

Proposta de um modelo preditivo para avaliação da acessibilidade em softwares educativos: um estudo de caso sobre o “Menino Curioso”

Antonio Rodrigo S. Silva
Mestrado Profissional em
Computação Aplicada (MPCOMP)
Universidade Estadual do Ceará
Fortaleza-CE-Brasil
+55 85 3101.9826
rodrigasantos@ifce.edu.br

José Aires de Castro Filho,
Windson Viana,
Ma. Fátima C. de Souza
Universidade Federal do Ceará
Fortaleza-CE-Brasil
+55 85
{aires,windson,
fatimasouza}@virtual.ufc.br

Agebson Rocha Façanha
Instituto Federal de Educação,
Ciência e Tecnologia do Ceará
Fortaleza-CE-Brasil
+55 85
agebson@ifce.edu.br

ABSTRACT

The purpose of this paper is to report a predictive evaluation methodology of educational softwares focusing the accessibility criteria for visually impaired people. This methodology embraces concepts of predictive evaluation, focusing on GOMS method and intended to teachers who need select and evaluate educational softwares. The experimental results with a blind evaluator show the methodology has been well received and the evaluation form presented in this paper was effective to check the product implementability to the outlined goals. We hope this work will serve as an instrument of support to the decision-making process of choice of accessible software tailored to the needs of educational institutions.

RESUMO

O propósito deste artigo é relatar uma metodologia de avaliação preditiva de softwares educativos com o enfoque em critérios de acessibilidade por pessoas com deficiência visual. Este instrumento metodológico foca no método GOMS e é destinado a docentes com formação em educação inclusiva que precisam selecionar e avaliar softwares educativos. Os resultados dos experimentos com um avaliador com cegueira mostraram uma boa aceitação da metodologia proposta e que a ficha de avaliação elaborada neste trabalho foi eficaz para a averiguação de quanto aplicável um produto pode ser, dentro dos objetivos traçados. Acredita-se que este trabalho sirva como instrumento de apoio à tomada de decisão no processo de escolha de softwares acessíveis adequados às especificidades das instituições de ensino.

Categories and Subject Descriptors

H.5.2 [Information Interfaces and presentation]: User Interfaces—evaluation/methodology, theory and methods, GOMS;

General Terms

Experimentation. Theory. Verification. Measurement.

Permission to make digital or hard copies of all or part of this work for personal or classroom use is granted without fee provided that copies are not made or distributed for profit or commercial advantage and that copies bear this notice and the full citation on the first page. To copy otherwise, or republish, to post on servers or to redistribute to lists, requires prior specific permission and/or a fee.

Conference '13, December 9 – December 11, 2013, Porto Alegre, RS, Brazil. Copyright 2013 ACM 1-58113-000-0/00/0010 ...\$15.00.

Keywords

Educational software evaluation, Accessibility, Visual Impairment.

1. INTRODUÇÃO

Os dados do Censo da Educação Básica [16] revelam a presença de mais de 620 mil alunos com algum tipo de deficiência em salas de aula comuns (alunos incluídos) e 199 mil alunos em escolas especializadas. As estatísticas refletem as mudanças ocasionadas pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional [5], que passa a entender que a educação especial deve ser oferecida preferencialmente na rede regular de ensino, não se limitando a estar presente somente em escolas especializadas.

Desde então as escolas buscam proporcionar a adaptação daqueles alunos para a sala de aula comum. Mudanças arquiteturais, capacitação de professores e aquisição de instrumentos de trabalho e de estudo adaptados buscam garantir a acessibilidade no ambiente escolar, conceito definido por Garcia [10] como todas as possibilidades usufruídas pelo estudante com deficiência que o permitem frequentar e relacionar-se com a comunidade acadêmica.

Os recursos de aprendizagem não devem se restringir apenas a brinquedos, livros e ferramentas de calcular e escrever. Tecnologias assistivas em dispositivos computacionais como *tablets*, *smartphones*, computadores e lousas digitais, que tanto atraem os alunos por meio de seus conteúdos digitais, simulações e atividades interativas, também devem ser levados em consideração.

Outro exemplo de tecnologias digitais comumente utilizadas em ambientes educacionais são os softwares educativos. Eles proporcionam o desenvolvimento cognitivo do educando através das interações e do lúdico.

Segundo Oliveira, Costa e Moreira [21], o que caracteriza o software educativo é o seu caráter didático. Dessa forma ele se distingue dos demais, que não foram criados com a finalidade de favorecer os processos de ensino-aprendizagem, mas que podem ser inseridos no contexto didático, a exemplo dos editores de texto e planilhas eletrônicas.

São exemplo de softwares educativos os CAI (Instrução Assistida por Computador), os softwares inteligentes, os tutoriais, as simulações e os jogos educativos.

Apesar do avanço tecnológico, o potencial dos softwares educativos é frequentemente negado às pessoas com deficiência visual. Por vezes os professores não dispõem de informações precisas sobre a utilização de um determinado software em turmas inclusivas, em consequência da limitada divulgação de informações pelos desenvolvedores do software, além da pequena quantidade de relatos de experiências e estudos de caso e da utilização de instrumentos de avaliação de forma inadequada. Mesmo de posse dessas informações, os professores podem se sentir inseguros quanto à sua utilização.

Com base neste contexto, o presente trabalho tem a seguinte questão de pesquisa: como auxiliar o docente na escolha e aquisição de um software educativo para utilização por pessoas com deficiência visual?

Dessa forma, é proposto neste artigo um instrumento metodológico para que professores verifiquem a acessibilidade de um software educativo. O mesmo foi organizado em 5 seções, de modo que na seção 2 está a fundamentação teórica, onde são descritos os conceitos de acessibilidade, as diretrizes e as recomendações de acessibilidade, as metodologias de avaliação de softwares educativos e a avaliação preditiva, aprofundando no modelo GOMS. Na seção 3 é apresentada uma proposta de metodologia de avaliação com foco na acessibilidade do software. Na seção 4 é relatada a experiência de um estudo de caso do software Menino Curioso em que a proposta avaliativa será testada. Por fim, na seção 5 são apresentados a conclusão e os trabalhos futuros.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 A acessibilidade e os softwares educativos

Entre as décadas de 1940 e 1960 o conceito de acessibilidade aparece relacionado às questões físicas e funcionais, como a eliminação de barreiras arquitetônicas e reabilitação física e profissional. Com o passar dos anos esse conceito foi ampliado para outras áreas, entre elas a informática [20].

No Brasil o desenvolvimento de software educativo acessíveis às pessoas com deficiência visual ainda é pouco difundido, mas não é uma novidade. A partir de 1993 alguns destes softwares foram desenvolvidos para serem executados no DOSVOX, um sistema computacional criado pelo professor José Antonio dos Santos Borges da Universidade Federal do Rio de Janeiro. O DOSVOX é formado por um conjunto de programas que utiliza síntese de voz para permitir que pessoas com deficiência visual utilizem o computador para desempenhar tarefas diversas, como editar textos, acessar correio eletrônico, navegar na web e jogar [24].

Objetos de aprendizagem acessíveis também são encontrados no sítio da Web do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Estado do Rio Grande do Sul – IFRS, da cidade de Bento Gonçalves [15]. Dentre eles citamos: Tabela periódica, Área das figuras planas e Função polinomial do primeiro grau. Para cada objeto de aprendizagem há uma versão desenvolvida em Flash e outra que pode ser utilizado junto com leitores de tela.

Outros exemplos podem ser encontrados nos trabalhos do Professor Jaime Sánchez da Universidade do Chile, como o desenvolvimento de softwares, jogos educativos e ambientes 3D virtuais que utilizam sons espacializados para o desenvolvimento da aprendizagem e da cognição de usuários com deficiência visual, com destaque aos trabalhos de navegação espacial [27][28][29].

Apesar desses esforços notáveis, grande parte dos softwares educativos existentes ainda não é projetada para o uso por pessoas com deficiência visual. Percebe-se que a maioria possui muitos textos, imagens e botões. No entanto, como uma pessoa com deficiência visual poderia ter acesso às atividades propostas? Sendo assim, quais os critérios utilizados para avaliar a acessibilidade neste tipo de software?

Uma metodologia de avaliação de acessibilidade de software educativo, além de trazer respostas aos questionamentos feitos, traz como benefício a compreensão mais precisa das necessidades deste público.

2.2 Diretrizes e recomendações de acessibilidade

A exemplo do proposto neste artigo, alguns autores propõem modelos de avaliação que baseiam-se em de diretrizes e padrões de acessibilidade. Antes de tratarmos especificamente as abordagens de avaliação no contexto educacional, é importante a compreensão das diretrizes apresentadas a seguir.

Em 1999 o Consórcio World Wide Web (W3C) criou a Web Accessibility Initiative (WAI), cujo objetivo é elaborar diretrizes para avaliar a acessibilidade de sítios na Web, denominadas Web Content Accessibility Guidelines ou simplesmente WCAG ;**Error! No se encuentra el origen de la referencia.**

A primeira versão (WCAG 1.0) foi lançada em 1999 e incluía 14 diretrizes e 65 *checkpoints*. Para cada *checkpoint* foi atribuído um nível de prioridade, entre 1, 2 e 3. Quando uma página Web atende aos *checkpoints* de uma determinada prioridade, um nível de conformidade é atribuído (A, AA ou AAA).

A segunda versão (WCAG 2.0) traz consigo muitas das idéias da WCAG 1.0. Os níveis de prioridade foram removidos, mantendo somente os níveis de conformidade. Além disso as 14 diretrizes deram lugar a 4 princípios de acessibilidade: perceptível, operável, compreensível e robusto.

No Brasil foi criado o Modelo de Acessibilidade do Governo Brasileiro, baseado nas diretrizes adotadas em outros países, como a WCAG, e devidamente adaptados às necessidades brasileiras. Sua finalidade é de fornecer um conjunto de recomendações a serem seguidas no desenvolvimento de sítios do Governo Brasileiro [6].

A norma ISO 9241-171 fornece orientação e especificações de ergonomia para um design de software acessível. Ela contém um checklist com 142 questões por meio do qual se verifica se um produto (seja Web, software de escritório, bibliotecas de sistemas e outros) está em conformidade com a norma. Sua utilização é destinada aos responsáveis pela especificação, projeto, desenvolvimento, avaliação e aquisição de softwares e suas plataformas [17].

Diretrizes e recomendações de acessibilidade também são elaborados por grandes empresas de softwares para os seus produtos e tecnologias, como a Adobe [1], a Apple [2], a IBM [13], a Microsoft [19] e a Oracle [22]. Elas disponibilizam em seus portais os Modelos de Acessibilidade de Produto Voluntários (VPAT, Voluntary Product Accessibility Template), documentos que contém os requisitos necessários para que um produto esteja em conformidade com a Section 508 (adendo à Lei da Reabilitação de 1998 americana, que exige que as agências

federais utilizem tecnologias de informação e eletrônicas acessíveis às pessoas com necessidades especiais) [32].

2.3 Metodologias de avaliação de softwares educativos

Avaliar um software educativo significa verificar a sua aplicabilidade na educação e como ele ajuda o aluno a construir seus conhecimentos e aperfeiçoar sua compreensão de mundo, de forma a prepara-lo para a realidade em que vive [8]. Esta é uma tarefa que se mostra complexa por envolver uma equipe multidisciplinar e diversificados atributos, conforme a natureza e os objetivos da avaliação, além de poder ser executada em diferentes ocasiões (durante o desenvolvimento do software, na sua aquisição ou na sua utilização).

Em sua pesquisa, Godoi [12] contabiliza 23 instrumentos e os classificam em oito categorias, informando a quantidade de cada um deles: *checklists* (4), diretrizes (3), escala de avaliação (1), formulários (5), híbridos (2), modelo conceitual (1), questionários (2) e sistemas (5). Para este trabalho selecionamos um exemplo de cada categoria, citando os trabalhos de Gamez [9], Cronje [12] Reeves e Harmon [12], Vieira 0, Campos [7], Squires e Preece [30], Gladcheff [11] e Lyra et al [18].

Gamez [9] desenvolveu a TICESE (Técnica de Inspeção de Conformidade Ergonômica de Software Educacional) direcionando a sua atenção para a ergonomia de software integrada aos aspectos pedagógicos. Por meio de um conjunto de critérios e subcritérios de inspeção contidos em formulários com 270 questões, a metodologia avalia as necessidades dos usuários e o efeito da interface sobre eles.

A metodologia para avaliação da qualidade de software educacional de Cronje [12] contém uma matriz sumária em que são definidos os objetivos, os profissionais envolvidos, os questionários e as ferramentas utilizadas no processo avaliativo.

Reeves e Harmon [12] propõem duas abordagens de avaliação do software. Uma delas foca em 14 dimensões pedagógicas e a outra em 10 critérios relacionados à interface do usuário. Estes itens são avaliados mediante retas em que uma das extremidades estão os conceitos mais positivos e na outra, os mais negativos. Por exemplo, o critério pedagógico “filosofia pedagógica” é avaliado de instrucionista a construtivista, e a interface “facilidade de uso” é avaliado de difícil a fácil. O avaliador marca um ponto na seta conforme o seu conceito no item observado e, ao final, os interliga.

Vieira 0 apresenta uma sugestão de formulário a ser preenchido pelos professores para registrarem suas observações de um software para uso educacional, tanto do ponto de vista técnico como pedagógico. Este processo avaliativo deve ser feito antes da utilização do software educativo em sala de aula.

Campos [7] elaborou uma metodologia de avaliação da qualidade do software educacional. Esta técnica é usada tanto no processo de desenvolvimento quanto na sua seleção. Nele são registrados os objetivos, fatores, subfatores, critérios e processos de avaliação para que seja realizada a avaliação da qualidade.

Squires e Preece [30] sugerem uma avaliação preditiva para professores, contendo diretrizes e heurísticas, cujo propósito é focar no design dos softwares educacionais. Com essa avaliação, os professores terão informações suficientes para auxiliá-los na

escolha do melhor software a ser utilizado pelos alunos ou a ser adquirido pela instituição de ensino.

Gladcheff [11] propõe um instrumento de avaliação na forma de questionários para avaliar a qualidade de um produto de software educacional de Matemática direcionado ao Ensino Fundamental. São utilizados os Parâmetros Curriculares Nacionais e heurísticas de usabilidade de um produto de software por meio do paradigma “Goal/Question/Metric-GQM” proposto pelo Dr. Victor Basili, da Universidade de Maryland, durante a década de 1980.

Lyra et al [18] apresenta um modelo de um ambiente virtual para avaliação e distribuição de software educativo denominado Comunidade para Análise de Software Educativo (C.A.S.E.). Este ambiente é um ponto de encontro de designers e educadores para que eles troquem informações e experiências. É aplicado a softwares já concluídos.

2.4 A avaliação preditiva e o modelo GOMS

Preece, Rogers e Sharp [23] definem avaliação preditiva como aquela em que há a participação de especialistas, que se utilizam de heurísticas e de todo seu conhecimento a respeito de um perfil de usuário. É considerado um processo rápido, barato e atrativo para empresas e visa prever problemas de usabilidade. Geralmente não há a participação dos usuários.

Dentre os modelos de avaliação preditiva foi selecionado o modelo GOMS. Este acrônimo representa os seus principais componentes: Goals, Operators, Methods e Selections ou, em português, Metas, Operadores, Métodos e Seleção. Ele foi desenvolvido por Stu Card, Tom Moran e Alan Newell na década de 1980 para “modelar o conhecimento e os processos cognitivos envolvidos quando usuários interagem com sistemas” [23].

As Metas correspondem às tarefas que o utilizador deve realizar ou o que se deseja alcançar com um sistema. Os Operadores constituem as ações do utilizador necessárias para atingir as Metas, agrupadas em Métodos. E por último, temos as Regras de Seleção, que permitem escolher qual o melhor Método a utilizar para atingir uma determinada Meta.

Na Tabela 1 mostramos um exemplo dos quatro componentes desse modelo para uma melhor compreensão e na Figura 1 há um diagrama representativo dos componentes.

Tabela 1 - Exemplo do modelo GOMS de avaliação preditiva

Meta	Fazer uma chamada telefônica via celular
Operadores	clicar no menu principal; selecionar o menu contatos; selecionar o contato; selecionar a opção de efetuar ligação. (Método 1)
	acessar no menu principal; digitar o número do contato; selecionar a opção de efetuar ligação. (Método 2)
	Ativar a tecnologia de reconhecimento de voz; Pressionar o botão Home até ouvir o sinal; Falar a palavra “Ligar”, seguido do nome da pessoa. (Método 3)
Seleção	Método 2

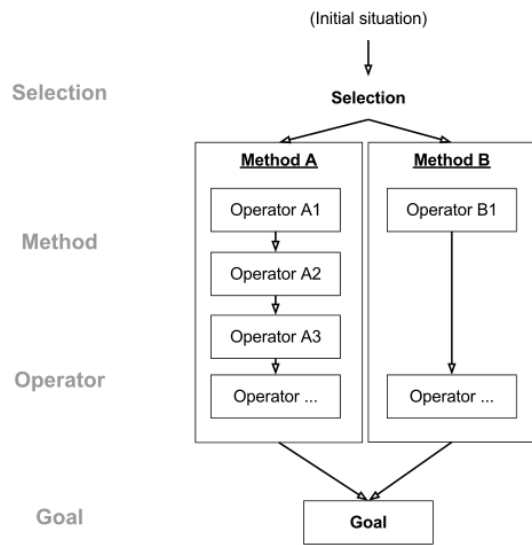


Figura 1 - Modelo GOMS e seus quatro elementos

3. METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO PROPOSTA

Neste trabalho avaliamos a acessibilidade de um software educativo observando as características das interfaces humano-computador, pois este é o lugar em que há o contato entre o ser humano e o sistema [25].

Como instrumento de coleta de dados serão utilizados formulários, preenchido pelo o próprio avaliador (no caso, o docente) durante a utilização do software educativo. Como esse tipo de avaliação pode se mostrar complexa, a capacitação destes profissionais em saberes relacionados à educação inclusiva e tecnologias assistivas é importante para que a avaliação seja eficaz.

A concepção de avaliação aqui utilizada foi construída com base em estudos sobre Avaliação Preditiva, utilizando o modelo GOMS.

A construção do modelo aqui proposto também sofreu influências da Linguagem Unificada de Modelagem (UML), esta que é utilizada para especificar sistemas orientados a objetos. Dela foram extraídos os conceitos de atores, inclusões e extensões [4].

A Figura 2 sumariza, por meio de um fluxograma os passos a serem seguidos para a realização da avaliação.

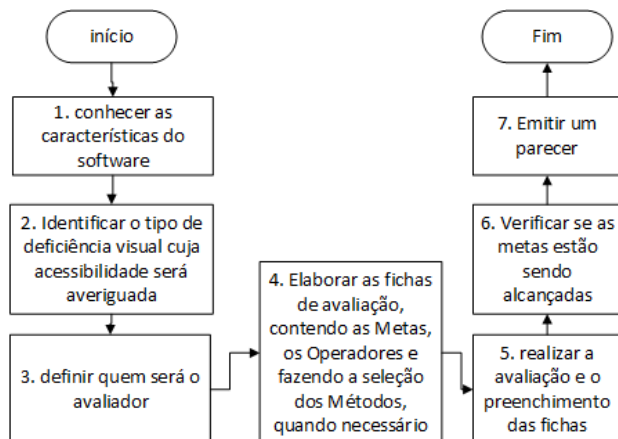


Figura 2 - Fluxograma do processo de avaliação proposto

3.1 Visão geral

Os avaliadores possuem à disposição formulários que contém os seguintes campos: Meta, Incluir, Extender, Atores, Elementos Observados, Recomendações e Operadores.

Uma Meta expressa o que se almeja alcançar no software (por exemplo, “ler os textos de uma forma confortável” ou “Ter acesso a ajuda e documentação em formato acessível”) e devem estar direcionadas às necessidades de um Ator, que é a entidade que interage com o sistema (conceito semelhante ao presente na Linguagem UML). Neste caso são os usuários que utilizam o software educativo como as pessoas totalmente cegas, as pessoas com baixa visão e as pessoas daltônicas. Cada Meta deve estar contida em seu próprio formulário, ou seja, não é permitido em um formulário especificar duas ou mais metas.

Uma Meta faz referência à outra de duas formas: por meio de uma *Inclusão*, quando há a referência a Metas que devem ser alcançadas prioritariamente; e por uma *Extensão*, quando referenciam Metas que podem melhorar ou otimizar as atividades a serem desenvolvidas.

Para que uma Meta seja cumprida faz-se necessário realizar algumas ações e atender a alguns requisitos, representados por *Operadores*. Por exemplo, para a Meta “ler os textos de uma forma confortável”, cujo Ator será um usuário com baixa visão, podemos ter como Operadores: “verificar se tamanho do texto pode ser ajustado”, “verificar se o software usa recursos para ampliar de caracteres” e “verificar se o software dispõe de fontes especialmente desenvolvidas para pessoas com deficiência visual”, dentre outros.

Tanto as metas quanto os operadores devem conter um código, a fim de facilitar sua identificação se for necessário fazer referência aos mesmos. Para as metas recomenda-se utilizar a expressão ME + identificador (ME01 e ME02, por exemplo) e para os operadores a expressão OP + identificador (OP1 e OP2, por exemplo).

Os Operadores são classificados em uma *Escala de Prioridade*. A prioridade alta representa uma ação indispensável para atingir a Meta. A prioridade média é considerada importante e a prioridade baixa é opcional ou simplesmente cosmética, usada para facilitar o cumprimento da Meta.

Um conjunto de Operadores é denominado *Método*. Se métodos distintos são elaborados para um mesmo operador, então faz-se necessário uma regra de *Seleção* para definir aquele que melhor foi especificado.

No campo *Elementos* são assinalados os itens, dentre gráficos, navegação, cor, texto, som e periféricos de entrada, que são observados durante o processo de avaliação.

No campo *Recomendações* citamos os documentos, diretrizes e guias de referência de acessibilidade utilizados na elaboração dos Operadores, como a *Web Content Accessibility Guidelines – WCAG*, voltada para o ambiente Web [31]; a *e-Mag*, modelo de acessibilidade do Governo Eletrônico; e a *Section 508 Standards for Software Applications and Operation Systems*, voltada às aplicações e sistemas operacionais.

Salientamos que, mesmo estes documentos contenham diretrizes que são aplicadas em um ambiente específico (como a Web), é possível aplicar algumas delas em softwares desenvolvidos para outras plataformas (como a Desktop), uma vez os elementos que constituem as interfaces são similares entre si.

Por fim, após utilizar este modelo de avaliação para um determinado software educativo, é recomendável que este passe por uma avaliação pelo usuário deficiente visual, pois a proposta apresentada não visa excluir a participação do mesmo no processo avaliativo.

4. ESTUDO DE CASO – O SOFTWARE MENINO CURIOSO

No intuito de testar a metodologia proposta e verificar se a mesma funciona de maneira adequada e identificar problemas, foi feito um estudo de caso com um software educativo disponível gratuitamente na internet: o Menino Curioso [3].

Este software foi desenvolvido pelo professor José Antonio dos Santos Borges (UFRJ) e destinado à crianças do pré-escolar ao quarto ano do Ensino Fundamental e alunos que estão em processo de letramento e aquisição do código linguístico.

Os alunos têm à sua disposição onze atividades que trabalham a formação de palavras, conceitos matemáticos e raciocínio lógico: Combinum, Continha, Figurinhas, Labirinto, Liga Pontinhos, Monta Cena, Quadro de Letras, Quebra Quebra, Inventor, Embaralha e Letrinhas [14].

O software Menino Curioso é voltado para videntes. Porém uma versão do módulo Letrinhas também está presente em uma versão acessível no ambiente DOSVOX, sob o nome de Letravox, que serviu de motivação para averiguar se a versão deste módulo com interface gráfica é acessível também a pessoas com deficiência e se outros módulos também tem potencial de serem utilizados por este público.

4.1 Avaliador

Como avaliador foi convidado um pedagogo e professor de informática da Associação de Cegos do Estado do Ceará com cegueira (Figura 3). Sua escolha foi feita com base na sua formação, em que o mesmo possui experiências tanto em sala de aula quanto em informática, garantindo assim uma avaliação precisa e a captação de informações que indicam as reais necessidades dos usuário com deficiência visual, tanto em nível pedagógico quanto tecnológico.



Figura 3 - professor avaliando o Menino Curioso

4.2 Ambiente computacional

A avaliação foi feita no Projeto de Acessibilidade Virtual do Instituto Federal do Ceará (IFCE). Estava à disposição do avaliador fones de ouvido e um laptop equipado com o processador Core i3 com 4gb de RAM executando o sistema operacional Windows XP de 32 bits.

Verificou-se que o software Menino Curioso é incompatível em ambientes de 64 bits e que ele não exige uma máquina robusta, podendo ser executado em sistemas operacionais antigos como o Windows 98.

4.3 Instrumentos

Para verificar se as Metas estão sendo alcançadas é utilizado um sistema de pesos para os operadores, com base na relação matemática entre razão e proporção por meio de um objeto de aprendizagem chamado Gangorra Interativa idealizado por Sales [26].

O objeto de aprendizagem simula uma gangorra, semelhante a encontrada em praças, escolas e *playgrounds*. Ela é constituída por uma vareta onde há um parafuso no centro de gravidade da mesma e são fixados ganchos a cada 2 cm, em cada lado, onde são distribuídos pesos. Por meio deste aparato os participantes que interagem com este objeto são desafiados, por meio de situações-problema, a deixar a gangorra em equilíbrio.

Imagina-se que um dos lados dessa gangorra representa os operadores atendidos e o outro representa o operador não atendido. Aplica-se ao operador de prioridade alta um peso 3; ao operador de prioridade média aplica-se o peso 2 e um operador de prioridade baixa tem peso 1. O peso total de um lado da gangorra é obtido através do somatório da quantidade de operadores de uma determinada prioridade multiplicada pelo seu respectivo peso.

A equação a seguir foi elaborada para uma melhor compreensão do instrumento de avaliação.

$$P_t = (nop_a * 3) + (nop_m * 2) + (nop_b * 1)$$

Em que:

P_t = peso total de um lado da balança;

Nop_a = número de operadores de prioridade alta;

Nop_m = número de operadores de prioridade média;

Nop_b = número de operadores de prioridade baixa.

Distribuindo os pesos na balança verifica-se para qual lado a balança tende a descer. Este será o indicativo de que a Meta está mais próxima de ser atendida ou não.

4.4 Procedimento

Foram avaliados três módulos do software Menino Curioso: Letrinhas (programa ensina o alfabeto à criança a partir de historinhas), Figurinhas (jogo da correspondência entre letra e figura) e Quebra Quebra (quebra-cabeças de imagens).

Para cada um deles criaram-se três Metas e, por conseguinte, três fichas de avaliação: ME01 – Ter acesso ao Software Educativo por meio de diversos dispositivos de entrada; ME02 – interagir com o SE mediante um áudio compreensível; ME03 – Navegar no software sem dificuldades, barreiras ou limitações.

Os operadores de cada meta foram elaborados a partir das recomendações de acessibilidade Section 508 e WCAG, que são citados no campo “Recomendações”.

As metas contém os elementos que serão observados em cada módulos (neste caso, os dispositivos de entrada, som e navegação) e a relação de inclusão e extensão entre as metas.

As Tabelas 2, 3 e 4 apresentam em detalhes as metas ME01, ME02 e ME03, respectivamente.

Tabela 2 - Meta ME01

Meta	ME01 - Ter acesso ao software por meio de diversos dispositivos de entrada
Operadores	OP01 - permite acesso via teclado comum; OP02 - permite acesso via teclado Perkins
Recomendação	Section 508 Reference Guide: Section 1194.21- Criteria A
Elemento observado	Dispositivo de entrada
Incluir	-
Extender	-

Tabela 3 - Meta ME02

Meta	ME02 - interagir com o software mediante áudio compreensível
Operadores	OP03 - Checar se o áudio não possui ruídos ou atrasos; OP04 - Checar se a velocidade do som pode ser ajustada; OP05 - Checar se é possível modificar as características da voz; OP06 - Checar se os áudio não contém siglas e palavras complexas em demasia
Recomendação	WCAG 2.0: Success Criteria 1.4
Elemento observado	Som
Incluir	-
Extender	-

Tabela 4 - Meta ME03

Meta	ME03 - Navegar no Software sem dificuldades, barreiras ou limitações
Operadores	OP07 - Checar se o Software lhe informa sobre a sua posição atual; OP08 - Checar se é possível navegar sem a presença de um instrutor; OP09 - Checar se é possível voltar para o menu principal.
Recomendação	WCAG 2.0: Success Criteria 2.4
Elemento observado	Som, navegação
Incluir	ME01
Extender	ME02

A primeira Meta a ser avaliada foi a ME01. Deu-se prioridade à esta Meta pois o usuário de computador com cegueira não utiliza o mouse em suas atividades, mas sim o teclado.

Para realizar a ME03 é necessário implementar primeiramente a ME01, sem a qual a sua realização não será possível. Também podemos utilizar os resultados da ME02 para que a navegação possa ser facilitada. A figura 4 ilustra as inclusões e as extensões das Metas.

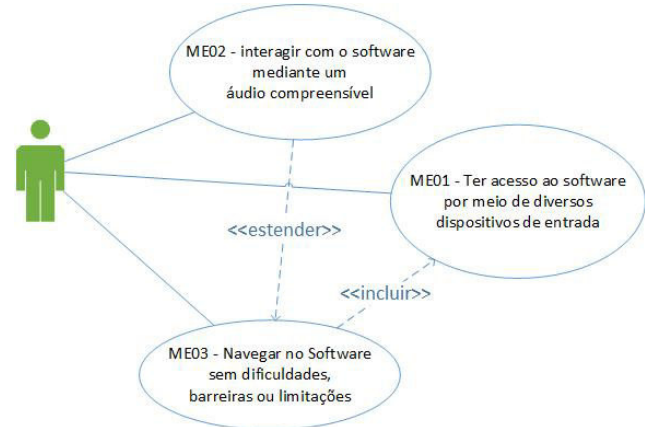


Figura 4 - Representação da Inclusão e Extensão das Metas usando modelagem UML

Das três atividades o avaliador afirmou que somente o módulo Letrinhas atendeu à Meta proposta. Como as demais metas precisam que o avaliador interaja com o software (que não oferecia suporte ao teclado nestes módulos), não foi possível avaliar as metas ME02 e ME03 no módulo Figurinhas e Quebra Quebra.

4.5 Resultados e discussão

As fichas de avaliação do módulo Letrinhas estão ilustradas pelas Tabelas 5, 6 e 7. Os operadores foram formulados pelo autor deste artigo após consulta às recomendações de acessibilidade. Posteriormente os operadores foram apresentados a um profissional especialista nesta área para que fossem validados.

Tabela 5 - Ficha de avaliação do módulo Letrinhas - Meta ME01 (construção própria)

Meta	ME01 – Ter acesso ao software por meio de diversos dispositivos de entrada		
Incluir	Não há	Extender	Não há
Atores	Cego		
Elementos observados	Dispositivo de entrada		
Recomendação	Section 508 – Section 1194.21 – Criteria A		
Método			
Operador	Prioridade	Atendido	
OP01 - Checar se o software permite acesso ao teclado comum	alta	Sim	
OP02 - Checar se o software permite acesso via teclado Braille no padrão Perkins	baixa	não	

Tabela 6 - Ficha de avaliação do módulo Letrinhas - Meta ME02 (construção própria)

Meta	ME01 – Interagir com o software mediante áudio acessível		
Incluir	ME01	Extender	Não há
Atores	Cego		
Elementos observados	som		
Recomendação	WCAG Recomendação 1.4		
Método			
Operador	Prioridade	Atendido	
OP03 - Checar se o áudio não possui ruídos ou atrasos	alta	Sim	
OP04 - Checar se a velocidade do som pode ser ajustada	baixa	não	
OP05 - Checar se é possível modificar as características da voz (masculina, feminina, infantil, robotizada)	baixa	Não	
OP06 - Checar se o áudio não contém siglas ou palavras complexas em demasia	alta	sim	

Tabela 7 - Ficha de avaliação do módulo Letrinhas - Meta ME03 (construção própria)

Meta	ME03 – Interagir com o software mediante áudio acessível		
Incluir	ME01	Extender	ME02
Atores	Cego		
Elementos observados	som		
Recomendação	WCAG Recomendação 2.4		
Método			
Operador	Prioridade	Atendido	
OP07 - Checar se o software lhe informa sobre sua posição atual	alta	não	
OP08 - Checar se é possível navegar sem a presença do instrutor	alta	sim	
OP09 - Checar se é possível voltar para o menu inicial	alta	não	

Com as fichas devidamente preenchidas, partimos para a avaliação das Metas utilizando o sistema de pesos e a metodologia aplicada no objeto de aprendizagem Gangorra Interativa (figuras 5, 6, e 7).

Ao consultar as imagens, verificamos que os resultados indicam que duas das três metas destinadas ao usuário com cegueira foram alcançadas. Assim constatamos que o módulo analisado possui um alto nível de acessibilidade.

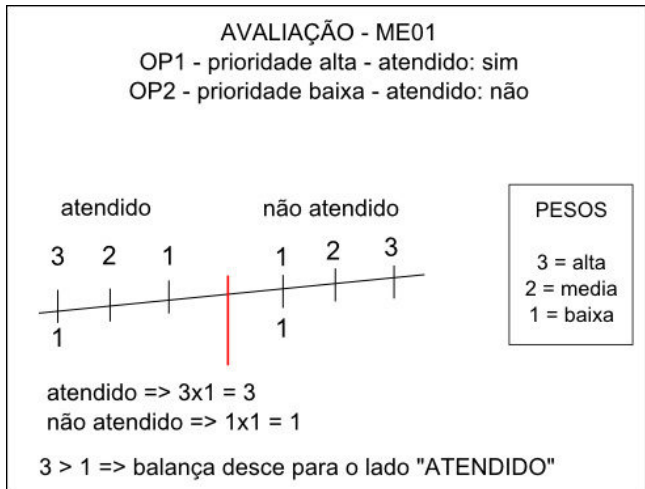


Figura 5 - Avaliação das Metas do módulo Letrinhas - ME01

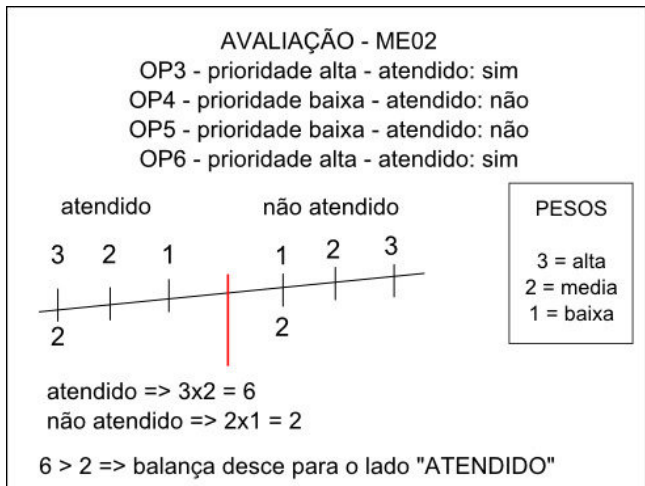


Figura 6 - Avaliação das Metas do módulo Letrinhas - ME03

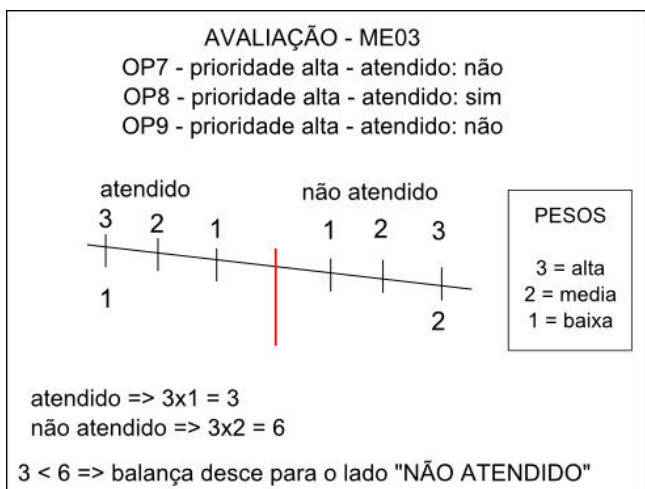


Figura 7 - Avaliação das Metas do módulo Letrinhas - ME03

Ao fim do preenchimento das fichas o avaliador apontou os seguintes problemas que levaram os operadores a não serem atendidos.

- Há momentos em que as vozes dos personagens se confundem;
- O áudio (diálogos e músicas de fundo) não descreve em detalhes o que está acontecendo na cena, nem o tempo nem o espaço em que se passa.
- Quando há a mudança de tela o software não fala o nome da tela atual.
- O software não informa como sair da atividade em uso.
- A tecla ESC deveria sair da atividade atual e voltar ao menu principal, mas esta encerra o programa.

Vale ressaltar que ainda é importante a elaboração de fichas de avaliação e de metas para os usuários com baixa visão. Assim, um software será dito acessível quando as fichas de avaliação elaboradas para pessoas com deficiência visual e para pessoas com visão normal tenham suas metas alcançadas.

O uso de múltiplos avaliadores torna a avaliação mais significativa, já que é muito difícil para um único avaliador ser capaz de encontrar todos os problemas de acessibilidade.

5. CONCLUSÃO

Verificou-se que o instrumento de avaliação proposto é importante para a coleta de informações, possibilitando que os objetivos propostos para este trabalho foram atingidos.

A partir dos resultados da avaliação nós iniciou-se uma remodelagem dos módulos Figurinhas e Quebra Quebra para uma versão acessível para a Web usando HTML5, Javascript e CSS. Como trabalhos futuros realizaremos incrementos e testes com as novas versões, com posterior publicação do código-fonte.

Como desdobramento deste trabalho está a criação de um sistema Web que automatize e simplifique o processo de avaliação.

6. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Projeto de Acessibilidade Virtual – Núcleo Fortaleza, à Associação dos Cegos do Estado do Ceará e aos participantes pela contribuição para a realização deste trabalho. Este artigo foi parcialmente financiado pelo projeto CNPQ/UNIVERSAL 480292/2011-6.

7. REFERENCIAS

- [1] ADOBE. Adobe accessibility, 2013. Disponível em <<http://www.adobe.com/accessibility.html>>. Acesso em 04 ago 2013.
- [2] APPLE INC. Accessibility, 2013. Disponível em <<http://www.apple.com/accessibility/>>. Acesso em 04 ago 2013.
- [3] BLIND GAMES. Software Menino Curioso. Disponível em <<http://www.audiogames.com.br/download.php?download=75&cat=38&ref=0&subref=0&page=1>>. Acesso em 04 ago 2013.
- [4] BOOCH, Grady; JACOBSON, Ivar; RUMBAUGH, James. UML User Guide. Addison-Wesley, 1999.
- [5] BRASIL. Lei 9394 (Lei de Diretrizes e Bases) de 20 de dezembro de 1996. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9394.htm> Acesso em: 03 ago. 2013.

- [6] BRASIL. Modelo de Acessibilidade do Governo Eletrônico versão 3.0. Brasília: Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, 2011.
- [7] CAMPOS, Gilda Helena Bernardino de. Metodologia para avaliação da qualidade de software educacional. Diretrizes para desenvolvedores e usuários. Rio de Janeiro, 1994. 232 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção), Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1994.
- [8] FRESKI, F. B. Avaliação da Qualidade de Softwares Educacionais para o Ensino de Álgebra. Monografia. Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas- Universidade Estadual do Oeste do Paraná, 2008.
- [9] GAMEZ, Luciano. Técnica de Inspeção de Conformidade Ergonômica de Software Educacional. Dissertação. Mestrado em Engenharia Humana – Universidade do Minho, Portugal, 1998.
- [10] GARCIA, Carla Cristina. Sociologia da Acessibilidade. Curitiba: IESDE Brasil S.A., 2008
- [11] GLADCHEFF, Ana Paula. Um instrumento de avaliação da qualidade para software educacional para software educacional de matemática. São Paulo, 2001. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) – Instituto de Matemática e Estatística, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.
- [12] GODOI, K. A. Validação participativa de instrumentos avaliativos de software educativo por professores do ensino fundamental e médio. Curitiba, 2009. Dissertação (Mestrado em Design) PPGDesign, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2009.
- [13] IBM. IBM Software Accessibility Checklist - Version 3.6. 2009. Disponível em: <http://www-03.ibm.com/able/guidelines/software/accesssoftware.html>. Acesso em: 05 set. 2013.
- [14] INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO RIO GRANDE DO SUL – CAMPUS BENTO GONÇALVES. Software Menino Curioso e DemoBia. Disponível em: <<http://accessibilidade.bento.ifrs.edu.br/arquivos/pdf/manual/manual-03-arquivo-19.pdf>>. Acesso em: 27 jul. 2013.
- [15] INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO RIO GRANDE DO SUL – CAMPUS BENTO GONÇALVES. Objetos de aprendizagem. Disponível em: <<http://accessibilidade.bento.ifrs.edu.br/objetos-de-aprendizagem.php>>. Acesso em: 27 jul. 2013.
- [16] INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS. Censo Escolar 2012. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=12219&Itemid=&ei=cg_8Ue29GYjU9QSK54CoAg&usg=AFQjCNFAHxdkkvrbsjYEmulAzxzCkRdw&bvm=bv.50165853,d.eWU&cad=rja>. Acesso em 02 ago. 2013.
- [17] ISO 9241-171. Ergonomics of human-system interaction - Part 171: Guidance on software accessibility.ISO, 2008.
- [18] LYRA, André; LEITÃO, Daniel A.; AMORIM, Guilherme B. C. de; GOMES, Alex S. Ambiente virtual para análise de software educativo. In: WIE 2003 WORKSHOP

- BRASILEIRO DE INFORMÁTICA EDUCATIVA, 2003, Campinas.
- [19] MICROSOFT CORP. Microsoft Accessibility, 2013. Disponível em < <http://www.microsoft.com/enable/>>. Acesso em 04 ago 2013.
- [20] MONTARDO, Sandra Portella; PASSERINO, Liliana Maria; BEZ, Maria Rosângela. Acessibilidade digital em blogs: limites e possibilidades para socialização on-line de Pessoas com Necessidades Especiais (PNE). Revista de Economía Política de las Tecnologías de la Información y Comunicación, vol. X, n. 1, 2008.
- [21] OLIVEIRA, Celina Couto de; COSTA, José Wilson da; MOREIRA, Mércia. **Ambientes Informatizados de Aprendizagem:** Produção e Avaliação de software Educativo. Campinas: Papirus, 2001.
- [22] ORACLE. Oracle's accessibility program, 2013. Disponível em <<http://www.oracle.com/us/corporate/accessibility/index.html>>. Acesso em 04 ago 2013.
- [23] PREECE, J.; ROGERS, I.; SHARP, H. Design de Interação: Além da Interação Humano-Computador; Porto Alegre: Bookman, 2005.
- [24] PROJETO DOSVOX. O que é o DOSVOX? Disponível em < <http://intervox.nce.ufrj.br/dosvox/> >. Acesso em 04 ago 2013.
- [25] ROCHA, Heloisa Vieira da.; BARANAUSKAS, Maria Cecília Calani. Design e Avaliação de Interfaces Humano-Computador, Nied/Unicamp, Campinas-SP, 2003.
- [26] SALES, Gilvandenys Leite et al. Gangorra Interativa: um objeto de aprendizagem para os conceitos de grandezas inversamente proporcionais. XXVI Congresso da SBC - WIE - Workshop de Informática na Escola, Anais. Campo Grande, 2006
- [27] SÁNCHEZ, J. and FLORES, H. (2005). AudioMath: Blind children learning mathematics through audio. International Journal on Disability and Human Development, IJDHD, 4(4), October- December 2005, pp. 311-316.
- [28] SÁNCHEZ, J. SÁENZ, M. and RIPOLL, M. (2009). Usability of a multimodal videogame to improve navigation skills for blind children. In Proceedings of the 11th international ACM SIGACCESS conference on Computers and accessibility (Assets '09). ACM, New York, NY,USA, pp. 35-42. 2009.
- [29] SÁNCHEZ, J. SÁENZ, M. PASCUAL-LEONE, A. and MERABET, L. (2010). Enhancing navigation skills through audio gaming. In Proceedings of the 28th of the international conference extended abstracts on Human factors in computing systems (CHI EA '10). ACM, New York, NY, USA, pp. 3991-3996.
- [30] SQUIRES, David; PREECE, Jenny. Usability and learning: evaluating the potential of educational software. Computer and Education, v. 27, n. 1, p. 15-22, 1996.
- [31] THATCHER, Jim et al. Web Accessibility: Web Standards and Regulatory Compliance. New York: Friendsoft, 2006.
- [32] USA. Section 508 of the Rehabilitation Act. Disponível em: <<http://www.section508.gov/>>. Acesso em: 04 ago. 2013.
- [33] VIEIRA, Fabia Magali Santos. Avaliação de software educativo: reflexões para uma análise criteriosa. 1999. Disponível em: <[http://www.cin.ufpe.br/~case/artigos/Avaliacao e Classificacao/Avaliacao de Software Educativo Reflexoes para uma Analise Criteriosa.doc](http://www.cin.ufpe.br/~case/artigos/Avaliacao_e_Classificacao/Avaliacao_de_Software_Educativo_Reflexoes_para_uma_Analise_Criteriosa.doc)>. Acesso em: 02 set 2013.
- [34] W3C. Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.0. Disponível em <<http://www.w3.org/TR/2008/REC-WCAG20-20081211/>> Acesso em : 04 ago. 2013.