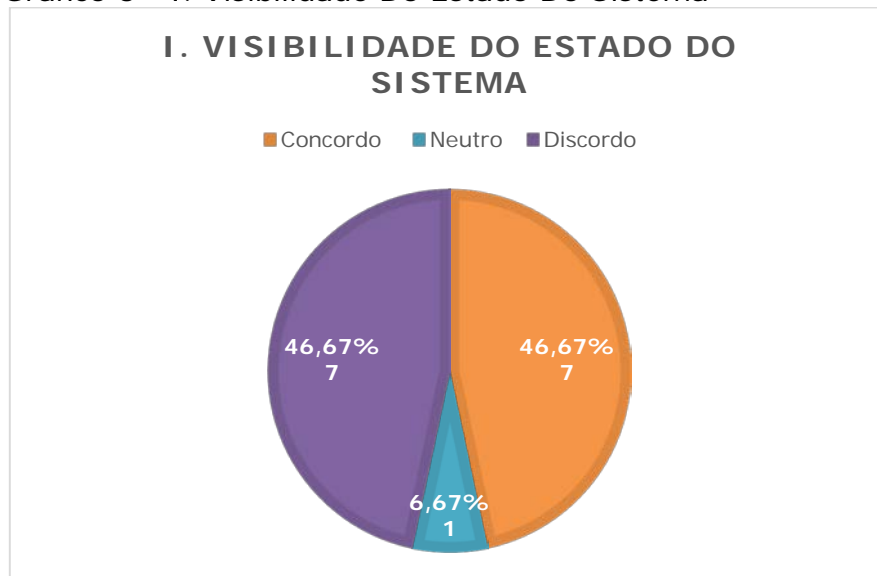
Conforme Gráfico 3, há 46,67% discordância no item de visibilidade do estado do sistema. Podemos verificar que na questão 1.1 da Tabela 7 que três avaliadores discordaram parcialmente. Essa resposta pode ser justificada pelo fato de que, por exemplo, quando o usuário erra um trajeto, não é possível corrigir a rota e retornar ao objetivo porque o mAbES não possui um botão para informar onde o usuário está no cenário.

Tabela 7 - Visibilidade do estado do sistema

I. Visibilidade do estado do sistema	Concordo totalmente	Concordo parcialmente	Neutro	Discordo parcialmente	Discordo totalmente
1.1. O aplicativo mostra claramente onde o usuário está.	2	0	0	3	0
1.2. O aplicativo mostra as possíveis opções disponibilizadas para o usuário.	2	1	1	1	0
1.3. O usuário consegue perceber o que tem a sua volta.	1	1	0	2	1
Total	5	2	1	6	1
Porcentagem	33,33%	13,33%	6,67%	40,00%	6,67%

Fonte: As autoras (2014)

Gráfico 3 - I. Visibilidade Do Estado Do Sistema



Fonte: As autoras (2014)

Podemos verificar no Gráfico 4 que houve de 85% concordância com a heurística *Relação entre o Ambiente e o Mundo Real*. É possível verificar nas questões 2.2 e 2.3 da Tabela 8, que 4 dos 5 avaliadores acham que o mAbES possui palavras conhecidas e os conceitos são compreensíveis.

Com relação a questão 2.4. *As sequências das ações para completar as tarefas ocorrem de forma adequada*, verificamos que 40% dos participantes, discordam que o mAbES não informa uma sequência correta das ações para completar um objetivo. Isso ocorre pois o aplicativo apresenta uma mensagem incompleta para que o usuário possa realizar determinada tarefa. Quando o usuário está ao lado da *Casa Genial* e quer visitá-la, é informada a seguinte mensagem: "...Para entrar na casa, basta girar para o lado oposto de onde está o *Trem da Energia*." porém, quando o usuário não visitou o *Trem da Energia*, essa informação levou todos os participantes a solicitarem auxílio às autoras deste TCC para entrarem na *Casa Genial*.

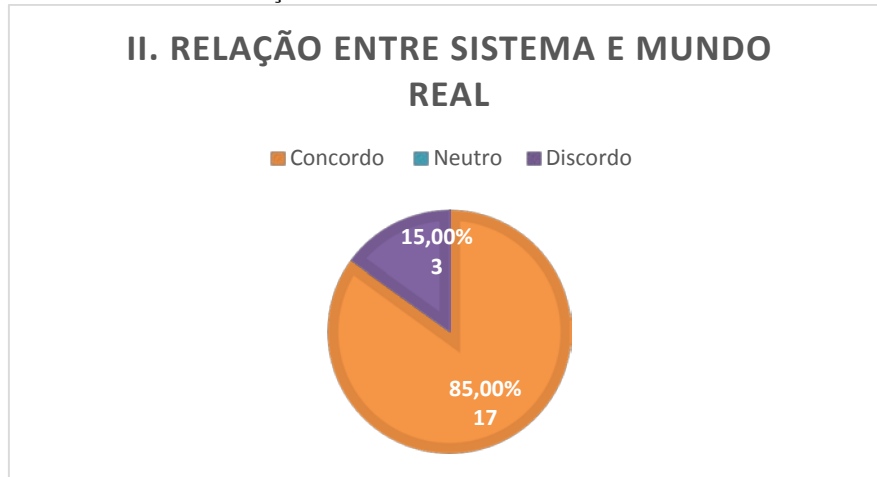
Tabela 8 - Relação entre sistema e mundo real

II. Relação entre sistema e mundo real	Concordo totalmente	Concordo parcialmente	Neutro	Discordo parcialmente	Discordo totalmente
2.1. A linguagem é clara.	3	2	0	0	0
2.2. Os conceitos utilizados são compreensíveis.	4	0	0	1	0
2.3. As palavras são de significado conhecido.	4	1	0	0	0
2.4. As sequências das ações para completar as tarefas ocorrem de forma adequada.	2	1	0	2	0
Total	13	4	0	3	0

Porcentagem	65,00%	20,00%	0,00%	15,00%	0,00%
-------------	--------	--------	-------	--------	-------

Fonte: As autoras (2014)

Gráfico 4 - II. Relação entre Sistema e Mundo Real



Fonte: As autoras (2014)

É possível verificar no Gráfico 5 que 73,33% discordam que o mAbES atenda a heurística de controle e liberdade do usuário. Abaixo segue discussão sobre as perguntas da Tabela 9.

Conforme a questão 3.1, segundo os participantes, ao selecionar uma opção errada, o aplicativo não permite corrigir o equívoco. Como sugestão, os participantes indicaram a criação de uma opção para escutar novamente a informação. Essa sugestão tem o objetivo de dar maior independência ao usuário, evitando erros e permitindo que o mesmo explore cada item de maneira simples.

Com relação questão 3.2 - *É fácil voltar exatamente ao ponto anterior*, todos os participantes discordaram que o mAbES permite que o usuário possa retornar a qualquer ponto anterior. Em algumas oportunidades onde os entrevistados se distraíram e não conseguiram prosseguir no objetivo, selecionavam "Voltar" para ouvir novamente a informação afim de conseguir realizar a tarefa, mas eram direcionados ao ponto de início do mAbES. Nestes casos, os participantes foram auxiliados pelas autoras desse TCC.

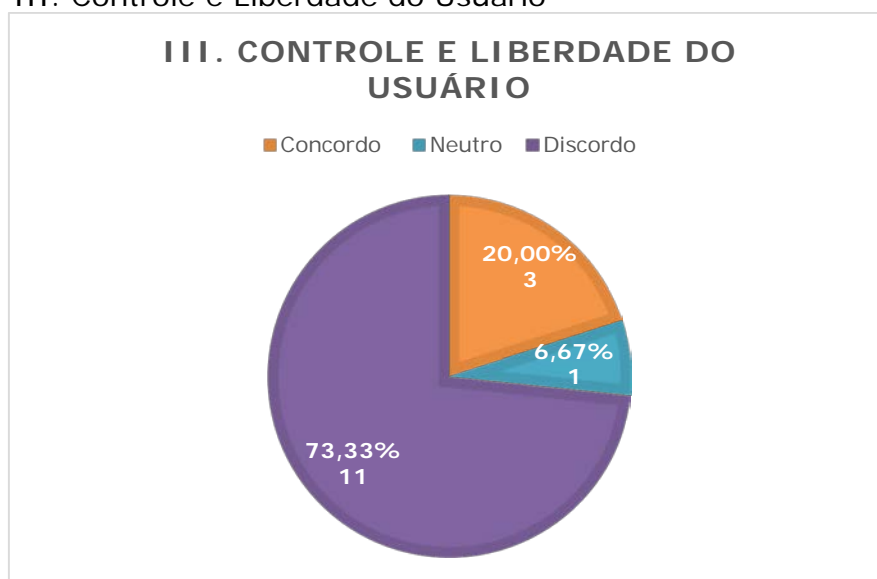
As questões levantadas são importantes para trazer melhorias ao mAbES. Fica claro que o aplicativo deve fornecer uma opção para escutar novamente uma informação, caso o usuário não tenha entendido uma instrução. Também fica evidente a importância que a opção "Voltar" tem, pois, a partir dela, o usuário deveria retornar ao ponto anterior e não para o início do mAbES, como ocorre em algumas telas. Observamos que, em todas as vezes que o usuário voltou ao início do mAbES, vivenciou uma experiência frustrante, pois o trajeto precisou ser refeito, desde o início da visita ao museu, até o ponto onde o "Voltar" foi acionado.

Tabela 9 - Controle e liberdade do usuário

III. Controle e liberdade do usuário	Concordo totalmente	Concordo parcialmente	Neutro	Discordo parcialmente	Discordo totalmente
3.1. O aplicativo informa ao usuário claramente como sair de um estado indesejado.	0	1	0	3	1
3.2. É fácil voltar exatamente ao ponto anterior.	0	0	0	2	3
3.3. É fácil retornar ao início de qualquer ponto do jogo.	1	1	1	0	2
Total	1	2	1	5	6
Porcentagem	6,67%	13,33%	6,67%	33,33%	40,00%

Fonte: As autoras (2014)

Gráfico 5 - III. Controle e Liberdade do Usuário



Fonte: As autoras (2014)

Conforme podemos verificar no Gráfico 6, 90% dos participantes acreditam que o mAbES atende a questões de padronização. A opção "Neutro" não aparece representada no gráfico pois não houve resposta nesta opção.

Mesmo que essa heurística tenha sido atendida na avaliação dos participantes, a questão 4.2 - *Existe padronização na localização de opções do menu que tem as mesmas funcionalidades* da Tabela 10 não está de acordo com a avaliação recebida, pois identificamos que a opção "Ajuda" está localizada em opções diferentes no aplicativo. Na tela inicial, o "Ajuda" está na opção 4; na tela de manipulação de som, está na opção 6 e nas demais telas a opção não existe. Como melhoria, sugerimos que essa opção seja padronizada, evitando possíveis erros do usuário durante a utilização do mAbES. Ainda, conforme já

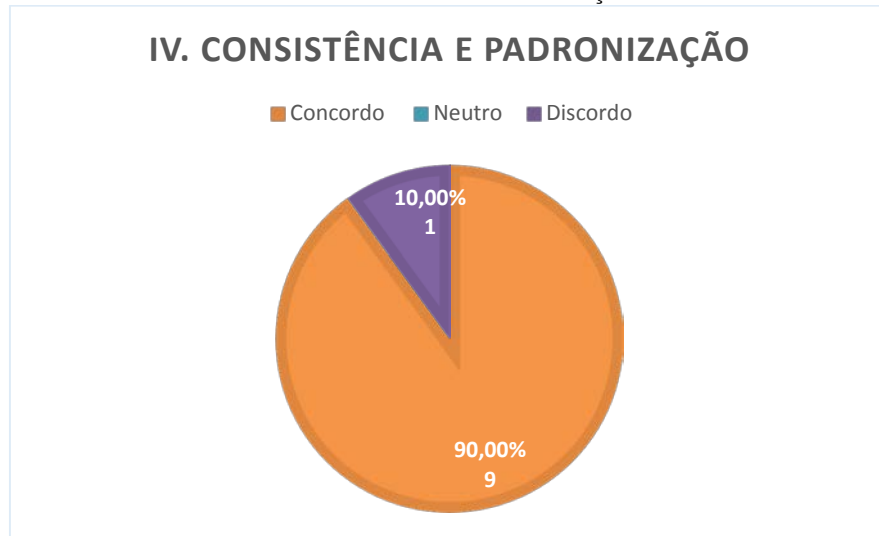
descrito, a opção "Voltar", não é consistente, pois sugere que, ao ser acionada, retorne ao ponto anterior, porém retorna ao início do jogo.

Tabela 10 - Consistência e padronização

IV. Consistência e padronização	Concordo totalmente	Concordo parcialmente	Neutro	Discordo parcialmente	Discordo totalmente
4.1. Há coerência entre as opções do aplicativo e o que elas fazem.	2	2	0	1	0
4.2. Existe padronização na localização de opções do menu que tem as mesmas funcionalidades.	4	1	0	0	0
Total	6	3	0	1	0
Porcentagem	60,00%	30,00%	0,00%	10,00%	0,00%

Fonte: As autoras (2014)

Gráfico 6 - IV. Consistência e Padronização



Fonte: As autoras (2014)

Analisando o Gráfico 7, podemos verificar que 70% dos avaliadores indicam que o mAbES possui problemas de prevenção de erros. Com relação as questões da Tabela 11, dentre as observações realizadas podemos citar:

Com relação a questão 5.1 - *O aplicativo evita que erros aconteçam*, alguns participantes disseram que:

- "Se o usuário se perde, não consegue se orientar para voltar ao trajeto".
- "Existem partes mapeadas que dizem não estar mapeadas, deveria ser informado como retornar".

Na questão 5.2. É possível prever possíveis erros, foi comentado pelos participantes que:

- "Se deseja ir a um experimento e errar um passo, não é corrigido pelo aplicativo, ele não corrige desvio de trajeto"
- "Deixa o usuário se perder".

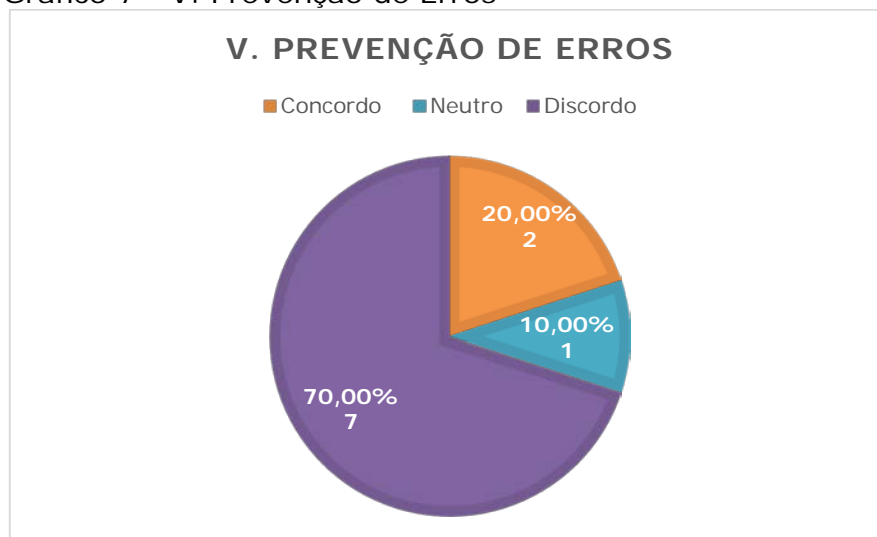
Dentre as heurísticas avaliadas no mAbES, essa configura a de maior importância, pois um bom software é aquele que pode evitar que o usuário erre. Uma sugestão de melhoria seria a criação de uma opção "Onde estou?", que informaria em que ponto do ambiente o usuário está.

Tabela 11 - Prevenção de erros

V. Prevenção de erros	Concordo totalmente	Concordo parcialmente	Neutro	Discordo parcialmente	Discordo totalmente
5.1. O aplicativo evita que erros aconteçam.	1	0	0	4	0
5.2. É possível prever possíveis erros.	1	0	1	2	1
Total	2	0	1	6	1
Porcentagem	20,00%	0,00%	10,00%	60,00%	10,00%

Fonte: As autoras (2014)

Gráfico 7 - V. Prevenção de Erros



Fonte: As autoras (2014)

No Gráfico 8, podemos observar que grande parte dos avaliadores (80%), concordaram que o sistema atendeu ao requisito VI. *Reconhecimento ao invés de Memorização*.

Apesar do item ter sido atendido positivamente na avaliação, ele requer melhoria nos itens (Tabela 12) 6.2 - *As opções do aplicativo indicam claramente o que fazem* e 6.3 - *O aplicativo permite que o usuário possa saber o que ele*

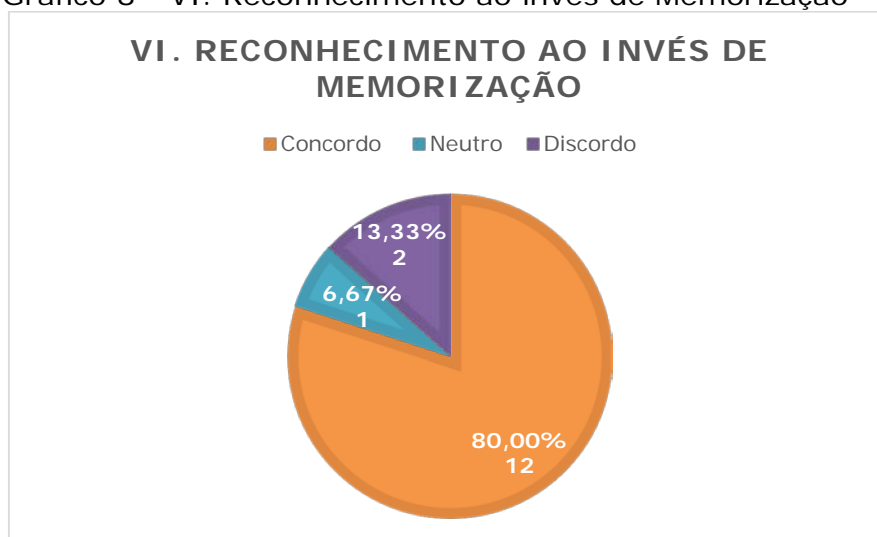
pode fazer em cada parte do aplicativo. Na tela de manipulação de som, por exemplo, a opção 1-Tocar, não representa de forma adequada sua utilidade, pois o seu nome gerou dúvida em alguns usuários. O objetivo dessa opção é a retomada do áudio para a velocidade normal (caso a opção "Rápido" tenha sido acionada) ou a retomada do áudio após pausá-lo. Sugerimos que seja estudado outro nome para a opção, como por exemplo, "Escutar". Ainda, apenas quando o usuário mantém a rota sugerida no mAbES, este possui controle do que fazer e neste caso, tem autonomia para tomada de decisão.

Tabela 12 - Reconhecimento ao invés de memorização

VI. Reconhecimento ao invés de memorização	Concordo totalmente	Concordo parcialmente	Neutro	Discordo parcialmente	Discordo totalmente
6.1. Os sons são facilmente identificáveis.	3	2	0	0	0
6.2. As opções do aplicativo indicam claramente o que fazem.	2	2	0	1	0
6.3. O aplicativo permite que o usuário possa saber o que ele pode fazer em cada parte do aplicativo.	2	1	1	1	0
Total	7	5	1	2	0
Porcentagem	46,67%	33,33%	6,67%	13,33%	0,00%

Fonte: As autoras (2014)

Gráfico 8 - VI. Reconhecimento ao invés de Memorização



Fonte: As autoras (2014)

Conforme o Gráfico 9, a maioria dos avaliadores (66,67%) concordam que o mAbES é flexível e traz eficiência em seu uso.

Discutindo algumas questões da Tabela 13, no item 7.2 - *O usuário consegue acessar as opções do menu sem que necessite realizar a leitura de todas as opções* possa ser mais bem atendido, uma melhoria com relação ao

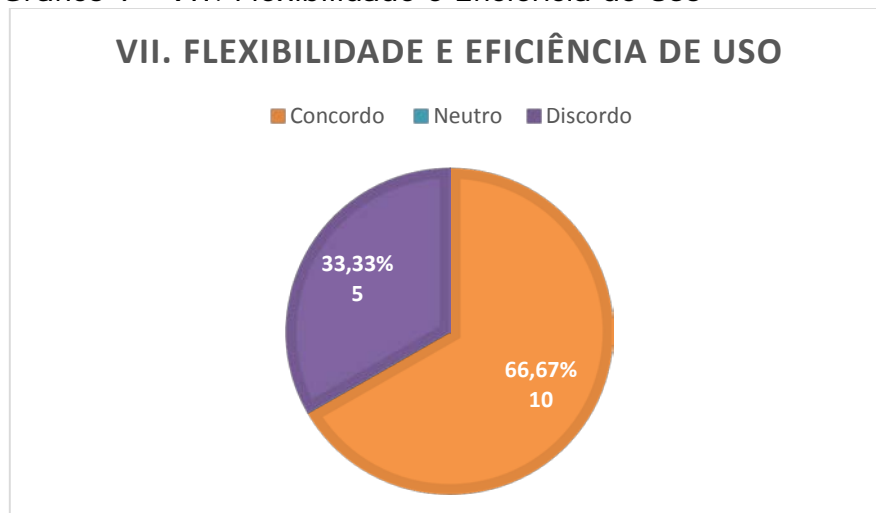
menu deveria ser aplicada. Para que o menu seja acessado, é necessário ouvir todas as informações do menu anterior para, então, selecionar a opção desejada. Durante os testes com usuários, verificamos que estes, mesmo sendo orientado sobre o funcionamento do mAbES antes do teste, esqueciam que era preciso escutar toda a informação antes de executar uma ação, pois em alguns momentos, mesmo antes do áudio terminar, eles já tinham uma opção escolhida. Isso acarretou em erros durante o percurso pois os participantes acabavam acionando opções indesejadas para aquele momento, por exemplo, quando o usuário estava respondendo ao desafio da *Usina Nuclear* e já havia identificado a resposta correta, ele acabava por acionar opções da tela de manipulação de som (1-Tocar, 2-Pausar ou 3-Rápido). No item 7.3 - *O padrão de entrada de dados no aplicativo facilita o seu uso*, pelos avaliadores serem pessoas videntes, o fato da disposição numérica estar representada com o padrão Braille, não trouxe relevância na avaliação realizada.

Tabela 13 - Flexibilidade e eficiência de uso

VII. Flexibilidade e eficiência de uso	Concordo totalmente	Concordo parcialmente	Neutro	Discordo parcialmente	Discordo totalmente
7.1. As opções do menu são facilmente acessadas.	1	2	0	1	1
7.2. O usuário consegue acessar as opções do menu sem que necessite realizar a leitura de todas as opções.	2	0	0	1	2
7.3. O padrão de entrada de dados no aplicativo facilita o seu uso.	4	1	0	0	0
Total	7	3	0	2	3
Porcentagem	46,67%	20,00%	0,00%	13,33%	20,00%

Fonte: As autoras (2014)

Gráfico 9 - VII. Flexibilidade e Eficiência de Uso



Fonte: As autoras (2014)

Sobre a heurística *VIII. Projeto Estético e Minimalista*, os avaliadores concordaram que 80% dela foi atendida pelo mAbES (Gráfico10), porém houve uma resposta “Discordo Totalmente” na questão 8.2 da Tabela 14. Para esta questão foi citado que no menu principal, as opções 2 e 3 não existem e que nelas deveriam ter opções de ação para o usuário.

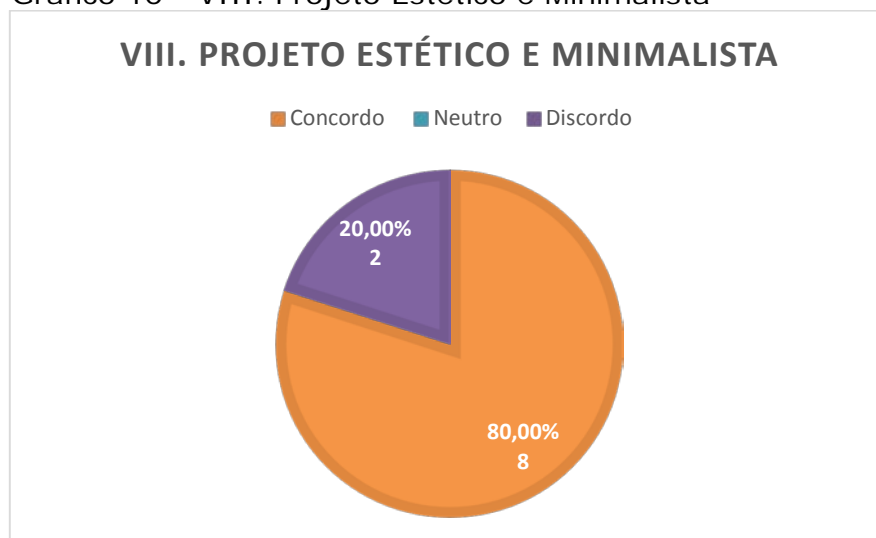
Outra questão importante refere-se a opção “Ajuda”. Durante os testes foi verificado que, na tela de manipulação de som, a opção de ajuda não funciona corretamente pois, ao invés de informar ao usuário o texto de auxílio, ele retorna para a tela de iteração com museu, ou seja, a tela onde o usuário se desloca até os experimentos. Esse item exige melhorias, pois no caso da opção “Ajuda”, esta deve estar acessível a qualquer momento. Como já citado, no mAbES, a opção “Ajuda” não possui o comportamento esperado para essa funcionalidade, dessa forma, pode gerar frustração ao usuário.

Tabela 14 - Projeto estético e minimalista

VIII. Projeto estético e minimalista	Concordo totalmente	Concordo parcialmente	Neutro	Discordo parcialmente	Discordo totalmente
8.1. As informações apresentadas ao usuário são relevantes.	2	3	0	0	0
8.2. As opções estão bem definidas no menu.	3	0	0	1	1
Total	5	3	0	1	1
Porcentagem	50,00%	30,00%	0,00%	10,00%	10,00%

Fonte: As autoras (2014)

Gráfico 10 - VIII. Projeto Estético e Minimalista



Fonte: As autoras (2014)

Conforme o Gráfico 11 e Tabela 15, podemos verificar que os avaliadores concordam em 40% que o mAbES não atende a essa heurística. Alguns dos comentários foram:

- “Não sei o que fazer quando ocorre um erro”
- “Não corrige direção errada. O máximo que informa é que não foi mapeado”.

No gráfico a maior porcentagem foi de discordo entretanto, individualmente, a opção “Neutro” foi a mais escolhida.

Entendemos que, se o avaliador não consegue lembrar desse item após utilizar o mAbES, devem ser elaborados mecanismos de navegação no aplicativo para que o reconhecimento e a recuperação de erros de forma mais clara.

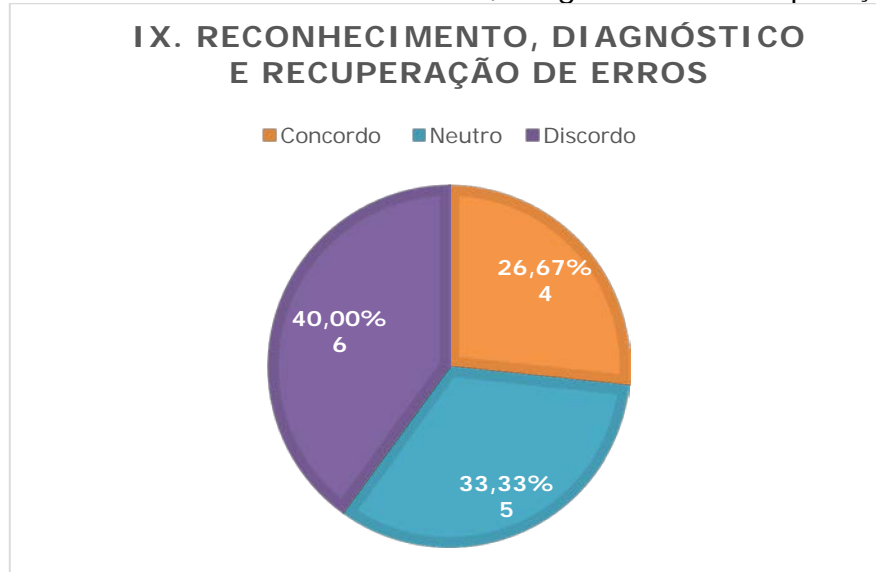
Ainda, comparando os resultados desta heurística com a heurística V. *Prevenção de Erros*, podemos verificar que há uma coerência nos comentários mencionados pelos participantes, que entendem não poder prevenir e corrigir possíveis erros e, também, não serem alertados pelo mAbES nas situações em que desviam de um percurso desejado.

Tabela 15 - Reconhecimento, diagnóstico e recuperação de erros

IX. Reconhecimento, diagnóstico e recuperação de erros	Concordo totalmente	Concordo parcialmente	Neutro	Discordo parcialmente	Discordo totalmente
9.1. É fácil reconhecer quando ocorre um erro.	1	1	1	2	0
9.2. Quando ocorre um erro, o aplicativo o indica claramente.	1	0	2	1	1
9.3 Quando ocorre um erro, existem mecanismos para resolvê-los.	1	0	2	1	1
Total	3	1	5	4	2
Porcentagem	20,00%	6,67%	33,33%	26,67%	13,33%

Fonte: As autoras (2014)

Gráfico 11 - IX. Reconhecimento, Diagnóstico e Recuperação de Erros



Fonte: As autoras (2014)

Conforme o Gráfico 12 e Tabela 16, os avaliadores concordam em 60% que o aplicativo atende a esse item. Apesar dessa heurística ter sido bem avaliada, poderiam haver melhorias, como já mencionado anteriormente, no caso da opção "Ajuda", que poderia ser mais contextual, informando ao usuário como sair de uma situação indesejada, sendo acessível em qualquer momento do videogame.

O módulo de "Ajuda" do mAbES fornece informações a respeito do museu, informa o objetivo do usuário, que é chegar ao terceiro andar, onde estão localizados os experimentos nele mapeados e responder alguns desafios. É informado ao usuário a disposição das opções na tela utilizando o padrão Braille e algumas orientações sobre as opções da tela de manipulação de som. Além disso, é mencionado o fato do usuário ter que aguardar o fim de cada áudio para que seja escolhida a opção desejada. Hoje, a opção "Ajuda" possui esse comportamento somente na tela inicial do mAbES. Caso o usuário acesse essa opção da tela de manipulação de som, o mesmo é levado para a tela de iteração, onde o usuário deve se deslocar até os experimentos, sem que seja fornecida qualquer mensagem.

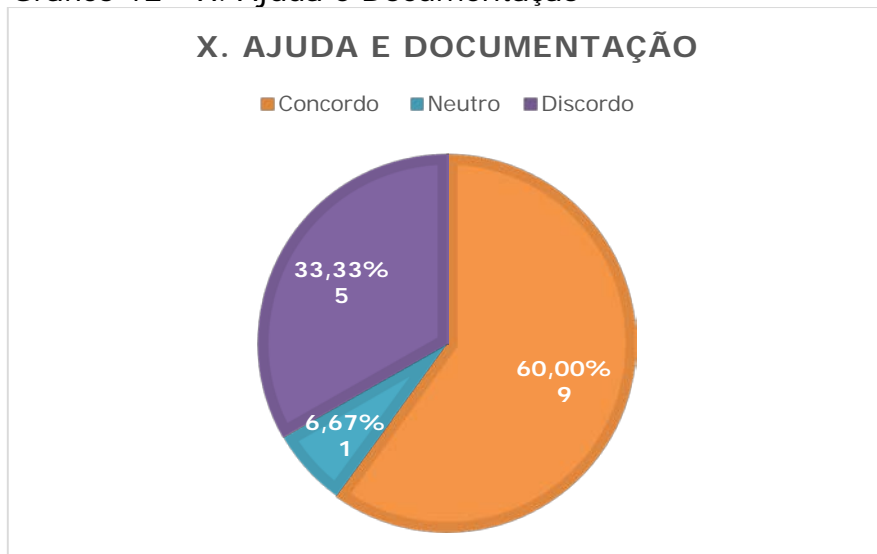
Tabela 16 - Ajuda e Documentação

X. Ajuda e Documentação	Concordo totalmente	Concordo parcialmente	Neutro	Discordo parcialmente	Discordo totalmente
10.1. Há opção de ajuda para o usuário.	4	0	0	1	0
10.2. As informações da ajuda são adequadas.	1	2	1	0	1

10.3. As informações de como proceder durante o jogo são facilmente encontradas e acessadas.	1	1	0	2	1
Total	6	3	1	3	2
Porcentagem	40,00%	20,00%	6,67%	20,00%	13,33%

Fonte: As autoras (2014)

Gráfico 12 - X. Ajuda e Documentação



Fonte: As autoras (2014)

Embora a heurística *Tratamento do Conteúdo Áudio*, representada pelo Gráfico 13 e Tabela 17, tenha sido bem avaliada (73,33% concordam que é atendida), com relação ao item 11.3 - *A opção de aumentar a velocidade da reprodução é útil*, algumas melhorias poderiam ser aplicadas ao mAbES. A opção "Avançar", por exemplo, avança somente algumas palavras na informação. Essa opção poderia ser alterada para que informação que está sendo escutada seja ignorada, passando diretamente para a ação, pois o tratamento sonoro precisa agradar tanto usuários iniciantes como os usuários experientes.

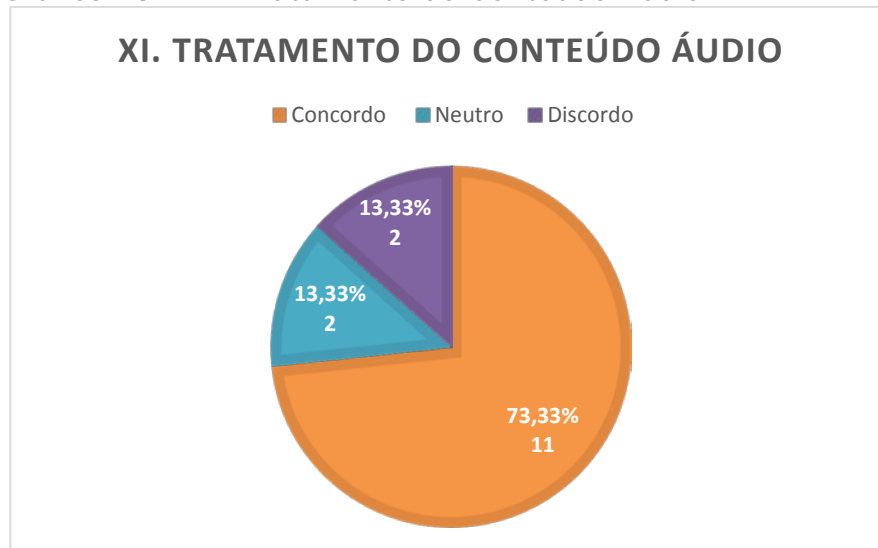
Tabela 17 - Tratamento do conteúdo áudio

XI. Tratamento do conteúdo áudio	Concordo totalmente	Concordo parcialmente	Neutro	Discordo parcialmente	Discordo totalmente
11.1. A qualidade do som é adequada.	3	2	0	0	0
11.2. A velocidade do som é adequada.	2	2	1	0	0
11.3. A opção de aumentar a velocidade da reprodução é útil.	2	0	1	2	0

Total	7	4	2	2	0
Porcentagem	46,67%	26,67%	13,33%	13,33%	0,00%

Fonte: As autoras (2014)

Gráfico 13 - XI. Tratamento do Conteúdo Áudio



Fonte: As autoras (2014)

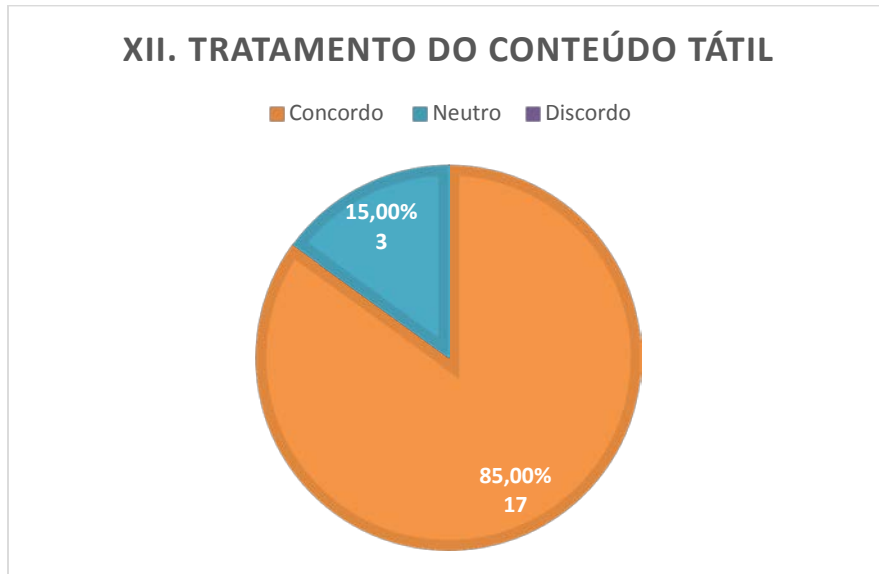
Nessa questão, conforme podemos verificar no Gráfico 14 e Tabela 18, há 85% de concordância que o tratamento do conteúdo tátil é adequado. Apesar de 15% dos usuários considerarem que esse critério foi indiferente, não houve nenhuma discordância nesse item. Ainda assim, fica evidente a relevância da interface háptica, que é acionada em momentos importantes como o alerta de obstáculos ou tomadas de decisão erradas.

Tabela 18 - Tratamento do conteúdo tátil

XII. Tratamento do conteúdo tátil	Concordo totalmente	Concordo parcialmente	Neutro	Discordo parcialmente	Discordo totalmente
12.1. Há vibrações em momentos adequados.	3	2	0	0	0
12.2. As vibrações têm intensidades adequadas.	2	2	1	0	0
12.3. As vibrações têm durações adequadas.	2	2	1	0	0
12.4. O feedback para as ações táteis do aplicativo são efetivas.	2	2	1	0	0
Total	9	8	3	0	0
Porcentagem	45,00%	40,00%	15,00%	0,00%	0,00%

Fonte: As autoras (2014)

Gráfico 14 - XII. Tratamento do Conteúdo Tátil



Fonte: As autoras (2014)

Conforme visto no Gráfico 15 e Tabela 19, em sua avaliação geral, o mAbES ficou com 63,33% de concordância com relação às heurísticas de Nielsen (1993).

De maneira geral, os avaliadores entenderam que o mAbES atende as heurísticas porém, muitos itens poderiam ser melhorados, conforme visto nas avaliações individuais. De acordo com essas, os pontos que necessitam maiores alterações estão relacionados à prevenção de erros e ao reconhecimento de erro. É fato que, há impacto direto na satisfação do usuário, que não vivencia uma experiência positiva com relação ao uso do aplicativo. A liberdade do usuário também é prejudicada, pois o ele acaba ficando preocupado em evitar erros e não se permite explorar o ambiente.

Ainda, seria interessante que, independente da tela onde o usuário estivesse, pudesse estar acessível um menu com opções básicas de "Voltar" ao ponto anterior e "Ajuda", orientando o usuário sobre o que existe a sua volta e como retornar a rota desejada, por exemplo.

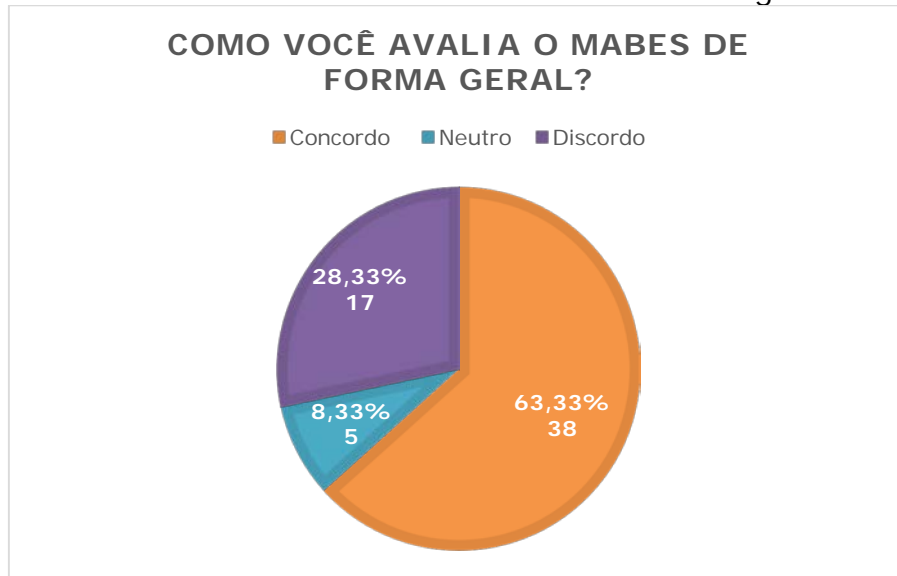
É importante salientar, que dois perfis de usuários compuseram a amostra: usuários especialistas em usabilidade e em videogames. Analisando as respostas de cada perfil, podemos verificar que, no geral, houve consenso nas respostas dos grupos, havendo discordância apenas nas heurísticas *Visibilidade do estado do sistema*, *Prevenção de erros* e *Ajuda e documentação*. Não foi alvo deste TCC a análise aprofundada sobre diferenças nas avaliações de cada perfil, ficando como sugestão para trabalhos futuros.

Tabela 19 - Avaliação do mAbES de forma geral

Como você avalia o mAbES de forma geral?	Concordo totalmente	Concordo parcialmente	Neutro	Discordo parcialmente	Discordo totalmente
I. Visibilidade do estado do sistema.	2	1	0	2	0
II. Relação entre sistema e mundo real.	3	2	0	0	0
III. Controle e liberdade do usuário.	0	2	0	3	0
IV. Consistência e padrões.	2	3	0	0	0
V. Prevenção de erros.	1	0	0	3	1
VI. Reconhecimento ao invés de memorização.	2	1	1	0	1
VII. Flexibilidade e eficiência de uso.	0	3	0	2	0
VIII. Projeto estético e minimalista.	2	2	1	0	0
IX. Reconhecimento, diagnóstico e recuperação de erros	1	0	1	1	2
X. Ajuda e Documentação	0	2	1	2	0
XI. Tratamento do conteúdo (áudio).	1	4	0	0	0
XII. Tratamento do conteúdo (tátil).	3	1	1	0	0
Total da avaliação geral	17	21	5	13	4
Porcentagem	28,33%	35,00%	8,33%	21,67%	6,67%

Fonte: As autoras (2014)

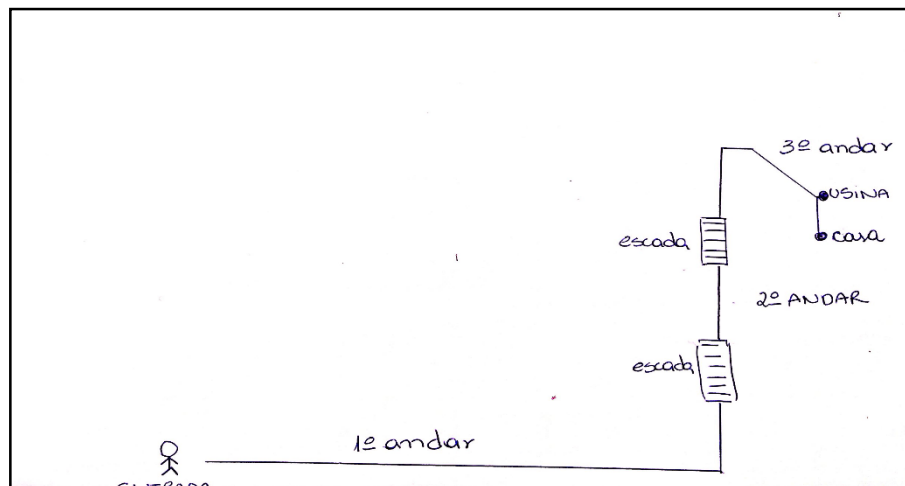
Gráfico 15 - Como você avalia o mAbES de forma geral?



Fonte: As autoras (2014)

Na Figura 37 temos as representações gráficas do ambiente criado pelos avaliadores. Isso foi necessário para verificar a compreensão do ambiente representado virtualmente. Afim de realizar a comparação e auxiliar na avaliação, o ambiente real do museu foi representado graficamente (Figura 37) pelas autoras.

Figura 37 - Representação do ambiente real do museu pelas autoras



Fonte: As autoras (2014)

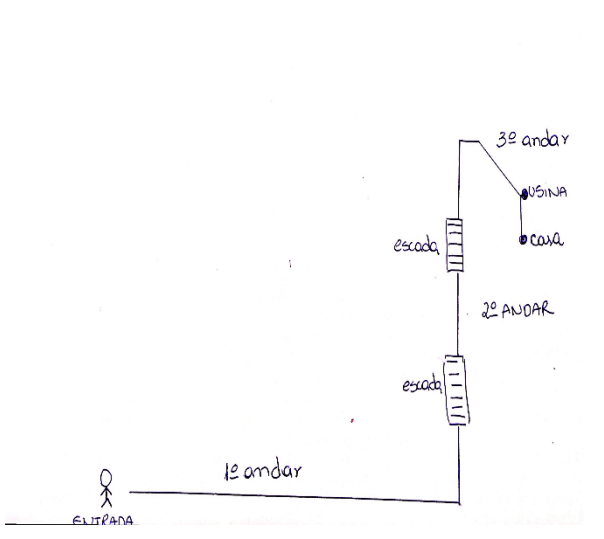
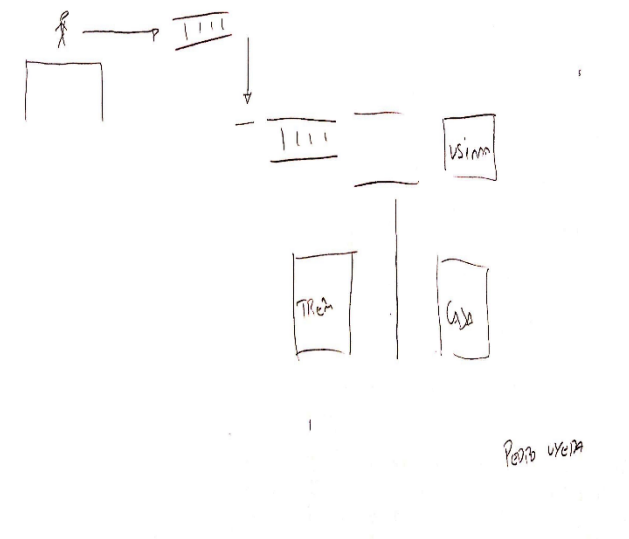
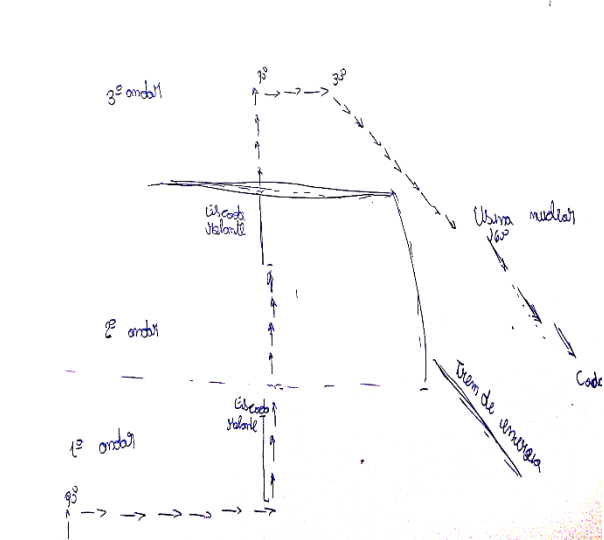
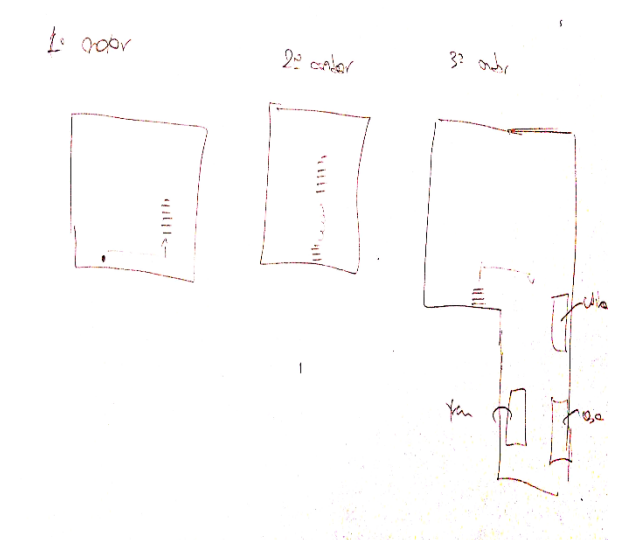
Os testes com os avaliadores foram realizados sem estar com os olhos vendados e mesmo assim obtivemos mapas mentais com representações diferentes do espaço (Figura 38). Exemplo:

Dos cinco avaliadores, um não representou as escadas em sequência no mesmo plano. Para ele, no segundo andar teria que ir para a direita andar um pouco e então subir na escada rolante para o 3º andar.

Dos cinco usuários, somente um não pode compreender a distribuição dos experimentos no espaço. Para ele os experimentos estão do lado esquerdo no 3º andar.

Com exceção dos erros cometidos citados acima, de maneira geral todos os avaliadores conseguiram representar o ambiente real vivenciado virtualmente.

Figura 38 - Avaliadores - Representação Gráfica

Ambiente Real	Representação do usuário 1
	 <p style="text-align: right;">Perto usina</p>
Representação do usuário 2	Representação do usuário 3
	
Representação do usuário 4	Representação do usuário 5

6.4.2 Tarefas

Para cada usuário foi explicado o funcionamento do mAbES e das tarefas que seriam realizadas.

As tarefas dadas aos usuários foram:

Você está no andar térreo do Museu, próximo à entrada. Deverá ir ao terceiro andar, e explorar o experimento da *Usina Nuclear*. E, após, deverá explorar a *Casa Genial*. Na *Usina Nuclear* deverá escutar as informações e responder aos desafios. Na *Casa Genial* deverá entrar e observar o que há na sala.

Após o uso do mAbES para cumprir as tarefas, os usuários preencheram o instrumento e representaram graficamente o espaço visitado no Museu.

6.4.3 Procedimentos

Na avaliação de usabilidade do aplicativo, realizamos sessões de teste, e definimos Subgrupos de usuários do Grupo 2:

- Subgrupo 1: usuários que foram ao MCT e usaram mAbES *in loco* durante a visita, sem utilizar a aplicação antes da visita. O uso do mAbES se resumiu à realização das tarefas já citadas.
- Subgrupo 2: usuários que foram ao MCT, tendo utilizado previamente o mAbES e o utilizaram durante a visita. Esse grupo realizou as mesmas tarefas nos momentos distintos de uso do mAbES.

Os usuários também puderam escolher qual o tipo de navegação gostariam, conforme Capítulo 5, seção 5.1.3.

Foram realizadas sessões de teste, com os Subgrupos de usuários, conforme abaixo:

Subgrupo 1 - Após os usuários receberem a explicação sobre o que é o mAbES e as tarefas a serem realizadas, o usuário foi posicionado no ponto de início da navegação do mAbES, que é na entrada, na primeira catraca do museu. Após, foi entregue um celular com o aplicativo para que o usuário começasse a navegar utilizando o mAbES. Foi perguntado ao usuário se ele preferia usar fones de ouvido para escutar o aplicativo, caso aceitasse, teria que falar em voz alta a orientação que o aplicativo fornecia. Quatro usuários optaram por utilizar fones de ouvido.

Após, aplicamos o instrumento (Apêndice B) e o usuário representou graficamente o ambiente vivenciado.

A intenção com esse grupo foi verificar se o mAbES pode ajudar o usuário a compreender o espaço do museu e se, a partir do software, o usuário consegue se orientar no museu e entender o espaço e os objetos que estão à sua volta.

Subgrupo 2: esse grupo explorou o espaço do museu virtualmente com o mAbES antes da visita real ao museu. Os usuários puderam utilizar o aplicativo quantas vezes quisessem. Em seguida, representaram o ambiente graficamente e responderam ao questionário do Apêndice B. Após, foram levados ao museu. Como no Subgrupo 1, posicionamos o usuário no ponto inicial de navegação do mAbES. O uso do mAbES *in loco* foi opcional; porém todos os usuários preferiram optar pelo seu uso.

Após a navegação, o usuário teve que validar as respostas fornecidas no questionário que foi preenchido antes da visita ao museu, informando se gostaria de alterar as respostas que haviam dado. Depois representou graficamente o ambiente do museu.

O objetivo foi verificar o impacto de uso aplicativo antes da visita ao museu. Ou seja, se tendo explorado previamente o mAbES ajudou o usuário a realizar com mais facilidade as tarefas dadas a ele.

Durante essas sessões observamos se os usuários entenderam o mAbES e conseguiram por meio do seu uso, compreender o espaço físico do museu. Portanto, tivemos que limitar os tipos de auxílio externo ao mAbES. Observamos o potencial do uso do software *in loco*, e a metodologia de navegação, que foi utilizada pelo usuário enquanto se deslocou fisicamente pelo museu.

Durante a navegação, houve registro em vídeo e em fotografia das rotas, os acertos e erros de cada usuário.

É importante salientar que realizamos um teste piloto com dois usuários videntes que participaram vendados. A intenção foi confirmar a aplicação de técnicas de orientação e mobilidade (Garcia, 2003) por parte das autoras deste trabalho. Este estudo piloto está descrito no Apêndice F.

6.4.4 Análise dos Dados

A análise realizada sobre os dados obtidos do preenchimento do questionário do Apêndice B, das questões abertas e fechadas, e da observação realizada pelas autoras do TCC, estão apresentadas nesta seção. A análise das questões fechadas foi realizada de forma quantitativa e estão apresentadas nas Tabelas 22, 23 e 24. Também apresentaremos gráficos para melhor entendimento dos resultados.

No Subgrupo 1, o mAbES teve 88% (Gráfico 16) de concordância para os princípios de usabilidade. Ainda que ele tenha tido uma grande aceitação pelos usuários, existem melhorias a serem implementadas em algumas das questões vistas na Tabela 20, como por exemplo:

- Questão "Os sons do aplicativo me transmitem informações úteis": dois usuários concordaram, mas durante a avaliação dos sons, por vezes, disseram que o som era um pouco longo ou que deveria ser mais objetivo. Alguns sons poderiam ser reavaliados para que não se tornassem cansativos ao usuário.

- Questão "Sei o que devo fazer se ocorrer um erro": 67% dos usuários discordam que conseguem se recuperar de um erro. Durante a observação, foi verificado que, por vezes, os usuários não prestavam atenção na informação fornecida pelo aplicativo e, com isso, se perderam na navegação no museu. Essa situação foi identificada no primeiro andar, dois dos usuários se perderam na primeira utilização do mAbES, como não sabiam retornar a rota, tivemos que posicioná-los na rota certa novamente. Por vezes, os usuários do Grupo 1 também se perderam durante a navegação, mas isso ocorreu em outros momentos, como por exemplo, na saída da escada rolante para o terceiro andar. Sugerimos a implementação de um *help* contextual, onde pode ser acionado a qualquer momento e diga informações do que existe a sua volta e como chegar até lá.

- Questão "Consigno entender o que preciso fazer no sistema": os três usuários concordaram, mas, na observação realizada no museu, por vezes, o usuário não sabia, por exemplo, que para fazer um giro de 90 graus deveria tocar três vezes no aplicativo na direção escolhida. Essa informação de que cada toque na tela corresponde a X° não é fornecida pelo mAbES. Desta forma, todos usuários entenderam o que tinha que ser feito, mas não coordenavam que tinham que tocar no aparelho e também andar no ambiente. Essa informação deve ser fornecida ao usuário pelo aplicativo.

- Questão "Consigno facilmente compreender uma mensagem recebida": os 3 participantes concordaram, mas durante a observação que realizamos no museu, os usuários não entenderam a orientação de graus e horas, dessa forma, foi necessário auxiliá-los. Quando questionados, os usuários disseram não ter orientação baseada em graus.

- Questão "O aplicativo é fácil de usar": dois usuários concordaram e um discordou. O usuário que discordou disse que o aplicativo só foi fácil de usar porque estava em um ambiente controlado, se ele estivesse sozinho não conseguiria entender o que fazer. Apesar disso, o usuário concluiu as tarefas, porém foi auxiliado em alguns momentos pelas autoras deste TCC.

- Questão "O aplicativo é fácil de aprender a usar": dois usuários concordaram e um discordou. Na observação que fizemos, pudemos verificar que, mesmo os usuários que concordaram, durante a navegação no museu, tiveram um pouco de dificuldade de usar o aplicativo. Isso pode estar relacionado ao fato de que os usuários não tinham conhecimento na utilização de *smartphone*. O usuário que discordou desta questão, também discordou da questão anterior.

- Questão "As opções estão claramente identificadas na tela. (*)": somente um usuário respondeu e, para ele, as opções são claras.

Mas durante a utilização no museu, o usuário disse que o tamanho das letras da interface do mAbES poderia ser maior.

- Questão "O aplicativo ajudou na comunicação utilizando o sistema Braille": um usuário concordou e dois ficaram neutros. Daqueles que responderam com neutro, um dos usuários não conhecia o Braille, por esse motivo foi indiferente. O outro usuário disse que não conseguiu fazer a associação.

Tabela 20 - Grupo 2 - Subgrupo 1: Análise do resultado da avaliação de usabilidade

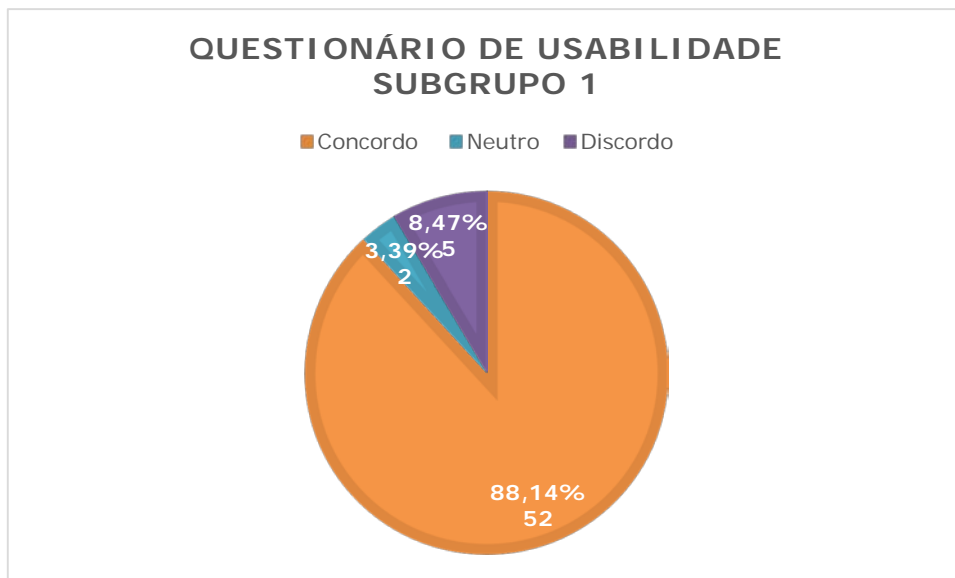
Perguntas	Concordo totalmente	Concordo parcialmente	Neutro	Discordo parcialmente	Discordo totalmente
Consigo usar facilmente o aplicativo por meio das opções disponíveis.	1	2	0	0	0
Consigo entender facilmente as informações sonoras.	3	0	0	0	0
Os sons do aplicativo são claramente identificáveis.	3	0	0	0	0
Os sons do aplicativo me transmitem informações úteis.	2	0	0	1	0
Consigo entender facilmente o retorno de uma vibração.	3	0	0	0	0
A intensidade do retorno de vibração é adequada.	3	0	0	0	0
O retorno de vibração ocorre em momentos adequados.	2	1	0	0	0
O uso do recurso de vibração é útil.	3	0	0	0	0
Consigo entender o	3	0	0	0	0

que preciso fazer no sistema.					
Sei o que devo fazer se ocorrer um erro.	1	0	0	0	2
Consgo facilmente compreender uma mensagem recebida.	3	0	0	0	0
O aplicativo é fácil de usar.	2	0	0	1	0
O aplicativo é fácil de aprender a usar.	2	0	0	1	0
A linguagem utilizada está adequada para as mensagens que o aplicativo precisa transmitir ao dar instruções ou <i>feedback</i> .	3	0	0	0	0
As opções estão claramente distribuídas na tela. (*)	1	0	0	0	0
As opções estão claramente identificadas na tela. (*)	1	0	0	0	0
O aplicativo ajudou na comunicação utilizando o sistema Braille.	1	0	2	0	0
Recomendaria esse aplicativo para outras pessoas.	3	0	0	0	0
Voltaria a utilizar o aplicativo.	3	0	0	0	0
Aprendi com o uso desse aplicativo.	2	1	0	0	0

Consigo compreender o ambiente que está sendo representado no aplicativo.	3	0	0	0	0
Total	48	4	2	3	2
Porcentagem	81%	7%	3%	5%	3%

Fonte: As autoras (2014)

Gráfico 16 - Questionário de Usabilidade - Subgrupo 1

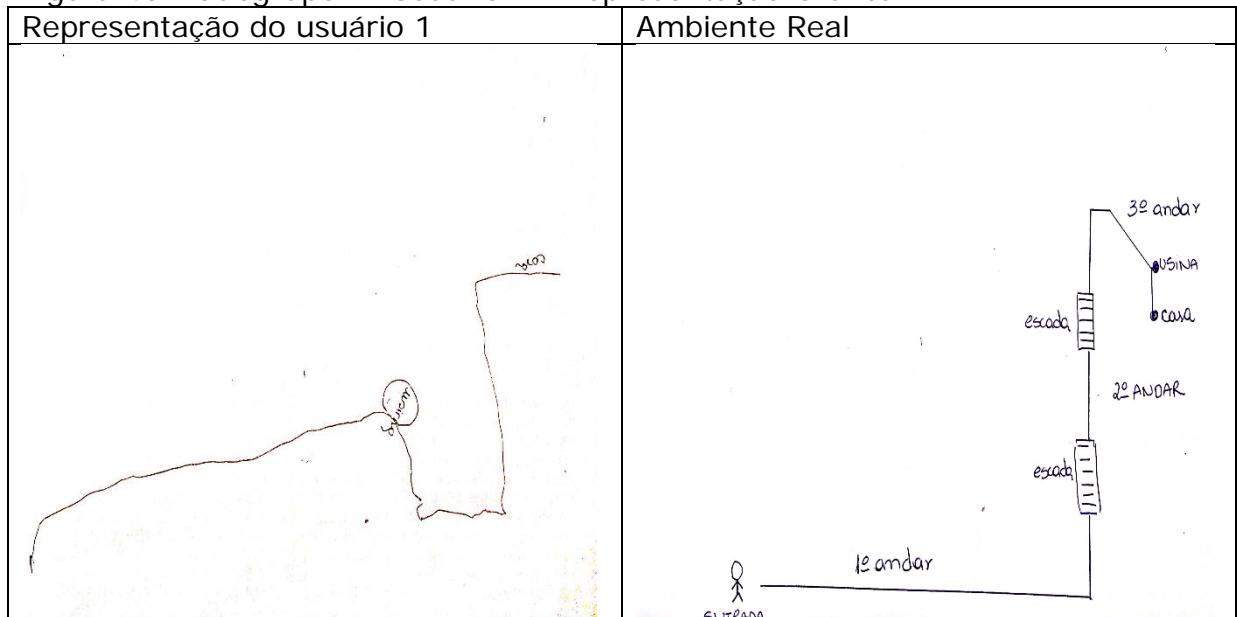


Fonte: As autoras (2014)

Para verificar o impacto cognitivo, medimos a aprendizagem do usuário, comparando o ambiente real com o espaço representado graficamente por eles. O ambiente real foi representado pelas autoras deste trabalho, afim de auxiliar na avaliação dos desenhos criados pelos usuários DV.

Na Figura 40 está a representação do usuário 1, importante citar que ele nunca tinha desenhado, mas podemos verificar que conseguiu entender a disposição dos experimentos: primeiro *Usina Nuclear* e após a *Casa Genial*.

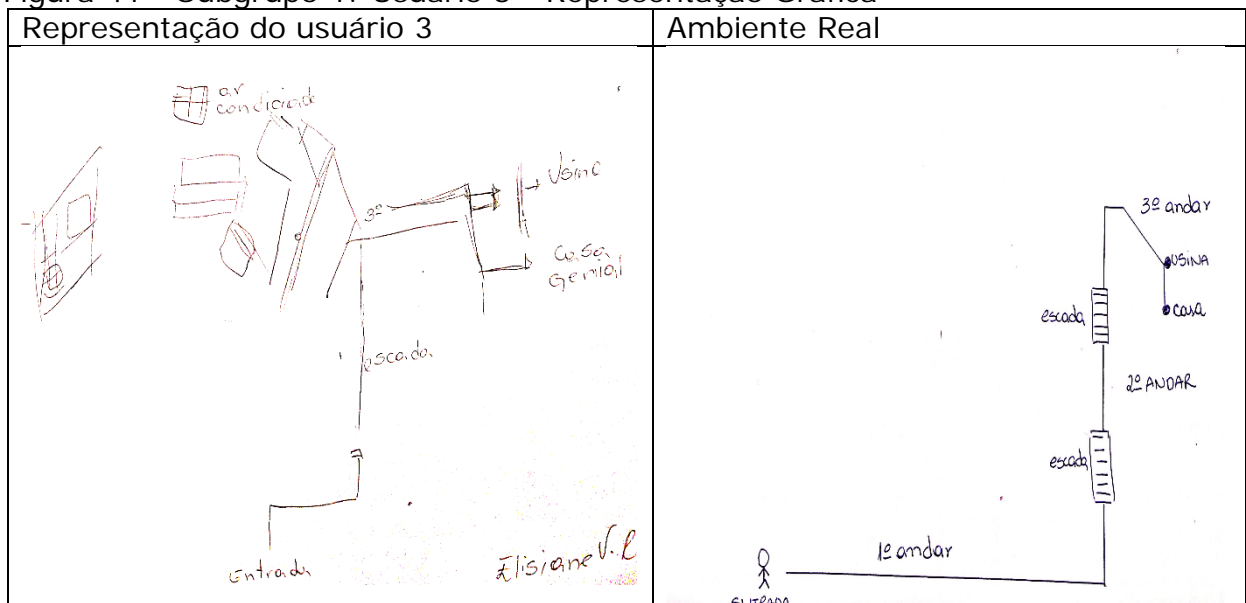
Figura 40 - Subgrupo 1: Usuário 1 - Representação Gráfica



Fonte: As autoras (2014)

O desenho representado na Figura 41 é do usuário 3 que possui baixa visão, por este motivo, seu desenho possui mais detalhamento. Podemos verificar que houve um entendimento de onde estão os experimentos. Isso demonstra que o aplicativo auxiliou o usuário a criar um mapa mental do ambiente.

Figura 41 - Subgrupo 1: Usuário 3 - Representação Gráfica

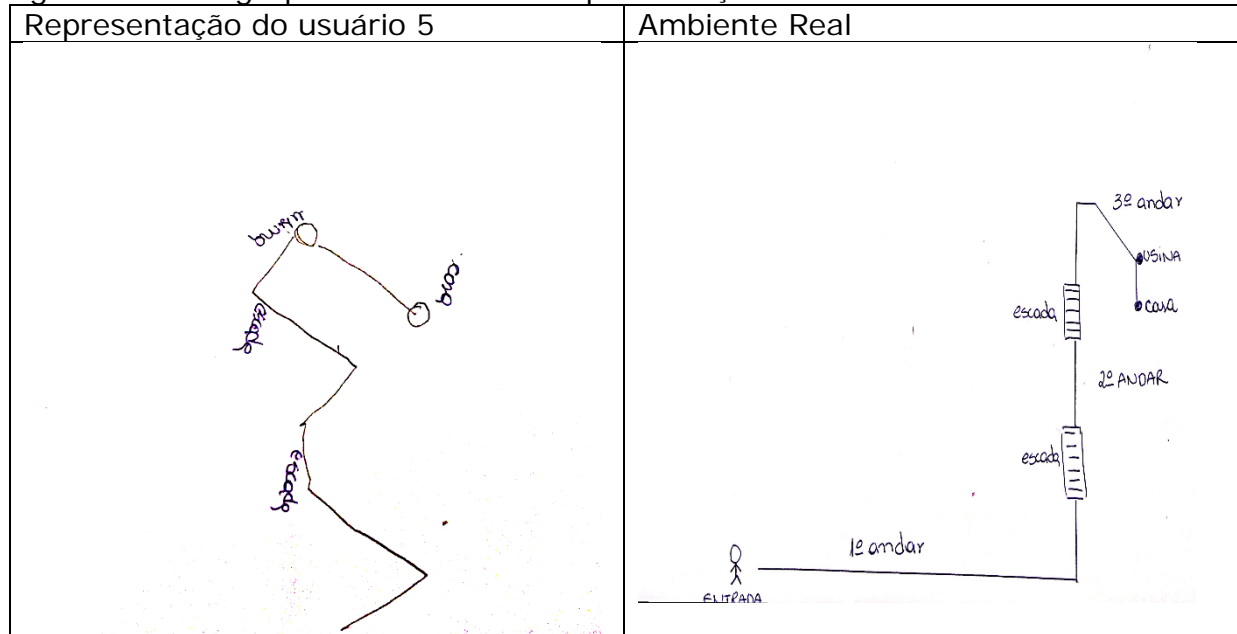


Fonte: As autoras (2014)

Apesar do movimento no segundo andar estar errado, o usuário 5 voltou para o a rota correta. Conseguiu entender que os experimentos estão no 3º andar a direita e que primeiro vem a *Usina Nuclear* e depois a *Casa Genial*. Isso

demonstra que o aplicativo auxilia na criação de um mapa mental do ambiente (Figura 42).

Figura 42 - Subgrupo 1: Usuário 5 - Representação Gráfica



Fonte: As autoras (2014)

A Tabela 21 contém a análise dos resultados obtidos na primeira utilização dos usuários do Subgrupo 2 e o Gráfico 17 sintetiza estes dados. No Subgrupo 2, o mAbES teve 81% de concordância para os princípios de usabilidade, 7% a menos do que no Subgrupo 1. Ainda que ele tenha tido uma boa aceitação pelos usuários, fizemos algumas observações e algumas sugestões de melhoria sobre algumas questões:

- Questão "Consigo usar facilmente o aplicativo por meio das opções disponíveis": dois usuários ficaram neutros e um concordou. Os usuários que ficaram neutros, não tinham prática no uso de *smartphone*.

- Questão "Consigo entender facilmente as informações sonoras": os três usuários concordaram, mas, durante a navegação, foi questionado por todos os usuários a informação de graus e horas. Os usuários não tinham orientação nesse sentido, por isso tivemos que auxiliá-los, ensinando como funciona esse tipo de navegação.

- Questão "Os sons do aplicativo me transmitem informações úteis": os usuários concordaram, mas, durante a utilização do aplicativo e na avaliação dos sons, um dos usuários disse que o som era longo e que poderia ser mais objetivo.

- Questão "Sei o que devo fazer se ocorrer um erro": dois usuários não concordaram. Isso se deve ao fato de que quando o usuário sai da rota prevista, o aplicativo não informa como voltar para a rota correta.

- Questão "O aplicativo é fácil de usar" e "O aplicativo é fácil de aprender a usar": a maioria concordou que é fácil de usar e de aprender, mas um dos usuários informou que talvez tenha sido mais fácil por termos orientado sobre o uso e estar em um ambiente controlado.

- Questão "O aplicativo ajudou na comunicação utilizando o sistema Braille": dois usuários discordaram. Os usuários não fizeram a associação da tela com o Braille, para eles foi indiferente, pois não conheciam a matriz Braille. Cabe salientar que todos os usuários do Subgrupo 2 foram alfabetizados em Braille.

Tabela 21 - Subgrupo 2: Análise do resultado da avaliação de usabilidade pré-teste

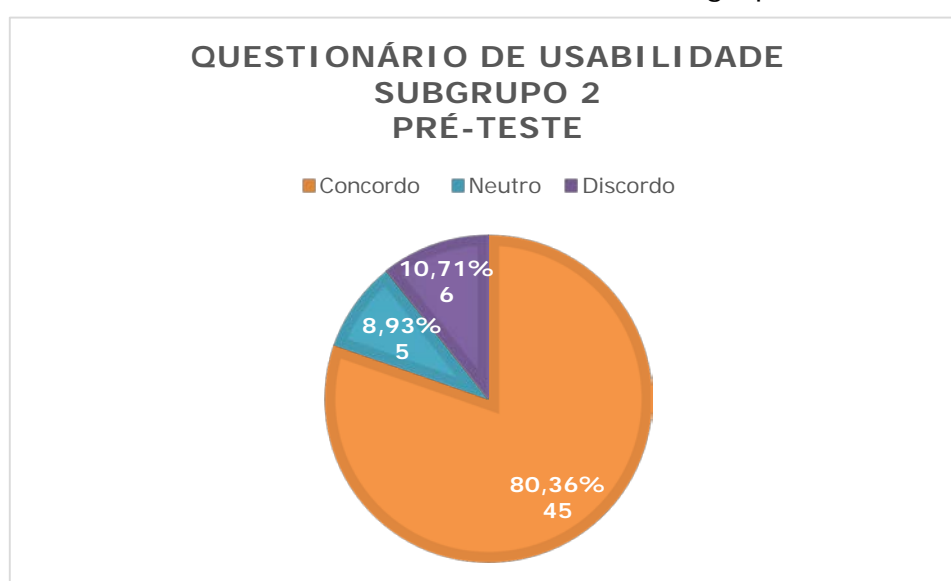
Perguntas	Concordo totalmente	Concordo parcialmente	Neutro	Discordo parcialmente	Discordo totalmente
Consigo usar facilmente o aplicativo por meio das opções disponíveis.	1	0	2	0	0
Consigo entender facilmente as informações sonoras.	3	0	0	0	0
Os sons do aplicativo são claramente identificáveis.	3	0	0	0	0
Os sons do aplicativo me transmitem informações úteis.	2	0	0	1	0
Consigo entender facilmente o retorno de uma vibração.	3	0	0	0	0
A intensidade do retorno de vibração é adequada.	3	0	0	0	0
O retorno de vibração ocorre em momentos adequados.	2	0	1	0	0
O uso do recurso de vibração é útil.	2	1	0	0	0

Consigo entender o que preciso fazer no sistema.	1	2	0	0	0
Sei o que devo fazer se ocorrer um erro.	0	1	0	0	2
Consigo facilmente compreender uma mensagem recebida.	2	1	0	0	0
O aplicativo é fácil de usar.	1	1	0	1	0
O aplicativo é fácil de aprender a usar.	1	1	0	1	0
A linguagem utilizada está adequada para as mensagens que o aplicativo precisa transmitir ao dar instruções ou <i>feedback</i> .	3	0	0	0	0
As opções estão claramente distribuídas na tela. (*)	0	0	0	0	0
As opções estão claramente identificadas na tela. (*)	0	0	0	0	0
O aplicativo ajudou na comunicação utilizando o sistema Braille.	1	0	2	0	0
Recomendaria esse aplicativo para outras pessoas.	3	0	0	0	0
Voltaria a utilizar o aplicativo.	3	0	0	0	0
Aprendi com o uso desse	2	1	0	0	0

aplicativo.					
Consigo compreender o ambiente que está sendo representado no aplicativo.	2	0	0	0	1
Total	38	7	5	3	3
Porcentagem	68%	13%	9%	5%	5%

Fonte: As autoras (2014)

Gráfico 17 - Questionário de Usabilidade - Subgrupo 2 - Pré-Teste



Fonte: As autoras (2014)

Os resultados do pós-teste realizado com o Subgrupo 2 estão apresentados na Tabela 22 e no Gráfico 18. Na avaliação de pós-teste podemos verificar que um dos usuários alterou sua resposta em algumas questões, a seguir traremos a discussão sobre as questões que se diferem:

- Questão "Consigo usar facilmente o aplicativo por meio das opções disponíveis": no pré-teste, o usuário tinha ficado "neutro" neste item, já no pós-teste mudou sua resposta para "concordo totalmente". O que se pode interpretar disso é que como o usuário fez um treino com o mAbES antes da visitação ao ambiente real, ele aprendeu as opções, e, por este motivo, ficou mais fácil a utilização.

- Questão "Consigo entender facilmente o retorno de uma vibração": o usuário mudou de concordo totalmente para concordo parcialmente. O que podemos interpretar disso é que como o jogo era uma coisa nova na primeira vez, ele prestaram mais atenção na vibração. Quando visitou o ambiente real, já não era algo novo, então prestou mais atenção à informação sonora.

- Questão "A intensidade do retorno de vibração é adequada": o mesmo usuário mudou de "Concordo totalmente" para "Concordo parcialmente". Novamente, quando o usuário visitou o ambiente real, já não era algo novo, então prestou mais atenção à informação sonora.

- Questão "Consigo entender o que preciso fazer no sistema": o usuário mudou de "Concordo parcialmente" para "Concordo totalmente". Isso indica que usar o aplicativo previamente, tem um impacto positivo na aprendizagem do usuário.

- Questão "Consigo facilmente compreender uma mensagem recebida": o usuário mudou de "Concordo parcialmente" para "Concordo totalmente". Essa questão indica que usando o aplicativo previamente, houve diferença na compreensão das mensagens, ao menos para um usuário.

- Questão "Consigo compreender o ambiente que está sendo representado no aplicativo": o usuário mudou de "Discordo parcialmente" para "Discordo totalmente". O usuário acredita que não conseguiu compreender o ambiente que estava visitando, mas após a análise da representação gráfica criada pelo usuário (Figura 42), verificamos que houve uma evolução no entendimento do ambiente.

Mesmo tendo realizado a visita ao ambiente real, o usuário não compreendeu o ambiente representado no mAbES. Isso indica que o fato do usuário ter utilizado o mAbES antes da visita ao museu, não auxiliou o usuário na criação do mapa mental. Analisando a representação gráfica do usuário (Figura 42), podemos identificar que não houve evolução significativa.

Tabela 22 - Subgrupo 2 - Análise dos resultados da avaliação de usabilidade pós-teste

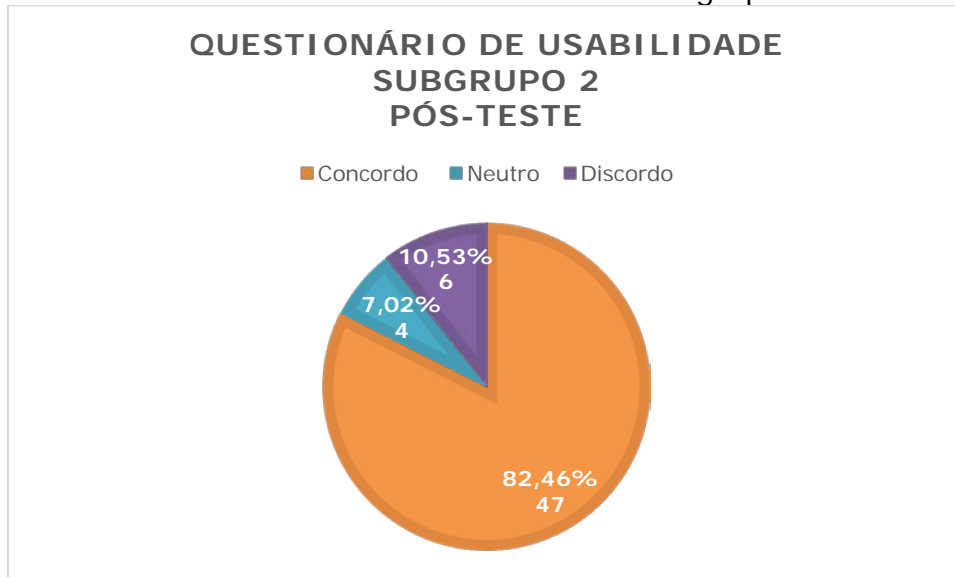
Perguntas	Concordo totalmente	Concordo parcialmente	Neutro	Discordo parcialmente	Discordo totalmente
Consigo usar facilmente o aplicativo por meio das opções disponíveis.	2	0	1	0	0
Consigo entender facilmente as informações sonoras.	3	0	0	0	0
Os sons do aplicativo são claramente identificáveis.	3	0	0	0	0

Os sons do aplicativo me transmitem informações úteis.	2	0	0	1	0
Consigo entender facilmente o retorno de uma vibração.	2	1	0	0	0
A intensidade do retorno de vibração é adequada.	2	1	0	0	0
O retorno de vibração ocorre em momentos adequados.	2	0	1	0	0
O uso do recurso de vibração é útil.	2	1	0	0	0
Consigo entender o que preciso fazer no sistema.	2	1	0	0	0
Sei o que devo fazer se ocorrer um erro.	0	1	0	0	2
Consigo facilmente compreender uma mensagem recebida.	3	0	0	0	0
O aplicativo é fácil de usar.	1	1	0	1	0
O aplicativo é fácil de aprender a usar.	2	0	0	1	0
A linguagem utilizada está adequada para as mensagens que o aplicativo precisa transmitir ao dar instruções ou <i>feedback</i> .	3	0	0	0	0

As opções estão claramente distribuídas na tela. (*)	0	0	0	0	0
As opções estão claramente identificadas na tela. (*)	0	0	0	0	0
O aplicativo ajudou na comunicação utilizando o sistema Braille.	1	0	2	0	0
Recomendaria esse aplicativo para outras pessoas.	3	0	0	0	0
Voltaria a utilizar o aplicativo.	3	0	0	0	0
Apreendi com o uso desse aplicativo.	2	1	0	0	0
Consigo compreender o ambiente que está sendo representado no aplicativo.	2	0	0	1	0
Total	40	7	4	4	2
Percentage m	70%	12%	7%	7%	4%

Fonte: As autoras (2014)

Gráfico 18 - Questionário de Usabilidade - Subgrupo 2 - Pós-Teste



Fonte: As autoras (2014)

O Subgrupo 2 diferenciou-se, pois, foi representado duas vezes o ambiente, a primeira quando usaram o aplicativo antes de ir ao museu (pré-teste) e a segunda após (pós-teste) visitar o ambiente real. Abaixo, seguem as comparações das representações gráficas realizadas pelos usuários do Subgrupo 2 no pré-teste e pós-teste:

O usuário 2 (Figura 43) possui cegueira de nascença e não sabe desenhar. O usuário utilizou uma vez o mAbES antes de representar graficamente no pré-teste. Podemos verificar que o desenho de antes de ir ao museu possui alguns erros. Por exemplo, a *Casa Genial* foi colocada à esquerda e a *Usina Nuclear* à direita. Após o segundo uso, o desenho representou melhor a realidade, e o usuário conseguiu entender que os experimentos estão do mesmo lado, mesmo não sendo o lado correto onde encontram-se os experimentos. Isso indica que o uso constante do mAbES pode auxiliar na criação de um mapa mental do ambiente, e quanto maior sua utilização maior será o aprendizado do usuário.

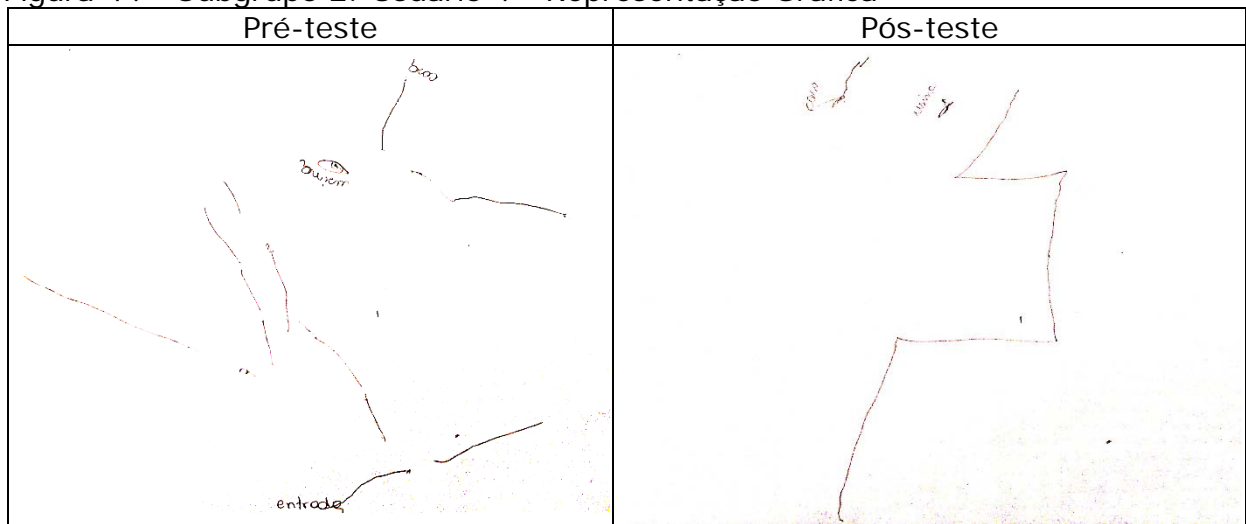
Figura 43 - Subgrupo 2: Usuário 2 - Representação Gráfica

Pré-teste	Pós-teste

Fonte: As autoras (2014)

Na Figura 44 está representado o pré-teste e pós-teste do usuário 4. É importante salientar que o usuário nunca havia desenhado e utilizou o mAbES duas vezes antes da visita ao ambiente real. Podemos verificar que no primeiro desenho ele não conseguiu representar corretamente a disposição dos experimentos, já no pós-teste, ele conseguiu entender que primeiro está a *Usina Nuclear* e após a *Casa Genial*, mas errou o lado onde estão os experimentos, para ele estão do lado esquerdo.

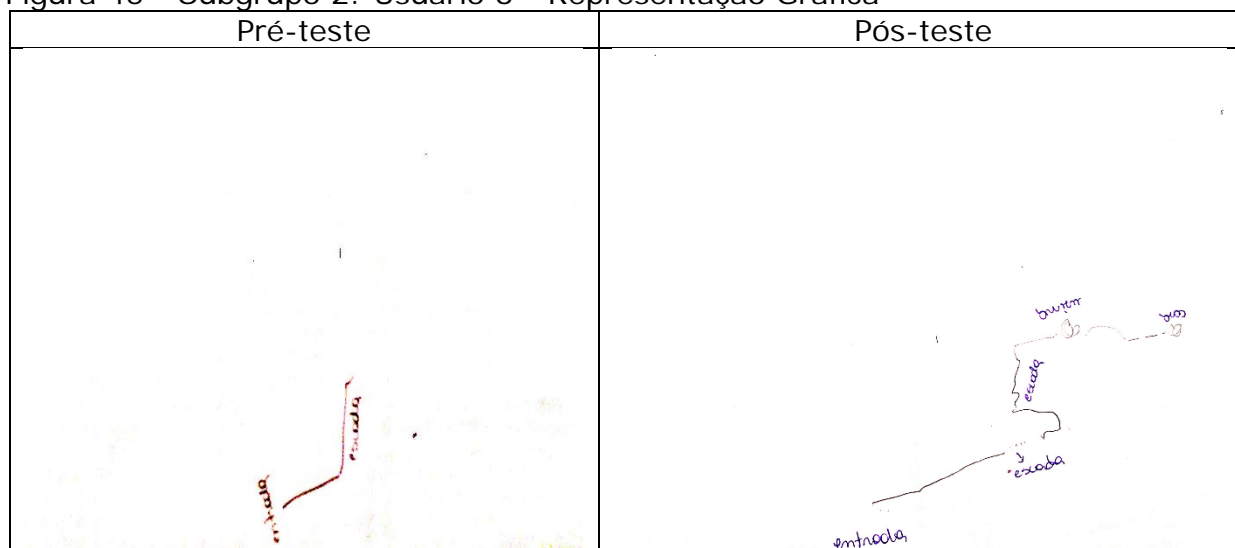
Figura 44 - Subgrupo 2: Usuário 4 - Representação Gráfica



Fonte: As autoras (2014)

Na Figura 45 está representado o ambiente criado pelo usuário 6. O mAbES foi usado duas vezes no pré-teste, podemos verificar que quando foi representar o ambiente, só lembrava do 1 andar. Já no pós-teste seu desenho ficou mais detalhado, ela entendeu que sobe duas escadas rolantes até o 3 andar, que lá a direita se encontram os experimentos. Conseguiu acertar também a disposição dos experimentos, primeiro a *Usina Nuclear* e depois a *Casa Genial*. Isso indica que o mAbES ajuda o usuário a criar um mapa do ambiente, e que quanto maior sua utilização maior será o aprendizado do usuário sobre o ambiente.

Figura 45 - Subgrupo 2: Usuário 6 - Representação Gráfica



Fonte: As autoras (2014)

A análise das perguntas abertas, que foram respondidas oralmente e escritas pelas autoras deste TCC, seguem abaixo:

Questão 1 - Para o que acha que serve o aplicativo?

Esta pergunta foi realizada para verificar se o usuário conseguiu compreender o objetivo do aplicativo.

Os usuários do Subgrupo 1 responderam conforme segue:

- *Encontrar os lugares.*
- *Para facilitar a locomoção, se guiam mais facilmente e em segurança.*
- *Orientar e facilitar os deficientes visuais na localização no ambiente.*

E os do Subgrupo 2:

- *Para aprender, ver como é o ambiente.*
- *Para ajudar a conhecer melhor os ambientes.*
- *Orientar no espaço.*

Analisando as respostas, podemos verificar que os usuários conseguiram compreender um dos objetivos do mAbES, que é auxiliar na orientação e mobilidade dos usuários DV.

Questão 2 - O que mais gostou no aplicativo?

Neste item é possível validar o *feedback* do usuário sobre o mAbES.

As respostas do Subgrupo 1 referentes a esta questão são apresentadas a seguir:

- *Gostei das informações.*
- *Tudo. Batida na porta, som dos passos e informações.*
- *As informações icônicas como os passos.*

E as do Subgrupo 2:

- *Gostei da casa, da descrição dada.*
- *Instruções e o modo como elas foram repassadas.*
- *Tudo, mas o que mais gostei foram as informações.*

Podemos verificar que houve um feedback positivo em relação ao mAbES. Sobre as informações sonoras, pudemos identificar que os usuários gostaram dos sons icônicos. Quando questionados, os usuários disseram que os sons icônicos tinham correspondência com a realidade, ou seja, com os sons escutados por eles no dia-a-dia, como por exemplo, som da batida na porta.

Questão 3 - O que menos gostou no aplicativo?

O objetivo foi ter o *feedback* do que deve ser mudado no mAbES para que sua utilização seja melhor.

O Subgrupo 1 respondeu o seguinte:

- *Quando me perdi na frente da casa.*
- *As informações excessivas.*

E o Subgrupo 2:

- *Entrada no museu, podia ser mais objetiva.*
- *O que menos gostei foi de me sentir um robô, fazer o que o aplicativo manda, ficar presa no aplicativo. Se quisesse sair do caminho planejado, não era orientada. Quando estava na frente da casa o aplicativo disse para virar para o lado oposto do trem, como não conhecia o trem, não sabia o que fazer.*

Foi possível verificar que tem questões a serem melhoradas no aplicativo. Apesar de na pergunta afirmarem que gostaram das informações sonoras, como melhoria informam que existem algumas informações que poderiam ser mais objetivas, assim como tem informações que poderiam ser mais detalhadas como a informação de que a casa está do lado oposto do trem, se o usuário não conheceu o trem ou não lembra, não saberá o que fazer.

Questão 4 - Tens sugestões para o aplicativo?

As sugestões dadas pelo usuário final são importantes para a construção de uma nova versão do mAbES.

Referente à essa questão os usuários do Subgrupo 1 responderam:

- *A letra poderia ser maior.*
- *Ter informações mais objetivas. Que tenha mais locais mapeados.*

E as respostas do Subgrupo 2 foram:

- *Ter um aplicativo da escola que estuda.*
- *Entrada no museu mais objetiva. Celular com teclado, a tela touch não ajuda na navegação.*
- *Ser mais objetivo e aumentar o grau de liberdade do aplicativo.*

O usuário 3 do Subgrupo 1, que possui baixa visão, sinalizou de que a letra poderia ser maior. Isso indica que para o usuário com baixa visão a interface auxilia também. Desta forma é importante que este item seja alterado.

No Subgrupo 2 foi sugerido ter o aplicativo em celulares com teclado. Isso se deve ao fato de o usuário em questão não ter intimidade com celulares *touch*. Um dos usuários sugeriu aumentar o grau de liberdade do aplicativo, ou seja, poder sair da rota desejada e ser replanejado o caminho como ocorre no GPS.

Questão 5 - Você gostaria de ter esse aplicativo? Se sim, porquê?

Com este item, verificamos a satisfação do usuário com relação ao uso do mAbES e o entendimento do objetivo do mesmo, que é auxiliar na O&M dos usuários deficientes visuais.

As respostas dos usuários para essa questão foram:

- *Sim, porque achei legal.*
- *Gostaria, pois, quando não conheço o ambiente que irei, tenho dificuldade. E o aplicativo é bom nesse sentido, se tivesse mapeado outros ambientes não só a PUCRS.*
- *Sim. Para ter mais autonomia em locais que não conheço. Gostaria que tivesse mais locais mapeados.*

E as respostas do Subgrupo 2:

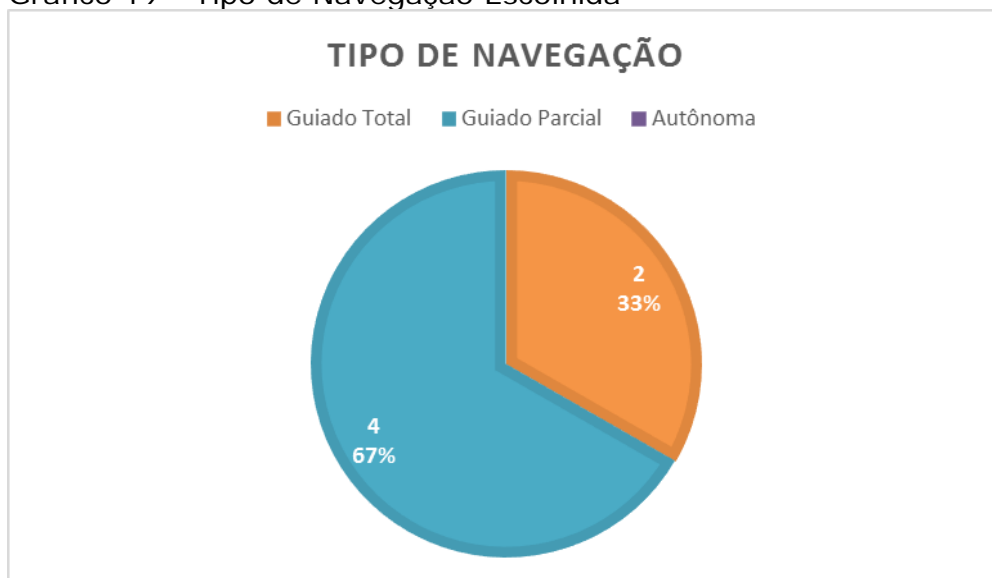
- *Sim. Para brincar, aprender e jogar.*
- *Sim. Porque vou aprender com o treino e poderei retornar sabendo o caminho.*
- *Sim. Porque facilitaria em alguns locais que não conheço. Caso seja criada uma versão com mais locais mapeados.*

Podemos verificar que todos os usuários gostariam de ter o aplicativo, foi entendido que o mAbES fornece uma autonomia ao usuário e gostariam que outros ambientes fossem mapeados tanto do museu, como qualquer outro local. Isso indica que o mAbES dá uma autonomia ao usuário.

Quanto ao tipo de navegação, conforme Gráfico 19: de 6 usuários tivemos:

- Navegação autônoma: nenhum usuário navegou no museu sem apoio de monitor ou de guia vidente.
- Navegação guiada parcial: 4 usuários navegaram no museu e contaram, por vezes, com apoio das autoras desse trabalho.
- Navegação guiada total: 2 usuários navegaram no museu sempre com o apoio das autoras desse trabalho.

Gráfico 19 - Tipo de Navegação Escolhida



Fonte: As autoras (2014)

No que se refere ao uso da matriz Braille para interagir, principalmente para a escolha das opções no menu, para os usuários que participaram da amostra não houve uma associação com a matriz. Com exceção do usuário 3, todos os usuários conheciam Braille, mas mesmo assim não fizeram a associação.

Apoio de guia vidente: esse apoio foi realizado pelas autoras deste TCC e se refere a perguntas que os usuários finais fizeram durante a visita ao museu e durante a utilização do mAbES. Importante ressaltar que nenhum usuário consultou os monitores do museu.

- "O que é orientação de graus e/ou horas?" Alguns usuários não tinham orientação nesse sentido.
- "Como retornar ao estado anterior?" Quando os usuários estavam utilizando o mAbES e se perdiam na navegação, perguntavam como voltar para o ponto certo.

7 CONCLUSÃO

Não podemos deixar de evidenciar a importância deste estudo, que teve por objetivo geral elaborar uma metodologia de avaliação de videogames, que tem como usuário final pessoas que possuem deficiência visual. Para tal, foi elaborado um método de avaliação de sons, de avaliação de usabilidade e de impacto cognitivo. Os métodos foram validados por meio da avaliação do aplicativo mAbES.

As avaliações realizadas demonstraram que o aplicativo mAbES necessita de uma reformulação no que se refere às informações sobre a localização no espaço mapeado. Segundo a análise, as informações recebidas pelos usuários quando estes estão no primeiro andar, não auxiliam os usuários a encontrarem a escada rolante para o segundo andar. A mesma dificuldade foi encontrada pelos usuários na saída da escada rolante do terceiro andar, aonde os experimentos estão mapeados. Esse resultado é observado principalmente quando o usuário não está exatamente na coordenada esperada pelo mAbES. Por exemplo, quando o usuário não está na posição exata esperada pelo sistema, a informação pode levá-lo ao erro; a posição do usuário com relação ao experimento é fundamental para que o usuário possa se locomover conforme as instruções do aplicativo. Caso o usuário erre o percurso, em nenhum caso o usuário conseguiu, sem auxílio, retomar o caminho correto para seu objetivo.

Com relação às expectativas dos usuários em relação ao aplicativo, todos participantes esperavam o aprendizado tanto do uso do aplicativo em si, pois, grande parte deles não eram familiarizados com *smartphones*, como do espaço representado pelo mAbES. Essa expectativa foi atendida parcialmente, visto que alguns usuários após a visita disseram que poderiam ter ido melhor, pois se perderam algumas vezes.

Uma das questões a serem respondidas é se o mAbES permite a elaboração de mapas mentais como apoio ao (re)conhecimento de ambientes que são reais, conforme verificado na sessão 6.4.4, tanto os usuários do Subgrupo 1 como os do Subgrupo 2 conseguiram representar o espaço vivenciado. Comprovamos também que utilizar o mAbES previamente impacta o usuário positivamente, ou seja, o mapa pós-teste do usuário demonstra mais precisão do local real.

Outro ponto respondido pelo mAbES é se ele incentivou o aprendizado do espaço real que é representado no aplicativo, sem que substituísse a visita no ambiente real. Ou seja, os usuários interagiram com o museu, sem que ficassem focados somente no aplicativo. O experimento que despertou maior interesse dos usuários foi a *Casa Genial*, uma usuária comentou "Queria morar aqui". Isso se deve a familiaridade com os objetos e com o assunto. Apesar de todos os experimentos tratarem sobre energia, o universo de *Usina Nuclear* é mais distante da realidade dos participantes.

Os testes dos áudios do mAbES, também demonstraram que existe uma preferência pelos sons sugeridos neste TCC, baseados na Nota Técnica No 21 / 2012 / MEC / SECADI / DPEE, que descreve orientações para descrição de imagem na geração de material digital acessível (Mecdaisy). Essa nota serviu de

modelo para que pudéssemos adaptar algumas de suas regras e então, auxiliar no estudo de cada som utilizado pelo mAbES.

De uma forma geral, sobre a aceitação do mAbES pelos usuários finais que participaram da amostra foi de que, em sua maioria, eles apresentaram interesse e entenderam sua importância. Esta afirmação se dá diante das respostas dos participantes na pergunta aberta “Você voltaria a utilizar esse aplicativo? Por que?”, onde os usuários confirmaram que gostariam de continuar utilizando o aplicativo e a justificativa mais citada é que o mAbES facilitaria a orientação e o reconhecimento do espaço visitado. Os usuários disseram que gostariam de ter o aplicativo com outros locais mapeados e que em locais que ainda não foram visitados, o mAbES seria ainda mais útil, contribuindo no deslocamento por esse local. Essa é uma das justificativas que levariam os usuários a optarem por continuar utilizando o aplicativo. Uma das entrevistadas exemplifica a opção: “Caso eu quisesse alugar uma casa, poderia saber sobre todas as coisas que ela possui e poderia navegar pelo espaço dela antes de conhecê-la fisicamente”.

Por fim, no que se refere aos conhecimentos adquiridos com a realização deste TCC, destacamos:

- **Conhecimentos técnicos:** conhecimentos aprofundados de IHC e orientação e mobilidade.
- **Conhecimentos como ser humano:** o convívio com pessoas com deficiência visual nos mostrou que não há limites para quem tem vontade de viver. Ouvimos histórias, compartilhamos sorrisos, fizemos amigos. Tivemos a oportunidade única de conhecer pessoas simples, que vivem em lugares humildes e que lutam contra o preconceito e as dificuldades. Não há palavras para descrever o quanto estas pessoas nos ensinaram. Ficamos com sentimento de dever cumprido, por desenvolver um trabalho de cunho social que tanto contribuiu para nosso crescimento como ser humano.

7.1 DIFICULDADES

Durante a execução deste trabalho tivemos algumas dificuldades, que estão descritas a seguir:

- **Amostra:** a constituição das amostras de especialistas em IHC para os testes de usabilidade e de usuários com deficiência visual para os testes do aplicativo do ponto de vista do usuário final não foi trivial de ser constituída, assim como conciliar a agenda dos participantes com a das autoras do TCC. Desta forma, participaram do experimento 5 especialistas em IHC e 6 usuários com deficiência visual durante os dois últimos meses de execução do trabalho, quando se desejava que essas avaliações pudessem ter sido realizadas em maior número e durante 2014/2.
- **Funcionamento do mAbES:** a partir do estudo sobre usabilidade, foram identificados itens do aplicativo que poderiam ser melhorados e, conseqüentemente, poderiam trazer mais satisfação de uso ao usuário final. Esses itens, apesar de serem apresentados como resultados deste TCC, trouxeram angústias às autoras deste trabalho porque sabíamos que o aplicativo poderia ter funcionalidades, que impactariam na boa aceitação do aplicativo, alteradas. Algumas dessas funcionalidades estão relacionadas a uma melhor usabilidade do aplicativo e outras a própria

execução do aplicativo, evitando que o mesmo fosse encerrado no meio de uma execução.

- **Smartphones:** para a avaliação do mAbES foi utilizado apenas um smartphone com Android. Isso prejudicou a velocidade com que as avaliações foram feitas, visto que tiveram que ser realizadas com um participante por vez. Além disso, por utilizarmos apenas um aparelho, a bateria e memória do smartphone precisavam ser monitoradas durante os testes, caso mais de uma avaliação fosse feita no mesmo dia.
- **Avaliação do impacto cognitivo:** neste TCC tínhamos a ideia de realizar várias sessões de teste com os Subgrupos de usuários, para comparar a aprendizagem do usuário com o uso contínuo do mAbES, e, sua representação gráfica do ambiente vivenciado a cada interação com o aplicativo. Não foi possível durante este trabalho, pois, não conseguimos trabalhar de forma contínua com os usuários pela falta de disponibilidade dos mesmos. Nas conversas em relação a metodologia junto a orientadora desde trabalho e ao prof. Jaime Sánchez, foi salientado que uma boa avaliação de impacto cognitivo requer pelo menos 8 meses, porque se fixam usuários e esses usuários participam dos experimentos e avaliações por vários meses, mas para isso é necessário ter esse usuário disponível. Neste trabalho foi feito um piloto pelo pouco tempo que tínhamos para a execução e por não termos usuários fixos para a avaliação.
- **Usuários sem conhecimento de orientação por graus e horas:** o mAbES orienta os usuários fazendo uso de graus e horas. Verificamos que alguns usuários não tinham conhecimento ou não relacionavam a rotação no próprio corpo com a definição de horas e graus. Então, tivemos que auxiliar os usuários durante a navegação.

7.2 TRABALHOS FUTUROS

Existem poucos estudos na área de tecnologia assistiva, que se tornam indispensáveis para o surgimento de uma sociedade mais inclusiva. Um estudo já em andamento é o Ed-AbES desenvolvimento também por alunos da PUCRS. Conforme Pinto e Pereira (2014), esse aplicativo tem por objetivo, permitir que os usuários que são cegos, possam criar e editar espaços virtuais por meio de objetos, afim de auxiliar na sua navegação e mobilidade por espaços reais. Acreditamos que os resultados obtidos no nosso estudo possam auxiliar e conduzir o desenvolvimento de um protótipo que atenda às reais necessidades das pessoas com deficiência visual.

Com base nos testes de usabilidade com os avaliadores, foi verificado que o mAbES não atende à algumas regras de usabilidade, como: “visibilidade e estado do sistema”, “controle e liberdade do usuário”, “prevenção de erros” e “Reconhecimento, diagnóstico e recuperação de erros”. Essas questões ficam de melhorias para a criação de uma nova versão do mAbES ou de um novo protótipo, que possa ser desenvolvido utilizando os resultados deste TCC.

Algumas das melhorias informadas pelos avaliadores e pelas autoras deste TCC:

- O mAbES de forma geral atende a heurística de “Relação entre sistema e mundo real”, mas, em uma tela em específico verificamos que não está atendendo esse item. A tela em questão é a da sala da

Casa Genial, nela possui uma cadeira de quatro lugares, mas no ambiente real é uma cadeira de três lugares.

- A opção "Voltar" deve ser corrigida para que volte para o ponto anterior e não para a tela inicial do mAbES.

- Identificamos que as opções do menu com as mesmas funcionalidades não estão localizadas sempre no mesmo lugar, por exemplo, o "Ajuda" na tela inicial está na opção 4, na tela de manipulação de som está na opção 6 e nas demais telas não tem botão de ajuda. Sugerimos melhoria nesse item, o menu deve ter uma padronização para que o usuário não se perca durante a utilização do aplicativo.

- Na prevenção de erros, o mAbES poderia ter um "help" contextual onde seria informado ao usuário o que há a sua volta, qual a distância dos experimentos e como fazer para voltar a rota.

- Na tela de manipulação de som possui a opção 1- Tocar, esse nome gerou dúvida em alguns usuários. O que o tocar faz é deixar o áudio na velocidade normal, ou, volta a tocar após pausa-lo. Sugerimos que seja estudado outro nome para o item, poderia ser colocado "escutar".

- Verificamos que o "Ajuda" não está funcionando na tela de manipulação de som. Quando é selecionado vai para a tela onde o usuário se desloca pelo museu. Este problema pode prejudicar a experiência de uso do usuário.

- Poderia ter a opção de "pular" um áudio, essa opção se faz necessária para os usuários que já conhecem o áudio.

- Na tela de início do mAbES é apresentado ao usuário um monte de informações, alguns usuários acham que poderia ser mais objetivo esse som. Sugerimos que o usuário ao passar o dedo na tela seja lhe informado que botão é, assim não é necessário um texto tão longo no início.

- Sugerimos que na nova versão sejam utilizados os sons aprovados pelos participantes neste trabalho.

- O "Ajuda" deverá informar que a orientação de graus correspondem a quantos toques na tela do mAbES.

- A orientação fornecida no 3º andar, deve ser mudada para que os usuários possam identificar o que fazer, alguns usuários se perderam ou não conseguiram representar graficamente a saída da escada rolante.

- Poderia ser acrescentado uma mecânica de jogo no mAbES, ou seja, acrescentado vidas ao usuário e pontos para completar tarefas. Isso motivaria mais o usuário na utilização.

Foi estudado a possibilidade de um terceiro grupo de avaliação, porém não abordado neste TCC, que seria o usuários que deveriam ir ao MCT sem ter utilizado o mAbES previamente e sem utilizar o mAbES *in loco*. Esse grupo poderia se composto pelos grupos utilizados neste trabalho afim de avaliar a comparação entre eles e responder a seguinte questão: usuários deste grupo, que não utilizaram o mAbES previamente e não realizaram a visita ao museu com a ajuda do aplicativo, conseguiram adquirir um maior entendimento do espaço do museu se comparado aos demais grupo? Entendemos que a inserção deste grupo poderia beneficiar o estudo, pois, teríamos uma análise de dados mais enriquecedora.

Um dos avaliadores sugeriu ser realizado teste com alguns dos avaliadores vendidos, assim o avaliador poderia se colocar no lugar do usuário final afim de identificar se consegue se guiar e a dificuldade de utilização para o usuário cego. Isso mostra a diferença de percepção de avaliação de aplicativos e jogos. Achamos que pode ser válido esse teste, mas, não deixando de testar a aplicação com avaliadores sem a venda, pois, é importante a avaliação do áudio, interface e a parte tátil juntos.

Na parte de impacto cognitivo sugerimos que sejam realizadas várias sessões de teste com os mesmos usuários, afim de que se tenha como para comparar mais a aprendizagem do usuário com o uso contínuo do mAbES, e, sua representação gráfica do ambiente vivenciado a cada interação com o aplicativo.

Recomendações para desenvolvedores de videojogos para pessoas que são cegas:

- Com relação a áudio descrição sugere-se que seja seguida a NT No 21 / 2012 / MEC / SECADI / DPEE validada neste trabalho.
- Com relação as informações sonoras do aplicativo, deve ter controle de parar, controle de começar, pular, interromper, mais rápido e mais devagar.
- Com relação ao uso do tato, é importante o celular vibrar para indicar algum ato importante, como: se o usuário for bater em algo.
- Recomendações para softwares de orientação e mobilidade, a "Ajuda" deve ser contextual, exemplo, onde estou? Para onde vou? Como ir? (Mazzaro, 2003). Essas informações se fazem necessárias para caso o usuário saia da rota desejada. Ele precisa saber o que existe a sua volta.

Por fim, os resultados desse estudo ajudarão grupos de pesquisa internacionais e nacionais, contribuindo no desenvolvimento de metodologias de avaliação de jogos e videojogos para deficientes visuais e no aprimoramento de softwares baseados em tecnologia assistiva.

Acreditamos que esse trabalho possa ser objeto de outros estudos e que influencie outros colegas a continuarem estudando e auxiliando na construção de uma sociedade mais justa e inclusiva.

REFERÊNCIAS

BARBOSA, Simone Diniz Junqueira; SILVA, Bruno Santana da. **Interação Humano-Computador**. Rio de Janeiro: Editora Campus-Elsevier, 2010. 379p.

BORGGREWE, Sebastian. **Movement analysis of visitors using location-aware guides in museums**. Disponível em: <<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.405.1071&rep=rep1&type=pdf>>. Acesso em: 11 abr. 2014.

BRASIL. Decreto nº 5.296, de 2 de dezembro de 2004. **Regulamenta as Leis nº 10.048, de 8 de novembro de 2000, que dá prioridade de atendimento às pessoas que especifica, e nº 10.098, de 19 de dezembro de 2000, que estabelece normas gerais e critérios básicos para a promoção da acessibilidade das pessoas portadoras de deficiência ou com mobilidade reduzida, e dá outras providências**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/decreto/d5296.htm>. Acesso em: 11 abr. 2014.

BRASIL. Decreto nº 7.612, de 17 de novembro de 2011. **Institui o Plano Nacional dos Direitos da Pessoa com Deficiência - Plano Viver sem Limite**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2011/Decreto/D7612.htm>. Acesso em: 11 abr. 2014.

BRASIL. Ministério Da Educação. NOTA TÉCNICA No 21 / 2012 / MEC / SECADI /DPEE. **Orientações para descrição de imagem na geração de material digital acessível – Mecdaisy**. 2012. 10 f.

BRUNO, Samaele. **Tradução e teste de Usabilidade do AbES, um sistema de simulação de ambiente baseado em áudio para pessoas que são cegas**. 2013. 162 f. Monografia (Graduação em Sistemas de Informação) – Faculdade de Informática, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

CAMPOS, Jorge; GUIMARÃES, Sebastião. **Em Busca da Eficácia em Treinamento**. São Paulo: Associação Brasileira de Treinamento e Desenvolvimento, 2008. 107 p.

CAMPOS, Márcia de Borba. **Ambiente Telemático de Interação e Comunicação para Suporte à Educação Bilíngue de Surdos**. 2001. 95 f. Tese (Doutorado em Informática na Educação) – Programa de Pós-graduação em Informática na Educação, Centro Interdisciplinar de Novas Tecnologias na Educação, UFRGS, Porto Alegre.

CONNORS, Erin C.; Yazzolino, Lindsay A.; Sánchez, Jaime; Merabet, Lotfi B.. **Development Of An Audio-based Virtual Gaming Environment To Assist With Navigation Skills In The Blind**. 2014. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3641639/pdf/nihms546296.pdf>>. Acesso em: 25 Jun. 2014.

CONNORS, Erin C.; Chrastil, Elizabeth R.; Sánchez, Jaime; Merabet, Lotfi B. **Virtual environments for the transfer of navigation skills in the blind: a comparison of directed instruction vs. video game based learning approaches**. 2014. Disponível em: <http://people.bu.edu/chrastil/posters/Connors_Virtual_Env_Transfer_Nav_Skills.pdf>. Acesso em: 6 Jul. 2014.

CONNORS, Erin C.; Chrastil, Elizabeth R.; Sánchez, Jaime; Merabet, Lotfi B. **Action video game play and transfer of navigation and spatial cognition skills in adolescents who are blind**. 2014. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3949101/pdf/fnhum-08-00133.pdf>>. Acesso em: 6 jul. 2014.

DUTRA, Claudia Pereira. Apresentação. In. Mota, Maria Glória Batista da. **Orientação e mobilidade conhecimentos básicos para a inclusão da pessoa com deficiência visual**. Brasília: MEC, SEESP, 2003. p. 5-7.

ESPINOZA, Matías Daniel. **Videojuego para la construcción de un modelo mental de un sistema de referencias para personas ciegas**. 123 f. Universidad de Chile, Faculdade de Ciencias Físicas y Matemáticas, departamento de Ciencias de la computación. Santiago de Chile: 2013.

GARCIA, Nely. Capítulo 4. In. Mota, Maria Glória Batista da. **Orientação e mobilidade conhecimentos básicos para a inclusão da pessoa com deficiência visual**. Brasília: MEC, SEESP, 2003. p. 68-120.

GARCIA, Jesus Carlos Delgado; GALVÃO FILHO, Teófilo Alves. Conceitos - Aquisição Básica para a Orientação e Mobilidade. **Pesquisa Nacional de Tecnologia Assistiva**. São Paulo: ITS Brasil/MCTI-SECIS, 2012. Disponível em: <http://www.galvaofilho.net/noticias/pesquisa_TA.htm>. Acesso em: 23 mar. 2014.

GUEDES, Fernando da Silva; MATHIAS, Rodrigo Gonçalves. **Braille2Text. SMS para pessoas que são cegas**. 2013. 99f. Dissertação (Graduação em Sistemas de Informação) – Faculdade de Informática, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

GUNSON, Nancie et al. **Usability evaluation of voiceprint authentication in automated telephone banking: Sentences versus digits**. Disponível em: <http://www.research.ed.ac.uk/portal/files/11914384/Gunson_5.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2014.

HEISSLER, Bruno; SILVA, Tatiane Pires. **BRAILLE2TEXT: Análise do protótipo e validação da usabilidade**. 2014. 86 f. Monografia (Graduação em Sistemas de Informação) – Faculdade de Informática, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

KARAOCA, Dilek; KARAOCA, Adem. Designing an Interactive Museum Guide: A Case Study for Mobile Software Development. In: **Advances and Applications in Mobile Computing**. Rijeka: InTech, 2012, p. 185-200.

KESSELER, Leila. **Educação Especial - produção de material didático em Geografia**. Disponível em:

<<http://leilakessler.blogspot.com.br/2011/09/educacao-especial-producao-de-material.html>> Acesso em: 23 mar. 2014.

KUFLIK, Tsvi et al. A different kind of experience: Using a smart mobile guide for education and aging research at the Hecht museum. **The annual conference of Museums and the Web**. April 17-20, 2013. Portland, OR, USA. Disponível em: <<http://mw2013.museumsandtheweb.com/paper/hecht-smart-mobile-guide/>>. Acesso em: 30 mar. 2014.

MAFFRA, Stella Maria. **Mapas Conceituais Como Recurso Facilitador da Aprendizagem Significativa – Uma Abordagem Prática**. 2001. 129 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, Rio de Janeiro, 2011.

MAIRENA, Javier. **Videojuegos Accesibles, por qué y cómo hacerlos**. 2009. 1. ed. Disponível em: <<http://www.javiermairena.net/docs/videojuegosaccesibles.pdf>>. Acesso em: 26 mai. 2014.

MARQUES, António Manuel de Miranda. **Utilização Pedagógica de Mapas Mentais e de Mapas Conceituais**. 2008. 153 f. Dissertação (Mestrado em Expressão Gráfica, Cor e Imagem) – Universidade Aberta, Lisboa, 2008.

MARTINS, Anderson; SANTANA, Regis. **Redesenho do software AbES para mobile**. 2013. 95 f. Monografia (Graduação em Sistemas de Informação) – Faculdade de Informática, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

MARTY, Paul F. My lost museum - User expectations and motivations for creating personal digital collections on museum websites. **Library & Information Science Research**, Boston, v. 33, n.3, p 211-219. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0740818811000351>>. Acesso em: 25 mar. 2014.

MASI, Ivete. Conceitos - Aquisição Básica para a Orientação e Mobilidade. In. Mota, Maria Glória Batista da. **Orientação e mobilidade conhecimentos básicos para a inclusão da pessoa com deficiência visual**. Brasília: MEC, SEESP, 2003. p. 37-55.

MAZZARO, José Luiz. **Mas, afinal, o que é orientação e mobilidade?** In. Mota, Maria Glória Batista da. **Orientação e mobilidade conhecimentos básicos para a inclusão da pessoa com deficiência visual**. Brasília: MEC, SEESP, 2003. p. 17-19.

MERABET, Lotfi B.; Connors, Erin C.; Halko, Mark A.; Sánchez, Jaime. **Teaching the Blind to Find Their Way by Playing Video Games**. 2012. Canada. Disponível em: <<http://www.plosone.org/article/fetchObject.action?uri=info%3Adoi%2F10.1371%2Fjournal.pone.0044958&representation=PDF>>. Acessado em: 24 jun. 2014.

MOTA, Maria Glória Batista da. **Orientação e mobilidade - conhecimentos básicos para a inclusão da pessoa com deficiência visual**. Elaboração Edileine Vieira Machado et al. - Brasília: MEC, SEESP, 2003.

NIELSEN, Jakob. **Usability Engineering**. California: Elsevier, 1993. 362p.

OLIVEIRA, Joao Miguel Gonçalves de. **CogniMobile: Diferenças Cognitivas e os Dispositivos Móveis**. 2011. 95 f. Dissertação (Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Informática e de Computadores) – Instituto Superior Técnico – Universidade Técnica de Lisboa. Disponível em: <https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/downloadFile/395143120094/dissertacao.pdf>

PINTO, Daniel Luz Woo; PEREIRA, Muriel Garrido. **Ed-AbES – Editor of Audio-based Environment Simulator**. 2014. Monografia (Graduação em Sistemas de Informação) – Faculdade de Informática, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO GRANDE DO SUL. Biblioteca Central Ir. José Otão. **Modelo para apresentação de trabalhos acadêmicos, teses e dissertações elaborado pela Biblioteca Central Irmão José Otão**. 2011. Disponível em: <www.pucrs.br/biblioteca/trabalhosacademicos>. Acesso em: 30 mar. 2014.

PRATES, Raquel Oliveira; BARBOSA, Simone Diniz Junqueira. Avaliação de Interfaces de Usuário - Conceitos e Métodos, 2003, Rio de Janeiro. **Anais do XXIII Congresso Nacional**. Rio de Janeiro: SBC, 2003. Disponível em: <http://www2.serg.inf.puc-rio.br/docs/JAI2003_PratesBarbosa_avaliacao.pdf>. Acesso em: 7 abr. 2014.

PREECE, Jennifer; ROGERS, Yvonne; SHARP, Helen – **Interaction design: beyond human-computer interaction**. Editora: John Wiley & Sons, cop. 2002. 519p.

PRENSKY, Marc. The Motivation of Gameplay or, the REAL 21st century learning revolution. **On the Horizon**, Bingley, v. 10, n. 1, 2002. Disponível em: <<http://www.deepfun.com/wp-content/uploads/2013/09/Prensky-The-Motivation-of-Gameplay-OTH-10-1.pdf>>. Acesso em: 30 mar. 2014.

RODRIGUES, Carlos Eduardo M. **Um dispositivo háptico de auxílio à navegação para deficientes visuais**. 2006. 63 f. Monografia (Graduação em Ciência da Computação) – Centro de Informática, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2006.

SÁNCHEZ, Jaime. **User-Centered Technologies for Blind Children**. **Human Technology Journal**, 45(2), November 2008, p. 96-122

SÁNCHEZ, et al. **Blind Children Navigation through Gaming and Associated Brain Plasticity**, In Proc. of the Virtual Rehabilitation 2009 International Conference, Haifa, Israel, IEEE, pp. 29-36, 2009.

SÁNCHEZ, Jaime. et al. **Desarrollo de habilidades de navegación a través de videojuegos basados en audio. Actas del Primer Congreso Interdisciplinario de Investigación en Educación** (CIIE, 30 Septiembre-1 Octubre 2010), Santiago, Chile (pp. 1-8).

SÁNCHEZ, Jaime; ALARCÓN, P. Una herramienta digital para aprender con mapas conceptuales. En Sánchez, J. (Ed.) **Memorias IX Taller Internacional de Software Educativo**. Santiago: 2014, p. 102-111.

SÁNCHEZ, Jaime; ALARCÓN, P. Construcción de Conocimiento con Editores de Mapas Conceptuales. En Sánchez, J. (Ed.) **Nuevas Ideas en Informática Educativa**, Santiago: 2005, Lom Ediciones S.A., p. 202-211.

SÁNCHEZ, Jaime; CAMPOS, Marcia. **Development of Navigation Skills through Audio Haptic Videogaming in Learners who are Blind**. 2013. Disponível em: <http://www.jucs.org/jucs_19_18/development_of_navigation_skills/jucs_19_18_2677_2697_Sánchez.pdf>. Acesso em: 20 jun. de 2014.

SÁNCHEZ, Jaime; FLORES, Hector. **Concept Mapping for Virtual Rehabilitation and Training of the Blind. IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering**. 2010. Disponível em: <<http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5256274>>. Acesso em: 07 abr. de 2014.

SHIROGANE, Junko; MORI, Takashi; IWATA, Hajime; FUKAZAWA, Yoshiaki. **Accessibility Evaluation for GUI Software Using Source Programs**. JCKBSE, 2008. p. 135-144.

SHNEIDERMAN, Ben. **Designing the User Interface - Strategies for effective Human-Computer interaction**. Maryland: Addison Wesley Longman, 1998. 639 p.

VENTORINI, Silvia Elena; FREITAS, Maria Isabel Castreghini de. Pesquisa e Perspectiva na Alfabetização Cartográfica de Alunos Cegos e com Visão Subnormal. In: **X Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada**. Geo UERJ Revista do Departamento de Geografia. Rio de Janeiro, 2003, p. 382-392. Disponível em: <<http://www.cibergeo.org/XSBGFA/>>. Acesso em: 30 mar. 2014.

Winckler, Marco; Pimenta, Marcelo. **Avaliação de Usabilidade de Sites Web**. 2002. Disponível em: <<http://www.funtec.org.ar/usabilidadesitiosweb.pdf>>. Acesso em: 15 jun. de 2014.

APÊNDICE A – Questionário aplicado ao avaliador de usabilidade

Dados do avaliador

1. Nome: _____

2. Idade: _____

3. Gênero: () feminino ou () masculino

4. Atua na área de IHC? _____ Se sim, quanto tempo de atuação: _____

5. Tem experiência em avaliação de sistemas baseada em IHC? Se sim, descreva.

6. Você conhece o museu de ciências e tecnologia da PUCRS:

() Não conheço.

() Conheço pouco.

() Conheço, mas não me localizo no ambiente.

() Conheço e me localizo bem.

7. Tem experiência na avaliação de videogames? Se sim, descreva.

I. Visibilidade do estado do sistema	Concordo totalmente	Concordo parcialmente	Neutro	Discordo parcialmente	Discordo totalmente
1.1. O aplicativo mostra claramente onde o usuário está.					
1.2. O aplicativo mostra as possíveis opções disponibilizadas para o usuário.					
1.3. O usuário consegue perceber o que tem a sua volta.					

II. Relação entre sistema e mundo real	Concordo totalmente	Concordo parcialmente	Neutro	Discordo parcialmente	Discordo totalmente
2.1. A linguagem é clara.					
2.2. Os conceitos utilizados são compreensíveis.					
2.3. As palavras são de significado conhecido.					
2.4. As sequências das ações para completar as tarefas ocorrem de forma adequada.					

III. Controle e liberdade do usuário	Concordo totalmente	Concordo parcialmente	Neutro	Discordo parcialmente	Discordo totalmente
3.1. O aplicativo informa ao usuário claramente como sair de um estado indesejado.					
3.2. É fácil voltar exatamente ao ponto anterior.					
3.3. É fácil retornar ao início de qualquer ponto do jogo.					

IV. Consistência e padronização	Concordo totalmente	Concordo parcialmente	Neutro	Discordo parcialmente	Discordo totalmente
4.1. Há coerência entre as opções do aplicativo e o que elas fazem.					
4.2. Existe padronização na localização de opções do menu que tem as mesmas funcionalidades.					

V. Prevenção de erros	Concordo totalmente	Concordo parcialmente	Neutro	Discordo parcialmente	Discordo totalmente
5.1. O aplicativo evita que erros aconteçam.					
5.2. É possível prever possíveis					

erros.					
--------	--	--	--	--	--

VI. Reconhecimento ao invés de memorização	Concordo totalmente	Concordo parcialmente	Neutro	Discordo parcialmente	Discordo totalmente
6.1. Os sons são facilmente identificáveis.					
6.2. As opções do aplicativo indicam claramente o que fazem.					
6.3. O aplicativo permite que o usuário possa saber o que ele pode fazer em cada parte do aplicativo.					

VII. Flexibilidade e eficiência de uso	Concordo totalmente	Concordo parcialmente	Neutro	Discordo parcialmente	Discordo totalmente
7.1. As opções do menu são facilmente acessadas.					
7.2. O usuário consegue acessar as opções do menu sem que necessite realizar a leitura de todas as opções.					
7.3. O padrão de entrada de dados no aplicativo facilita o seu uso.					

VIII. Projeto estético e minimalista	Concordo totalmente	Concordo parcialmente	Neutro	Discordo parcialmente	Discordo totalmente
8.1. As informações apresentadas ao usuário são relevantes.					
8.2. As opções estão bem definidas no menu.					

IX. Reconhecimento, diagnóstico e recuperação de erros	Concordo totalmente	Concordo parcialmente	Neutro	Discordo parcialmente	Discordo totalmente
9.1. É fácil reconhecer quando ocorre um erro.					

9.2. Quando ocorre um erro, o aplicativo o indica claramente.					
9.3 Quando ocorre um erro, existem mecanismos para resolvê-los.					

X. Ajuda e Documentação	Concordo totalmente	Concordo parcialmente	Neutro	Discordo parcialmente	Discordo totalmente
10.1. Há opção de ajuda para o usuário.					
10.2. As informações da ajuda são adequadas.					
10.3. As informações de como proceder durante o jogo são facilmente encontradas e acessadas.					

XI. Tratamento do conteúdo (áudio).	Concordo totalmente	Concordo parcialmente	Neutro	Discordo parcialmente	Discordo totalmente
11.1. A qualidade do som é adequada.					
11.2. A velocidade do som é adequada.					
11.3. A opção de aumentar a velocidade da reprodução é útil.					

XII. Tratamento do conteúdo (tátil).	Concordo totalmente	Concordo parcialmente	Neutro	Discordo parcialmente	Discordo totalmente
12.1. Há vibrações em momentos adequados.					
12.2. As vibrações têm intensidades adequadas.					
12.3. As vibrações têm durações adequadas.					
12.4. O feedback para as ações táteis do aplicativo são efetivas.					

Como você avalia o mAbES de forma geral?	Concordo totalmente	Concordo parcialmente	Neutro	Discordo parcialmente	Discordo totalmente

I. Visibilidade do estado do sistema.					
II. Relação entre sistema e mundo real.					
III. Controle e liberdade do usuário.					
IV. Consistência e padrões.					
V. Prevenção de erros.					
VI. Reconhecimento ao invés de memorização.					
VII. Flexibilidade e eficiência de uso.					
VIII. Projeto estético e minimalista.					
IX. Reconhecimento, diagnóstico e recuperação de erros					
X. Ajuda e Documentação					
XI. Tratamento do conteúdo (áudio).					
XII. Tratamento do conteúdo (tátil).					

APÊNDICE B – Questionário aplicado a usuários finais

1. Idade: _____
2. Gênero: () feminino ou () masculino
3. Nível de acuidade visual: () cegueira ou () baixa visão, quanto de visão?

4. Cegueira congênita () ou () Adquirida, quanto tempo? _____
5. Escolaridade: _____
6. Utiliza Braille desde quando: _____
7. Utiliza aplicativos baseados em áudio para dispositivos móveis? ____ Em caso afirmativo, aproximadamente há quanto tempo? _____ Cite alguns:

8. Qual o sintetizador de voz utilizado no seu celular? _____
9. Utiliza outros aplicativos em dispositivos móveis? _____ Quais?

10. Utiliza software leitor de tela no computador? Em caso afirmativo, qual?

11. Com relação às perguntas 7 e 9, tem alguma dificuldade para utilizar esses aplicativos para dispositivos móveis? _____
12. Utiliza qual sistema operacional em *smartphones*?

Perguntas	Concordo totalmente	Concordo parcialmente	Neutro	Discordo parcialmente	Discordo totalmente
Consigo usar facilmente o aplicativo por meio das opções disponíveis.					
Consigo entender facilmente as informações sonoras.					
Os sons do aplicativo são claramente identificáveis.					
Os sons do aplicativo me transmitem					

informações úteis.					
Consigo entender facilmente o retorno de uma vibração.					
A intensidade do retorno de vibração é adequada.					
O retorno de vibração ocorre em momentos adequados.					
O uso do recurso de vibração é útil.					
Consigo entender o que preciso fazer no sistema.					
Sei o que devo fazer se ocorrer um erro.					
Consigo facilmente compreender uma mensagem recebida.					
O aplicativo é fácil de usar.					
O aplicativo é fácil de aprender a usar.					
A linguagem utilizada está adequada para as mensagens que o aplicativo precisa transmitir ao dar instruções ou <i>feedback</i> .					
As opções estão claramente distribuídas na tela. (*)					
As opções estão claramente identificadas na tela. (*)					
O aplicativo ajudou na comunicação utilizando o sistema Braille.					

Recomendaria esse aplicativo para outras pessoas.					
Voltaria a utilizar o aplicativo.					
Apreendi com o uso desse aplicativo.					
Consigo compreender o ambiente que está sendo representado no aplicativo.					

(*): aplicável somente quando o usuário tem, no mínimo, baixa visão.

1. Para o que acha que serve o aplicativo?

2. O que mais gostou no aplicativo?

3. O que menos gostou no aplicativo?

4. Tens sugestões para o aplicativo?

5. Você gostaria de ter esse aplicativo? Se sim, porquê?

APÊNDICE C – Termo de consentimento livre e esclarecido (Usuário final)

Prezado(a) participante:

Nós (Juliana Damasio e Tasmay Inácio) somos estudante do curso de graduação na Faculdade de Sistemas de Informação da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Estamos realizando uma pesquisa sob supervisão da professora Dr. Márcia de Borba Campos. O objetivo de nosso trabalho é realizar a avaliação de usabilidade e impacto cognitivo de um aplicativo móvel baseado em áudio como recurso para mobilidade e orientação de pessoas que são cegas ou com baixa visão. Este aplicativo é o mAbES, que é uma aplicação de dispositivo móvel para mobilidade, desenvolvida por alunos da PUCRS.

Sua participação envolve visitas ao Museu de Ciências e Tecnologia da PUCRS (não haverá custos referente ao ingresso no museu) e o uso do mAbES. Além disso, será preciso responder a questionários, elaborar mapas táteis e fazer uso da aplicação mAbES, para que possamos coletar dados e, assim, analisá-los, buscando contribuir para a melhoria do aplicativo e para os estudos em IHC. Será necessário registrar a sua participação através de fotos e vídeo.

Sua participação nesse estudo é voluntária e se você decidir não participar ou quiser cancelar sua participação em qualquer momento, tem absoluta liberdade de fazê-lo.

Na publicação dos resultados desta pesquisa, sua identidade será mantida no mais rigoroso sigilo. Serão omitidas todas as informações que permitam identificá-lo(a).

Mesmo não tendo benefícios diretos em participar, indiretamente você estará contribuindo para a compreensão do fenômeno estudado e para a produção de conhecimento científico.

Quaisquer dúvidas relativas à pesquisa poderão ser esclarecidas pelos pesquisadores no telefone 3320-3558 (Profa. Marcia de Borba Campos) ou pelos e-mails marcia.campos@pucrs.br, juliana.damasio@acad.pucrs.br e tasmay.inacio@acad.pucrs.br

Atenciosamente,

Nome e assinatura do(a) estudante

Matrícula: _____

Nome e assinatura do(a) estudante

Matrícula: _____

Local e data

Nome e assinatura do(a) professor(a) supervisor(a)/orientador(a)

Matrícula: _____

Consinto em participar deste estudo e declaro ter recebido uma cópia deste termo de consentimento.

Nome do participante

Assinatura do participante

Local e data

Eu, _____, portador do RG nº: _____, confirmo que Juliana Damasio e Tasmay Inácio explicaram-me os objetivos desta pesquisa, bem como, a forma de participação. As alternativas para participação do menor _____ também foram discutidas. Eu li e compreendi este Termo de Consentimento, portanto, eu concordo em dar meu consentimento para o menor participar como voluntário desta pesquisa.

Local e data

Nome do responsável ou representante legal

Assinatura do responsável ou representante legal

APÊNDICE D – Termo de consentimento livre e esclarecido (Avaliador)

Prezado(a) Avaliador:

Nós (Juliana Damasio e Tasmay Inácio) somos estudante do curso de graduação na Faculdade de Sistemas de Informação da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Estamos realizando uma pesquisa sob supervisão da professora Dr. Márcia de Borba Campos. O objetivo de nosso trabalho é realizar a avaliação de usabilidade e de impacto cognitivo de um aplicativo móvel baseado em áudio como recurso para mobilidade e orientação de pessoas que são cegas ou com baixa visão. Este aplicativo é o mAbES, que é uma aplicação de dispositivo móvel para mobilidade, desenvolvida por alunos da PUCRS.

Sua participação envolve utilizar o mAbES e responder questionários para a avaliação desse aplicativo para que possamos coletar dados e, assim, analisá-los, buscando contribuir para a melhoria do aplicativo e para os estudos em IHC. Será necessário registrar a sua participação através de fotos e vídeo.

Sua participação nesse estudo é voluntária e se você decidir não participar ou quiser cancelar sua participação em qualquer momento, tem absoluta liberdade de fazê-lo.

Mesmo não tendo benefícios diretos em participar, indiretamente você estará contribuindo para a compreensão do fenômeno estudado e para a produção de conhecimento científico.

Quaisquer dúvidas relativas à pesquisa poderão ser esclarecidas pelos pesquisadores no telefone 3320-3558 (Profa. Marcia de Borba Campos) ou pelos e-mails marcia.campos@pucrs.br, juliana.damasio@acad.pucrs.br e tasmay.inacio@acad.pucrs.br

Atenciosamente,

Nome e assinatura do(a) estudante

Matrícula: _____

Nome e assinatura do(a) estudante

Matrícula: _____

Local e data

Nome e assinatura do(a) professor(a) supervisor(a)/orientador(a)

Matrícula: _____

Consinto em participar deste estudo e declaro ter recebido uma cópia deste termo de consentimento.

Nome do avaliador

Assinatura do avaliador

Local e data

APÊNDICE E – Questionário de avaliação dos sons

Se usuário cego:

1. Idade: _____
2. Gênero: () feminino ou () masculino
3. Nível de acuidade visual: () cegueira ou () baixa visão, quanto de visão?

4. Cegueira congênita () ou () Adquirida, quanto tempo? _____
5. Escolaridade: _____

Se usuário vidente:

1. Nome: _____
2. Idade: _____
3. Gênero: () feminino ou () masculino
4. Atua na área de IHC? _____ Se sim, quanto tempo de atuação: _____
5. Tem experiência em avaliação de sistemas baseada em IHC? _____ Se sim, descreva.

6. Tem experiência na avaliação de videogames? _____ Se sim, descreva.

7. Conhece a norma técnica No 21 / 2012 / MEC / SECADI /DPEE? _____

Nome do arquivo de áudio	Quantidade de repetições	Opção (Original ou Sugerida ou outra)	Observação
01SomArmarioCozinha_VS.mp3			
02SomBanheiro_VS			
03SomBoxBanheiro_VS.mp3			
04SomCadeiraDeEspera_VS.mp3			

05SomCama_VS.mp3			
06SomDormitorio_VS.mp3			
07SomEstante_VS.mp3			
08SomFerrodePassar_VS.mp3			
09SomFogao_VS.mp3			
10SomFreezerComSeloProcessel_VS.mp3			
11SomMesa_VS.mp3			
12SomVasoSanitario_VS.mp3			
13SomSimEsquerdaCozinha_VS.mp3			
14SomLinhaEnergiaNuclear_VS.mp3			
15SomDescricaoDaCasaInteligente_VS.mp3			
16SomOrientacoesSegundoAndar_VS.mp3			

Descrição original	Audio original	Descrição com sugestão de melhoria	Som com sugestão de melhoria
Este é o armário da cozinha; em cima do armário tem um liquidificador.	01SomArmárioCozinha.mp3	Este é o armário da cozinha: ele é branco e possui 3 portas; em cima dele tem um liquidificador branco.	01SomArmarioCozinha_VS.mp3
No banheiro, tem a sua esquerda um box com chuveiro elétrico. Ao apertar o botão chuveiro entra funcionamento. Coloque sua mão para medir a temperatura da água. Peça para o mediador lhe informar o valor do consumo de energia nessa temperatura. Peça para ele mudar a temperatura e depois, coloque novamente sua mão na água e meça a temperatura. Pergunte para	02SomBanheiro.mp3	No banheiro, tem a sua esquerda um box de vidro, com 180 centímetros de altura com chuveiro elétrico. Ao apertar o botão que encontrasse na sua esquerda, o chuveiro entra em funcionamento. Coloque sua mão para medir a temperatura da água. Peça para o mediador lhe informar o valor do consumo de energia nessa temperatura. Peça para ele	02SomBanheiro_VS.mp3

<p>o mediador qual é o consumo com a nova temperatura. Gire trezentos e sessenta graus e volte para o escritório e gire noventa graus à esquerda, nove horas, para conhecer o dormitório ou noventa graus à direita, três horas, para voltar para a sala.</p>		<p>mudar a temperatura e, depois, coloque novamente sua mão na água e meça a temperatura. Pergunte para o mediador qual é o consumo com a nova temperatura. Saia do banheiro, vire para a direita e ande três passos para voltar ao escritório. Gire noventa graus à esquerda, nove horas, para conhecer o dormitório ou noventa graus à direita, três horas, para voltar para a sala.</p>	
<p>Cuidado aqui está o box do banheiro; dentro do box está o chuveiro.</p>	<p>03SomBoxeBanheiro.mp3</p>	<p>A sua frente está o box de vidro do banheiro, com 180 centímetros de altura; dentro do box está o chuveiro.</p>	<p>03SomBoxeBanheiro_VS.mp3</p>
<p>Isto é uma cadeira de espera. Mais acima está instalado o ar-condicionado sem o selo Procel.</p>	<p>04SomCadeiraDeEspera.mp3</p>	<p>Isto é um sofá azul de espera, com 3 lugares. Mais acima está instalado o ar-condicionado branco sem o selo Procel.</p>	<p>04SomCadeiraDeEspera_VS.mp3</p>
<p>Isto é uma cama de solteiro.</p>	<p>05SomCama.mp3</p>	<p>Isto é uma cama box de solteiro, coberta com edredom verde.</p>	<p>05SomCama_VS.mp3</p>
<p>Agora você está no dormitório. Na sua frente está uma cama com quadro do ciclo da energia. A sua direita está um abajur com uma lâmpada incandescente. Na sua esquerda está o aquecedor e o secador de cabelo. Os eletrodomésticos estão dentro da caixa de acrílico. Coloque a sua mão em frente desses eletrodomésticos. Solicite para o mediador o valor do consumo de energia elétrica dos dois eletrodomésticos. Caso, queira voltar para a sala, gire trezentos e sessenta graus ou vá doze horas e siga em frente.</p>	<p>06SomDormitório1.mp3</p>	<p>Agora você está no dormitório. Na sua frente está uma cama box com quadro do ciclo da energia. A sua direita está um abajur de 43 centímetros de altura na cor branca, de plástico e com uma lâmpada incandescente acesa. Na sua esquerda está o aquecedor cinza, com 30 centímetros de altura e o secador de cabelo na cor preta. Os eletrodomésticos estão dentro da caixa de acrílico. Coloque a sua mão em frente desses eletrodomésticos. Solicite para o mediador o valor do consumo de energia elétrica dos dois eletrodomésticos. Caso queira voltar para a sala, gire 180 graus ou vá doze horas e siga em frente.</p>	<p>06SomDormitorio_VS.mp3</p>

Isto é uma estante. Nela foi colocado uma televisão e um aparelho de DVD.	07SomEstante.mp3	Isto é uma estante de madeira, com cor marfim e 190 centímetros de altura. Na estante tem uma televisão de 24 polegadas e um aparelho de DVD preto, com 45 centímetros de comprimento.	07SomEstante_VS.mp3
Esta é a mesa com o ferro de passar roupas.	08SomFerroDePassar.mp3	Esta é a mesa branca com capa cinza; em cima dela está o ferro de passar roupas.	08SomFerrodePassar_VS.mp3
Este é um fogão.	09SomFogão.mp3	Este é um fogão com 4 bocas na cor branca.	09SomFogao_VS.mp3
Este é o freezer com o selo Procel.	10SomFreezerComSeloProcel.mp3	Este é o freezer branco de 280 litros com o selo Procel.	10SomFreezerComSeloProcel_VS.mp3
Isto é uma mesa.	11SomMesa.mp3	Isto é uma bancada em U de madeira e ferro, acompanhando a parede, totalizando 10 lugares. Existem 10 computadores, distribuídos na bancada. E há uma cadeira próxima a cada computador.	11SomMesa_VS.mp3
Isto é o vaso sanitário.	12SomVasoSanitário.mp3	Isto é o vaso sanitário branco de cerâmica.	12SomVasoSanitario_VS.mp3
Você clicou em sim. O fogão faz parte da cenografia da cozinha, logo não poderá interagir com ele. O primeiro eletrodoméstico para interagir é o liquidificador, depois a máquina de lavar louças e máquina de lavar roupas. Solicite ao mediador o consumo de energia de cada eletrodoméstico.	13SomSimEsquerdaCozinha_VS.mp3	Você clicou em sim. O fogão faz parte da cenografia da cozinha, mas não permite interação. O primeiro eletrodoméstico para interagir é o liquidificador que está localizado a esquerda, em cima do balcão; máquina de secar roupas localizada ao lado do balcão e a máquina de lavar roupas. Solicite ao mediador o consumo de energia de cada eletrodoméstico.	13SomSimEsquerdaCozinha_VS.mp3

<p>Linha energia nuclear. O uso da energia dos átomos como fonte para geração de energia elétrica. Estação <i>Usina Nuclear</i>. Nesta estação mostra o funcionamento de uma <i>Usina Nuclear</i>. Antes de produzir a energia, aproxime-se do experimento e toque na alavanca. Vamos produzir energia? Toque em sim ou não. Sim fica no botão de cima; não no botão de baixo.</p>	<p>14Soar-linha-energia-nuclear-o1f6.mp3</p>	<p>Linha energia nuclear. O uso da energia dos átomos como fonte para geração de energia elétrica. Estação <i>Usina Nuclear</i>. Nesta estação mostra o funcionamento de uma <i>Usina Nuclear</i>. Antes de produzir a energia, aproxime-se do experimento e toque na alavanca que está localizada a esquerda, no início do experimento. Vamos produzir energia? Toque em sim ou não. Sim fica no botão de cima; não no botão de baixo.</p>	<p>14SomLinhaEnergiaNuclear_VS.mp3</p>
<p>A Casa Inteligente possui três quartos, onde em cada quarto possui características diferentes. Em um dos quartos tem uma televisão, no outro há uma mesa e assim por diante. Esta casa possui uma característica de desligar as luzes automaticamente após um período sem movimento.</p>	<p>15DescricaoDaCasaInteligente.mp3</p>	<p>A Casa Inteligente possui 5 cômodos: sala, cozinha, escritório, banheiro e quarto. Esta casa possui uma característica de desligar as luzes automaticamente após um período sem movimento.</p>	<p>15SomDescricaoDaCasaInteligente_VS.mp3</p>
<p>Você está no segundo andar. Para subir para o terceiro andar, deve subir na escada rolante que está alguns passos afrente.</p>	<p>16SomOrientacoesSegundoAndar.mp3</p>	<p>Você está no segundo andar. Para subir para o terceiro andar, deve subir na escada rolante que está a seis passos à frente.</p>	<p>16SomOrientacoesSegundoAndar_VS.mp3</p>

APÊNDICE F – Piloto para validação de coleta de dados e procedimentos de O&M

Anterior a execução dos testes junto aos usuários finais, para que fossem validados os procedimentos de coleta de dados bem como os procedimentos de orientação e mobilidade no que se refere a condução dos participantes com deficiência visual, elaboramos um teste piloto com dois voluntários videntes.

O teste consistiu no voluntário representar o papel do usuário com deficiência visual, utilizando uma venda conforme Figura 46.

Figura 46 - Teste Piloto



Fonte: As autoras (2014)

Legenda: Usuários vendados representando usuários com deficiência visual

Para o usuário 1 (à esquerda na Figura 46), foi disponibilizado o mAbES para uso antes da visita ao MCT. O usuário deveria explorar livremente o aplicativo, mas teve como objetivo, a mesma instrução dada ao usuário 2 (à direita na Figura 46). Após concluir o percurso virtualmente, o usuário respondeu ao questionário de usabilidade e representou graficamente o espaço visitado. Depois, o mesmo usuário foi conduzido até o MCT e realizou a mesma tarefa, conforme seção 6.4.2 deste TCC, Subgrupo 2.

Para o usuário 2, foi disponibilizado o mAbES para uso *in loco*. Foi dado instruções sobre o funcionamento do aplicativo e após, o usuário foi vendado e deu-se a ele a opção da escolha pela navegação preferida, conforme seção 6.4.3. O usuário realizou o percurso, tendo como objetivo chegar ao terceiro andar e

APÊNDICE G – Tabela de Sons mAbES

Som original	Requisito	Sugestão de Som ²¹
Este é o armário da cozinha; em cima do armário tem um liquidificador.	2, 3, 13	Este é o armário branco com 3 portas da cozinha; em cima do armário tem um liquidificador branco.
Se você vem da entrada da <i>Casa Genial</i> , gire noventa graus a esquerda ou vá para nove horas e vá em frente. Se você vem da cozinha, noventa graus a direita ou vá para três horas e vá em frente. Neste corredor você vai conhecer a sala de escritório, o banheiro e o dormitório.	A	
Isto é um balcão.	3, 13	Isto é um balcão branco, com 88 centímetros de altura.
No banheiro, tem a sua esquerda um box com chuveiro elétrico. Ao apertar o botão o chuveiro entra funcionamento. Coloque sua mão para medir a temperatura da água. Peça para o mediador lhe informar o valor do consumo de energia nessa temperatura. Peça para ele mudar a temperatura e depois, coloque novamente sua mão na água e meça a temperatura. Pergunte para o mediador qual é o consumo com a nova temperatura. Gire trezentos e sessenta graus e volte para o escritório e gire noventa graus à esquerda, nove horas, para conhecer o dormitório ou noventa graus a direita, três horas, para voltar para a sala.	2, 3, 13	No banheiro, tem a sua esquerda um box de vidro, com 180 centímetros de altura com chuveiro elétrico. Ao apertar o botão que encontrasse na sua esquerda o chuveiro entra em funcionamento. Coloque sua mão para medir a temperatura da água. Peça para o mediador lhe informar o valor do consumo de energia nessa temperatura. Peça para ele mudar a temperatura e depois, coloque novamente sua mão na água e meça a temperatura. Pergunte para o mediador qual é o consumo com a nova temperatura. Saia do banheiro para ir ao escritório trezentos e sessenta graus e volte para o escritório e gire noventa graus à esquerda, nove horas, para conhecer o dormitório ou noventa graus a direita, três horas, para voltar para a sala.
Isto é um bidê.	3, 13	Isto é um bidê de madeira e cor marfim, com 50 centímetros de altura.
Cuidado aqui está o box do banheiro; dentro do box está o chuveiro.	2, 3, 13	A sua frente está o box de vidro do banheiro, com 180 centímetros de altura; dentro do box está o chuveiro.
Isto é uma cadeira de espera. Mais acima está instalado o ar-	3, 13	Isto é um sofá azul de espera. Mais acima está instalado o ar-

²¹ Durante o TCC 2 foram realizadas visitas ao Museu para confirmar a disposição das ilhas de experimentos no espaço e as cores, os tipos de materiais e as dimensões de cada experimento. Quantidade de portas nos armários e a capacidade dos refrigeradores são exemplos de melhorias sugeridas.

condicionado sem o selo Procel.		condicionado branco e sem o selo Procel.
Isto é uma cama de solteiro.	3, 13	Isto é uma cama box de solteiro, coberta com edredom verde.
<p>Nesse ambiente existem nove eletrodomésticos para que você possa interagir. Na sua direita temos dois refrigeradores com e sem o selo Procel, dois freezers com e sem o selo Procel e um ferro de passar roupas. Na sua esquerda, estão o fogão, o liquidificador, a lava-louças e a lava-roupas. Solicite ao mediador que lhe informe a potência consumida pelo refrigerador com o selo Procel e sem o selo Procel, logo em seguida faça o mesmo procedimento com os freezers. Depois dos freezers, interaja com o ferro de passar; este eletrodoméstico está envolto de acrílico e tem alguns furos para você sentir a temperatura. Cuidado para não queimar os seus dedos, não coloque-os nos furos. Peça ao mediador o valor da potência deste eletrodoméstico. O fogão faz parte da cenografia da cozinha, logo não poderá interagir com ele. O primeiro eletrodoméstico para interagir é o liquidificador, depois a máquina de lavar louças, máquina de lavar roupas, solicite ao mediador o consumo de energia de cada eletrodoméstico. Caso você queira conhecer o dormitório, sala de escritório e banheiro da casa, volte para a sala até encontrar o ponto onde tem o corredor.</p>	3, 13	<p>Nesse ambiente existem nove eletrodomésticos para que você possa interagir. Na sua direita temos dois refrigeradores brancos, um com 300 litros com selo Procel e o outro com 280 litros sem o selo Procel, dois freezers brancos, um com 280 litros com selo Procel e o outro com 218 litros sem selo e um ferro de passar roupas branco com rosa. Na sua esquerda, estão o fogão branco, com quatro bocas, o liquidificador branco, secadora branca e lava-roupas branca. Solicite ao mediador que lhe informe a potência consumida pelo refrigerador com o selo Procel e sem o selo Procel, logo em seguida faça o mesmo procedimento com os freezers. Depois dos freezers, interaja com o ferro de passar; este eletrodoméstico está envolto de acrílico e tem alguns furos para você sentir a temperatura. Cuidado para não queimar os seus dedos, não coloque-os nos furos. Peça ao mediador o valor da potência deste eletrodoméstico. O fogão faz parte da cenografia da cozinha, logo não poderá interagir com ele. O primeiro eletrodoméstico para interagir é o liquidificador, depois a máquina de lavar louças, máquina de lavar roupas, solicite ao mediador o consumo de energia de cada eletrodoméstico. Caso você queira conhecer o dormitório, sala de escritório e banheiro da casa, volte para a sala até encontrar o ponto onde tem o corredor.</p>
Agora que saiu da casa, tente responder alguns desafios. Escute com atenção e escolha o desafio que vai responder: um, quais as contribuições que o selo Procel traz para os consumidores. Dois, qual a	A	

<p>lâmpada da <i>Casa Genial</i> que consome menos energia elétrica. Três, como poderemos economizar energia elétrica na secagem de roupas. Seis, sair.</p>		
<p>Agora você está no dormitório. Na sua frente está uma cama com quadro do ciclo da energia. A sua direita está um abajur com uma lâmpada incandescente. Na sua esquerda está o aquecedor e o secador de cabelo. Os eletrodomésticos estão dentro da caixa de acrílico. Coloque a sua mão em frente desses eletrodomésticos. Solicite para o mediador o valor do consumo de energia elétrica dos dois eletrodomésticos. Caso, queira voltar para a sala, gire trezentos e sessenta graus ou vá doze horas e siga em frente.</p>	3, 13	<p>Agora você está no dormitório. Na sua frente está uma cama box com quadro do ciclo da energia. A sua direita está um abajur de 43 centímetros de altura na cor branca, de plástico e com uma lâmpada incandescente acesa. Na sua esquerda está o aquecedor de cinza, com 30 centímetros de altura e o secador de cabelo preto. Os eletrodomésticos estão dentro da caixa de acrílico. Coloque a sua mão em frente desses eletrodomésticos. Solicite para o mediador o valor do consumo de energia elétrica dos dois eletrodomésticos. Caso, queira voltar para a sala, gire cento e oitenta graus ou vá doze horas e siga em frente.</p>
<p>Se você quiser conhecer a cozinha é só seguir em frente. Se quiser entrar no corredor para conhecer a sala do escritório, o banheiro e o dormitório e vem da entrada da <i>Casa Genial</i>, gire noventa graus à esquerda, nove horas, e vá em frente. Mas se vem da cozinha e quer entrar no corredor gire noventa graus a direita, três horas, e siga em frente.</p>	A	
<p>Você está na frente do banheiro. Para entrar no banheiro, gire noventa graus para a esquerda ou vá para nove horas e siga em frente. Se quiser conhecer o dormitório, basta seguir em frente.</p>	A	
<p>No escritório estão dispostos dez computadores com jogo da <i>Casa Genial</i>, o quadro comparativo de consumo de energia elétrica e o ar-condicionado com selo Procel. Peça para o mediador lhe informar os valores comparativos dos eletrodomésticos da <i>Casa Genial</i>. Para voltar, gire trezentos e sessenta graus ou vá para doze horas e siga em frente. Quando encontrar o corredor, gire noventa graus à direita, três horas, se quiser conhecer o banheiro ou,</p>	2	<p>No escritório estão dispostos dez computadores com jogo da <i>Casa Genial</i>, o quadro comparativo de consumo de energia elétrica e o ar-condicionado com selo Procel. Peça para o mediador lhe informar os valores comparativos dos eletrodomésticos da <i>Casa Genial</i>. Para voltar, gire cento e oitenta graus ou vá para doze horas e siga em frente. Quando encontrar o corredor, gire noventa graus à direita, três</p>

noventa graus à esquerda, nove horas, para voltar para a sala.		horas, se quiser conhecer o banheiro ou, noventa graus à esquerda, nove horas, para voltar para a sala.
Isto é uma estante. Nela foi colocado uma televisão e um aparelho de DVD.	3, 13	Isto é uma estante de madeira, com cor marfim e 190 centímetros de altura. Nela foi colocado uma televisão de 24 polegadas e um aparelho de DVD preto, com 45 centímetros de comprimento.
Esta é a mesa com o ferro de passar roupas.	3, 13	Esta é a mesa branca com capa cinza; em cima dela está o ferro de passar roupas.
Este é um fogão	3, 13	Este é um fogão com 4 bocas na cor branca.
Este é o freezer com o selo Procel.	3, 13	Este é o freezer branco de 280 litros com o selo Procel.
Este é o freezer sem o selo Procel.	3, 13	Este é o freezer branco de 218 litros sem o selo Procel.
<i>Casa Genial</i> está a seu lado. Você sabe quanto gastam os eletrodomésticos de sua casa? A <i>Casa Genial</i> indica para você a potência dos eletrodomésticos e como eles podem ser utilizados de maneira eficiente. Visite a casa, verifique a indicação dos medidores de energia elétrica com a ajuda do mediador. Para entrar na casa, basta girar para o lado oposto de onde está o <i>Trem da Energia</i> .	A	
Você está na frente da sala de escritório. Para entrar na sala, basta girar noventa graus à direita, três horas, e seguir em frente. Se quiser conhecer o banheiro e o dormitório, basta seguir em frente.	A	
Esta é a máquina de lavar louças.	3, 13	Esta é a máquina de lavar louças branca, com capacidade para y litros (item retirado do experimento).
Esta é a máquina de lavar roupas.	3, 13	Esta é a máquina de lavar roupas cor branca, com capacidade para cinco quilos.
Isto é uma mesa.	3, 13	Isto é uma bancada em U de madeira e ferro, acompanhando a parede, totalizando 10 lugares. Existem 10 computadores, distribuídos na bancada. E há uma cadeira próxima a cada computador.
Aqui tem uma das cadeiras da mesa do escritório. Além da	3, 13	Aqui tem uma das cadeiras da mesa do escritório. Além da

cadeira, tem a mesa de escritório onde estão os computadores.		cadeira, tem a mesa branca de madeira onde estão os computadores.
Você está na <i>Casa Genial</i> . Escolha um experimento que você deseja conhecer. Um, <i>Usina Nuclear</i> ; dois, <i>Trem da Energia</i> ; quatro, Explorar livremente o ambiente; cinco, Mais informações; seis, Sair. Qual é a sua escolha?	A	
Se você quiser conhecer a cozinha é só seguir em frente. Se quiser entrar no corredor para conhecer a sala de escritório, o banheiro e o dormitório e vem da entrada da <i>Casa Genial</i> , gire sessenta graus à esquerda, dez horas, e siga em frente. Mas, caso venha da cozinha, gire noventa graus à direita, três horas, e siga em frente. Se mesmo com as orientações você colidir na parede, vá girando para esquerda ou direita e dar um passo para frente até conseguir achar o corredor.	A	
Pergunta dois. Qual a lâmpada da <i>Casa Genial</i> que consome menos energia elétrica? Clique em um, se acha que é a lâmpada fluorescente. Clique em dois, se acha que é a lâmpada incandescente. Clique em três, se acha que não existe diferença no consumo de energia entre as lâmpadas.	A	
Pergunta três. Como poderemos economizar energia elétrica na secagem de roupas? Clique em um, se acha que é usar uma lavadora e secadora de alto consumo de energia. Clique em dois, se acha que é usar secadora com selo Procel com tempo bom. Clique em três, se acha que é colocar para secar no varal se as condições meteorológicas estão boas.	A	
Pergunta um. A finalidade do selo Procel é estimular a fabricação e comercialização nacional de produtos mais eficientes. Quais as contribuições que esse selo traz para os consumidores? Clique em um, se acha que não contribui nada. Clique em dois, se acha que traz desenvolvimento tecnológico de eletrodomésticos e redução de impactos ambientais. Clique em	A	

três, se acha que diminui o preço dos eletrodomésticos.		
Isto é a pia do banheiro.	3, 13	Isto é a pia de cerâmica do banheiro.
Este é o refrigerador com o selo Procel.	3, 13	Este é o refrigerador branco, com capacidade para 300 litros e com o selo Procel.
Este é o refrigerador sem o selo Procel.	3, 13	Este é o refrigerador branco, com capacidade para 280 litros e sem o selo Procel.
A sua visita vai começar pela sala. Nesta sala encontramos a esquerda uma estante onde estão uma televisão e um aparelho de DVD. Peça para o mediador falar qual a potência elétrica do conjunto de TV e DVD. Na sua frente está o ar-condicionado que não tem o selo Procel; pergunte ao mediador a potência elétrica do ar-condicionado. Agora você vai para a cozinha que está a alguns passos à frente.	3, 13	A sua visita vai começar pela sala. Nesta sala encontramos a esquerda uma estante onde estão uma televisão de 24 polegadas e um aparelho de DVD preto. Peça para o mediador falar qual a potência elétrica do conjunto de TV e DVD. Na sua frente, a 2 passos, na parede está o ar-condicionado que não tem o selo Procel; pergunte ao mediador a potência elétrica do ar-condicionado. Agora você vai para a cozinha que está a alguns passos à frente.
Você clicou em sim. O fogão faz parte da cenografia da cozinha, logo não poderá interagir com ele. O primeiro eletrodoméstico para interagir é o liquidificador, depois a máquina de lavar louças e máquina de lavar roupas. Solicite ao mediador o consumo de energia de cada eletrodoméstico.	2	Você clicou em sim. O fogão faz parte da cenografia da cozinha, logo não poderá interagir com ele. O primeiro eletrodoméstico para interagir é o liquidificador que está localizado a esquerda, em cima do balcão; máquina de secar roupas localizada ao lado do balcão e a máquina de lavar roupas. Solicite ao mediador o consumo de energia de cada eletrodoméstico.
Isto é o vaso sanitário.	3, 13	Isto é o vaso sanitário branco de cerâmica.
Note que não há contato direto entre os líquidos contidos em cada recipiente. O vapor do primeiro recipiente volta ao estado líquido para reiniciar o processo. Terceira etapa, desliza sua mão para direita até chegar a turbina. Tente novamente levar a alavanca e deslocar rapidamente até a turbina para sentir a sua vibração. O vapor produzido no segundo recipiente passa em alta velocidade pela turbina do gerador elétrico, transformando a energia do movimento em eletricidade. Quarta etapa, saindo da turbina, o vapor é resfriado pela água do	A	

<p>mar, voltando ao estado líquido para reiniciar o ciclo. Não há contato direto entre a água do mar e vapor gerado pela <i>Usina Nuclear</i>, reduzindo o risco de contaminação.</p>		
<p>Linha energia nuclear. O uso da energia dos átomos como fonte para geração de energia elétrica. Estação <i>Usina Nuclear</i>. Nesta estação mostra o funcionamento de uma <i>Usina Nuclear</i>. Antes de produzir a energia, aproxime-se do experimento e toque na alavanca. Vamos produzir energia? Toque em sim ou não. Sim fica no botão de cima; não no botão de baixo.</p>	2	<p>Linha energia nuclear. O uso da energia dos átomos como fonte para geração de energia elétrica. Estação <i>Usina Nuclear</i>. Nesta estação mostra o funcionamento de uma <i>Usina Nuclear</i>. Antes de produzir a energia, aproxime-se do experimento e toque na alavanca que está localizada a esquerda, no início do experimento. Vamos produzir energia? Toque em sim ou não. Sim fica no botão de cima; não no botão de baixo.</p>
<p>Nesse processo é liberado também um nêutron, que quando colidido contra outro átomo do combustível faz com que esse também se divida, e assim sucessivamente. As varetas de controle entre as varetas de combustível absorvem os nêutrons na tentativa de reduzir ao máximo número de fissões. Para continuar, clique no botão de cima; senão, clique no botão de baixo.</p>	A	
<p>Primeira etapa. Para iniciar a produção de energia, eleve a alavanca e solte-a lentamente. O que acontece? O combustível contido nas varetas ligadas a alavanca se parte liberando grande energia, aquecendo a água e transformando em vapor. Para obter mais informações, clique no botão de cima; se não quiser escutar mais o áudio-descrição da <i>Usina Nuclear</i>, clique no botão de baixo. Para escutar novamente, clique no botão da direita.</p>	2	<p>Primeira etapa. Para iniciar a produção de energia, eleve a alavanca que encontra-se no início do experimento e solte-a lentamente. O que acontece? O combustível contido nas varetas ligadas a alavanca se parte liberando grande energia, aquecendo a água e transformando em vapor. Para obter mais informações, clique no botão de cima; se não quiser escutar mais o áudio-descrição da <i>Usina Nuclear</i>, clique no botão de baixo. Para escutar novamente, clique no botão da direita.</p>
<p>Segunda etapa. Deslize sua mão no experimento para a direita até tocar no reservatório d'água. A tubulação pela qual o vapor gerado na primeira etapa circula por dentro de outro reservatório d'água, transformando-a também</p>	A	

em vapor. Para continuar, clique no botão de cima.		
Você acabou de responder ao desafio um. Você ainda tem dois desafios. Dois, qual é a função do gerador elétrico em uma <i>Usina Nuclear</i> ? Três, o que acontece com o vapor após mover a turbina? Quatro, saber sobre o experimento. Seis, sair.	A	
Você chegou ao experimento da <i>Usina Nuclear</i> . Você tem três desafios. Escute com atenção: escolha o desafio que vai responder. Um, na primeira etapa, na produção da energia, o que acontece com água? Dois, qual a função de um gerador elétrico em uma <i>Usina Nuclear</i> ? Três, o que acontece com o vapor após mover a turbina? Quatro, saber sobre o experimento. Seis, sair.	A	
Linha Energia Nuclear. O uso da energia dos átomos como fonte para geração de energia elétrica. Um, estação <i>Usina Nuclear</i> . Nesta estação mostra o funcionamento de uma <i>Usina Nuclear</i> . Antes de produzir a energia, aproxime-se do experimento e toque na alavanca. Vamos produzir energia? Primeira etapa: para iniciar a produção de energia, eleve a alavanca e solte-a lentamente. O que acontece? O combustível contido nas varetas ligadas a alavanca se parte liberando grande energia, aquecendo a água e transformando em vapor. Nesse processo é liberado também um nêutron, que quando colidido contra outro átomo do combustível faz com que esse também se divida, e assim sucessivamente. As varetas de controle entre as varetas de combustível absorvem os nêutrons na tentativa de reduzir ao máximo número de fissões. Segunda etapa. Deslize sua mão no experimento para a direita até tocar no reservatório d'água. A tubulação pela qual o vapor gerado na primeira etapa circula por dentro de outro reservatório d'água, transformando-a também em vapor. Note que não há contato direto entre os líquidos	2	Linha Energia Nuclear. O uso da energia dos átomos como fonte para geração de energia elétrica. Um, estação <i>Usina Nuclear</i> . Nesta estação mostra o funcionamento de uma <i>Usina</i> . Antes de produzir a energia, aproxime-se do experimento e toque na alavanca localizada no início do experimento. Vamos produzir energia? Primeira etapa: para iniciar a produção de energia, eleve a alavanca localizada no início do experimento e solte-a lentamente. O que acontece? O combustível contido nas varetas ligadas a alavanca se parte liberando grande energia, aquecendo a água e transformando em vapor. Nesse processo é liberado também um nêutron, que quando colidido contra outro átomo do combustível faz com que esse também se divida, e assim sucessivamente. As varetas de controle entre as varetas de combustível absorvem os nêutrons na tentativa de reduzir ao máximo número de fissões. Segunda etapa. Deslize sua mão no experimento para a direita até tocar no reservatório d'água. A tubulação pela qual o

<p>contidos em cada recipiente. O vapor do primeiro recipiente volta ao estado líquido para reiniciar o processo. Terceira etapa, desliza sua mão para direita até chegar a turbina. Tente novamente levar a alavanca e deslocar rapidamente até a turbina para sentir a sua vibração. O vapor produzido no segundo recipiente passa em alta velocidade pela turbina do gerador elétrico, transformando a energia do movimento em eletricidade. Quarta etapa, saindo da turbina, o vapor é resfriado pela água do mar, voltando ao estado líquido para reiniciar o ciclo. Não há contato direto entre a água do mar e vapor gerado pela <i>Usina Nuclear</i>, reduzindo o risco de contaminação.</p>		<p>vapor gerado na primeira etapa circula por dentro de outro reservatório d'água, transformando-a também em vapor. Note que não há contato direto entre os líquidos contidos em cada recipiente. O vapor do primeiro recipiente volta ao estado líquido para reiniciar o processo. Terceira etapa, desliza sua mão para direita até chegar a turbina. Tente novamente elevar a alavanca localizada no início do experimento e deslocar rapidamente até a turbina para sentir a sua vibração. O vapor produzido no segundo recipiente passa em alta velocidade pela turbina do gerador elétrico, transformando a energia do movimento em eletricidade. Quarta etapa, saindo da turbina, o vapor é resfriado pela água do mar, voltando ao estado líquido para reiniciar o ciclo. Não há contato direto entre a água do mar e vapor gerado pela <i>Usina Nuclear</i>, reduzindo o risco de contaminação.</p>
<p>Você escolheu a opção três, <i>Casa Genial</i>. Você entra pela sala e ao fundo tem um acesso a cozinha. A esquerda, você tem o corredor com portas para escritório, para o banheiro e para o quarto. Navegue livremente pela casa e, ao sair, terá que responder alguns desafios. Para chegar na <i>Casa Genial</i>, gire sessenta graus para a direita, ou vá para duas horas e ande vinte e quatro passos para frente até chegar na entrada da <i>Casa Genial</i>.</p>	A	
<p>Você está na <i>Usina Nuclear</i>. Escolha o experimento que você deseja conhecer. Dois, <i>Trem da Energia</i>. Três, <i>Casa Genial</i>. Quatro, explorar livremente o ambiente. Cinco, Mais informações. Seis, sair. Qual é a sua escolha?</p>	A	
<p>Pergunta um. Na primeira etapa na produção de energia, o que acontece com a água? Clique em um se você acha que a água se transforma em combustível. Clique em dois, se você acha que a água se transforma em vapor. Clique</p>	A	

em três, se você acha que a água vai para o reservatório da água em estado líquido.		
Pergunta dois. Qual é a função do gerador elétrico em uma <i>Usina Nuclear</i> ? Clique em um se você acha que é transformar a energia de movimento provocado pelo vapor da água em energia elétrica. Clique em dois, se você acha que é transformar a água em vapor. Clique em três, se você acha que é tentar reduzir ao máximo o número de fissões.	A	
Pergunta três. O que acontece com o vapor após mover a turbina? Clique em um se o vapor sai da turbina terminando a produção de energia. Clique em dois, se o vapor entra em contato diretamente com a água do mar para reiniciar o ciclo. Clique em três, se o vapor é resfriado pela água do mar, voltando ao estado líquido para que o processo de produção de energia se reinicie.	A	
Você tem três desafios. Escute com atenção e escolha o desafio que vai responder. Um, na primeira etapa na produção de energia, o que acontece com a água? Dois, qual a função do gerador elétrico em uma <i>Usina Nuclear</i> ? Três, o que acontece com o vapor após mover a turbina? Quatro, saber sobre o experimento. Seis, sair.	A	
Você escolheu a opção três, <i>Casa Genial</i> . Você entra pela sala e ao fundo tem um acesso a cozinha. A esquerda, você tem o corredor com portas para escritório, para o banheiro e para o quarto. Navegue livremente pela casa e, ao sair, terá que responder alguns desafios. A <i>Casa Genial</i> está ao lado, no mesmo corredor do <i>Trem da Energia</i> .	A	
Você clicou na opção seis, sair do <i>Trem da Energia</i> . Você ainda está no <i>Trem da Energia</i> . Escolha o experimento que você deseja conhecer. Um, <i>Usina Nuclear</i> ; três, <i>Casa Genial</i> ; quatro, Explorar livremente o ambiente; cinco, Mais informações; Seis, sair.	A	
Você tem três desafios. Escute	A	

com atenção e escolha o desafio que vai responder. Um, na primeira etapa na produção de energia, o que acontece com a água? Dois, qual a função do gerador elétrico em uma <i>Usina Nuclear</i> ? Três, o que acontece com o vapor após mover a turbina? Quatro, saber sobre o experimento. Seis, sair.		
Don, don, don... (acordes de uma música tocada com guitarra).	A	
Eeehhh, Clap, clap, clap (plateia vibrando e batendo palmas)	A	
Toc, toc, toc, clenc, clenc, clenc (batidas na porta seguidas sons de tentativa de entrar pela porta forçando a fechadura).	A	
Toc, toc, toc, toc, toc (batidas na porta seguidas).	A	
Trrr...Tronc (Som de porta sendo aberta).	A	
Tinnnn (som de alerta).	A	
Plann (som de passo com força).	A	
Yeeeahhhhhh (grito de satisfação).	A	
Ahhhhhh (som de surpresa).	A	
Tec-Toc-Tec-Toc-Tec (som da escada rolante em movimento).	A	
Outros	A	
Bateu aqui.	A	
Esta é a Casa Inteligente.	A	
A Casa Inteligente possui três quartos, onde em cada quarto possui características diferentes. Em um dos quartos tem uma televisão, em outro há uma mesa e assim por diante. Esta casa possui uma característica de desligar as luzes automaticamente após um período sem movimento.	3, 13	A Casa Inteligente possui 5 cômodos: sala, cozinha, escritório, banheiro e quarto. Esta casa possui uma característica de desligar as luzes automaticamente após um período sem movimento.
Direita.	A	
Esquerda.	A	
Isto é um parapeito, por favor, afaste-se.	A	
Isto é uma parede.	3, 13	Isto é uma parede branca.
Você optou por escutar a descrição do ambiente. Quando quiser pausar o som, clique no botão da esquerda. Para continuar escutando a descrição, clique no botão da direita. Quando quiser voltar para o jogo, é só clicar no botão de baixo.	A	
Você chegou a escada rolante. Se posicione bem no meio da escada rolante, colocando suas mãos nos	A	

dois lados da esteira.		
Você está no primeiro andar do Museu da PUC. Para ir para o segundo andar, vá para direita.	A	
Você está no segundo andar. Para chegar ao terceiro andar, deve subir na escada rolante que está seis passos à frente.	A	
A sua frente está um pilar de construção.	A	
Aqui fica a escada rolante que sobe do segundo para o terceiro andar. Não tente descer por ela, pois pode se machucar seriamente.	A	
Isto é um banco.	3, 13	Isto é um sofá na cor azul, de plástico e almofadado.
Isto é um parapeito ao lado da escada rolante.	A	
Você está chegando ao terceiro andar. Cuidado ao sair da escada rolante. Você chegou ao terceiro andar. No terceiro andar há experimentos na área de energia. Esses estão no lado direito do corredor de quem sai da escada rolante. Escolha o experimento que você deseja conhecer: um, <i>Usina Nuclear</i> ; dois, <i>Trem da Energia</i> ; três, <i>Casa Genial</i> ; quatro, Explorar livremente o ambiente; cinco, Mais informações; seis, Sair. Qual é a sua escolha?	A	
Os experimentos do primeiro andar não estão mapeados ainda. Para sua segurança, procure alguém para lhe orientar. Para subir para o segundo andar, vire a direita noventa graus e vá em frente até chegar a escada rolante.	A	
Os experimentos do segundo andar não estão mapeados ainda. Para sua segurança, chame alguém para lhe orientar.	A	
Os experimentos que estão no lado esquerdo do terceiro andar ainda não estão mapeados. Vá para direita que é local onde tem os experimentos mapeados do terceiro andar.	A	
Sofá.	3, 13	Sofá de 3 lugares na cor azul.
Parabéns. Você acertou.	A	
Você escolheu a opção ajuda. O mAbES tem como objetivo ajudá-lo a se orientar dentro do museu a partir de um simulador. O seu	A	

objetivo é subir ao terceiro andar, visitar os experimentos mapeados e responder algumas perguntas. Essas perguntas serão chamadas de desafios. Você começará no primeiro andar onde você precisará se locomover até chegar ao segundo andar e depois precisará subir ao terceiro andar. Em todos os andares você será orientado pelo simulador para que chegue ao seu objetivo. No terceiro andar você começará escutando algumas opções que deverá ser escolhida por você. Algumas destas opções se referem aos experimentos mapeados que são a *Usina Nuclear*, o *Trem da Energia* e a *Casa Genial*. Você pode interagir com os experimentos para que você possa obter a áudio-descrição deles e depois você pode responder aos desafios. Na tela do seu dispositivo, estas opções estarão organizadas seguindo o sistema Braille. Normalmente, os sons que são gerados durante a simulação podem ser longos, durando algum tempo. Em caso de você não querer escutar um áudio que foi gerado e que é muito longo, você tem como manipular o som, chamado de modo de manipulação de som. O modo de manipulação de som será habilitado enquanto durar o áudio. Estas opções estarão organizadas conforme o sistema Braille. As opções são as seguintes: um, *Tocar*. Com este botão você pode colocar o áudio na velocidade normal ou voltar a tocar após pausa-lo. Dois, *pausar*. Com este botão, você pode pausar o som que está tocando. Três, *rápido*. Com esse botão, você pode deixar o som que está tocando em uma velocidade maior. Em outras palavras, o deixará mais rápido, deixando mais breve a duração do áudio. Quatro, *retroceder*. Esta opção faz com que o áudio retroceda. Esta opção é boa caso você queira voltar a escutar alguma informação importante ou caso não tenha entendido a informação passada

anteriormente. Cinco, avançar. Oposto ao retroceder; você consegue avançar o áudio alguns segundos para frente, deixando mais breve a duração do áudio. Seis, ajuda. Com esta opção, você vai voltar a escutar este áudio. Para sair do modo de manipulação de áudio você precisará esperar que o áudio pare de tocar, portanto, só sairá do modo de manipulação após o término da duração do som.		
Agora você está próximo da escada rolante. Para subir para o próximo andar, dê um passo à frente.	A	
Você está próximo da <i>Casa Genial</i> . Se você vem da escada rolante e quer entrar na <i>Casa Genial</i> , basta seguir em frente até encontrar a entrada da casa. Caso queira visitar a <i>Usina Nuclear</i> , você vai precisar voltar. Caso seu desejo é visitar o <i>Trem da Energia</i> , ele está a sua direita, basta girar noventa graus para direita, três horas, e seguir em frente até conseguir chegar em alguma das charadas.	A	
Bem-vindo ao Museu da PUC. O seu objetivo é chegar ao terceiro andar para utilizar alguns experimentos e encarar alguns desafios. Vamos lá? Você está no primeiro andar. Para subir ao segundo andar, você deve girar noventa graus para direita ou vá para três horas e siga em frente. Você será avisado quando chegar perto da escada rolante.	A	
Você está chegando ao segundo andar. Cuidado ao sair da escada rolante.	A	
Você está chegando ao terceiro andar. Cuidado ao sair da escada rolante.	A	
Você chegou ao terceiro andar.	A	
Está é a Casa Inteligente. Se quer escutar a descrição deste ambiente, clique no botão de cima; senão, clique no botão de baixo.	A	
Se quer escutar a descrição do ambiente, clique no botão de cima; senão, no botão de baixo.	A	
Acabamos de encontrar uma porta. Você deseja abrir? Clique em um para sim, dois para não.	A	

Você deseja realmente sair do jogo? Clique em um para sim ou dois para não.	A	
Você errou. Não se zangue, você está aprendendo.	A	
Você está na escada rolante. Dê três passos à frente para iniciar a subida ao segundo andar. Inicie a subida ao segundo andar.	A	
Você está na escada rolante. Dê um passo para iniciar a subida ao terceiro andar.	A	
Você está na <i>Usina Nuclear</i> .	A	
Você está no segundo andar. Para subir para o terceiro andar, deve seguir em frente seis passos até a escada rolante.	A	
Você está perto da escada rolante. Siga em frente.	A	
Você está próximo da escada rolante. Gire a esquerda noventa graus ou vá para três horas e siga em frente até chegar na escada rolante.	A	
Você está próximo da <i>Usina Nuclear</i> . Caso você esteja vindo da escada rolante, gire noventa graus a direita, três horas, e siga em frente. Caso esteja vindo da <i>Casa Genial</i> ou <i>Trem da Energia</i> , gire noventa graus à esquerda, nove horas, e siga em frente. Caso você esteja vindo da escada rolante e queira chegar nos demais experimentos basta seguir em frente.	A	
Você está na frente da sala de escritório. Para entrar na sala, basta girar noventa graus a direita, três horas, e seguir em frente. Se quiser conhecer o banheiro e o dormitório, basta seguir em frente.	A	
Iniciando subida ao terceiro andar. Cuidado ao sair da escada rolante.	A	
Iniciando subida ao segundo andar. Cuidado ao sair da escada rolante.	A	
Para chegar na <i>Casa Genial</i> , gire a direita trinta graus ou vá para uma hora e ande oito passos para frente até chegar ao experimento da <i>Usina Nuclear</i> ; depois clique em sair da <i>Usina Nuclear</i> e escolha a opção três <i>Casa Genial</i> para novas instruções.	A	
Gire a direita trinta graus ou vá	A	

para uma hora e ande nove passos para frente até chegar ao experimento da <i>Usina Nuclear</i> .		
Você está na escada rolante. Dê um passo à frente para iniciar a subida ao segundo andar.	A	
Gire noventa graus a direita ou vá para três horas e ande três passos para frente.	A	
Você escolheu a opção um, <i>Usina Nuclear</i> . Seu desafio é ir até a <i>Usina</i> conhecer o experimento e responder a pelo menos uma pergunta sobre a <i>Usina Nuclear</i> . A <i>Usina Nuclear</i> é o primeiro experimento do corredor da energia. Ande quatro passos para frente até nova instrução.	A	
Você escolheu a opção um, <i>Usina Nuclear</i> . Seu desafio é ir até a <i>Usina Nuclear</i> conhecer o experimento e responder a pelo menos uma pergunta sobre a <i>Usina Nuclear</i> . A <i>Usina Nuclear</i> é o primeiro experimento do corredor da energia. A <i>Usina Nuclear</i> está ao lado de onde está a escada rolante.	A	
Você escolheu a opção três, <i>Casa Genial</i> . Você entra pela sala e ao fundo tem um acesso a cozinha. A esquerda, você tem o corredor com portas para escritório, para o banheiro e para o quarto. Navegue livremente pela casa e, ao sair, terá que responder alguns desafios. Ande quatro passos para frente até nova instrução.	A	
Você escolheu a opção quatro, explorar livremente o ambiente. Enquanto você passeia pelo museu, o aplicativo lhe avisará caso algum experimento esteja muito próximo, lhe orientando pelo ambiente. Bom passeio.	A	
Você escolheu a opção cinco, mais informações. A opção um refere-se a <i>Usina Nuclear</i> e apresenta um experimento que trata do uso da energia dos átomos como fonte para a geração de energia elétrica. Será apresentado um desafio que deverá ser respondido após interação com o experimento. A opção dois refere ao <i>Trem da Energia</i> e apresenta perguntas sobre alguns cientistas,	A	

<p>contribuindo com o estudo da eletricidade. A opção três refere a <i>Casa Genial</i>. Essa casa possui sala, cozinha, quarto, escritório e banheiro com desafios a serem resolvidos após sair da casa. A opção quatro, permite que se navegue livremente sobre a área de experimentos de energia. Mesmo escolhendo essa opção, serão apresentados alguns desafios a você para que você possa responder. Escolha o experimento que você deseja conhecer: um, <i>Usina Nuclear</i>; dois, <i>Trem da Energia</i>; três, <i>Casa Genial</i>; quatro, Explorar livremente o ambiente; cinco, Mais informações; seis, Sair. Qual é a sua escolha?</p>		
<p>Você está no segundo andar. Para subir para o terceiro andar, deve subir na escada rolante que está alguns passos à frente.</p>	2	<p>Você está no segundo andar. Para subir para o terceiro andar, deve subir na escada rolante que está a seis passos à frente.</p>
<p>Agora você está primeiro andar; para subir para o segundo andar, deve virar para a direita.</p>	A	
<p>Você está perto da escada rolante. Gire noventa graus para esquerda ou vá para nove horas. Siga em frente.</p>	A	
<p>Esta porta não pode ser aberta.</p>	A	
<p>Você clicou na opção cinco, sobre. O mAbES é simulador de ambiente baseado em áudio que foi criado para dispositivos mobile voltados para as pessoas que são cegas, mas pode ser utilizado por qualquer pessoa que tenha problema ou não de visão. O mAbES simula o ambiente de museu de ciências e tecnologia da PUCRS. Nesta versão, foram mapeados três experimentos, todos encontrados no terceiro andar. Esses experimentos são <i>Usina Nuclear</i>, <i>Trem da Energia</i> e <i>Casa Genial</i>.</p>	A	
<p>Bem-vindo ao mAbES. Você tem as seguintes opções: um, iniciar jogo; quatro, ajuda; cinco, sobre o mAbES; seis, sair.</p>	A	

APÊNDICE H – Observações sobre os sons

Som original, sugerido ou Neutro (O / S/N)	Nome do arquivo de áudio	Descrição do som	Observação
S	06SomDormitorio_VS.mp3	Agora você está no dormitório. Na sua frente está uma cama box com quadro do ciclo da energia. A sua direita está um abajur de 43 centímetros de altura na cor branca, de plástico e com uma lâmpada incandescente acesa. Na sua esquerda está o aquecedor cinza, com 30 centímetros de altura e o secador de cabelo na cor preta. Os eletrodomésticos estão dentro da caixa de acrílico. Coloque a sua mão em frente desses eletrodomésticos. Solicite para o mediador o valor do consumo de energia elétrica dos dois eletrodomésticos. Caso queira voltar para a sala, gire 180 graus ou vá doze horas e siga em frente.	Grupo 1 – Usuário 1: 12h o usuário irá para a frente, deve ser 6h. Grupo 1- Usuário 2: Colocar distância da caixa de acrílico em relação ao usuário.
S	10SomFreezerComSelo Procel_VS.mp3	Este é o freezer branco de 280 litros com o selo Procel.	Grupo 1 – Usuário 1: poderia adicionar altura.
S	13SomSimEsquerdaCozinha_VS.mp3	Você clicou em sim. O fogão faz parte da cenografia da cozinha, mas não permite interação. O primeiro eletrodoméstico para interagir é o liquidificador que está localizado a esquerda, em cima do balcão; máquina de secar roupas localizada ao lado do balcão e a máquina de lavar roupas. Solicite ao mediador o consumo de energia de cada eletrodoméstico.	Grupo 1 – Usuário 1: arrumar a ordem dos eletrodomésticos.

S	14SomLinhaEnergiaNuclear_VS.mp3	Linha energia nuclear. O uso da energia dos átomos como fonte para geração de energia elétrica. Estação <i>Usina Nuclear</i> . Nesta estação mostra o funcionamento de uma <i>Usina Nuclear</i> . Antes de produzir a energia, aproxime-se do experimento e toque na alavanca que está localizada a esquerda, no início do experimento. Vamos produzir energia? Toque em sim ou não. Sim fica no botão de cima; não no botão de baixo.	Grupo 1 – Usuário 1: arrumar erro de concordância “É mostrado o funcionamento...”
S	04SomCadeiraDeEspera_VS.mp3	Isto é um sofá azul de espera, com 3 lugares. Mais acima está instalado o ar-condicionado branco sem o selo Procel.	Grupo 1 – Usuário 2: colocar a altura do ar condicionado. Grupo 2- Usuário 5: não achou necessário informar a quantidade de lugares no sofá, porque o deficiente visual utiliza o tato.
S	05SomCama_VS.mp3	Isto é uma cama box de solteiro, coberta com edredom verde.	Grupo 1 – Usuário 2: colocar comprimento da cama. Grupo 1 – Usuário 4: informações importantes a existência de cobertor.
S	08SomFerrodePassar_VS.mp3	Esta é a mesa branca com capa cinza; em cima dela está o ferro de passar roupas.	Grupo 1 – Usuário 2: forma da mesa em relação ao usuário. Grupo 1 – Usuário 4: informa que o ferro está sobre a mesa.

S	01SomArmarioCozinha_VS.mp3	Este é o armário da cozinha: ele é branco e possui 3 portas; em cima dele tem um liquidificador branco.	Grupo 1- Usuário 4: acho que a informação da cor é desnecessária para os usuários cegos ou com baixa visão.
S	02SomBanheiro_VS	No banheiro, tem a sua esquerda um box de vidro, com 180 centímetros de altura com chuveiro elétrico. Ao apertar o botão que encontrasse na sua esquerda, o chuveiro entra em funcionamento. Coloque sua mão para medir a temperatura da água. Peça para o mediador lhe informar o valor do consumo de energia nessa temperatura. Peça para ele mudar a temperatura e, depois, coloque novamente sua mão na água e meça a temperatura. Pergunte para o mediador qual é o consumo com a nova temperatura. Saia do banheiro, vire para a direita e ande três passos para voltar ao escritório. Gire noventa graus a esquerda, nove horas, para conhecer o dormitório ou noventa graus a direita, três horas, para voltar para a sala.	Grupo 1 – Usuário 4: acho que algumas informações são desnecessárias (180 graus).
O	03SomBoxBanheiro_VS.mp3	Cuidado aqui está o box do banheiro; dentro do box está o chuveiro.	Grupo 1 – Usuário 4: informações do som de sugestão são desnecessárias. Grupo 2 – usuário 6: Escolheu o original, pois, tem coisas que não precisam ser tão detalhadas.

O	07SomEstante_VS.mp3	Isto é uma estante. Nela foi colocado uma televisão e um aparelho de DVD.	Grupo 1 – Usuário 4: não considero a medida exata uma informação relevante.
S	11SomMesa_VS.mp3	Isto é uma bancada em U de madeira e ferro, acompanhando a parede, totalizando 10 lugares. Existem 10 computadores, distribuídos na bancada. E há uma cadeira próxima a cada computador.	Grupo 1 – Usuário 4: acho que os dois áudios não podem ser comparados. São ambientes diferentes.
O	12SomVasoSanitário_VS.mp3	Isto é um vaso sanitário branco de cerâmica.	Grupo 2 – usuário 6: escolheu o som original, porque não achou necessário detalhar o vaso.
Grupo 1 – Usuário 4: N Grupo 2 – Usuário 1: O	15SomDescricaoDa casa inteligente_VS.mp3	A Casa Inteligente possui três quartos, onde em cada quarto possui características diferentes. Em um dos quartos tem uma televisão, no outro há uma mesa e assim por diante. Esta casa possui uma característica de desligar as luzes automaticamente após um período sem movimento.	Grupo 1 – Usuário 4: parece descrição de ambientes diferentes ou perspectivas diferentes. Grupo 2 – Usuário 1: preferiu o som original porquê achou estranho o som de sugestão não ter os quartos.

ANEXO 1 – Nota Técnica



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização, Diversidade e Inclusão.
Esplanada dos Ministérios, Bloco L, 2o andar – sala 200 – CEP: 70047-900
Brasília, Distrito Federal, Brasil.

Fone: (61) 2022-9217/9218 – Fax: (61) 2022-9020

NOTA TÉCNICA No 21 / 2012 / MEC / SECADI /DPEE

Data: **10 de abril de 2012**

Assunto: **Orientações para descrição de imagem na geração de material digital acessível – Mecdaisy**

I – Fundamentos legais

A Lei nº 10.753/2003, que institui a Política Nacional do Livro, em seu Artigo 1o, inciso XII, assegura às pessoas com deficiência visual o acesso à leitura.

O Decreto nº 5.296/2004, em seu Artigo 58o, estabelece que o Poder Público adotará mecanismos de incentivo para tornar disponíveis em meio magnético, em formato de texto, as obras publicadas no País.

A Convenção sobre o Direito das Pessoas com Deficiência (ONU 2006), ratificada no Brasil, pelo Decreto nº 186/2008 e pelo Decreto nº 6949/2009, em seu artigo 9o, afirma que “a fim de possibilitar às pessoas com deficiência viver com autonomia e participar plenamente de todos os aspectos da vida, os Estados Partes deverão tomar as medidas apropriadas para assegurar-lhes o acesso, em igualdade de oportunidades com as demais pessoas, ao meio físico, ao transporte, à informação e comunicação”.

O decreto nº 7084/2010, que em seu Art. 28 determina que “o Ministério da Educação adotará mecanismos para promoção da acessibilidade nos programas de material didático destinados aos alunos da educação especial e seus professores das escolas de educação básica públicas”, e, em seu parágrafo único que “os editais dos programas de material didático poderão prever obrigações para os participantes relativas à apresentação de formatos acessíveis para atendimento do público da educação especial”.

A Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva – MEC/2008, que orienta a articulação entre e a educação especial e comum, visando garantir à escolarização e a oferta do atendimento educacional especializado às pessoas com deficiência.

II – Conceitos e funcionalidades do Mecdaisy

Com a finalidade de cumprir os dispositivos legais supracitados, o Ministério da Educação apresentou em 2009, o Mecdaisy, uma solução tecnológica que permite a produção de livros em formato digital acessível, no padrão Daisy. Desenvolvido por meio de parceria com a Universidade Federal do Rio de Janeiro, o Mecdaisy possibilita a geração de livros digitais falados e sua reprodução em áudio, gravado ou sintetizado. Este padrão apresenta facilidade de navegação pelo texto, permitindo a reprodução sincronizada de trechos selecionados, o recuo e o avanço de parágrafos e a busca de seções ou capítulos. Possibilita também, anexar anotações aos arquivos do livro, exportar o texto para impressão em Braille, bem como a leitura em caracteres ampliados. Todo texto é indexado, facilitando, assim, a navegação por meio de índices ou buscas rápidas.

III – Requisitos para descrição de imagem na geração de material digital acessível – Mecdaisy:

A descrição de imagens é a tradução em palavras, a construção de retrato verbal de pessoas, paisagens, objetos, cenas e ambientes, sem expressar julgamento ou opiniões pessoais a respeito. Esta descrição deve contemplar os seguintes requisitos:

1. Identificar o sujeito, objeto ou cena a ser descrita - O que/quem;
2. Localizar o sujeito, objeto ou cena a ser descrita Onde;
3. Empregar adjetivos para qualificar o sujeito, objeto ou cena da descrição - Como;
4. Empregar verbos para descrever a ação e advérbio para
5. Descrever as circunstâncias da ação - Faz o que/como;
6. Utilizar o advérbio para referenciar o tempo em que ocorre a ação - Quando;
7. Identificar os diversos enquadramentos da imagem - De onde - , tais como:
 - a. Grande plano geral (GPG) - Mostra o cenário todo e é feito de um plano mais elevado, como em imagens aéreas.
 - b. Plano geral - Mostra os personagens e o ambiente no qual estão inseridos.
 - c. Plano americano - Mostra o personagem dos joelhos para cima.
 - d. Plano médio - Mostra o personagem da cintura para cima.
 - e. Primeiro plano - Mostra o personagem do peito para cima.
 - f. Primeiríssimo plano ou close-up – Mostra o rosto do personagem em

destaque.

g. Plano detalhe - Mostra uma parte do corpo de um personagem ou um objeto.

h. Plano plongée ou câmera alta - Enquadramento de personagens ou objetos feito de cima para baixo.

i. Plano contra-plongée ou câmera baixa - Enquadramento de personagens ou objetos feito de baixo para cima.

8. Utilizar a aplicação do estilo IMAGE CAPTION em todas as imagens e após a apresentação da imagem acrescentar os dados na seguinte ordem: fonte, Legenda e Descrição;

9. Verificar a correspondência entre a imagem e o texto, a fim de garantir a fidedignidade da descrição;

10. Usar termos adequados, à área de conhecimento, abordada na descrição;

11. Identificar os elementos relevantes, levando-se em consideração aspectos históricos e culturais;

12. Organizar os elementos descritivos em um todo significativo. Evitar deixar elementos soltos, inserindo-os em um mesmo período. Começar pelo personagem ou objeto mais significativo (o que/quem), qualificá-lo (como), localizá-lo (onde), qualificar o onde (como), explicitar o tempo (quando);

13. Mencionar cores e demais detalhes;

14. Mencionar (quando possível) o enquadramento de câmera em fotos, principalmente quando for importante para o entendimento (close, plano geral, primeiro plano etc.);

15. Usar artigos indefinidos quando é a primeira vez que aparece determinado elemento ou pessoa;

16. Usar artigos definidos quando já forem conhecidos;

17. Usar o tempo verbal sempre no presente;

18. Mencionar as imagens de fundo, detalhes, caixas de texto, bordas coloridas que aparecem na página, na parte inferior, pois os recursos gráficos utilizados traduzem a intenção do autor;

19. Mencionar, na descrição charge, cartum, história em quadrinho e tira cômica a fonte com a data da publicação (quando houver), a legenda com o nome do autor e, em seguida, a descrição da imagem;

20. Iniciar a descrição, usando a expressão: a charge, cartum, história em quadrinho e tira cômica mostra/apresenta;

21. Em histórias considerar alguns aspectos como idade, faixa etária e considerar a expressão verbal por faixa etária.
22. Descrever elementos gráficos como pontos de interrogação, exclamação, gotas de suor, raios, formatos diferentes de balões onde se localizam as falas;
23. Anunciar o número de quadros presentes e a mudança de um para o outro, quando a charge, cartum, história em quadrinho ou tira cômica forem constituídos por mais de um quadro, marcando-os com a letra Q e o número correspondente;
24. Mencionar quem são e quantos são os personagens, caracterizá-los, falar sobre o cenário e o tempo (dia, noite, inverno, verão), para depois fazer a descrição de cada quadrinho. Quando os personagens mudam a roupa no decorrer da história, o fato deverá ser mencionado no próprio quadrinho. Falar também sobre como aparecem as falas, se dentro ou fora de balões. Se o desenho do balão apontar para algum significado, como pensamento ao invés de fala (bolinhas), deverá ser apontado na descrição do quadro onde aparece;
25. Anunciar a fala dos personagens, por meio dos verbos: dizer, responder, perguntar, comentar, continuar, gritar, falar;
26. Discriminar, na descrição de paisagens, as urbanas das campestres ou marítimas, as paisagens naturais das humanizadas;
27. Manter a imagem da tabela, do fluxograma e do organograma com a sua descrição, apresentando de forma sequencial as informações disponíveis;
28. Reduzir ao máximo, o número de colunas utilizado;
29. Sintetizar cabeçalho e rodapé, expressos em poucas palavras;
30. Minimizar a introdução de elementos de formatação e cor, pois estes contribuem para dispersão no entendimento;

IV - Exemplos de Descrição de imagem na geração de material digital acessível - Mecdaisy:

1. Descrição de Fotografia

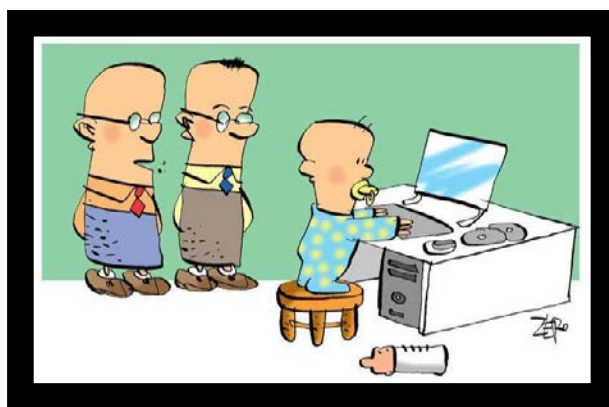


Fonte: <http://www.comunicacaoalternativa.com.br/>

Legenda: Atendimento educacional especializado com uso de prancha.

Descrição: A foto mostra professora sentada ao lado da estudante em cadeira de rodas, com apoio para o pescoço, na sala de recursos multifuncionais, utilizando prancha inclinada, onde estão as palavras ABELHA E ABACAXI com a letra A em destaque e o desenho de um abacaxi na parte superior.

2. Descrição de Cartum



- E aqui nós temos o Gerente, responsável pelo departamento de informática...

Fonte: <http://www.cartuns.com.br>

Legenda: cartum de Zero: Gerente de Informática.

Descrição: o cartum de Zero mostra dois funcionários de meia idade, de óculos, meio calvos, usando gravatas olhando para um bebê com macacão azul de bolinhas amarelas, chupeta na boca, em pé em um banquinho e usando o computador sobre mesa de trabalho. No chão, uma mamadeira. Um dos funcionários diz olhando para o bebê: *E aqui nós temos o Gerente, responsável pelo departamento de informática.*

3. Descrição de tira cômica



Fonte: <http://clubedamafalda.blogspot.com/>

Legenda: tira cômica, sem título, com a personagem argentina Mafalda, do cartunista Quino.

Descrição: a tirinha colorida, com 4 quadros, mostra Mafalda, uma menininha de aproximadamente 7 anos, com blusa vermelha de gola branca, laço vermelho no cabelo preto com franja, lendo um livro, que está sobre uma mesa redonda. Suas falas estão dentro de balões.

Q1 – Mafalda debruçada sobre o livro, com a mão segurando o rosto, lê: Ema vê a mesa da sala de estar.

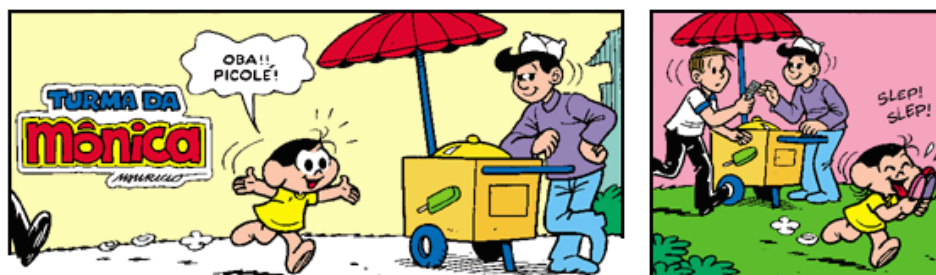
Q2 – Mafalda vira-se para o lado e pergunta: Mamãe, o que é sala de estar?

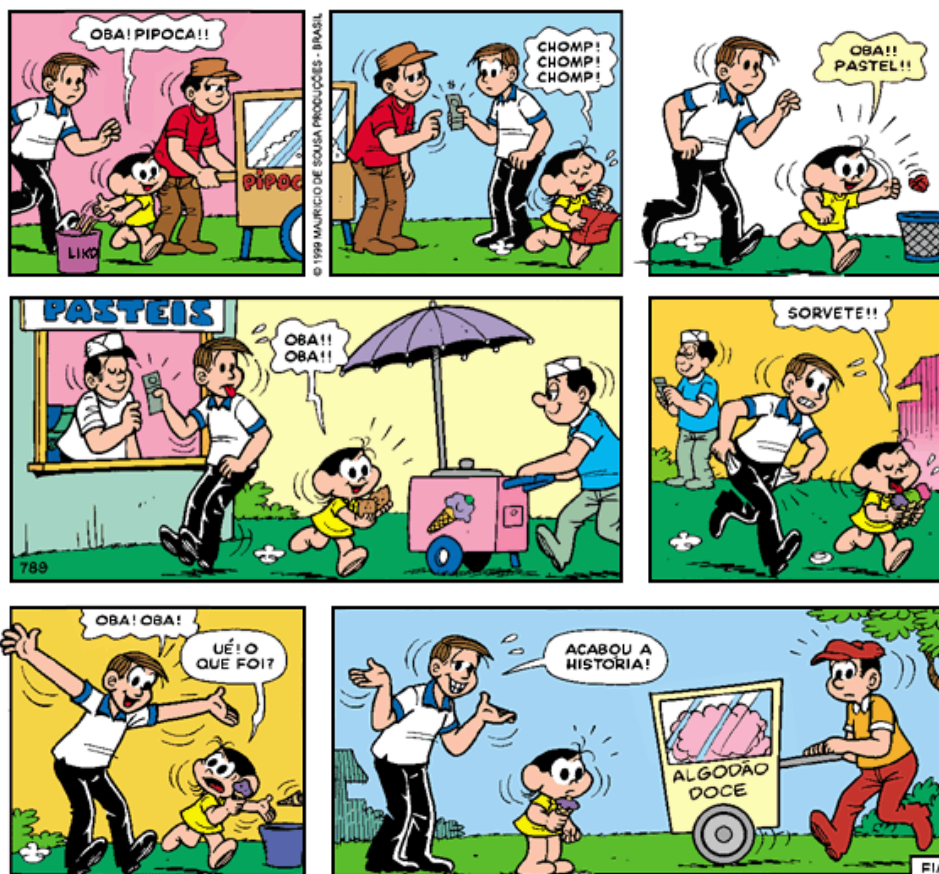
Q3 – Sentada à mesa, com as mãos sobre o livro, ela escuta a resposta: É living. Ela responde: Ah, bom!

Q4 – Mafalda, com a testa franzida e debruçada sobre o livro e a mão segurando o rosto, reclama: Afinal, por que eles não escrevem esses livros na língua da gente?

5. Descrição de tira cômica

HISTÓRIA EM QUADRINHOS





Fonte: <http://www.monica.com.br/comics/turma.htm> **Legenda:** história em quadrinhos da Turma da Mônica, de Maurício de Souza, com a personagem Magali.

Descrição: a história em quadrinhos, composta por nove quadros, apresenta Magali, menina morena com cabelos pretos curtos e vestido amarelo. A cena se passa em um parque, em dia de sol. Além de Magali, participam também desta história em quadrinhos, seu pai, um homem magro, com cabelos louros repartidos de lado, camiseta polo branca com gola e punhos azuis e calça preta. Há também vendedores de picolé, pipoca, pastel, sorvete e algodão doce. As falas dela e do pai aparecem dentro de balões.

Q1 – Magali chega correndo com os braços abertos perto do carrinho amarelo de picolés, com guarda-sol vermelho. Atrás dela, uma nuvenzinha branca de poeira. O vendedor com camiseta lilás está com o braço apoiado no carrinho. Ela diz sorridente: Oba!! picolé!

Q2 – Magali sai correndo chupando quatro picolés de uma vez só. Em volta de sua cabeça, algumas gotinhas de saliva e acima de sua cabeça o barulho das lambidas: Slep, slep. Atrás dela, seu pai, paga o sorveteiro com uma nota.

Q3 – Magali joga os palitos de picolé na lixeira, chega perto de um carrinho de pipoca e diz: Oba! Pipoca!! O vendedor de camiseta vermelha, segurando no carrinho de pipoca, olha para ela sorridente. Logo atrás dela, vem chegando seu pai.

Q4 – O pai paga ao vendedor de pipoca e Magali sai apressada, segurando um

saquinho vermelho e comendo pipoca. Atrás dela, uma nuvenzinha branca de poeira. Em cima de sua cabeça um balãozinho com os barulhos que ela faz para comer: Chomp, chomp, chomp.

Q5 – Magali, apressada, atira o saquinho amassado de pipoca na lixeira e diz: Oba!! Pastel!! Seu pai vem correndo atrás dela. Perto dele, uma nuvenzinha branca de poeira.

Q6 – Enquanto seu pai, com a língua de fora, paga ao vendedor de pastéis, que está dentro de um quiosque verde, Magali sai apressada com dois pasteis na mão. Vê um sorveteiro com camiseta azul empurrando o carrinho de sorvetes e diz: Oba!! Oba!!

Q7 – Magali anda chupando três sorvetes de casquinha, um lilás, outro verde e outro rosa, e diz: Sorvete!! Seu pai vem apressado atrás dela segurando os dois bolsos da calça vazios. Sobre sua cabeça algumas gotinhas de suor e atrás dele uma nuvenzinha branca.

Q8 – O pai abre os braços sorridente e diz: Oba! Oba! Ela com um sorvete na mão e jogando uma casquinha na lixeira, vira-se para ele espantada e pergunta: Ué! O que foi?

Q9 – O pai, com os braços abertos e algumas gotas de suor em torno de sua cabeça, diz aliviado em frente a um carrinho de algodão doce: Acabou a história! Ela olha espantada para o carrinho, ainda com um sorvete na mão. O vendedor de camiseta vermelha empurrando o carrinho amarelo também olha espantado para eles. No canto esquerdo inferior, a palavra FIM.

6. Descrição de Mapas



Fonte: <http://www.google.com.br/imgres?imgurl=http://3.bp.blogspot>

Legenda: Mapa do Brasil

Descrição: A imagem mostra o mapa do Brasil dividido por cores e regiões: A Região Norte está marcada com a cor verde, representando os estados: Acre, Rondônia, Amazonas, Pará, Roraima, Amapá e Tocantins. A Região Nordeste está marcada com a cor azul, representando os estados: Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Nordeste, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e Bahia. A Região Centro-Oeste está marcada com a cor roxa, representando os estados: Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Goiás e Distrito Federal. A Região Sudeste está marcada com a cor vermelha, representando os estados: Minas Gerais, São Paulo, Espírito Santo e Rio de Janeiro. A Região Sul está marcada com a cor amarela, representando os estados: Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul.

7. Descrição de Tabelas

Tabela: equivalente textual a seguir.

INVENÇÃO	INVENTOR	ANO	LOCAL
Sistema Braille	Louis Braille	■1824	França
Bicicleta	Kirkpatrick Macmillan	1839	Inglaterra
Telefone	Alexander Graham Bell	1846	Escócia
Sabonete	Harley Procter	1878	Estados Unidos
Cartão de crédito	Ralph Scheider	1950	Estados Unidos
Fralda descartável	Marion Donovan	1951	Estados Unidos
Carro	Karl Benz	1937	Alemanha

Legenda: Tabela de invenções e inventores

Descrição: Invenção: Sistema Braille, Inventor: Louis Braille, ano: 1824, Local: França

Invenção: Bicicleta, Inventor: Kirkpatrick Macmillan, ano: 1839, Local: Inglaterra

Invenção: Telefone, Inventor: Alexander Graham Bell, ano: 1846, Local: Escócia

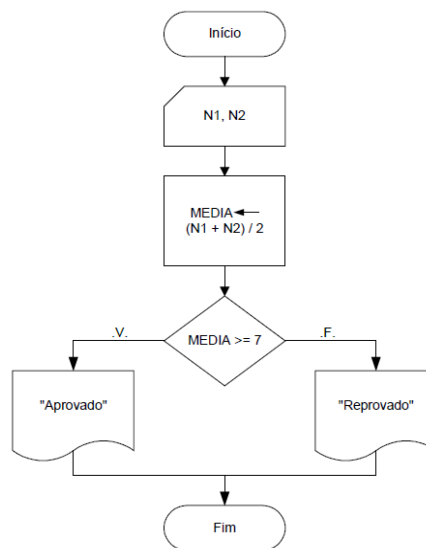
Invenção: Sabonete, Inventor: Harley Procter, ano: 1878: Local: Estados Unidos

Invenção: Cartão de crédito, Inventor: Ralph Scheider, ano: 1950, Local: Estados Unidos

Invenção: Fralda descartável, Inventor: Marion Donovan, ano: 1951, Local: Estados Unidos

Invenção: Carro, Inventor: Karl Benz, ano: 1937, Local: Alemanha

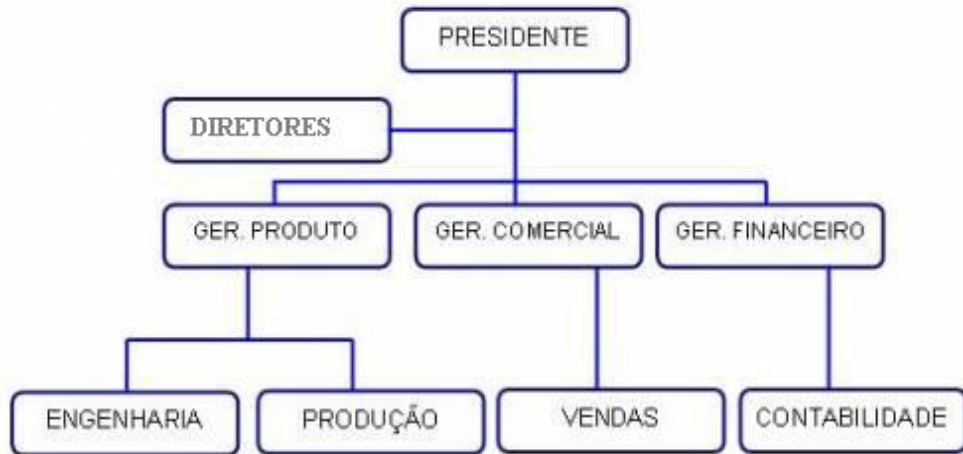
8. Descrição de fluxograma



Legenda: Cálculo da média de um estudante sob a forma de um fluxograma.

Descrição: Início de duas notas N1 e N2. A média é a soma de N1 com N2 e o resultado dividido por 2. Se a média for maior ou igual a 7, o estudante será aprovado, mas se a média for menor que 7, o estudante será reprovado.

9. Descrição de Organograma



Legenda: Organograma de uma empresa do ramo de engenharia civil.

Descrição: Gráfico com retângulos hierárquicos, no qual os retângulos distribuídos verticalmente e ligados por linhas representam a comunicação e a hierarquia dos itens. O Presidente ocupa o primeiro nível do organograma (primeira hierarquia). No segundo nível (segunda hierarquia) estão colocados os Diretores. Partindo do retângulo do Presidente, sai uma linha que será dividida para se ligar a todos os Diretores. E de cada Diretor, sai uma linha que se liga aos Gerentes a ele subordinados. De cada gerente sai uma linha que liga as suas seções.

- ✓ Primeira hierarquia – Presidente que é ligado aos diretores que ficam na segunda hierarquia.
- ✓ Segunda hierarquia - Diretores que são ligados aos gerentes que ficam na terceira hierarquia.
- ✓ Terceira hierarquia - Gerente de Produto é ligado à seção de engenharia e de produção que ficam na quarta hierarquia.
- ✓ Terceira hierarquia – gerente comercial é ligado à seção de vendas que fica na quarta hierarquia.
- ✓ Terceira hierarquia – gerente financeiro é ligado à seção de contabilidade que fica na quarta hierarquia. Diretoria de Políticas de Educação Especial Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização, Diversidade e Inclusão DPEE/SECADI/MEC