

Requisitos de acessibilidade: objeto de aprendizagem para a educação especial no estudo de matemática

Arilise M A Lopes

Instituto Federal Fluminense
câmpus Campos-Centro
Rua Dr. Siqueira, 273. Parque
Dom Bosco. CEP: 28030-130.
Campos dos Goytacazes/RJ-
Brasil
arilise@iff.edu.br

Elvis C Barcelos

Instituto Federal Fluminense
câmpus Campos-Centro
Rua Dr. Siqueira, 273. Parque
Dom Bosco. CEP: 28030-130.
Campos dos Goytacazes/RJ-
Brasil
elvis.barcelos@gmail.com

Liliana M Passerino

Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Av. Paulo Gama 110. CEP:
90040-060. Porto Alegre/RS-
Brasil
liliana@cinted.ufrgs.br

Rosa M Viccari

Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Av. Paulo Gama 110. CEP:
90040-060. Porto Alegre/RS-
Brasil
rosa@inf.ufrgs.br

ABSTRACT

Given the possibilities of pedagogical resources accessible for use by students with visual impairments in which the school needs to have special conditions inclusive of human educational and physical development of its activities this article describes of the accessibility requirements using tool Accessibility of Adobe Flash on the object that presents the content of Proportional Quantities. The learning object after implemented the accessibility requirements was tested by a research student involved in the development of learning objects with accessibility requirements. Suggestions regarding of the pages oriented the research team to make the changes considered relevant. The object with accessibility requirements was inserted into the repository of learning objects OBAA and was designed to be used by public school Math teachers with visually students in their classes.

RESUMO

Diante das possibilidades de recursos pedagógicos acessíveis para serem utilizados por alunos com deficiência visual, na qual a escola inclusiva precisa ter condições especiais de recursos humanos, pedagógicos e físicos para o desenvolvimento de suas atividades, este artigo apresenta a descrição dos requisitos de acessibilidade, utilizando a ferramenta Accessibility do Adobe Flash em um objeto que aborda o conteúdo de Grandezas Proporcionais. O objeto de aprendizagem, depois de implementados os requisitos de acessibilidade, foi testado por um bolsista, que participa de um projeto de pesquisa científica, no qual se desenvolvem objetos de aprendizagem com requisitos de acessibilidade. As sugestões de reformulação das telas levaram a equipe a rever o objeto de

aprendizagem e fazer as modificações que se julgaram relevantes. O objeto com requisitos de acessibilidade foi inserido no repositório de objetos de aprendizagem OBAA para ser oferecido a professores de Matemática do Ensino Médio, que tenham em sua sala de aula alunos com deficiência visual.

PALAVRAS-CHAVE

Objeto de Aprendizagem acessível, Matemática, Deficiência Visual.

1. INTRODUÇÃO

Estudos feitos sobre a prática educativa dos professores de Matemática, na sala de aula inclusiva, destacam a importância de uso de recursos pedagógicos para apoiar as atividades destes professores com alunos com deficiência visual [1,2,3, 4].

Assim, entre as possibilidades oferecidas para favorecer o processo de ensino e aprendizagem, tanto na sala de aula presencial como em ações voltadas para o estudo na sala de aula informatizada, está o uso das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC). Somente ter acesso ao uso das TIC não é suficiente para que haja um sistema educacional de qualidade [5]. Novas formas de vivenciar uma aprendizagem apoiadas pelo uso das mesmas devem ser adotadas de maneira a atender adequadamente aos desejos e anseios por uma educação de excelência.

No uso das TIC enquanto recursos pedagógicos que possam favorecer os percursos da construção do conhecimento dos alunos com deficiências ou não, os objetos de aprendizagem apresentam-se como uma alternativa no processo de ensino e aprendizagem em qualquer nível. Possibilitam o estímulo do raciocínio e o

pensamento crítico dos alunos, quando trabalhados na sala de aula ou em espaços fora dela [6,7].

Na literatura pesquisada, várias definições para objetos de aprendizagem são encontradas, sendo que a proposta por [8] é a mais citada. Define objeto de aprendizagem como qualquer recurso digital que pode ser reutilizado para assistir à aprendizagem. A definição de objeto de aprendizagem aqui proposta é entendida como objeto do conhecimento [9]. Considera-se objeto de aprendizagem um recurso a ser utilizado em ações de ensino e aprendizagem, composto por processos de mediação do conhecimento entre sujeito-sujeito, na utilização do objeto, de forma a permitir novos conhecimentos [10].

Para [11], é fundamental contemplar por quem desenvolve recursos pedagógicos voltados para o uso das TIC, quesitos que envolvam recomendações de acessibilidade¹.

Pesquisas mencionam a importância de se produzirem recursos adaptados às diferentes necessidades dos alunos [12]. Assim, no campo da educação, torna-se fundamental prover recursos digitais acessíveis para que os sujeitos tenham acesso à informação.

Assim, objetos de aprendizagem digitais acessíveis, enquanto recursos pedagógicos, possibilitam aos professores, quando do seu uso na sala de aula, desenvolverem estratégias de mediação, levando-se em conta a inclusão social e digital [11, 13].

No caso de alunos com deficiência visual, objetos de aprendizagem acessíveis possibilitam ampliar a construção de conceitos. Embora a disciplina de Matemática apresente vários conteúdos com representações gráficas, esses não são possíveis de serem compreendidos na tela do computador, por isso, faz-se necessário o uso de material concreto para apoiar a compreensão através da percepção tátil ou de apoio sonoro (como o fornecido por leitores de tela).

De acordo com [14], para que ocorra a verdadeira inclusão, é indispensável um remanejamento e uma reestruturação da dinâmica da escola, a qual necessita de planejamentos individualizados para cada aluno. A escola inclusiva precisa ter condições especiais de recursos humanos, pedagógicos e físicos para o desenvolvimento de suas atividades.

No Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense (IFFluminense) câmpus Campos-Centro, onde esta

¹ O documento da WCAG (Web Content Accessibility Guidelines) 2.0 de dezembro de 2008 (<http://www.w3.org/TR/WCAG/>) explica como tornar o conteúdo Web acessível a pessoas com deficiências, destinando-se a todos os criadores de conteúdo Web (autores de páginas Web e projetistas de sites) e aos programadores de ferramentas para criação de um conteúdo e o documento e-MAG (Modelo de Acessibilidade em Governo Eletrônico), versão 3.0 (<http://www.governoeletronico.gov.br/ações-e-projetos/e-MAG>), que é um padrão brasileiro para acessibilidade de sites, conforme Portaria número 03 de 07 de maio de 2007, do Ministério do Planejamento, que institucionaliza o e-MAG no âmbito do Sistema de Administração dos Recursos de Tecnologia da Informação – SISF.

pesquisa está inserida, há um núcleo de pesquisa, denominado Núcleo de Tecnologias Educacionais e Educação a Distância (NTEAD), que entre suas linhas, desenvolve objetos de aprendizagem em Flash voltados para a área de Matemática. Com a inclusão de alunos com deficiência visual no Ensino Médio da instituição, percebeu-se a necessidade do desenvolvimento de objetos de aprendizagem com requisitos de acessibilidade.

Desse modo, este trabalho tem por objetivo descrever os procedimentos que tornaram acessível um objeto de aprendizagem, que foi desenvolvido, abordando o conteúdo de Grandezas Proporcionais, para ser oferecido a alunos e professores do Ensino Médio, e as recomendações de um teste feito com o objeto de aprendizagem por um integrante com deficiência visual do NTEAD.

2. TORNANDO ACESSÍVEL O OBJETO DE APRENDIZAGEM GRANDEZAS PROPORCIONAIS DESENVOLVIDO EM FLASH

De acordo com [15], existem características essenciais que fazem parte da construção de um objeto de aprendizagem, e a acessibilidade apresenta-se como uma delas.

Em um trabalho pioneiro para o padrão OBAA², [16] apresenta uma proposta metodológica de adaptação e desenvolvimento de objetos de aprendizagem com requisitos de acessibilidade, numa representação inclusiva, na qual desenvolveu um objeto de aprendizagem acessível e que foi validado com sujeitos cegos e limitação visual.

Nesse sentido, a importância de objetos de aprendizagem serem acessíveis favorece o acesso às informações e possibilita o conhecimento que, muitas vezes, é excludente a pessoas com deficiências físicas, motoras e sensoriais.

Na construção de objetos de aprendizagem acessíveis, deve-se levar em conta a adequação dos conteúdos à realidade de pessoas com deficiência, aplicação de uma metodologia que promova a participação destas pessoas no processo de aprendizagem e redefinição dos objetivos com a finalidade de ampliar a formação dos mesmos, buscando a inclusão social [17].

Para a construção de objetos de aprendizagem acessíveis, entende-se que a acessibilidade não significa apenas transformar um material educacional que possibilita interações e que possui recursos gráficos em um material textual. A transformação deve possibilitar a manutenção das propriedades e recursos que o objeto oferece [18].

² Padrão OBAA: A sigla OBAA significa OObjetos de Aprendizagem suportados por Agentes. Possibilita a interoperabilidade dos objetos de aprendizagem nas três plataformas, provendo a funcionalidade para uma ampla gama de aplicações educacionais multimídia e multiplataforma e atendendo as demandas da comunidade educacional, incluindo pessoas com deficiências. Além da questão multiplataforma, busca-se identificar requisitos pedagógicos e de acessibilidade, além de atender a questões de adaptabilidade, interoperabilidade, compatibilidade, acessibilidade e independência.

O processo de tornar acessível o objeto de aprendizagem Grandezas Proporcionais iniciou-se com a escolha dos elementos que deveriam ter requisitos de acessibilidade em cada tela do objeto. Tal escolha foi decorrente de uma análise de que nem todas as composições visuais que foram implementadas no objeto de aprendizagem devem ter requisitos de acessibilidade, de forma a evitar sobrecarregar o usuário com informações que não fossem relevantes.

Todo esse processo ocorreu na extensão .fla do Software Macromedia Flash 8. O Flash possui uma ferramenta denominada *Accessibility*, que possibilita tornar acessíveis elementos existentes nas telas de um objeto de aprendizagem.

Para que o professor e o aluno com deficiência visual tenham acesso a todas as telas que compõem o objeto, é necessário que eles tenham conhecimento de alguns comandos de teclas para que seja possível a mediação entre professor-aluno-objeto de aprendizagem.

Assim, foi implementado um link denominado “Comandos de Navegação”, que descreve as funções das teclas TAB, Shift + TAB e *Enter*, utilizadas na navegação. A tecla TAB é o comando mais utilizado na interação com objeto, sendo usado para avançar entre elementos da tela. A tecla Shift + TAB é um comando para retornar, e a tecla *Enter* é utilizada nesse objeto para três situações: (i) abrir o *link*³ para o aluno ter acesso ao texto; (ii) verificar respostas do campo de edição das atividades propostas e (iii) avançar e voltar nas telas.

Para deixar esses elementos do objeto de aprendizagem com requisitos de acessibilidade, usou-se o campo *Name* da ferramenta *Accessibility* e marcou-se a opção *Make object accessible*.

A leitura de cada elemento é feita por um leitor de tela. Utilizou-se o leitor de telas NVDA, software de domínio público, que normalmente os alunos com deficiência visual utilizam na instituição. Para ordenar uma leitura do leitor de telas, foi inserido um valor numérico no campo *Tab index*.

O usuário com deficiência visual, ao abrir o objeto, primeiramente, usa a tecla TAB e o leitor de telas descreve o que a tela apresenta. Esta descrição é inserida no campo *Name* (Figura 1).

A equipe, que desenvolve objetos de aprendizagem, com requisitos de acessibilidade, no NTEAD, definiu que deveria haver textos ocultos explicando para o usuário com deficiência visual os elementos que ele encontrará em cada tela. O usuário com visão funcional⁴ não tem acesso a esses textos ocultos, somente se ele fizer uso do leitor de telas é que ele fará a leitura desses textos, escrito para o usuário com deficiência visual.

Definiu-se, também, que seria importante ter um link denominado “Ajuda”. Este link apresenta-se oculto e foi desenvolvido para o usuário com deficiência visual saber como navegar pelas telas do objeto.

³ Link: elemento clicável que se atribui uma função.

⁴ Visão Funcional: capacidade de o sujeito usar a visão em atividades do cotidiano.



Figura 1. Recursos da ferramenta *Accessibility*.

Na prática pedagógica da sala de aula, o professor, ao propor aos alunos que explorem o objeto de aprendizagem, busca desenvolver neles a exploração, descobertas e apropriação do conhecimento.

No caso do aluno com deficiência visual, a exploração deve seguir uma sequência não necessariamente ordenada, mas de forma que o aluno seja conduzido aos elementos que foram definidos a terem requisitos de acessibilidade para ser explorados devido à sua importância para a aprendizagem esperada.

Assim, na interação do aluno com o objeto de aprendizagem, definiu-se uma sequência a ser lida pelo leitor de telas, auxiliando o aluno na navegação, em virtude dos vários elementos que uma tela pode apresentar.

Todos esses elementos que compõem o objeto de aprendizagem foram escritos através de um texto estático, texto esse que apresenta informações que são digitadas durante o desenvolvimento e que o usuário final não pode alterar, como, por exemplo, o título *Grandezas Proporcionais*.

O campo *Tab index* possibilita uma sequência ordenada de leitura dos elementos que compõem cada tela. Há uma sequência numérica, porém nessa sequência podem ser deixados intervalos sem números para quando for necessária a inserção de novos elementos na tela, no caso, por exemplo, de reformulação de algumas atividades.

Nesse sentido, o *Tab index* é reiniciado com o valor numérico 1, pois assim, não há necessidade de se preocupar quando da inserção de novos elementos na tela. No campo *Name*, digitou-se o título do objeto e no campo *Tab index*, foi acrescentado o valor 20 (Figura 2).



Figura 2. Ferramenta *Accessibility* com o título acessível.

Na tela de apresentação, achou-se importante inserir um texto sobre o tema proposto no objeto de aprendizagem, de maneira que o aluno refletisse sobre a importância do estudo a ser desenvolvido. Como requisitos de acessibilidade, o próximo passo foi tornar acessível os *Movie Clips*⁵ da Tela de Apresentação (Figura 3).

Nos dois *Movie Clips*, marcou-se a opção *Make Object Accessible*. No campo *Name* descreveu-se em linguagem corrente o seguinte texto: “A Proporcionalidade é, provavelmente, a noção matemática mais difundida na cultura de todos os povos e seu uso universal data de milênios” (LIMA et al., 2006, p. 92). No outro *Movie Clip*, foi descrito o próximo texto: “O estudo de Proporcionalidade é de grande importância pelo fato de que no nosso cotidiano surgem inúmeras situações em que estão implícitos conceitos envolvendo proporções”. No *Tab index*, seguiu-se a sequência (21, 22) de cima para baixo, de acordo com a organização da tela.

Ressalta-se o cuidado em tornar acessíveis pequenos blocos de textos, para que o usuário tenha compreensão através do leitor de telas.



Figura 3. Requisitos de acessibilidade nos *Movie Clips* da tela de Apresentação.

Ao tornar acessíveis os links Objetivo, Metodologia e Público Alvo (Figura 4) foram feitos os mesmos procedimentos: na ferramenta

Accessibility marcou-se a opção *Make object accessible*, deixando o link Objetivo acessível. No campo Name, descreveu-se um texto para o link Objetivo, de maneira que o usuário soubesse o que está acessando com o leitor de tela. Na opção *Tab index* digitou-se 25, sendo a sequência a ser lida, depois do título do objeto.

Após ter acessado um link, por exemplo, Objetivo, o mesmo necessita ser fechado. Para cada link aberto, foi criado o link Fechar. Este é usado para fechar o link Objetivo.

Para tornar acessível o link Fechar foram feitos os seguintes procedimentos: na ferramenta Accessibility: marcou-se a opção *Make object accessible* para deixar o link Fechar acessível. No campo Name, utilizado para definir um nome ao link, digitou-se “Fechar. Tecle Enter para fechar esta tela de objetivo”. Novamente, na opção *Tab index*, foi acrescentado o valor numérico 29.

⁵ Movie Clips: tipo de símbolo do Macromedia Flash 8, que possui a sua própria linha do tempo.



Figura 4. Tela de apresentação: Links acessíveis.

Após essa primeira tela de apresentação, inicia-se efetivamente o estudo de Grandezas Proporcionais na segunda tela do objeto. Nos procedimentos metodológicos de desenvolvimento do objeto de aprendizagem, definiu-se apresentar uma situação contextualizada e a elaboração de várias questões abordando o conteúdo proposto.

Trata-se de levar os alunos a explorar as situações propostas, estabelecendo estratégias para a resolução das questões. Assim, na prática pedagógica da sala de aula, com a exploração do objeto de aprendizagem, deu-se ênfase a situações contextualizadas para a compreensão da relação entre os valores das grandezas diretamente proporcionais.

No desenvolvimento do objeto de aprendizagem, definiu-se que haveria campos de edição para o aluno responder às questões propostas. Após ter digitado a resposta no campo de edição, é sugerido que acesse o link Responder. Esse procedimento tem por objetivo levar o aluno a ter um feedback de sua resposta.

Dessa forma, se a questão foi respondida corretamente, o usuário avança nas atividades. Caso não responda, corretamente, a mensagem de que a resposta está incorreta leva o aluno a rever a questão e tem como apoio um link denominado de Teoria, o qual, ao ser acessado apresenta um resumo de conceitos importantes para refletir sobre a questão proposta.

No link *Responder*, para torná-lo acessível, foi selecionado na ferramenta Accessibility a opção *Make object accessible*. No campo *Name*, foi descrita a ação do link *Responder* “Aperte a tecla Enter para constatar se está correta ou incorreta a sua resposta”. Novamente usou-se a opção *Tab index*. Foram feitos os mesmos procedimentos para se tornarem acessíveis (Figura 5) os *Movie Clips* desta tela: *Make object accessible*, campo *Name*, o campo *Tab index*.



Figura 5. Tela de início do contexto do objeto de aprendizagem.

O passo seguinte foi a utilização de um código no link *Responder*. Esse código faz uma comparação, conferindo o que foi digitado no campo de edição e ativando o *Movie Clip* e os links ocultos, de acordo com a resposta do usuário. Se o usuário acertar ou errar a resposta, é habilitado o *Tab index* dos links ocultos e o *Movie Clip* é ativado visualmente na tela. Quando o usuário com deficiência visual clica em *Enter* no link *Responder*, a programação que foi inserida faz com que se leia o código que foi implementado. Com a leitura desse código, o usuário com deficiência visual, que estava com foco no link *Responder*, pela programação do “*Selection.setFocus*”, o foco vai para o link oculto da resposta do usuário. Este descreve se a resposta está correta ou incorreta. Outro objetivo que esse objeto de aprendizagem propõe é identificar as grandezas diretamente proporcionais através dos pares ordenados inseridos em uma tabela e o gráfico gerado por esses pares.

Na prática de sala de aula, o aluno com deficiência visual apresenta dificuldade em escrever pares ordenados no formato de uma tabela e fazer a associação desses pares com a representação gráfica. No objeto, ao implementar uma tela com uma tabela para ser preenchida pelo aluno, buscou-se minimizar, no caso do aluno com deficiência visual, a dificuldade existente em fazer uma representação de pares ordenados descritos em uma tabela. Desse modo, a tabela possibilita a inserção de dados numéricos em uma sequência de pares ordenados.

Os procedimentos para tornar acessível a tela que contém uma tabela e uma representação gráfica da relação entre grandezas diretamente proporcionais foram os mesmos já vistos anteriormente. O diferencial é que nessa tela, a atividade proposta apresenta uma tabela na qual o aluno tem que completar com dados que a situação contextualizada propõe e uma representação gráfica representada por uma animação a cada par ordenado inserido na tabela.

Para critério de adaptabilidade dessa tela, foi criada uma tabela acessível. Essa tabela acessível não está visível na tela do objeto, pois ela fica situada acima da tabela do usuário com visão funcional, sujeito que enxerga normalmente. Assim, um não terá acesso à tabela do outro. São tabelas independentes, mas tendo as mesmas funções. O lado esquerdo dessa figura apresenta o resultado da inserção de dados pelo usuário com deficiência visual na tabela acessível, com ajuda do leitor de tela. No lado direito dessa figura são mostrados dois elementos da tabela, tornados acessíveis na ferramenta *Accessibility*.

A tabela acessível quando executada não fica visível na tela. Foi inserido um código na camada ação da própria tela, o código “*_alpha = 0;*”, para que ela e os elementos dela não estejam visíveis. Também na mesma tela foi colocado o código “*.selectable = false;*” em cada campo de edição dessa tabela acessível, para que o usuário com visão funcional não tenha acesso aos campos de edição.



Figura 6. Tela da Situação 1: tabela acessível.

No caso da representação gráfica visualizada pelo aluno com visão funcional, no objeto de aprendizagem, propõe-se o uso complementar de um material concreto que a professora na sala de aula pode junto ao aluno com deficiência visual construir. Finalizando, apresenta-se uma das telas de atividades algébricas desenvolvidas, na qual foi inserida requisitos de acessibilidade. Novamente utilizaram-se os mesmos procedimentos já descritos anteriormente. Exemplificam-se três elementos dessa tela que foram tornados acessíveis (Figura 7). Esses elementos foram descritos na ferramenta *Accessibility*, utilizando o campo *Name*.

- No exemplo do *Movie Clip* do título, foi descrito no campo *Name*: “*Atividade 1*”.
- No exemplo do campo de edição, foi inserido no campo *Name*: “*Qual é a proporcionalidade representada por y, se x que representa a grandeza é igual a 1, sendo que a razão entre x e y é igual a 3? Digite a sua resposta*”.
- No exemplo do link *Responder*, foi inserido no campo *Name*: “*Aperte a tecla enter para constatar se está correta ou incorreta a sua resposta*”.

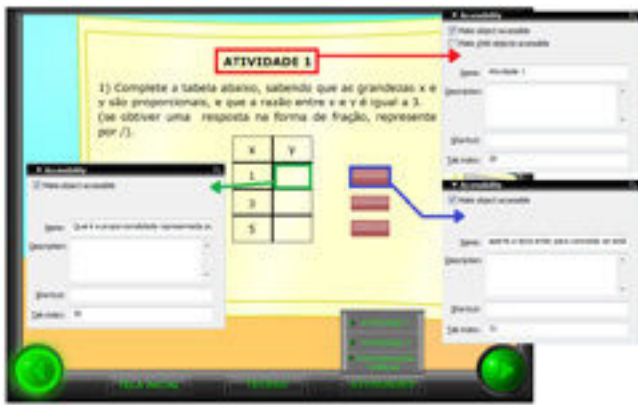


Figura 7. Elementos da Tela Atividade 1 tornados acessíveis.

Finaliza-se a descrição dos requisitos de acessibilidade de algumas telas do objeto de aprendizagem *Grandezas Proporcionais* exemplificadas neste artigo.

Cabe ressaltar que na etapa de tornar acessível o objeto de aprendizagem *Grandezas Proporcionais* alguns requisitos foram discutidos e que deveriam contemplar o objeto de aprendizagem. Discutiu-se as funcionalidades do objeto a partir do estudo das necessidades dos alunos com deficiência visual. Assim, no desenvolvimento dos requisitos de acessibilidade, fez-se uma análise da definição dos personagens a serem descritos, os cenários, o campo textual, o desenho das telas. Discutiu-se as funcionalidades das telas a partir da necessidade de um usuário com deficiência visual.

Quanto à navegação pelas telas, buscou-se responder a questões como: O que o aluno acharia de interessante estar contido na tela? Que exemplos do cotidiano, respeitando a deficiência visual que o aluno apresenta, seriam importantes descrever em cada tela da situação apresentada? O que o objeto pode proporcionar ao aluno? Se o objeto apresenta representações gráficas que não podem ter requisitos de acessibilidade, como eles devem ter acesso a representações gráficas? Quais estratégias em relação aos requisitos de acessibilidade atendem a cada objetivo proposto? Que benefícios o desenvolvimento deste objeto com requisitos de acessibilidade vão trazer aos alunos na sala de aula informatizada em relação à sala de aula regular?

Após a discussão de cada uma dessas questões, desenvolveu-se os requisitos de acessibilidade do objeto e antes desse objeto ser aplicado na sala de aula com a participação de alunos com deficiência visual, entendeu-se ser necessário fazer um teste com um usuário com deficiência visual, que tivesse conhecimento do conteúdo proposto e que pudesse analisar os requisitos de acessibilidade implementados no objeto.

A seguir, descrevem-se o teste e as recomendações sugeridas.

3. TESTE DO OBJETO DE APRENDIZAGEM COM REQUISITOS DE ACESSIBILIDADE

Inicialmente, quando o NTEAD passou a desenvolver objetos de aprendizagem, estes não apresentavam requisitos de acessibilidade.

Ao ingressar na instituição alunos com deficiência visual no Ensino Médio, os professores de Matemática mencionaram as dificuldades em se desenvolver práticas pedagógicas que levassem esses alunos a processos de aprendizagem eficazes, diante das dificuldades encontradas em propor certos conteúdos a esses alunos, como, por exemplo, construção de tabelas, gráficos, bem como, em levá-los a uma sala de aula informatizada.

Nesse sentido, diante da necessidade de recursos com requisitos de acessibilidade para o estudo de conteúdos matemáticos, o núcleo iniciou suas pesquisas em como tornar acessível um objeto de aprendizagem em Flash. Entendeu-se, nesse momento, que seria importante ter um bolsista com deficiência visual para testar as telas que iam sendo desenvolvidas e dar sugestões quanto aos elementos a se tornarem acessíveis. Assim, solicitou-se um bolsista de apoio tecnológico, do curso superior de Desenvolvimento de Software, que passou a integrar a equipe do núcleo de pesquisa.

Para o bolsista fazer testes nas telas implementadas com requisitos de acessibilidade, ele usou o leitor de telas NVDA, e na navegação pelas telas do objeto de aprendizagem, fazia anotações em .txt.

Ele discutiu com a equipe as dificuldades encontradas quanto ao teste com o objeto, seja em relação aos requisitos de acessibilidade, seja em relação ao conteúdo programático. As dificuldades e sugestões fizeram a equipe rever o processo de tornar acessível o objeto de aprendizagem e corrigir as distorções verificadas a partir das recomendações sugeridas. O teste com o objeto descrito nessa pesquisa durou em média um mês. Após as correções, o bolsista tornou a testar o objeto para que este pudesse ser remetido a um repositório de objetos de aprendizagem e ser utilizado pelo professor quando ministrasse esse conteúdo em uma sala de aula que tivesse alunos com deficiência visual. Cabe ressaltar que outros objetos já desenvolvidos, estão sendo refeitos com requisitos de acessibilidade para atender a professores do primeiro ano do Ensino Médio no estudo de Funções. Descrevem-se, a seguir, algumas destas recomendações (Quadro 1).

Quadro 1 – Recomendações do teste feito com o objeto de aprendizagem *Grandezas Proporcionais*

Situação	Recomendação	Solução
Como fazer o usuário clicar no link Objetivo e Metodologia para ter compreensão da proposta do objeto, não sendo uma navegação obrigatória?	Recomendou-se colocar um texto oculto solicitando que se clicasse em Objetivo e Metodologia para ter compreensão da proposta do objeto.	Colocou-se um texto oculto, em que se explicava a necessidade de clicar nos links Objetivo e Metodologia.
Textos longos em atividades propostas e na apresentação de situações contextualizadas.	Sugeriu-se diminuir alguns textos que estavam muito longos.	Foram reduzidos em pequenos blocos de, no máximo, três ou quatro linhas. O usuário não entendendo, o NVDA volta para o início do bloco que o usuário está.

Solicitou-se que fossem descritos os elementos que compunham a tela inicial: imagens, botões, texto, campo e link de Responder.	Diante do que lhe foi descrito, recomendou-se o que seria importante tornar acessível para o usuário com deficiência visual.	Descartou-se a descrição de algumas imagens que compunham o cenário da tela. Para o usuário seriam somente ilustrativas.
Quando mais de uma questão era formulada, apresentavam-se em sequência e ao final das questões, campos que foram implementados, para resposta de cada questão.	A cada questão, quando possível, foi sugerido colocar o campo de responder em seguida, e o link de verificação da resposta.	A cada questão elaborada, foi colocado um campo para responder e, na frente do campo, o link de resposta para verificar se a resposta digitada estava correta ou incorreta.
Preenchimento dos campos de uma tabela nas quais são atribuídos valores de pares ordenados (x,y).	Sugeriu-se colocar um texto oculto na tela em que há tabela, recomendando-se que se completem, por linha, os espaços a serem preenchidos, uma vez que há duas colunas "x" e "y".	Com o texto oculto, o usuário irá digitar na linha 1 o valor de "x". Clicará em <u>tab</u> para preencher o valor de "y" que se encontra na segunda coluna da linha 1. Ao clicar em <u>tab</u> , o cursor vai para a segunda linha e o processo se repete.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A implementação de um objeto de aprendizagem em Flash, com requisitos de acessibilidade, destinado a pessoas com deficiência visual, é de suma importância na área de educação, pois permite que alunos com deficiência visual possam usar os mesmos recursos didáticos que os demais alunos e possibilita favorecer a inclusão digital do aluno com deficiência visual na sala de aula informatizada.

Entende-se que a escola tem um papel fundamental na inclusão social e digital dos alunos na sala de aula e para se estabelecer essa inclusão, é indispensável prover o professor com recursos que possibilitem realizar mediações qualificadas.

Para os alunos com deficiência visual, embora os recursos gráficos não sejam possíveis de serem compreendidos no objeto de aprendizagem desenvolvido com requisitos de acessibilidade, faz-se necessária a complementação com material concreto para percepção tátil ou sonora (como o fornecido por leitores de tela), os recursos pedagógicos digitais acessíveis possibilitam ampliar a construção de conceitos matemáticos.

Devido às possibilidades que o objeto oferece, é possível trabalhar no mesmo espaço da sala de aula informatizada com alunos com deficiência visual e alunos com visão funcional.

Entende-se que há, por parte dos docentes, um grande desafio diante dessa complexidade em lidar com as diferenças, visto que a cada ano cresce o número de alunos com deficiências e com direito de acesso à formação educacional e às tecnologias digitais.

Assim, espera-se que este objeto de aprendizagem, com requisitos de acessibilidade, abordando o conteúdo de Grandezas Proporcionais, possa contribuir para os processos de ensino de professores e aprendizagem de alunos com deficiência visual.

Este objeto será aplicado no início do próximo ano letivo a alunos com deficiência visual, que ingressarem na instituição, para coletar dados e analisar se os requisitos de acessibilidade inseridos neste objeto proporcionam a estes alunos a inclusão digital e a construção do conhecimento do conteúdo abordado. Também já está sendo disponibilizado no repositório OBAA para que professores de Matemática possam fazer uso em suas aulas.

5. REFERÊNCIAS

- [1] BRANDÃO, J.C. 2007. Matemática e deficiência visual. In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, IX, 2007, Belo Horizonte. *Anais ...* Belo Horizonte: Centro Universitário de Belo Horizonte.
- [2] FERNANDES, S.H.A.A.; HEALY, L. 2007. Ensaio sobre a inclusão na Educação Matemática. *Revista IberoAmericana de Educación Matemática*. Organização dos Estados Ibero-Americanos, n.10, p.59-76, jun.
- [3] FERRONATO, R. 2002. *A construção de instrumento de inclusão no ensino da matemática*. Dissertação. 2002. (Mestrado em Engenharia de Produção). Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Florianópolis, SC.
- [4] MEIRA, J.N.B et al. 2008. Uma ferramenta de autoria de materiais instrucionais com símbolos matemáticos acessíveis a deficientes visuais In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, XIX, 2008, Fortaleza. *Anais...* Fortaleza: Universidade Federal do Ceará.
- [5] SILVA, J. T.; FAGUNDES, L.C, BASSO, M.V.A. 2008. Metodologia de apoio ao processo de aprendizagem via autoria de objetos de aprendizagem por alunos. *Revista Novas Tecnologias na Educação (RENTE)*. Porto Alegre, v.6, n.1, p.1-10, jul.
- [6] FERNANDES, A.C. et al. 2008. Objetos de aprendizagem na escola: Estudo de um modelo de implementação. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, XIX, 2008, Fortaleza. *Anais...* Fortaleza: Universidade Federal do Ceará.
- [7] MACEDO, L.N.; LAUTERT, S.L.; CASTRO-FILHO, J.A. 2008. Análise do uso de um objeto de aprendizagem digital no ensino de álgebra. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, XIX, 2008, Fortaleza. *Anais...* Fortaleza: Universidade Federal do Ceará.
- [8] WILEY, D A. Connecting learning objects to instructional design theory: A definition, a metaphor, and a taxonomy. 2000. In: WILEY, D. A. (Org.). *The instructional use of Learning objects*: online version, 2000. Disponível em: <<http://reusability.org/read/chapters/wiley.doc>>. Acesso em: 10 set. 2012.
- [9] GLUZ, J. C.; XAVIER, A. 2011. AutoEduMat:

uma Ferramenta de Apoio a Catalogação de Objetos de Aprendizagem de Matemática do Ensino Médio Compatíveis com o Padrão OBAA. In: LATIN AMERICAN CONFERENCE ON LEARNING OBJECTS, VI, 2011, Montevideo. Anais... Montevideo.

[10] LOPES, A.M.A. 2012. Estratégias de Mediação para o Ensino de Matemática com objetos de aprendizagem acessíveis: Um estudo de caso com alunos com deficiência visual. 2012. 290f. Tese (Doutorado em Informática na Educação) – Centro de Estudos Interdisciplinares em Novas Tecnologias na Educação, Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

[11] SANTAROSA, L.M.C; BASSO, L.O. 2009. Multimediaworkshop: collective production in learning management systems with the aim of PSN digital inclusion. IN: WORLD CONFERENCE ON COMPUTER IN EDUCATION. World Conference on Computer in Education – WCCE09, 2009, Bento Gonçalves. Anais... Bento Gonçalves.

[12] SONZA, A.P.; SANTAROSA, L.M.; CONFORTO, D. 2008. Ambientes virtuais acessíveis sob a perspectiva de usuários deficientes visuais. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, XIX, 2008, Fortaleza. Anais... Fortaleza: Universidade Federal do Ceará.

[13] CAMARGO-FILHO, S.F.M.; BICA, F. 2008. Acessibilidade digital para cegos: Um modelo de interface

para utilização do mouse. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, XIX, 2008. Anais... Fortaleza: Universidade Federal do Ceará.

[14] SONZA, A.P. 2004. Acessibilidade de Deficientes Visuais aos Ambientes Digitais Virtuais. Dissertação.2004. (Mestrado em Educação), Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre.

[15] SANTANCHÈ, A.; LAGO, A.; DOURADO, P.; FERREIRA, P. 2008. Ferramentas e Ambientes para Objetos de Aprendizagem. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, XIX, 2008. Anais ... Mini Cursos, Fortaleza: Universidade Federal do Ceará.

[16] DIAS, C.O. 2010. De olho na tela: Requisitos de Acessibilidade em objetos de aprendizagem para alunos cegos e com limitação visual. Dissertação. (Mestrado em Educação). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS.

[17] SANTAROSA, L.M.C et al. (Org.) 2010. *Tecnologias digitais acessíveis*. Porto Alegre-RS: JSM Comunicação Ltda.

[18] LOPES, A. M. A. et al. 2011. O desenvolvimento de Objetos de Aprendizagem para alunos deficientes visuais baseados em requisitos de acessibilidade. In: 6TA. CONFERENCIA LATINOAMERICANA DE OBJETOS DE APRENDIZAJE Y TECNOLOGIAS PARA LA EDUCACIÓN LACLO 2011, Montevideo, 2011.