
Uma Ferramenta de Autoria de Materiais Instrucionais com Símbolos Matemáticos Acessíveis a Deficientes Visuais

Jose Nilton B. Meira¹, Carlos C. Ferracini¹, Andre Luiz M. Gimenes¹,
Fernando Henrique D. Neves¹, Robson Simonassi¹ e Edson P. Pimentel¹

¹ Universidade Municipal de São Caetano do Sul (USCS)
Av. Goiás, 3400 – 09550-051 – São Caetano do Sul - SP

jnbm1505@gmail.com, carlos.ferracini@gmail.com,
gimenesluiz@gmail.com, fdemitroff@gmail.com,
robson.simonassi@gmail.com, edson.pimentel@uscs.edu.br

***Abstract.** Advances of social inclusion politics has lead to classrooms of the Educational System an increasing number of people with special needs. The Technological advances also have produced benefits to support the learning of this group of population being Screen Readers' Software that convert a written text into an audio format are excellent support for visual deficient's learning. However, Screen Readers are not able to reproduce mathematical symbols demanding for a visual deficient the support of a person with normal vision or the use of resources in Braille. This article aims to present a tool for authoring instructional contents with mathematical symbols, being these automatically converted for the text format, that can be reproduced by Screen Readers. Moreover, the tool also generates the same content in MathML format and can be visualized in symbolic form for students with normal vision.*

***Resumo.** O avanço das políticas de inclusão social tem conduzido às salas de aula do Sistema Educacional um número crescente de portadores de necessidades especiais. Os softwares leitores de tela, que reproduzem um texto escrito no formato de áudio, são exemplos de excelente suporte para o aprendizado dos deficientes visuais. No entanto, os leitores de tela não estão aptos a reproduzir símbolos matemáticos exigindo para o deficiente visual o suporte de uma pessoa com visão normal ou o uso de recursos em Braille. Esse artigo tem por objetivo apresentar uma ferramenta para elaboração de material instrucional que contenha símbolos matemáticos, sendo estes convertidos automaticamente para o formato texto, que pode ser reproduzido pelos leitores de tela. Além disso, a ferramenta também gera o mesmo conteúdo no formato MathML que pode ser visualizado na forma simbólica pelos estudantes com visão normal.*

1. Introdução

De acordo com estudo recente do Centro de Políticas Públicas da Fundação Getúlio Vargas (FGV) em parceria com o International Poverty Centre a diferença entre ricos e pobres está diminuindo [FGV, 2008]. Acredita-se que os principais fatores estejam ligados às políticas de transferência de renda. No entanto, apesar dos avanços o Brasil ainda é um país com muitas desigualdades e a grande transformação desse cenário depende de uma educação de qualidade para todos.

O artigo 205 da Constituição Brasileira afirma que a educação é um direito de todos e dever do Estado e da Família [Brasil, 1988]. Sendo assim, entende-se que a educação deve ser encarada como fator primordial na formação de um cidadão deficiente ou não, e que as oportunidades devem ser igualitárias. Para tanto há uma Política Nacional de Educação Especial na qual se declara a preocupação em dar prioridade às ações para garantia da acessibilidade em todos os espaços escolares, nos sistemas de informação, nos sítios eletrônicos, nos mobiliários, no transporte escolar e também nos materiais didáticos e pedagógicos [Brasil, 2007].

É possível notar que, gradativamente, essas políticas de inclusão vêm surtindo efeito e cada vez mais pessoas com necessidades especiais têm alcançado as salas de aula. Além disso, percebe-se também um esforço para que pessoas com e sem deficiência convivam juntos na mesma sala de aula. No entanto, o que parece ser altamente saudável, pode funcionar como uma atitude discriminatória, se a didática do professor e o material instrucional não forem adequados a todos [Ferronato, 2002].

Neste trabalho procurou-se focar nas condições de acessibilidade dos deficientes visuais aos materiais instrucionais específicos da área de matemática. Segundo o censo do IBGE (2000), entre 16,6 milhões de pessoas com algum grau de deficiência visual, quase 150 mil se declararam cegos.

Geralmente o acesso à informação é bastante limitado para os deficientes visuais. Este acesso se dá normalmente através de documentos escritos em *Braille*, um sistema para representação de letras, números e outros símbolos, criado pelo francês Louis Braille, no qual cada símbolo é representado por pontos em relevo. A escrita em Braille pode ser compreendida pelo deficiente visual quando este desliza o dedo sobre um papel com estes pontos [Jannuzi, 2004].

Ferronato (2002) afirma que normalmente quem tem conhecimento de Braille são os professores especialistas no ensino para cegos e alunos cegos, mas não a maioria. Professores regulares dificilmente sabem usá-lo e mesmo que soubessem teriam que preparar dois tipos de material instrucional: um para os cegos e outro para os videntes.

A disseminação do uso do computador pessoal trouxe grandes avanços nas condições de acesso à informação por parte dos deficientes visuais em virtude dos softwares leitores de tela. No entanto, esses softwares ainda possuem limitações principalmente na leitura de conteúdos específicos como a matemática simbólica.

Esse artigo tem por objetivo apresentar uma ferramenta para apoiar o professor na elaboração de material instrucional que envolva símbolos matemáticos. Nessa ferramenta, expressões matemáticas são convertidas automaticamente para o formato texto que pode então ser reproduzido pelos leitores de tela. Além disso, a ferramenta também gera o mesmo conteúdo no formato MathML que pode ser visualizado na forma simbólica pelos estudantes com visão normal através de um software de navegação na Internet.

O artigo está organizado como segue: a seção 2 descreve o cenário da acessibilidade na educação pelos deficientes visuais. Na seção 3 apresenta-se a arquitetura computacional da ferramenta de autoria proposta bem como os detalhes de implementação e funcionamento. Por fim, na seção 4 são apresentadas as considerações finais e a proposição de trabalhos futuros.

2. Acessibilidade na Educação para Deficientes Visuais

De acordo com o Decreto 5296 de 2004 o termo acessibilidade é a condição para utilização, com segurança e autonomia, total ou assistida, dos espaços, mobiliários e equipamentos urbanos, das edificações, dos serviços de transporte e dos dispositivos, sistemas e meios de comunicação e informação, por pessoa portadora de deficiência ou com mobilidade reduzida [Brasil, 2004].

Apoiada na teoria de Aprendizagem de Vygotsky, Damiani (2006) retrata a existência de diferenças entre os indivíduos, tornando uns mais predispostos a algumas atividades do que outros, em razão do fator físico ou genético. Contudo, acredita-se que estas diferenças não sejam determinantes para o processo de Aprendizagem.

Diante desse cenário e do foco desse trabalho, destaca-se a necessidade de cuidar da questão da acessibilidade das pessoas com deficiência visual, para garantir sua inclusão no processo educacional, tendo em vista que esses necessitam de recursos especiais para que sua compreensão na assimilação do conhecimento seja facilitada.

No processo de ensino e aprendizagem, o material didático é um componente importante para que seja criado um ambiente com condições adequadas para que a interação entre aluno e professor ocorra de maneira produtiva, sendo eles deficientes visuais ou não. Segundo Oliveira (2002) os recursos de acessibilidade podem ser criados e desenvolvidos potencializando-se as atividades motoras não afetadas pela deficiência, como por exemplo, o tato e a audição em relação aos deficientes visuais.

Um dos recursos mais antigos para que o deficiente visual tenha acesso à informação é o Sistema *Braille*, que pode contar também com recursos de áudio e mais recentemente com recursos tecnológicos apoiados por computador.

De acordo com Ferreira (2008) os anos 90 trouxeram aos deficientes visuais novas possibilidades de estudo. O avanço nas tecnologias, sobretudo “tecnologias assistivas” se tornou imprescindível, de tal forma que quanto mais completa for esta tecnologia, mais acessível será a informação. Desta forma, pode-se concluir que acessibilidade e informática andam juntas no processo ensino-aprendizagem nos dias atuais. De acordo com Bersch (2008), o termo “tecnologia assistiva” é usado para identificar recursos e serviços que se destinam a proporcionar ou ampliar habilidades de pessoas com deficiência, promovendo-lhes vida independente e inclusão.

A acessibilidade na educação deve levar em conta também o preparo dos professores no trato com alunos deficientes visuais. Segundo Leal (2008), esses devem aprender que ao planejar atividades de ensino-aprendizagem precisam considerar os estímulos e as necessidades do conteúdo e dos alunos que dela farão parte.

No processo de aprendizagem existem os momentos em que o estudante necessita realizar atividades para sedimentar o conhecimento ou verificar a própria aprendizagem. Exemplos dessas atividades são os exercícios na forma de unidades de avaliação e leituras adicionais. No caso dos deficientes visuais, nem sempre as atividades disponibilizadas são acessíveis e ele normalmente necessita do apoio de uma pessoa com visão normal para realizá-las. Se os materiais forem disponibilizados em formato digital o deficiente visual pode acessá-los através de um computador com o apoio de um software “leitor de tela” que são detalhados a seguir.

2.1. Softwares de Acessibilidade aos Deficientes Visuais

Os softwares de acessibilidade aos ambientes digitais para deficientes visuais utilizam basicamente ampliadores de tela para aqueles que possuem “visão subnormal” e recursos de áudio ou em Braille para os cegos [Sonza e Santarosa, 2003]. Dentre os sistemas para deficientes visuais os mais utilizados atualmente estão os leitores de tela.

Leitores de tela são programas que reproduzem em áudio tudo aquilo que aparece na tela do computador, soletrando também os caracteres digitados. Segundo Estabel et al (2006) o surgimento dos leitores de tela ou softwares de voz, no início da década de 90, facilitou a comunicação entre os deficientes visuais e videntes, uma vez que o texto é lido a partir do momento em que o cego acessa o computador.

Eberlin (2006) descreve os principais softwares leitores de tela disponíveis no mercado e Silveira et. al (2007) apresenta uma avaliação desses. Destacam-se:

- JAWS - Job Access With Speech (JAWS, 2008), oferece tecnologia de voz sintetizada em ambiente Windows para acessar softwares, aplicativos e recursos na internet, com um amplo leque de teclas de atalho. Um sintetizador de voz integrado ao software utiliza a placa e as caixas de som do computador para dar as informações exibidas no monitor.
- NVDA - NonVisual Desktop Access (NVDA, 2008) é um leitor de telas para o sistema operacional Windows® que suporta os sintetizadores de voz compatíveis e usa uma estrutura modular, que permite suportar outros sintetizadores de voz que sejam programados. Por ser de código aberto (open source) permite alterações de funcionalidades por parte de programadores.
- Virtual Vision (2008) permite aos deficientes visuais utilizar o ambiente Windows® e diversos aplicativos. O Virtual Vision utiliza o DeltaTalk, a tecnologia de síntese de voz desenvolvida pela MicroPower®, cuja característica principal é a sua adaptação a aplicativos que não oferecem acessibilidade a leitores de tela.

2.2. Recursos Didáticos no Ensino de Matemática para Deficientes Visuais

A aprendizagem de matemática é considerada uma tarefa difícil por muitos estudantes, em todos os níveis de educação. O ensino de matemática para alunos deficientes visuais não é uma tarefa das mais fáceis. Ferronato (2002) justifica afirmando que esses alunos precisam estar em contato direto com o que está sendo ensinado, ou seja, precisam literalmente “sentir” para poderem fazer suas abstrações.

Apresenta-se a seguir um recurso didático que permite ao deficiente visual explorar o sentido do tato e outro recurso que o permite explorar o sentido da audição.

2.2.1 Multiplano

Uma das alternativas bastante utilizadas no Brasil para apoiar o ensino de matemática aos deficientes visuais é o sorobã ou ábaco, instrumento usado tradicionalmente no Japão para fazer cálculos. Com ele é possível realizar operações de adição, subtração, multiplicação, divisão, radiciação e potenciação. No entanto, conteúdos matemáticos que requerem respaldos visuais necessitam de outros recursos [Ferronato, 2002].

O Multiplano de Ferronato (2008) é um material concreto que consiste, basicamente, em uma placa perfurada de linhas e colunas perpendiculares, onde os furos são equidistantes. Nos furos podem ser encaixados rebites, os quais possibilitam a realização de diversas atividades matemáticas. A superfície dos pinos apresenta identificação dos números, sinais e símbolos matemáticos tanto em *Braille* (auto-relevo) quanto em algarismos Hindu-arábicos, o que permite sua manipulação tanto por pessoas cegas como por videntes, sem que estas precisem conhecer a escrita em *Braille*.

2.2.2 AudioMath

AudioMath é um pacote de ferramentas de acessibilidade que usadas isoladamente ou integradas com conversores texto-fala são capazes de reconhecer e converter conteúdos proveniente da Web que não são diretamente convertidos pelos “leitores de tela” e são capazes também de “falar” fórmulas matemáticas [Ferreira e Freitas, 2006].

AudioMathEngine, AudioMathGUI e AudioMathWeb são três aplicações desenvolvidas dentro do projeto e consiste em sua essência de um conversor texto-fala para a reprodução oral de expressões matemáticas codificadas em MathML, conforme figura 1, através dos diversos leitores de tela disponíveis no mercado, partindo do princípio de que a matemática pode ser descrita oralmente [Ferreira, 2005].

$\sqrt{\frac{a}{b}}$	<pre><math> <msqrt> <mfrac> <mi>a</mi> <mi>b</mi> </mfrac> </msqrt> </math></pre>
----------------------	---

Figura 1. Exemplo de fórmula matemática em MathML Presentation Markup.

A MathML (Mathematical Markup Language) é uma linguagem de marcação de padrão XML adotada pela W3C, cujo objetivo é descrever a notação matemática e disponibilizá-la na Internet para fins de transmissão, recepção e processamento de expressões matemáticas. [W3C-1, 2003].

No desenvolvimento do AudioMath outras questões importantes foram pesquisadas: a interpretação inteligente de uma expressão matemática e o seu processamento em linguagem natural; o estudo da leitura da matemática de forma não ambígua; o tratamento de problemas de cognição em expressões longas; A navegação em partes de uma expressão matemática mais complexa.

3. Arquitetura Computacional da Ferramenta de Autoria

Conforme já contextualizado anteriormente, têm-se cada vez mais num mesmo ambiente de ensino-aprendizagem alunos deficientes visuais e alunos videntes. Nem sempre o professor recorda-se dessa peculiaridade, normalmente minorias, quando está desenvolvendo o material instrucional em formato digital. No caso da matemática que envolve simbologia isso se torna um problema para o deficiente visual, já que os leitores de tela não estão aptos a traduzir corretamente esses símbolos.

Um dos pressupostos adotados para o desenvolvimento desse ambiente de autoria é que este possibilite ao professor, desenvolver o material instrucional para conteúdos matemáticos uma única vez. Que o resultado possa ser usado tanto por alunos deficientes visuais no formato textual com o suporte dos leitores de tela como por alunos videntes no formato simbólico, sem a necessidade de passar por outros conversores ou adaptadores, como é o caso do AudioMath. Outro ponto importante foi que o ambiente também pudesse ser utilizado de modo eficaz por um professor de matemática deficiente visual.

Nessa versão, desenvolveu-se o módulo para criação e edição de materiais instrucionais. Basicamente, o professor digita o texto incluindo expressões e fórmulas matemáticas e ao salvar o arquivo, o ambiente permite gerar um arquivo no formato texto, em “linguagem natural”, que pode ser reconhecido pelos *softwares* leitores de tela e outro arquivo em formato XHTML, com conteúdo MathML, para os alunos com visão normal. Além disso, durante a própria digitação do texto a ferramenta, com o suporte de um leitor de tela, pode reproduzir o que está sendo digitado, inclusive as fórmulas e expressões matemáticas. A figura 2 apresenta a arquitetura geral da ferramenta contemplando as características atuais.

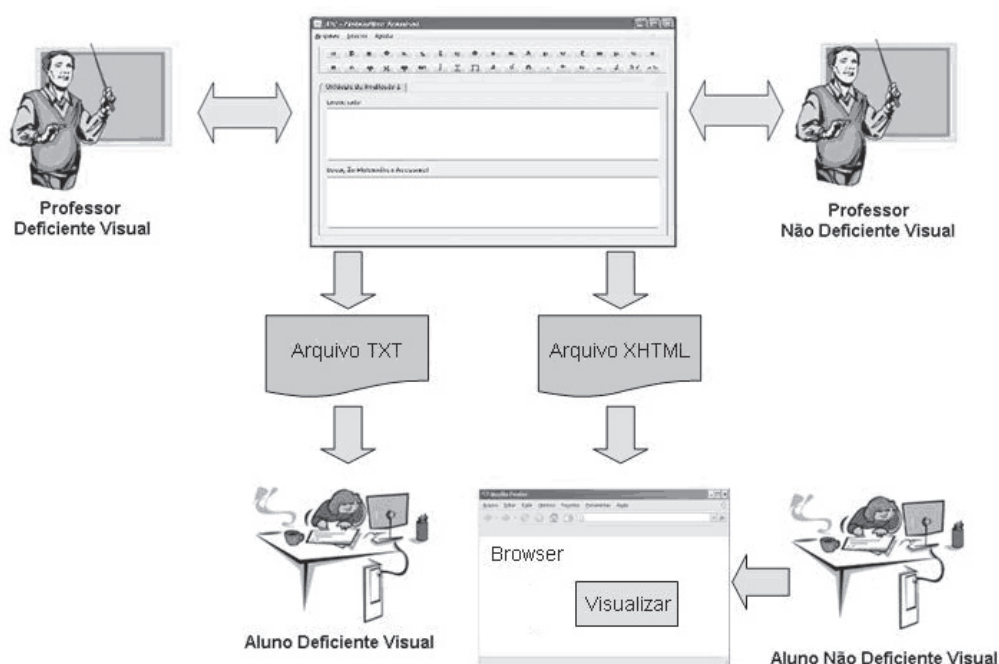


Figura 2. Arquitetura Geral do Ambiente de Autoria

3.1. Fluxo para a Criação de um Texto com Conteúdos Matemáticos

A figura 3 apresenta a tela de edição de um texto com conteúdos matemáticos. Na parte superior da figura encontra-se o teclado virtual:

- a) O Professor seleciona opção “Novo”, no menu “Arquivo” e a ferramenta exibe o campo de entrada de dados: Equação Matemática;
- b) O Professor acessa o campo e digita o texto que descreve a contextualização de um conteúdo ou de uma atividade;

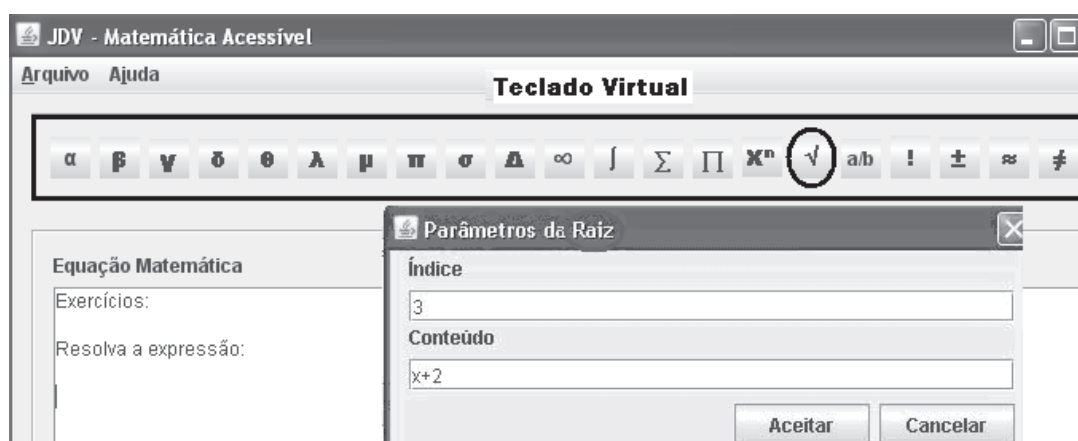


Figura 3. Tela de Edição do Conteúdo com Equação Matemática

- c) Ao selecionar um dos símbolos do teclado virtual, uma janela de diálogo pode ser aberta e a ferramenta transforma os dados digitados e o símbolo correspondente num texto em “linguagem natural” que pode ser lido por um leitor de tela. No exemplo da figura 3 selecionou-se o símbolo de RAÍZ. A figura 4 complementa este exemplo apresentando, na parte à esquerda (a),
- d) No menu “Arquivo” O professor pode executar a opção “Salvar” para gerar um arquivo no formato texto (extensão TXT) direcionado ao deficiente visual.
- e) O Professor pode também executar a opção “Exportar MathML”, no menu “Arquivo” para gerar um arquivo no formato XHTML direcionado ao vidente, conforme mostra a parte direita (b) da figura 4.

É importante ressaltar que em todas as opções da ferramenta há suporte de acessibilidade para deficientes visuais aptas ao reconhecimento dos leitores de tela.

3.2. Requisitos para a Edição da Equação Matemática

Para inserir notações matemáticas que exigem o uso de símbolos como, por exemplo, raízes ou frações ou letras gregas, há a necessidade de se utilizar o teclado que consta na parte superior da figura 3. Dependendo do símbolo pressionado, uma caixa de diálogo é aberta. Na figura 3, por exemplo, aparece a janela sobreposta “Parâmetros da Raiz” após o respectivo símbolo ser pressionado no teclado superior. A seguir exemplos de comportamento do ambiente para alguns desses símbolos:

- Raiz - ao selecionar o comando para inserção de uma raiz, é exibida uma janela que solicita a entrada dos seguintes parâmetros: índice e conteúdo da Raiz
- Potência - ao selecionar o comando para inserção de uma potência, é exibida uma janela que solicita a entrada dos seguintes parâmetros: base e expoente.

Para inserir notações matemáticas simples, tais como operações elementares de adição, subtração, multiplicação, não há a necessidade de utilizar o teclado de símbolos e a entrada pode ser feita diretamente com o teclado normal. Todas as expressões ou símbolos são gerados numa “linguagem” que permite a reprodução pelo *software* leitor de tela e conseqüentemente entendimento por parte do deficiente visual.

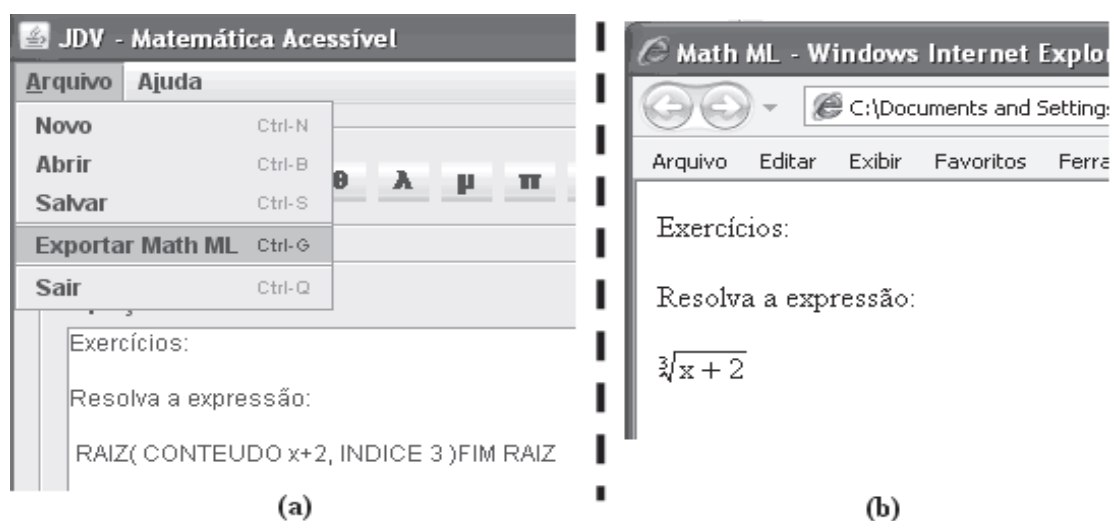


Figura 4. Raiz em linguagem natural (a) Arquivo correspondente em MathML(b)

3.3. Tecnologias Utilizadas

Para o desenvolvimento de um ambiente dessa categoria diversas tecnologias são necessárias. Utilizou-se a plataforma Java SDK 1.6 (2008) no desenvolvimento e testou-se a ferramenta com os leitores de tela JAWS 8.0 (2008) e também o NVDA (2008), ambos com o Access Bridge 2.0.1 (2008) servindo de interface de comunicação com a JVM (Java Virtual Machine). Utilizou-se também a Linguagem de Marcação Matemática (*Mathematical Markup Language*) - MathML (2008)

A ferramenta possui um mecanismo que converte a expressão simbólica em “linguagem natural”. Para tal utilizou-se as classes Pattern e Matcher do pacote java.util.regex que estão disponíveis no JSDK e dão suporte no reconhecimento de expressões regulares, fazendo a análise sintática de um texto reconhecendo os padrões de uma determinada linguagem, nesse caso padrões para expressões matemáticas.

Uma expressão regular provê uma forma concisa e flexível de identificar cadeias de caracteres, palavras ou padrões de caracteres. Expressões regulares são escritas numa linguagem formal que pode ser interpretada por um processador de expressão regular, um programa que ou serve um gerador de analisador sintático ou examina o texto e identifica partes que casam com o padrão dado [Menezes, 2004].

3.4. Testes Preliminares

Alguns testes preliminares foram efetuados para verificar a eficácia da ferramenta junto aos deficientes visuais. Nesse cenário de simulação uma pessoa vidente elaborou uma atividade de exercícios de matemática utilizando a ferramenta e um aluno deficiente visual total (cego) recebeu o arquivo texto para realizar a atividade. Com o uso de um computador com o leitor de tela NVDA e depois com o JAWS, o aluno abriu o arquivo texto no editor e tentou realizar essa atividade. Segundo o aluno, o texto reproduzido pelos dois leitores de tela foi altamente compreensível para que ele pudesse realizar a atividade e resolver a expressão aritmética utilizando o mesmo editor de texto.

Outros testes já foram realizados com mais deficientes visuais, de diferentes perfis, mas os dados ainda não foram analisados até a conclusão desse artigo.

4. Considerações Finais e Trabalhos Futuros

O Ensino de Matemática carece de recursos didáticos que sejam adequados aos deficientes visuais. Mesmo com a disseminação do uso do computador e dos leitores de tela, esbarra-se na ineficácia desses quanto ao reconhecimento e reprodução de símbolos matemáticos. Algumas ferramentas de conversão desses símbolos para a linguagem natural foram desenvolvidas. No entanto, essas ferramentas não são de fácil acesso e exigem que o professor produza o material em diversas etapas.

Esse artigo apresentou uma ferramenta de autoria de materiais instrucionais com símbolos matemáticos acessíveis tanto a deficientes visuais como a pessoas com visão normal. Assim, com a ferramenta, o professor pode, numa tarefa única, desenvolver atividades que utilizem símbolos matemáticos para ambos os públicos. A ferramenta permite a geração do conteúdo digitado pelo professor, no formato texto, em “linguagem natural” podendo ser processado pelos leitores de tela, e em formato XHTML que pode ser exibido pelos navegadores de internet.

Os seguintes aprofundamentos são necessários: ampliação do teclado simbólico e das respectivas expressões regulares. Além disso, faz-se necessário a realização de estudos de casos envolvendo um grupo maior de deficientes visuais e análises mais profundas. Estudos sobre a “linguagem natural” matemática produzida pela ferramenta, a navegação em fórmulas mais extensas e a incorporação desses componentes em um ambiente mais robusto fazem parte dos trabalhos futuros.

Referências

- _____. Access Bridge 2.0.1 (2008). Disponível em <http://java.sun.com/javase/technologies/accessibility/accessbridge>. Acesso em 15 /08/2008
- _____. FGV (2008) Crescimento Pró-Pobre: O Paradoxo Brasileiro. Fundação Getúlio Vargas. Disponível em <http://www.fgv.br/cps/pesquisas/propobre>. Acesso em 13 /08/2008
- _____. JAWS for Windows®. (2008).Disponível em: <<http://www.freedomscientific.com/products/fs/jaws-product-page.asp>>. Acesso em 14/08/2008.
- _____. Java SDK 1.6 (2008). Disponível em <http://java.sun.com/javase/downloads/index.jsp>. Acesso em 15 /08/2008
- _____. MathML (2008). Disponível em www.w3.org/Math. Acesso em 15 /08/2008
- _____. NVDA (2008). NonVisual Desktop Access. Disponível em: <<http://www.nvda-project.org>>. Acesso em 14 de Agosto de 2008.
- _____. Virtual Vision (2008). Virtual Vision. Disponível em: <<http://www.micropower.com.br>>. Acesso em 14/08/2008.
- Bersch, Rita (2008). Introdução à Tecnologia Assistiva. CEDI • Centro Especializado em Desenvolvimento Infantil. Porto Alegre. Disponível em [http://www.assistiva.com.br/Introducao %20TA%20 Rita%20Bersch.pdf](http://www.assistiva.com.br/Introducao%20TA%20Rita%20Bersch.pdf). Acesso em 15 /08/2008
- Brasil (1988). Constituição da República Federativa do Brasil (1988), Art. 205. República Federativa. MEC. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constitui%C3%A7ao.htm. Acesso em 14 /08/2008

-
- Brasil (2004). Decreto Nº 5.296 de 2 de Dezembro de 2004. Tribunal Regional do Trabalho. Brasília. Disponível em http://www.trt02.gov.br/geral/tribunal2/Legis/Decreto/5296_04.html. Acesso em 12 /08/2008
- Brasil (2007). *Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva*. Brasília, MEC/SEESP.
- Damiani, M. F., Neves, R. A. (2006). Vygotsky e as teorias da aprendizagem. UNIrevista – Vol. 1, nº 2. São Leopoldo: UNISINOS.
- Eberlin, S. (2006). O Software Livre como Alternativa para a Inclusão Digital do Deficiente Visual. Dissertação de Mestrado. Campinas: Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação.
- Estabel, L. B., Silva Moro, E. L. , Santarosa, L. M. C. (2006). A inclusão social e digital de pessoas com limitação visual e o uso das tecnologias de informação e de comunicação na produção de páginas para a Internet. *Ciência da Computação*, Brasília, V. 35, N.1, p. 94-101.
- Ferreira, A. F. B. C. (2008). Biblioteca Louis Braille do Instituto Benjamin Constant: Assegurando ao deficiente visual acesso ao conhecimento. *Revista ACB: Biblioteconomia em Santa Catarina, Florianópolis*, v.282 13, n.1, p.282-290.
- Ferreira, H. (2005). *Leitura Automática de Expressões Matemáticas - AudioMath*. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
- Ferreira, H.; Freitas, D.. (2006). *Leitura de Fórmulas Matemáticas para Cegos e Amblíopes: A Aplicação AudioMath*. IBERDISCAP'06. Vitória-ES, Brasil.
- Ferronato, R. (2002). *A Construção de Instrumento de Inclusão no Ensino da Matemática*. Dissertação de Mestrado. Florianópolis: UFSC.
- Leal, D. (2008). A constituição da identidade de uma aluna com deficiência visual: um estudo sobre o processo de inclusão escolar. Dissertação de Mestrado em Educação. Pontifícia Universidade Católica (PUC). São Paulo.
- Jannuzzi, G. S. M. (2004). *A Educação do Deficiente no Brasil*. Campinas: Autores Associados.
- Menezes, P. B. (2004). *Linguagens Formais e Autômatos*. Porto Alegre, Sagra Luzzatto.
- Oliveira, S. S. (2002). Acessibilidade ao computador por pessoas com necessidades educacionais especiais. III Congresso Ibero-Americano de Informática na Educação Especial – CIIEE 2002. Rio Grande do Sul: UFRGS.
- Sonza, A. P., Santarosa L. M. C. (2003) *Ambientes Digitais Virtuais: Acessibilidade aos Deficientes Visuais*. *Revista Novas Tecnologias na Educação*, V. 1, Nº 1
- Silveira, C. da; Reidrich, R.O.; Bassani, P. B. S. (2007) *Avaliação das tecnologias de softwares existentes para a Inclusão Digital de deficientes visuais através da utilização de Requisitos de qualidade*. *Revista Novas Tecnologias na Educação*. Porto Alegre. V 5, Nº 1.
- W3C-1 (2003). *Mathematical Markup Language (MathML) Version 2.0*. Disponível em <<http://www.w3.org/TR/MathML2/overview.html>>. Acesso em 12/07/08.