

VALIDAÇÃO DE UM MODELO EM RELEVO PARA AUXILIAR NO PROCESSO ENSINO-APRENDIZAGEM DE ÁRVORE EM ESTRUTURA DE DADOS PARA PESSOAS COM DEFICIÊNCIA VISUAL

VALIDATION OF A MODEL EMBOSSED TO AID THE TEACHING AND LEARNING OF TREES IN DATA STRUCTURE FOR STUDENTS WITH VISUAL IMPAIRMENT

*Cristiano César dos Santos Andrade**

*Edicléa Mascarenhas Fernandes***

RESUMO

As adaptações curriculares da Educação Especial contribuem para o desenvolvimento de tecnologias assistivas e estas para apoiar o processo de Educação Inclusiva. O sistema de ensino, em seus diferentes níveis, precisa ser capaz de fornecer ferramentas que garantam aos alunos com deficiência acesso ao currículo. Nosso trabalho é uma ramificação do Projeto de Extensão “Recursos, Adaptações e Tecnologias Assistivas para Educandos com Necessidades Especiais”, desenvolvido pelo Núcleo de Educação Especial e Inclusiva da UERJ, que teve a finalidade de construir e validar uma tecnologia assistiva para auxiliar no processo ensino-aprendizagem de Árvores em Estrutura de Dados para alunos com deficiência visual, visando favorecer a aprendizagem desses sujeitos no campo da Ciência da Computação. Foi realizada uma revisão bibliográfica, construído e validado um modelo em relevo por aluno deficiente visual de computação. A pesquisa atingiu o seu objetivo, pois o aluno conseguiu entender os conceitos de árvores e realizar as tarefas elaboradas.

Palavras-chave: Educação especial. Educação inclusiva; Estrutura de dados; Deficiência visual; Computação.

ABSTRACT

Special Education curriculum adaptations contribute to the development of assistive technologies and these give support to the inclusive education process. The education system, at different levels, must provide tools to ensure students with disabilities access to the curriculum. This research is a branch of the Extension Project “Resources, Adaptations and Assistive Technologies for Pupils with Special Needs” developed by the Special and Inclusive Education Center of UERJ with the purpose of constructing and validating an assistive technology to aid the teaching and learning of trees in Data Structure for students

* Aluno de Mestrado da Universidade Federal Fluminense (UFF), RJ – Brasil. E-mail: cristianoceasar9159@uol.com.br

** Professora da Faculdade de Educação da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), RJ – Brasil. E-mail: professoraediclea.uerj@gmail.com

with visual impairment in order to encourage these individuals' learning in the field of Computer Science. A literature review was carried out, and a model in relief was developed and validated for visually impaired computing students. The study reached its goal, since students could understand the concepts of trees and do the tasks they had been assigned.

Keywords: Special education. Inclusive education. Data structure. Visual impairment. Computation.

Introdução

A Educação é um direito de todos, descrito na Constituição Federal do Brasil. E para que este direito seja garantido, a mesma determina que o ensino aconteça em igualdade de condições tanto para o acesso quanto para a permanência na escola.

A Lei de Diretrizes e Bases da Educação de 1996, pautada na Carta Magna, que garante o atendimento educacional especializado às pessoas com deficiência, preferencialmente na rede regular de ensino, determina que os sistemas de ensino assegurem currículos, métodos, técnicas, recursos educativos e organização, específicos para atender às necessidades deste público.

Tal determinação, de acordo com o que preconiza a Educação Especial e a Educação Inclusiva, visa oferecer um ambiente de aprendizagem adequado às limitações das pessoas com deficiência e ampliar o acesso e permanência delas no sistema de ensino.

A Educação Especial, de acordo com a Resolução nº 02/2001 do Conselho Nacional de Educação, é definida como modalidade de educação que se materializa por meio de um conjunto de recursos e serviços educacionais especiais, organizados para apoiar, complementar, suplementar e, em alguns casos, substituir os serviços educacionais comuns, de modo a garantir a educação formal e promover o desenvolvimento das potencialidades dos educandos que apresentam necessidades especiais.

Sasaki (BRASIL, 2008, p. 85) define educação inclusiva como sendo o conjunto de princípios e procedimentos implementados pelos sistemas de ensino para adequar a realidade das escolas à realidade do alunado. Em seu artigo 24, a Convenção sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência assegura um sistema de educação inclusiva, independentemente do nível de escolarização, voltado para o desenvolvimento do potencial humano e da personalidade das pessoas com deficiência, bem como para permitir a sua participação em uma sociedade livre e sua ascensão ao ensino superior.

A Educação Inclusiva amplia a participação ativa de todos os estudantes (com ou sem deficiência) em todas as atividades, nos estabelecimentos de ensino, respeitando as características de cada estudante e oferecendo alternativas e soluções pedagógicas que atendam as suas necessidades específicas, para garantir acesso ao currículo.

Neste sentido, a produção de ferramentas que favoreçam o processo de inclusão escolar de pessoas com deficiência é fator preponderante para uma Educação Especial e Inclusiva em todos os níveis de ensino.

De acordo com a 10ª revisão da Classificação Estatística Internacional de Doenças, existem quatro níveis da função visual: a visão normal, a deficiência visual moderada, a deficiência visual severa e a cegueira. Combinadas, a deficiência visual moderada e a deficiência visual severa são denominadas baixa visão (WHO, 2014) ou visão subnormal, termo definido pela Organização Mundial da Saúde, em 1992, durante a realização do Programme for the Prevention of Blindness - Management of Low Vision in Children em Bangkok, ocasião em que a baixa visão foi classificada como uma situação irreversível.

A cegueira, também denominada deficiência visual profunda, é a incapacidade de ver. É a ausência total da visão ou simples percepção luminosa (FERNANDES; ORRICO, 2012, p. 110; MARTIN;

RAMIREZ, 2003, p. 43). Ela impossibilita o sujeito de realizar tarefas que requeiram a visão, mesmo com o uso de ferramentas e estratégias.

Constata-se que a ausência de material didático destinado às pessoas com deficiência visual, no ensino de disciplinas inerentes à Ciência da Computação, é uma grande barreira no aprendizado destes sujeitos.

Assim, este artigo é dirigido à aprendizagem dos conceitos de Árvore em Estrutura de Dados, enquanto campo da Ciência da Computação, por aluno com deficiência visual. O objetivo da presente pesquisa foi validar a proposta de um Modelo de Árvore em Relevo para auxiliar no processo ensino-aprendizagem de Árvores em Estrutura de Dados para alunos com deficiência visual.

Metodologia

Esta pesquisa foi aprovada pela Plataforma Brasil, sob nº 43048015.1.0000.5243, denominada Construção e Avaliação de Materiais Adaptados no Processo Ensino-Aprendizagem de Computação para Alunos Deficientes Visuais. Respeitaram-se os princípios éticos e os sujeitos assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido após sua leitura e explicação, na presença de testemunha vidente.

Trata-se de uma pesquisa de campo de natureza qualitativa, ramificação do Projeto de Extensão “Recursos, Adaptações e Tecnologias Assistivas para Educandos com Necessidades Especiais”, desenvolvido pelo Núcleo de Educação Especial e Inclusiva da UERJ e parte de uma dissertação do Curso de Mestrado Profissional em Diversidade e Inclusão pertencente ao Instituto de Biologia da Universidade Federal Fluminense (UFF), que adotou como procedimento metodológico três etapas:

1ª etapa: revisão bibliográfica, com vistas a conhecer as características da deficiência visual, bem como os canais de comunicação utilizados por pessoas com deficiência visual para aquisição de conhecimento. Buscou-se, ainda, nesta etapa, internalizar os conceitos de Árvores em Estrutura de Dados e exigências próprias para a aprendizagem deste assunto, além de pesquisar alternativas viáveis ou recursos que pudessem auxiliar no processo de ensino-aprendizagem do conceito de Árvores em Estrutura de Dados para pessoas com deficiência visual.

2ª etapa: produção de um material didático em relevo a ser aplicado no processo ensino-aprendizagem dos conceitos de Árvores em Estrutura de Dados para alunos com deficiência visual

3ª etapa: validação do material didático em relevo, realizada por um aluno deficiente visual do sexo masculino, matriculado no curso superior em Tecnologia de Sistemas de Computação da UFF, na modalidade Semipresencial, no polo CEDERJ/UAB¹ de Belford Roxo-RJ, para a qual foi confeccionado um plano de aula seguindo a metodologia indicada por Libâneo (2008, p. 97), e se deu em um ambiente físico de aprendizagem onde ocorreram os seguintes momentos: orientação inicial dos objetivos; transmissão/assimilação do conteúdo; consolidação e aprimoramento dos conhecimentos; aplicação de conhecimentos e verificação e avaliação dos conhecimentos.

Para a etapa de validação do material didático em relevo, o aluno teve acesso a uma Webapostila sobre o assunto Árvores em Estrutura de Dados, desenvolvida no padrão

¹ Centro de Educação Superior a Distância do Estado do Rio de Janeiro / Universidade Aberta do Brasil.

HTML5², de maneira a permitir que ele – utilizando-se de um computador ou dispositivo móvel, assistido por software sintetizador de voz – tivesse acessibilidade ao conteúdo deste material, que por ele foi lido antes de iniciar a utilização do material didático em relevo.

Durante a validação, o pesquisador apresentava as representações dos conceitos de *Árvore*, e o aluno, com as mãos, as identificava e realizava tarefas inerentes ao assunto.

Resultados

O fato de um aluno com deficiência visual apresentar o nível de visão subnormal ou o nível de cegueira exige a produção de recursos pedagógicos que atendam às suas demandas em um destes níveis. E, ainda, para que o referido aluno possa compreender os conceitos de *Árvore* em Estrutura de Dados por meio de sua representação gráfica, torna-se necessária a utilização de um de seus canais de aquisição de conhecimento: o tato.

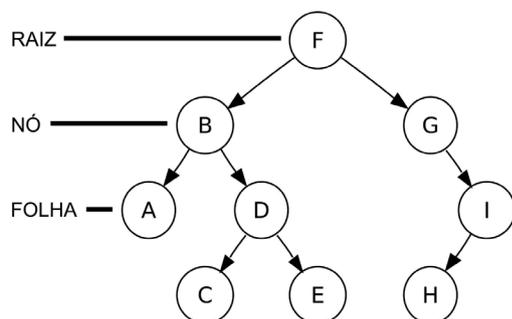
Em sala de aula, ao aluno cego é impedido o acesso direto a textos impressos e imagens, sendo o tato um de seus canais de aquisição de conhecimento. Por isso, é fundamental que no processo de ensino aprendizagem ele se utilize do sistema Braille de escrita e de adaptações curriculares.

Por meio do tato, a pessoa com deficiência visual faz uso de habilidades cognitivas que lhe permitem conhecer as qualidades do objeto, sua estrutura, formas básicas e relacionar a parte do objeto com o todo.

Em computação, a definição que se tem de *Árvore* é de ser uma estrutura de dados que caracteriza uma relação entre os dados que a compõem (VELOSO et al., 1989, p. 120).

A *Árvore* também é definida como uma lista que tem os seguintes elementos: raiz (root), nó (node) e folha (leaf) (HENDERSON, 2009, p. 138), formando uma estrutura de dados com um conjunto finito de nós, onde cada nó é a raiz de uma subárvore. O conceito de *Árvore* pode ser visualizado por meio de diferentes formas gráficas, sendo a representação hierárquica a mais utilizada. Ela é semelhante à forma utilizada para descrever organogramas de uma empresa (SZWARCFITER; MARKENZON, 1994, p. 63), uma linha unindo cada nó às raízes de suas subárvores, quando não vazias, as quais se encontram sempre abaixo ou acima desse nó. Esta forma exhibe as relações existentes entre os nós da estrutura.

Figura 1: Representação de *Árvore* em Estrutura de Dados

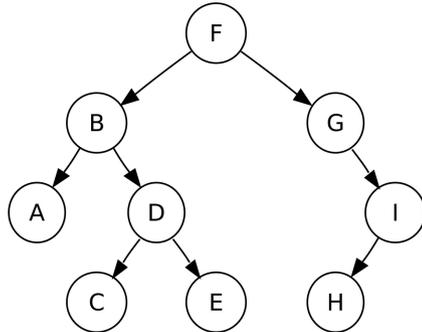


Fonte: Adaptado de Wikimedia Commons

2 HTML5 (Hypertext Markup Language, versão 5) é uma linguagem para estruturação e apresentação de conteúdo para a World Wide Web e é uma tecnologia chave da Internet. Esta nova versão traz consigo novas funcionalidades como semântica e acessibilidade. Ela apresenta suporte para as mais recentes multimídias, enquanto se mantém facilmente legível por seres humanos, e consistentemente compreendida por computadores e outros dispositivos (Kesteren e Pieters, 2014).

O tipo mais comum de Árvore utilizado como uma estrutura de dados é a Árvore Binária, afirmam Henderson (2009, p. 478) e Szwarcfiter (1994, p. 67). Em uma Árvore Binária, o grau de cada nó é menor ou igual a dois. O nó raiz das subárvores é denominado filho esquerdo e filho direito. Naturalmente, o esquerdo pode existir sem o direito e vice-versa.

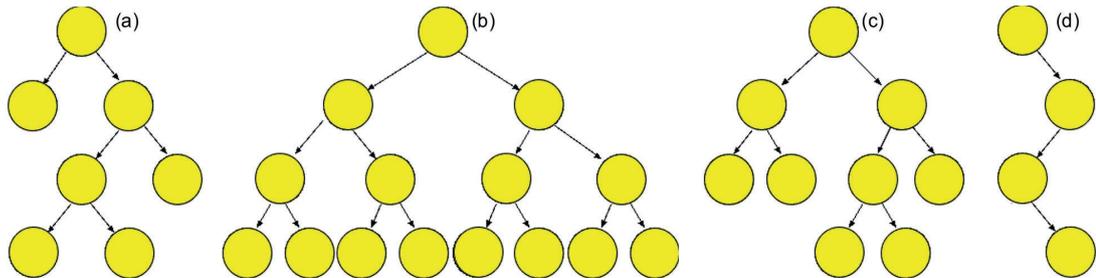
Figura 2: Representação Gráfica de Árvore Binária



Fonte: Wikimedia Commons

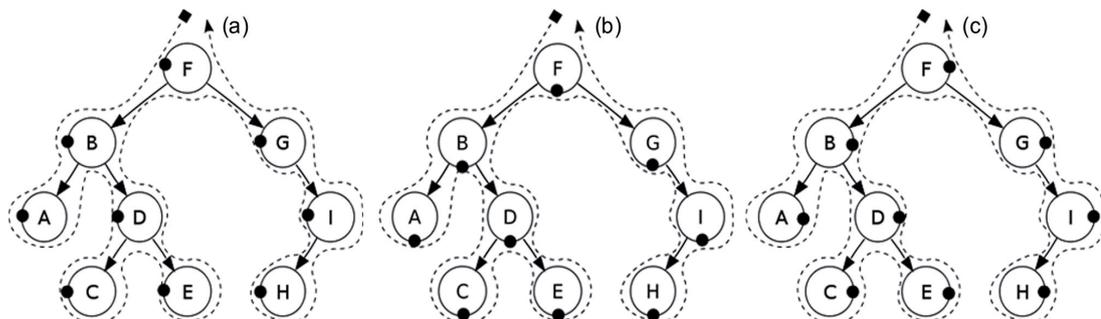
Uma Árvore Binária pode ser: estritamente binária, quando cada nó tem 0 ou 2 filhos; cheia, quando a sub-árvore vazia de um nó estiver no último nível; completa, onde se n é um nó com algumas subárvores vazias, então n se localiza no penúltimo ou no último nível ou zigzague, quando cada nó tem 0 ou 1 filho.

Figura 3: Árvores (a) estritamente binária, (b) cheia, (c) completa e (d) zigzague



As Árvores podem ser percorridas, ou seja, ter os seus nós visitados sistematicamente, em três ordens: pré-ordem, visitar raiz, filho esquerdo, filho direito; ordem simétrica, visitar filho esquerdo, raiz, filho direito e pós-ordem, visitar filho esquerdo, filho direito e raiz.

Figura 4: (a) pré-ordem, (b) ordem simétrica e (c) pós-ordem



Fonte: Wikimedia Commons

Embora existam formas distintas de se representar uma Árvore em estrutura de dados, todas são formas gráficas, e para que um aluno cego possa entender o conceito de árvore em estrutura de dados e ainda percorrê-la, uma das alternativas viável é a confecção de representações táteis equivalentes.

Essas representações podem ser produzidas usando-se uma impressora Braille ou uma impressora de alto relevo, ou ainda se construindo Árvores em relevo, utilizando barbante embebido em cola e papelão.

As representações táteis sugeridas são modelos estáticos e requerem a produção de número grande modelos diferentes para utilização em uma ou mais aulas e o uso delas não contribui para dar dinamismo às aulas, pois não permitem a criação inopinada de árvores durante as aulas. Além do mais, o custo das impressoras braille e de alto relevo é elevado, dificultando a sua disponibilidade para o público em geral, e necessitam de pessoal especializado e dedicado para operá-las, uma vez que se trata de desenvolver um material específico.

A audição é também um dos canais de comunicação que as pessoas com deficiência visual utilizam para apropriar-se de conhecimento e, para que aproveitem este canal, foram criados os leitores de tela. Trata-se de softwares que convertem informações textuais em áudio, utilizando um sintetizador de voz. É uma tecnologia utilizada por usuários cegos para a leitura de documentos textuais e da interface de um software, mas sua utilização para ler uma representação gráfica de uma Árvore está limitada apenas à leitura das descrições textuais alternativas, se estas existirem.

O Exploring Graphs At Umb (PLUMB) (COHEN et al., 2006, p 279) é um sistema que, segundo os seus desenvolvedores, pode ser usado para apoiar pessoas com deficiência visual em muitos usos educacionais; e fora da atividade de ensino, poderia ser utilizado para leitura de mapas de ruas, edifícios, navegar e aprender rotas de fuga de incêndio. Foi desenvolvido por pesquisadores do Department of Computer Science of University of Massachusetts Boston e também aproveita o sentido da audição para aquisição de conhecimento. No entanto, esse sistema é experimental, pode depender de software e hardware específicos e/ou de treinamento especializado, além de não estar disponível para teste e não ter sido avaliado no processo ensino-aprendizagem do conceito de árvores em estrutura de dados.

O sujeito cego capta informações acerca dos objetos e do ambiente em que se encontra por meio do tato passivo, quando a informação chega sem ser buscada, ou por meio do tato ativo, quando a informação é intencionalmente buscada pelo indivíduo.

Os materiais didáticos em relevo oportunizam o acesso ao currículo ao permitirem que pessoas com deficiência visual, fazendo uso do tato ativo, reconheçam as ilustrações.

Araújo et al. (2011, p. 15) sugerem que a elaboração do material em relevo siga alguns critérios e procedimentos para a melhor compreensão do aluno e sua segurança, tais como: ser fidedigno à informação do livro, ser confeccionado em tamanho adequado, não agredir a sensibilidade tátil do aluno e não utilizar materiais perecíveis.

Seguindo as orientações de Araújo (2011), construiu-se um protótipo, escolheu-se a textura, ampliou-se o material selecionado e confeccionou-se a versão final.

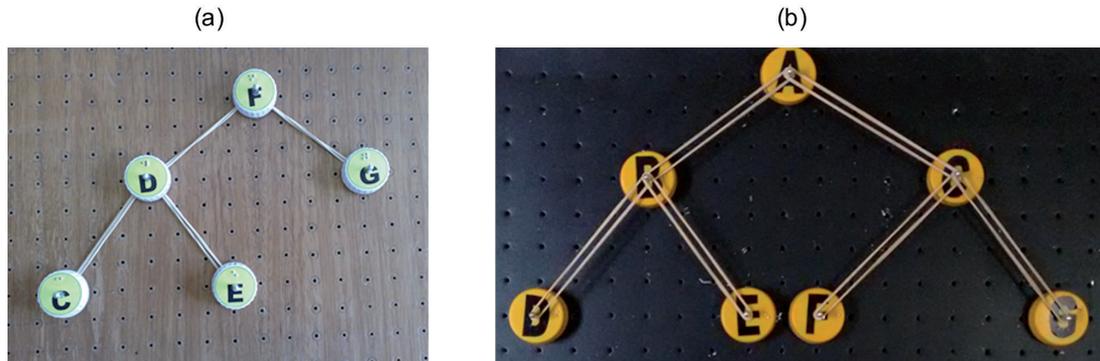
A pesquisa teve a pretensão de construir uma tecnologia assistiva capaz de fazer com que o aluno com deficiência visual, compreendidos os conceitos de Árvore em Estrutura de Dados, executasse os mesmos exercícios e avaliações que os alunos videntes, embora se utilizando de material didático específico, bem como permitir que alunos videntes e

deficientes visuais participem de uma mesma aula sem a necessidade do atendimento educacional especializado destinado aos alunos deficientes visuais em sala de recursos.

Levando-se em consideração que a deficiência visual não é somente a cegueira, pois também existem alunos com baixa visão, esta tecnologia desenvolvida privilegiou o uso de contrastes e letras grandes, para que estes alunos possam utilizar-se da visão remanescente durante o processo de ensino-aprendizagem.

Os conceitos de *Árvore em Estrutura de Dados* não demandam necessariamente o uso da visão, podem ser construídos por alunos cegos congênitos ou que ficaram cegos ao longo da vida, através de registros táteis, e por alunos com baixa visão, através de registros táteis e uso da visão remanescente. Para isso, foi desenvolvido um Modelo de *Árvore em Relevo*, utilizando-se tampas de garrafa de guaraná industrializado, cabeças de alfinete, manta imantada, serragem de madeira, tiras de borracha e rebites, a ser montado em uma Prancha de Modelagem construída com uma tábua de compensado de 15 mm, com 80 x 50 cm, e uma chapa de ferro galvanizado de 1 mm, com 75 x 45 cm e perfurações paralelas de com distância de 2,5 cm.

Figura 5: (a) protótipo e (b) versão final



O modelo de *Árvore em Relevo* foi desenvolvido a um custo baixo e com material acessível. Sua validação ocorreu em 2 de outubro e 2015, às 16h30, na sala de tutoria nº 2, do polo CEDERJ/UAB de Belford Roxo.

Figura 6: Validação do Modelo em Relevo de *Árvore em Estrutura de Dados*



Por não ser uma representação estática, o modelo desenvolvido permite conceber aulas dinâmicas e inclusivas, pois na prancha de modelagem pode ser construído mais

de um exemplo de Árvore, não sendo necessário o professor fazer uso de recursos simplesmente visuais.

Embora o Modelo de Árvores em Relevô desenvolvido esteja limitado a construir uma árvore com, no máximo, altura 6, na ocasião de sua validação mostrou-se um eficiente recurso pedagógico para apoiar o processo ensino-aprendizagem de Árvore em Estrutura de Dados para pessoas com deficiência visual, uma vez que o aluno conseguiu identificar os tipos de Árvores, percorrê-las e identificar níveis de nós e o tamanho de Árvores.

Conclusão

A deficiência visual é uma barreira tanto para o aluno quanto para o professor no processo de ensino-aprendizagem de Árvores em Estrutura de Dados, enquanto campo da Ciência da Computação, bem como nos demais assuntos relacionados a outras ciências que envolvem a utilização de imagens, mas que, levando em conta os resultados apresentados, pode ser superada. Para isso, é imprescindível o desenvolvimento de tecnologias assistivas, tomando como base as adequações curriculares da Educação Especial, que, além de possibilitarem o acesso ao currículo a alunos com deficiência visual, permitam a interação entre estes alunos, o professor e os demais alunos da classe, respeitando-se as diferenças e possibilitando a realização aulas inclusivas.

Referências

ARAÚJO, Barbara Karolina; BORGES, Berenice Kretzer; SILVA, Jussara da; LOFI, Marcelo; ARAÚJO, Maria Denise Mendes; CASARIN, Tamara Joana. **Guia prático para adaptação em relevô**. Secretaria de Estado da Educação. Fundação Catarinense de Educação Especial, Jussara da Silva (Coord). São José: FCEE, 2011.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988.

BRASIL. **A Convenção sobre Direitos das Pessoas com Deficiência Comentada**. Brasília: Secretaria Especial dos Direitos Humanos. Coordenadoria Nacional para Integração da Pessoa Portadora de Deficiência, 2008.

BRASIL. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 23 dez. 1996.

BRASIL. Resolução CNE/CEB Nº 2, de 11 de setembro de 2001. **Institui Diretrizes Nacionais para a Educação Especial na Educação Básica**. Brasília, DF, 11 set. 2001.

CASTRO, Maria Antonieta Brito de. **Inclusão escolar**: das intenções à prática. Um estudo da implantação da proposta de ensino especial na rede municipal de Natal, RN. 1997. Dissertação (Mestrado em Educação) – UNICAMP-SP. Disponível em: < <http://www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?code=vtls000120853&fd=y> > Acesso em: 4 jul. 2015.

COHEN, R. F.; MEACHAM, A., SKAFF, J. Teaching graphs to visually impaired students using an active auditory interface. **SIGCSE Bull.**, v. 38, 2006.

FERNANDES, Ediclea Mascarenhas; ORRICO, Helio Ferreira. *Acessibilidade e Inclusão Social*. Rio de Janeiro: Deescubra, 2012.

HENDERSON, Harry. **Encyclopedia of computer science and technology**. Nova Iorque: Facts On File, 2009.

LIBÂNEO, José Carlos. **Didática**. São Paulo: Cortez, 2008

MARTIN, Manuel Bueno; RAMIREZ, Francisco Ruiz. *Visão Subnormal*. In: MARTIN, Manuel Bueno; BUENO, Salvador Toro et al. **Deficiência Visual: Aspectos Psicoevolutivos e Educacionais**. São Paulo: Livraria Santos Editora, 2003.

MONTEIRO, Mariângela da Silva. **Ressignificando a educação: a educação inclusiva para seres humanos especiais**. Disponível em: <<https://projetoinclusao.files.wordpress.com/2010/09/ressignificando-a-educacao.doc>>. Acesso em: 27 dez. 2015.

SZWARCFITE, Jayme Luiz; MARKENZON, Lilian. **Estruturas de Dados e seus Algoritmos**. Rio de Janeiro: LTC, 1994.

VELOSO, Paulo et al. **Estrutura de Dados**. Rio de Janeiro: Campus, 1986.

WIKIMEDIA COMMONS - The free media repository. Disponível em: <https://commons.wikimedia.org>. Acesso em: 30 dez. 2015.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Programme for the Prevention of Blifness. Management of Low Vision in Children. Report of Consulation. Bangkok, 23-24 July 1992. Disponível em: http://whqlibdoc.who.int/hq/1993/WHO_PBL_93.27.pdf. Acesso em: 30 dez. 2015.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Visual impairment and blindness, Fact Sheet N° 282. Agosto 2014. Disponível em: <<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs282/en/>>. Acesso em: 30 dez. 2015.



Artigo recebido em:
12/02/2016
Aceito para publicação em:
29/03/2016