

# Reflexões de Professores sobre Tecnologias Assistivas e o Processo de Ensino e Aprendizagem de Matemática

Marlise Geller  
Maria Adelina Raupp Sganzerla

## RESUMO

Este artigo apresenta reflexões sobre Tecnologias Assistivas, considerando especificamente a deficiência visual, que possam ser utilizadas no processo de ensino e de aprendizagem na área da matemática, em conjunto com relatos de professores que atuam em escolas públicas inclusivas da Grande Porto Alegre. A metodologia perpassa por um estudo teórico sobre estas tecnologias e uma análise de cunho qualitativo de depoimentos desses professores extraídos dos cursos: Educação Inclusiva e Educação Matemática Inclusiva. Na análise dos dados, percebe-se que os professores compartilharam suas experiências, dúvidas e conquistas no seu cotidiano escolar diante da inclusão. Evidencia-se ser fundamental construir com o professor formas de se delinear o papel da matemática no mundo contemporâneo, em especial quando se contempla o cenário das escolas inclusivas.

**Palavras-chave:** Educação Inclusiva. Tecnologias Assistivas, Ensino e Aprendizagem de Matemática.

## Considerations from Teachers about Assistive Technologies and the Teaching and Learning Process in Mathematics

### ABSTRACT

This article presents some considerations about Assistive Technologies, specifically in visual impairment, which may be used in the teaching and learning process in mathematics, together with statements given by teachers who work in inclusive state schools in the Greater Porto Alegre, State of Rio Grande do Sul, Brazil. A review of the theory about these technologies and a qualitative analysis of these statements were carried out. The participant teachers took the courses of Inclusive Education and of Inclusive Mathematical Education. Data analysis revealed that teachers share their experience, doubts and achievements in their daily work in schools, considering inclusion. It became clear that developing ways to define the role of mathematics in today's world, especially in the context of inclusive schools.

**Keywords:** Inclusive Education. Teaching and Learning Process in Mathematics. Assistive Technologies.

---

**Marlise Geller** é Doutora em Informática na Educação. Atualmente, é professora do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Luterana do Brasil (PPGECIM – ULBRA). Canoas/RS. Endereço para correspondência: Av. Farroupilha, 8001 – Prédio 14 – Sala 318. Bairro São José, 92425-900, Canoas/RS. Tel.: (51) 3477.9278. E-mail: marlise.geller@gmail.com

**Maria Adelina Raupp Sganzerla** é mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Luterana do Brasil (PPGECIM – ULBRA). Canoas/RS. Atualmente, é professora dos Cursos de Computação da ULBRA. Endereço para correspondência: Av. Farroupilha, 8001 – Prédio 14 – Sala 307. Bairro São José, 92425-900, Canoas/RS. Tel.: (51) 3477.9278. E-mail: masganzerla@gmail.com

Recebido para publicação em 30/09/2014. Aceito, após revisão, em 04/11/2014.

## INTRODUÇÃO

Este artigo aborda as Tecnologias Assistivas, considerando especificamente a deficiência visual, que possam ser utilizadas no processo de ensino e de aprendizagem da área da matemática, em conjunto com percepções dos professores que atuam em escolas públicas e atendem (ou poderão atender) alunos de inclusão.

Os resultados aqui relatados são um recorte do Projeto de Formação Continuada de Professores em Ciências e Matemática Visando o Desenvolvimento para o Exercício Pleno da Cidadania aprovado no Programa Observatório da Educação/2010 (OBEDUC/2010), do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, da Universidade Luterana do Brasil, com diversas ações realizadas no Ensino Fundamental de escolas públicas, dos municípios de Canoas, São Leopoldo e Sapucaia do Sul no estado do Rio Grande do Sul.

A busca por diferentes formas de promover a igualdade de condições entre os seres humanos evidenciou-se a partir do final do século XIX e início do XX, na Europa, quando surgiram movimentos com o objetivo de promover a integração entre os indivíduos que a sociedade segregava há séculos. No final do século XX, mais um movimento surge, o da inclusão. O Tratado de Salamanca (UNESCO, 1994) estabelece os propósitos desse movimento buscando garantir aos indivíduos com necessidades educacionais especiais a igualdade de condições na sociedade pós-moderna.

No Brasil, surgem os Parâmetros Curriculares Nacionais que, ao proporem o respeito à diversidade social e cultural como elemento essencial à aprendizagem, visam atender às necessidades de alunos com necessidades especiais e contemplam a escola inclusiva (BRASIL, 2000).

Tendo por base a Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDBEN) e os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), o paradigma da inclusão se institui com projetos e ações práticas nos estados e municípios brasileiros.

Cabe destacar que o artigo 59 da Lei de Diretrizes e Bases da Educação (BRASIL, 1996) apregoa, dentre outros aspectos, que os sistemas de ensino deverão assegurar aos alunos deficientes currículos, métodos, técnicas, recursos educativos considerando suas necessidades específicas, além de professores com formação adequada em nível médio ou superior para atendimento especializado e professores do ensino regular capacitados para a integração desses alunos nas classes comuns.

A matrícula de alunos com deficiência em classes comuns e a um atendimento especializado é um direito constituído. A Resolução Nº 4, de 2 de outubro de 2009, que institui Diretrizes Operacionais para o Atendimento Educacional Especializado na Educação Básica, em seu Art. 1º, define que “os sistemas de ensino devem matricular os alunos com deficiência, transtornos globais do desenvolvimento e altas habilidades/superdotação nas classes comuns do ensino regular e no Atendimento Educacional Especializado (AEE), ofertado em salas de recursos multifuncionais ou em centros de

Atendimento Educacional Especializado da rede pública ou de instituições comunitárias, confessionais ou filantrópicas sem fins lucrativos” (BRASIL, 1999).

Segundo o Censo Escolar da Educação Básica de 2012, divulgado pelo INEP/EDUCACENSO<sup>1</sup> (2012), o Brasil possui matriculados 820,4 mil alunos de Educação Especial. Ainda, em 2012 havia 620,7 mil alunos estudando em escolas regulares, o que representa 11,2% a mais do que em 2011. Já em classe especial no mesmo ano, havia 199,6 mil alunos, 3% a mais do que no ano de 2011.

Diante dos desafios da escola inclusiva, surgem cursos de capacitação de professores da rede educacional pública, que propõem o desenvolvimento de estratégias promovendo ações para superar desigualdades e minimizar processos de exclusão, objetivando proporcionar maior autonomia às pessoas com deficiência.

Neste cenário, origina-se este estudo, decorrente dos cursos de Educação Inclusiva e Educação Matemática Inclusiva do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECIM) da Universidade Luterana do Brasil (ULBRA) no qual são abordadas questões referentes às Tecnologias Assistivas – TA e a adaptação de materiais e/ou atividades para possibilitar o acesso aos alunos que necessitem de ajudas técnicas na disciplina de Matemática e promover sua participação nas atividades propostas em sala de aula.

## **METODOLOGIA**

Para compor este estudo, realizou-se uma revisão sobre as Tecnologias Assistivas, no qual se definiu que as TA analisadas deveriam possibilitar ações no processo de ensino e aprendizagem de matemática, considerando a perspectiva da educação inclusiva. Este estudo é composto por quatro categorias, definidas em: ampliadores e leitores de tela gratuitos, equipamentos de leitura e escrita, recursos táteis e recursos computacionais para auxiliar o processo de ensino e de aprendizagem em matemática.

Com um viés na pesquisa qualitativa (MORAES, 2003), resgatam-se registros de falas de professores sobre Tecnologias Assistivas e Educação Inclusiva. Quinze professores, sujeitos deste estudo, atuam em escolas públicas de Educação Básica da região metropolitana de Porto Alegre e realizaram os Cursos de Formação Continuada de Professores em Educação Inclusiva e Educação Matemática Inclusiva do PPGECIM/ULBRA, que foram ofertados gratuitamente, à distância, por meio da plataforma Moodle.

Entre os objetivos dos cursos destacam-se a utilização de TA em atividades práticas no contexto da escola inclusiva, com o intuito de conhecer algumas Tecnologias Assistivas, refletir sobre suas potencialidades e adaptar materiais (atividades) para assegurar o acesso

---

<sup>1</sup> INEP/EDUCACENSO – O Educacenso, vinculado ao Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, é uma radiografia do sistema educacional brasileiro, cujo levantamento é feito pela internet.

aos alunos que necessitem de ajudas técnicas na disciplina de Matemática e possibilitar sua participação nas atividades propostas em sala de aula.

Para a análise dos dados, optou-se pela análise de conteúdo, conforme proposta por Moraes (2003), que possibilita a manifestação de conceitos a partir da incidência de unidades de sentido presentes nos variados discursos analisados.

Para preservar o anonimato dos professores, seus comentários estão identificados pela palavra Professor e um numeral sequencial. Na transcrição destes comentários, optou-se por transcrevê-los na íntegra com a finalidade de manter a veracidade de suas opiniões.

## **TECNOLOGIAS ASSISTIVAS**

O conceito de Tecnologias Assistivas (TA) refere-se a todo equipamento ou programa de computador capaz de auxiliar de alguma forma as pessoas com deficiência, compreendendo um

[...] conjunto de recursos que, de alguma maneira, contribui para proporcionar às PNEs (Pessoas com Necessidades Especiais) maior independência, qualidade de vida e inclusão social, por meio de um suplemento (prótese), da manutenção ou devolução de suas capacidades funcionais. Esses recursos vão desde uma simples bengala, um par de óculos, cadeiras de rodas, até complexos sistemas computadorizados que permitem o controle do ambiente e até a própria expressão do indivíduo. (SANTAROSA, 2002, p.66)

Na educação, a Constituição de 1988 (BRASIL, 1988) apresenta em seu artigo 208 “III – atendimento educacional especializado aos portadores de deficiência, preferencialmente na rede regular de ensino”, garantindo dessa forma a inclusão nas escolas públicas e particulares.

Em 02 de dezembro de 2004, o Decreto nº 5.296 regulamenta as Leis nº 10.048, de 8 de novembro de 2000 e nº 10.098, de 19 de dezembro de 2000. A primeira legisla sobre a prioridade de atendimento às pessoas com deficiência e a segunda estabelece normas e critérios para a acessibilidade. Então é criado o Comitê de Ajudas Técnicas (CAT), com o objetivo de criar políticas públicas com ênfase nas TA.

Para o CAT (BRASIL, 2009, p.11) a TA diz respeito “à pesquisa, fabricação, uso de equipamentos, recursos ou estratégias utilizadas para potencializar as habilidades funcionais das pessoas com deficiência”.

O CAT apresenta uma classificação geral dividida em onze classes de produtos assistivos: Tratamento médico pessoal; Treinamento de habilidades; Órteses e próteses; Proteção e cuidados pessoais; Mobilidade pessoal; Cuidados com o lar; Mobiliário e

adaptações para residências e outras edificações; Comunicação e informação; Manuseio de objetos de equipamentos; Melhorias ambientais, ferramentas e máquinas; Lazer.

O HEART (*Horizontal European Activities in Rehabilitation Technology*) é um modelo de classificação que surgiu no Programa TIDE (*Technology Initiative for Disabled and Elderly People*) da União Europeia. Esse modelo categoriza três grandes áreas de formação em Tecnologia Assistiva: componentes técnicos, componentes humanos e componentes socioeconômicos (BRASIL, 2009). Das três grandes áreas citadas, abordam-se os quesitos referentes à deficiência visual, por ser o foco deste estudo.

Os componentes técnicos são apresentados em três áreas principais: comunicação, manipulação e orientação (EUROPEAN COMMISSION DGXIII, 1988 apud BRASIL, 2009). A comunicação divide-se em quatro itens: comunicação interpessoal; acesso a computador/interfaces com usuários; telecomunicações; leitura e escrita. E na comunicação interpessoal, destacam-se os sistemas de comunicação com e sem ajuda; saídas de voz gravada e sintetizada (sintetizadores de voz); técnicas de leitura e de escrita (Sistema Braille, Linha Braille, iBraille); auxiliares ópticos (lupas).

O acesso a computador/interfaces com usuários são fundamentais para a comunicação, os teclados alternativos (expandidos); teclados e emuladores de teclados (teclado virtual). Rádios, telefones, *beepers*, sistemas de e-mails, Internet e a WWW compõem os itens das telecomunicações muito utilizadas pelos deficientes visuais.

A leitura/escrita apresenta a maior gama de tecnologias para os deficientes visuais: livros adaptados (com símbolos gráficos em relevo); computadores com leitura de tela e fala sintetizada; dispositivos com saída em Braille; *software* específico; dispositivos de amplificação óptica; máquinas de leitura por reconhecimento de caracteres; *displays* táteis; máquinas e impressoras Braille.

## **TECNOLOGIAS ASSISTIVAS DISPONÍVEIS PARA DEFICIENTES VISUAIS**

Como o termo TA significa proporcionar suporte técnico para “suprir” parte da deficiência ou mobilidade reduzida, o foco da análise deste estudo foram Tecnologias Assistivas que auxiliem a inclusão social e educacional para pessoas cegas ou com baixa visão.



### *- Ampliadores de Telas (Texto e Imagem)*

Segundo Mello (2010), os ampliadores de tela “fazem a ampliação de textos e imagens na tela do computador para facilitar a sua utilização pelos deficientes visuais com baixa visão” e, ainda, explica que podem ser utilizados por idosos e pessoas com algum tipo de obstrução visual temporária.

Os ampliadores de tela ajudam o usuário com baixa visão nas suas tarefas com o computador, tornando possível a visualização de páginas da internet, textos no editor

ou outro software instalado. A Tabela 1 apresenta a ficha técnica dos ampliadores mais utilizados, disponíveis no mercado.

TABELA 1 – Ampliadores de Tela.

Nome/Ícone	Descrição	Versão	Desenvolvedor
 Lente de Aumento do Windows (Lupa)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Instalado na versão padrão do Sistema Operacional Windows.</li> <li>- Amplia até 9x.</li> <li>- Alto contraste.</li> </ul>	Não informada	Microsoft
 Virtual Magnifying Glass Portable	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Amplia o conteúdo apontado pelo mouse.</li> <li>- É portátil, pode ser levado em um <i>pendrive</i>.</li> </ul>	3.4 (Gratuita)	Portable Apps
 Orca	<ul style="list-style-type: none"> <li>- É um leitor de telas também.</li> <li>- Desenvolvido para o Sistema Operacional Linux</li> </ul>	2.30 (Gratuito de código aberto <sup>2</sup> )	Accessibility Program Office of Sun Microsystems, Inc.
 Lightening Express	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ampliação de até 6x.</li> <li>- Alto contraste.</li> <li>- Possui opções visuais para o mouse.</li> <li>- Portátil.</li> </ul>	1.2 (Gratuita)	Claro Software
 Magical Glass	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ampliação com recursos do mouse ou então do teclado numérico (1 a 9).</li> <li>- Alto contraste.</li> </ul>	2.0.0.2 (Gratuita)	FreeStone Group
 DesktopZoom	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Possui cores invertidas, além do alto nível de contraste.</li> <li>- Portátil.</li> <li>- Apresenta uma miniatura para o usuário no canto inferior da tela informando em que parte da tela ele se encontra.</li> </ul>	3.5 (Gratuita)	DesktopZoom

Fonte: adaptação de Mello (2010a).

<sup>2</sup> Windows 32 e 64 bits: Sistema Operacional que executa em 32 ou 64 bits (capacidade de processamento em relação à memória).

- Leitores de Tela

Os leitores de tela são programas que “falam” com o usuário, para Mello (2010b) “capturam toda e qualquer informação apresentada na forma de texto e a transforma em uma resposta falada”, utilizando para isso um sintetizador de voz, que pode ser do próprio Sistema Operacional ou nativo da aplicação.

O uso é simples, toda a informação textual contida na tela é falada ao usuário, praticamente todos os aplicativos e ferramentas disponíveis permitem esse recurso, exceto figuras, vídeos e banners confeccionados em *flash*, em função de não serem em modo texto.

Dentre os leitores de tela disponibilizados pelo mercado, destacam-se os destinados ao Sistema Operacional Windows (DOSVOX, Jaws e NVDA) e um para o Linux (Orca), conforme é apresentado na Tabela 2.

TABELA 2 – Leitores de Tela.

Nome/Ícone	Descrição	Versão	Desenvolvedor
 DOSVOX	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Totalmente gratuito</li> <li>- Fácil utilização</li> <li>- Sintetizador de voz em língua portuguesa</li> <li>- Disponibiliza: jogos, editor de textos, impressor em braille</li> </ul>	4,5 (Windows 32 e 64 bits <sup>3</sup> )	Núcleo de Computação da Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ
 Jaws	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Instalação acompanhada por voz</li> <li>- Suporte ao sintetizador de voz em língua portuguesa</li> <li>- Compatível com as Linhas Braille<sup>4</sup></li> </ul>	(Paga, Demo)	Freedom Scientific
 NVDA	<ul style="list-style-type: none"> <li>- NVDA: Non Visual Desktop Access</li> <li>- Utiliza o sintetizador de voz do Windows</li> <li>- Pode ser utilizado a partir de uma pen driver (não precisa ser instalado na máquina)</li> <li>- Converte texto para Linhas Braille</li> </ul>	2010.2 Gratuita de Código Aberto	NVDA
 Orca	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Compatível com o Sistema Operacional Linux (único no Brasil)</li> <li>- Suporte ao sintetizador de voz em língua portuguesa</li> </ul>	3.0.2 Gratuita de Código Aberto	Comunidade de Software Livre <a href="http://www.linuxaccessivel.org/">http://www.linuxaccessivel.org/</a>

Fonte: adaptação dos sites dos fabricantes: <http://www.freedomscientific.com/>; <http://www.nvaccess.org/>; <http://www.linuxaccessivel.org/>; <http://intervox.nce.ufrj.br/dosvox/>

<sup>3</sup> Windows 32 e 64 bits: Sistema Operacional que executa em 32 ou 64 bits (capacidade de processamento em relação à memória).

<sup>4</sup> Linhas Braille: é um dispositivo de saída de computador que exhibe dinamicamente em Braille a informação da tela.

*- Recursos computacionais para auxiliar o processo de ensino e de aprendizagem em Matemática*

Com a disseminação das Tecnologias da Informação e da Comunicação no cenário educacional, passam a ser necessárias adaptações dessas tecnologias para a inclusão. Assim, alguns recursos computacionais encontrados no mercado para o ensino de Matemática são direcionados a alunos cegos e/ou baixa visão.

O Leitor de Telas DOSVOX disponibiliza o jogo Contavox, que além do entretenimento, pode auxiliar na aprendizagem matemática, seja na utilização e reconhecimento do teclado, como na memorização das operações. Além do jogo, estão disponíveis os recursos: Calcuvox (Calculadora Vocal) e Planivox (Planilha Eletrônica).

O Contavox foi idealizado para a memorização e estudo da tabuada. O jogo possibilita cálculos utilizando as quatro operações básicas: multiplicação, divisão, adição e subtração. As operações são divididas em nove campeonatos (PAIXÃO, 2010): Treino no Quintal; Amigos Colegas da Rua e Campeonato Estadual, trabalhando com a adição; Campeonato do Bairro; Taça Inter Bairros; Campeonato Juvenil e Campeonato Estadual, operações com a Subtração; Copa Brasil e Copa Libertadores da América, com a multiplicação e, por fim, Copa do Mundo, com a divisão. A cada resultado que o usuário insere na tela, há uma resposta do jogo. Se for correto, então, este fará um gol, pontuando. Se for incorreto, automaticamente, é feita uma revisão e será emitida uma mensagem relacionada ao assunto.

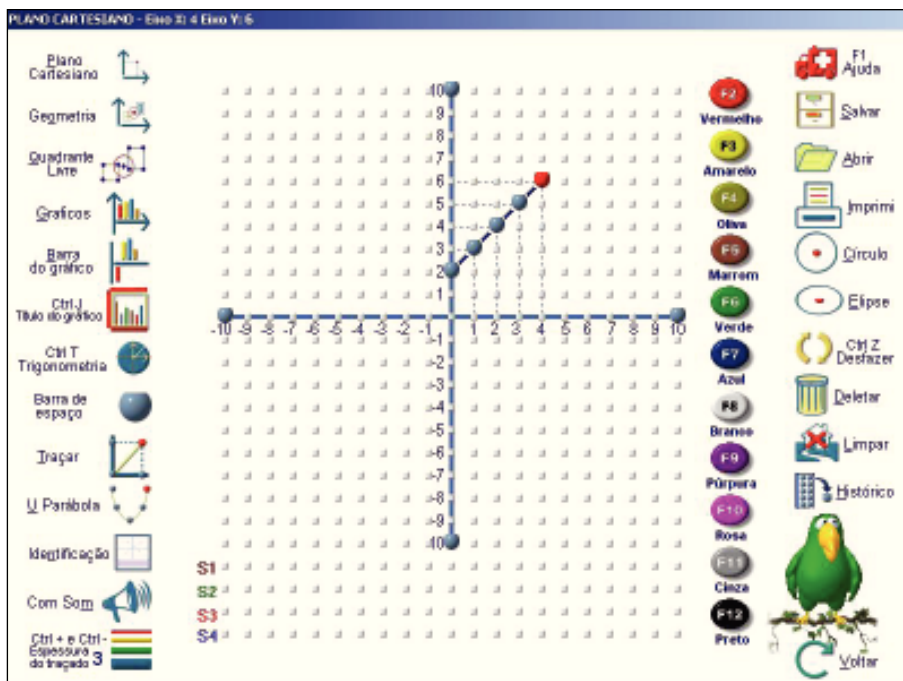
O Calcuvox é uma calculadora vocal que executa as quatro operações matemáticas básicas, a raiz quadrada e a porcentagem, similar a calculadora padrão, com interface dividida em duas partes: lado direito, com as informações sobre as operações e os valores armazenados em memória (até nove) e do lado esquerdo, as operações efetuadas pelo usuário.

O Planivox é uma planilha eletrônica na qual é possível criar tabelas (linhas e colunas) e calcular fórmulas matemáticas. As células são representadas pela coluna (letra) e linha (número). Ao selecionar uma célula a planilha informa sonoramente ao usuário a letra e número correspondente.

Outro recurso interessante é o Multiplano Virtual (Figura 1), versão informatizada do Multiplano concreto, com as mesmas funcionalidades, totalmente acessível e com emissão de sons, sem a necessidade de um leitor de telas instalado.



FIGURA 1 – Multiplano Virtual.



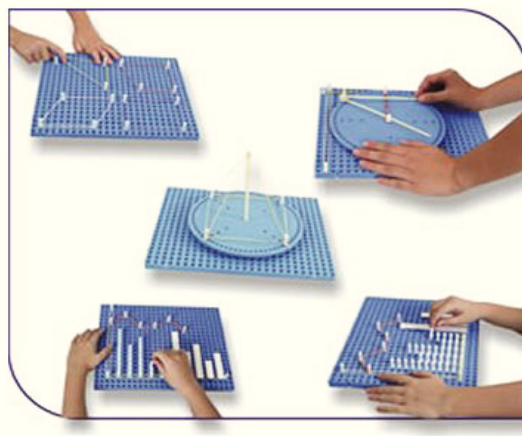
Fonte: <http://assistiva.mct.gov.br/catalogo/o-ensino-de-matematica-para-alunos-com-deficiencia-visual-atraves-do-uso-do-multiplano-peda>

- *Recursos táteis para auxiliar o processo de ensino e de aprendizagem em Matemática*

A Deficiência Visual traz alguns desafios para os educadores, principalmente na questão dos materiais, visto que com a ausência da visão, os recursos educacionais devem ser táteis e simples. Neste sentido, o Multiplano<sup>5</sup> (Figura 2) é “um instrumento que possibilita, através do tato, a compreensão de conceitos matemáticos” (MULTIPLANO, 2014). Compreende-se que este recurso constitui-se uma TA porque contempla uma adaptação curricular para o trabalho com as operações abstratas.

<sup>5</sup> Seu idealizador é o Professor Rubens Ferronato, que no ano de 2000 ao se deparar com um aluno cego nas aulas de Cálculo Diferencial e Integral buscou formas de ensinar e demonstrar os conceitos necessários.

FIGURA 2 – Multiplano Físico.



Fonte: [http://www.brinkmobil.com.br/projetos\\_detail.php?id\\_produto=187](http://www.brinkmobil.com.br/projetos_detail.php?id_produto=187)

Já a calculadora com voz é similar a calculadora padrão disponível no mercado, com o diferencial de que todas as operações são “faladas”. A cada interação, o usuário cego escutará o que foi clicado e ao final, o resultado da operação.

Silva (2014) descreve o cubaritmo (Figura 3) como sendo uma caixa, com uma grade quadriculada sobreposta, onde são inseridos cubos, formando assim uma operação matemática. Calcula-se mentalmente, da direita para a esquerda, escrevendo o resultado na próxima linha, então a conta é representada exatamente igual ao cálculo feito à tinta no papel.

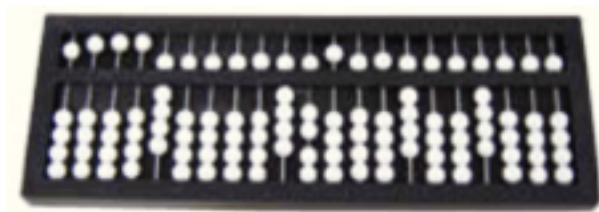
FIGURA 3 – Cubaritmo.



Fonte: <http://subversora.blogspot.com.br/2012/05/abaco-para-deficientes-visuais.html>

O sorobã, conforme o site Acessibilidade (2014), “é um instrumento manual que se compõe de duas partes, separadas por uma régua horizontal, chamada particularmente de ‘régua de numeração’”, na parte superior encontra-se uma conta com valor numérico de cinco unidades e na parte inferior quatro contas, sendo que cada representa uma unidade (Figura 4). Os registros são feitos pelo deslocamento das contas.

FIGURA 4 – Sorobã.



Fonte: <http://sobreacessibilidade.wordpress.com/2011/02/01/o-soroba/>

Para o ensino de Geometria, é possível utilizar os sólidos geométricos (Figura 5), conforme Furlan e Luz (2010), os alunos manipulam os sólidos a fim de obter uma maior abstração sobre as suas formas e posteriormente efetuar os cálculos referentes à área e perímetro dos mesmos.

FIGURA 5 – Sólidos Geométricos.



Fonte: <http://silvanapsicopedagoga.blogspot.com.br/2012/09/materiais-para-alunos-cegos-baixa-visao.html>

Após a abstração dos sólidos geométricos, os alunos contam com um kit de desenho (Figura 6), composto por uma régua, esquadro, compasso, transferidor, carretilha de metal e uma prancheta revestida em tecido sintético. Todos os equipamentos possuem marcações Braille.

FIGURA 6 – Kit de Desenho.



Fonte: <http://assistiva.mct.gov.br/catalogo/kit-de-desenho>

#### *- Equipamentos de leitura e escrita*

Para escrever em Braille são disponibilizados diversos recursos, como os Displays e Linha Braille (que podem ser acoplados ao computador, substituindo assim o teclado ou utilizados individualmente), máquinas de escrever, além da reglete e punção.

A escrita Braille na Matemática é utilizada para registro dos modelos e representações, porém muitos cálculos são executados mentalmente pelos deficientes visuais, pela facilidade de memorização.

A linha Braille é um dispositivo de saída que exibe dinamicamente em Braille a informação da tela, trabalhado em sincronia com o leitor de tela, que ao ser selecionado traduz para o Braille (Tabela 3).

TABELA 3 – Exemplos de Linhas Braille.

 <p>The image shows a rectangular Braille printer with a black top surface and a silver bottom. It features a row of seven large, dark buttons at the top. Below them is a grid of 32 small Braille cells. The brand name 'Humanware' is visible on the right side of the top panel.</p>	<p>Modelo Brailiant BI 32 – possui 32 celas Braille para a comunicação.</p>
 <p>The image shows a person's hands typing on a blue, elongated Braille device. The device has a curved shape and a grid of Braille cells. It is connected to a computer via a cable.</p>	<p>Braille Wave – composta de 40 células Braille côncavas, teclas de rotação e 11 teclas de função, possui armazenamento de dados de 4 MB de memória, podendo ser transferidos para o computador, sua bateria tem autonomia de até 20 horas.</p>
 <p>The image shows a blue, handheld Braille reader. It has a rectangular shape with a grid of 8 Braille cells at the top. The device is designed for portability and ease of use.</p>	<p>Bookworm – leitor portátil de mão, projetado para leitura em formato eletrônico através de 8 células Braille. Possui capacidade de armazenamento de 4 MB, o que corresponde a 4.000 páginas Braille.</p>

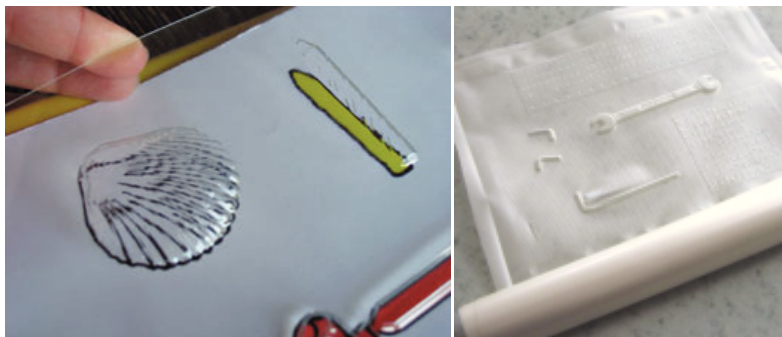
Fonte: adaptado de <http://www.laratec.org.br/BI32.html>

O Braille por ser um sistema composto por celas, sem impressão a tinta, exige equipamentos especializados para imprimir textos, gráficos ou imagens com impacto, ou seja, “modelar” o papel na forma desejada, sem que o mesmo seja perfurado. Os dois tipos mais comuns de impressoras são o de impacto (trabalha com papel com gramatura alta) e térmicas, chamadas de Thermoform (utilizam papel término), imprimem em papel com gramatura de 120 a 180g/m<sup>2</sup>, soltas ou em brochura, no formato A3 e A4.

As impressoras Thermoform reproduzem gráficos ou desenhos simples em relevo (Figura 7). São utilizados papéis térmicos de gramaturas diferentes para cada tipo de

impressão. Depois de prontos, os desenhos são pintados com cores fortes para auxiliar as pessoas com baixa visão.

FIGURA 7 – Impressão Térmica.



Fonte: <http://www.aph.org/edresearch/illustrations/>

A máquina Braille ou Perkins, como é chamada em função de sua marca, é constituída de oito ou sete teclas, sendo seis correspondentes aos pontos Braille, uma para espaço e uma de retrocesso, sendo esta encontrada apenas nos modelos mais atuais. Possui capacidade de escrever até 23 linhas e 42 colunas em papel Sulfito de 120g. Estão disponíveis no mercado a manual (Figura 8) e a elétrica.

FIGURA 8 – Máquina de Escrever Braille.

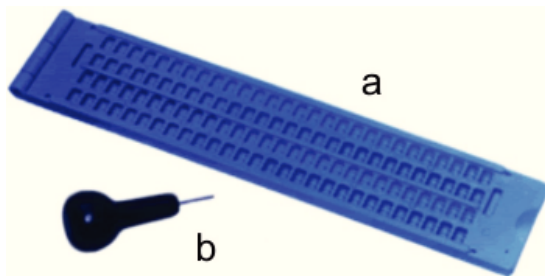


Fonte: <http://www.bengalabranca.com.br>

O site da SAC – Sociedade de Assistência aos Cegos (2014) explica que “o toque de uma ou mais teclas simultaneamente produz a combinação dos pontos em relevo, correspondente ao símbolo desejado”. Os símbolos Braille são produzidos da esquerda para a direita, possibilitando assim que o cego leia o que está escrito sem a retirada do papel, diferentemente da reglete.

Para os registros matemáticos, são utilizados a reglete (Figura 9a) e punção (Figura 9b). A reglete é composta por uma régua dupla, que abre e fecha com apoio de dobradiças, permitindo que o papel seja inserido. A régua superior é composta por retângulos vazados com a finalidade da escrita em Braille, com o auxílio da punção.

FIGURA 9 – Reglete e Punção.



Fonte: <http://assistiva.mct.gov.br/catalogo/reglete>

A escrita em Braille é realizada em baixo relevo, sendo necessária a inversão dos pontos na hora do registro, escrevendo da direita para a esquerda. Quando o papel é retirado da reglete, a leitura se dá da esquerda para a direita, da mesma forma que a tinta.

No contexto da Matemática todos os recursos táteis, sonoros e escritos são importantes para os registros escritos e mentais. As operações matemáticas muitas vezes são realizadas mentalmente em função da Matemática Braille ser linear e não possibilitar a representação gráfica que o papel e a tinta proporcionam.

## **REFLEXÕES DOS PROFESSORES SOBRE AS TECNOLOGIAS ASSISTIVAS E O PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM DE MATEMÁTICA**

Nesse estudo, percebe-se que os anseios persistem quando se aborda o tema inclusão. Uma preocupação do professor, tanto de classe comum, quanto de AEE, e suas competências para o ensino de Matemática, reside no fato do professor expressar ter pouco conhecimento e/ou segurança para integrar o aluno com deficiência a uma classe comum. Isso demanda ao professor buscar por conhecimentos em relação ao conteúdo matemático e aos alunos de inclusão, principalmente em sua capacidade de aprender Matemática e de interação com estes alunos.

O Professor 1 iniciou sua fala, expondo sua experiência na escola onde leciona:

Já tinha ouvido a expressão tecnologia assistiva e visto alguns materiais adaptados de baixo custo, na minha escola, feitos, principalmente, pela professora da sala de recursos. Conversando com ela sobre o assunto e lendo os materiais do fórum percebi que já usei algumas tecnologias assistivas. Recebemos do MEC há alguns anos uma lupa em forma de régua, para ser usada por alunos com deficiência visual. Junto veio um caderno com umas linhas bem largas para a criança com deficiência visual escrever letras maiores.

Bersch compactua com esta fala, ao indicar que o termo Tecnologia Assistiva é definido como “um arsenal de recursos e serviços que contribuem para proporcionar ou ampliar habilidades funcionais de pessoas com deficiência e consequentemente promover vida independente e inclusão” (2008, p.2).

Contribuindo com a discussão, o Professor 3 expõe sua percepção e sua motivação para trabalhar com alunos de inclusão:

Ao realizar as leituras disponíveis [...] para mim uma das finalidades das Tecnologias Assistivas é de potencializar a participação de pleno direito a todos os sujeitos, efetivando a igualdade de oportunidade e o respeito à diferença no emergente ciberespaço numa tentativa de diminuir a exclusão de pessoas com algum tipo de deficiência. Eu acredito também que na medida em que as TA forem mais divulgadas e conseguirem crescer até alcançar o máximo de cidadãos com deficiência, elas irão sim, concretizar a construção de uma sociedade com maior equidade social, e é isso que todos nós educadores que trabalhamos com a inclusão de aula desejamos.

Neste contexto, Radabauch (2014) indica que para “as pessoas sem deficiência, a tecnologia torna as coisas mais fáceis. Para as pessoas com deficiência, a tecnologia torna as coisas possíveis”.

O desconhecimento por parte dos professores dos recursos disponíveis para trabalhar com alunos de inclusão é um dos grandes desafios da atualidade. Os professores ao procurarem o curso Educação Matemática Inclusiva buscavam suprir essa necessidade, trazendo suas dúvidas e inquietações sobre as temáticas da educação inclusiva. Este curso tornou-se um espaço para perguntas, reflexões, trocas e interações, como se pode perceber na fala do Professor 5:

Em nossa escola temos um aluno com RM moderado, e a professora de Matemática está trabalhando com ele Adição e Subtração simples. Percebemos que a apreensão dele é visual, temos bastante dificuldade, pois ele é muito agitado e por vezes agressivo. Venho trabalhando com ele individualmente, como orientadora, e para auxiliar a professora criei um dominó de Adição e Subtração simples. Usei EVA colorido, cartolina e montei as peças com os cálculos. Em cada peça tem um



cálculo e uma resposta, o aluno precisa somar para encaixar corretamente. Ele conhece os números de 1 a 10 somente, está no 4º ano e tem 14 anos. Na primeira aplicação desse material, ele não conseguiu somar e não juntou nenhuma peça, então ofereci material para contagem, por ex na peça tem o cálculo  $4+2$  ele deve somar e procurar a peça com resposta 6 e montar o dominó. Mesmo com o concreto ele tem muita dificuldade, como fazer para ajudá-lo? Ele demonstra interesse, mas tem muita dificuldade.

Ensinar Matemática para alunos com deficiência é uma preocupação para professores de classes regulares e de AEE. Muitas vezes, os alunos não conseguem construir noções básicas para a aprendizagem desta disciplina devido às limitações próprias da deficiência e de poucas experiências vivenciadas.

Uma dúvida do Professor 10 exemplifica situações que foram recorrentes nos dois cursos:

Na minha sala de aula tenho um aluno que não identifica, não quantifica os numerais, ele sabe contar no concreto, se coloco 6 palitos , ele conta até 6, mas não sabe que o 6 é assim, não quantifica. Usei com ele uma historinha que tem com a idade, são as velinhas do bolo e mesmo assim não deu certo. É aluno da EJA não possui laudo. Ele não classifica e nem ordena, ainda não consegui fazer ele fazer a classificação, este aluno nunca foi a um médico ou frequentou uma sala de recursos, para identificar qual o problema que ele tem.

A dúvida reportada pelo Professor 10 suscita questionamentos importantes sobre a escola inclusiva, que em princípio seria um avanço para a sociedade, tem se mostrado um desafio para a educação do século XXI, pois a

[...] ideia de uma escola inclusiva, com capacidade para atender alunos em situações diferenciadas de aprendizagem, é altamente desafiadora. Implica uma ação conjunta e responsável de muito sujeitos para que essa escola se torne possível. Ação conjugada que engloba os próprios alunos, as famílias, os professores, as equipes pedagógicas, os funcionários e os gestores do projeto político-pedagógico. (BEYER, 2005, s. p.)

Com relação às atividades que envolviam adaptação de materiais, destaca-se a fala do Professor 11

[...] sobre a aplicação do jogo: no início fiquei na dúvida de solicitar ou não, mais de um comando ao aluno. Optei em tentar e os alunos mostraram-me o quanto já evoluíram. As regras que combinamos: girar a roleta dos personagens, jogar

o dado, pegar o número de cartinhas correspondente ao número do dado e após fazer o registro na folha, marcando um X em cada bolinha. Eram vinte bolinhas. No final ainda pude questioná-lo quantas bolinhas faltavam, então quantas cartas precisava para ganhar, quem estava na frente, quantas cartinhas havia pego de cada personagem... fiquei maravilhada com o que vi...

O objetivo maior da TA para Bersch (2013, p.2) é “proporcionar à pessoa com deficiência maior independência, qualidade de vida e inclusão social, através da ampliação de sua comunicação, mobilidade, controle de seu ambiente, habilidades de seu aprendizado e trabalho”. Esta ideia é corroborada pela experiência descrita pelo Professor 6:

Por experiência, já usei muito a atividade com Tabuleiro para desenvolver o entendimento da tabuada, o que pode ser desde o 2º ano, com a tabuada do 2 e a montagem do tabuleiro até 30, mais ou menos. Procuro, ao introduzir um conteúdo novo, fazer desenhos ou mostrar com números as bases para o entendimento, mas sem alguma atividade em grupo, ou atendimento “corpo a corpo” com alguns alunos, a construção do conhecimento trava. Em uma aula de equações do segundo grau, um aluno de inclusão que só quer desenhar e não queria nem copiar nada, copiou um plano cartesiano perfeito com uma parábola. Os seus colegas gostaram muito de sua atividade e o elogiaram. Pode se começar assim. Mas nem sempre acontece o que planejamos. E se não planejamos, então.....

...então, como surgiu a ideia, mas acho pertinente dizer ainda, que os alunos que farão uso deste jogo, ainda se apoiam no simbólico e no sensorial, como bem lembrado pelo Professor 1.

Como pensei o uso do jogo: após ouvirem a contação de história, o aluno joga o dado da quantidade e gira a roleta dos personagens. Então pega na mesa as peças (personagens) indicadas. Como variação, pode-se jogar por cores e tamanhos diferentes e, assim acrescenta-se o dado das cores e o dado do tamanho. Outra variação é fazer com fotos dos alunos. Para registro, pode-se fazer gráfico, dispor as peças para contagem biunívoca, marcando uma grade de resposta. Também pode-se colocar ao lado de cada personagem, a representação numérica do número de peças que conseguiu. Também através das peças, pode fazer um sudoku. Como concluí as peças esta semana, ainda não coloquei em prática para ver os resultados.

Segundo Ferreira (2006), é necessário mudar a visão de Educação Inclusiva, pois, para ele, não diz respeito apenas às crianças com deficiência, mas a todas que enfrentam alguma forma de barreira.

Entende-se que Educação Inclusiva envolve a aprendizagem de todos os alunos que apresentam algum tipo de barreira, pois uma “escola educacionalmente inclusiva é uma escola que visa ensino e a aprendizagem, as realizações, as atitudes e bem-estar de todas as pessoas jovens... Escolas eficazes são escolas educacionalmente inclusivas” (STUBBS, 2008, p.49).

As falas dos professores reportam a necessidade de se ampliar a discussão sobre questões ligadas ao ensino da Matemática, pois o processo de inclusão deve perpassar por ações que promovam o domínio da área por parte não somente dos professores que atuam em salas de inclusão, mas também por toda a comunidade escolar.

Curi (2008, p.432) afirma que uma melhoria nos conhecimentos matemáticos, didáticos e curriculares ocorre “quando professores participam de processos de formação que possibilitam reflexões, relações entre teoria, prática e pesquisa e proporcionam análises e planejamento de atividades em que esses conhecimentos são utilizados em sua prática no ensino”. Entende-se que o mesmo princípio pode ser empregado para a formação em Educação Inclusiva. Os depoimentos dos professores, a seguir, legitimam tal afirmação:

Na escola onde trabalho, infelizmente, a inclusão é apenas social, matricular o aluno e mantê-lo na escola. Fazendo as leituras pude perceber o quão importante é promover uma adaptação curricular para desenvolver no aluno com necessidades especiais o seu aprendizado. A cada nova leitura vou ficando mais decepcionada com o que vivencio. Na escola onde trabalho há alunos NEE, laudados, e em especial tenho um caso em sala de aula, minha primeira experiência com inclusão, mas hoje posso perceber como faço pouco por este aluno, não tenho apoio pedagógico nenhum, não tenho conhecimento do laudo e nem de nenhuma ficha de avaliação do caso, nem mesmo encaminhamento para sala de recursos, e nenhuma experiência com o preenchimento da ACI. Infelizmente a recomendação que tenho para avaliar este aluno é dar a nota mínima. Isso tudo é horrível, mas é para tentar mudar essa situação que me inscrevi neste curso. (Professor 12)

É exatamente essa postura que nós, como educadores, temos que ter. Não podemos fingir que tudo está certo, mesmo que a recomendação de simplesmente “passar” o aluno “resolva” o problema da educação, como muitos acham. (Professor 1)

À medida que tomamos conhecimento sobre a Educação Inclusiva e suas especificidades, e vamos aceitando-a, mudamos a nossa postura e, por consequência, a nossa prática. A partir disso, o mínimo que fazemos por estes alunos já é o bastante comparado à indiferença presente em muitas escolas. (Professor 8)

Quando partimos para a busca de sugestões metodológicas e as aplicamos em sala de aula, seja de forma adaptada ou não, vemos um avanço e uma forma de mudar a situação que segrega esses alunos. (Professor 9)

Vygotsky (1998) aponta como deficiente o contexto social que não atende à demanda do sujeito que apresenta alguma alteração biológica frente as suas necessidades cotidianas. Assim, não é a alteração biológica, enquanto deficiência, que se mostra restritiva, mas a perversidade das estruturas sociais.

A garantia da educabilidade para todos passou a exigir dos professores do ensino regular conhecimentos específicos sobre os alunos com deficiências. A preocupação nas

falas dos professores denota o anseio por enfatizar não o provável déficit do aluno, mas sim, valorizar suas potencialidades, voltando-se ao processo de aprendizagem dentro de suas reais possibilidades. A Educação Inclusiva poderá ser efetivada quando os envolvidos no processo de ensino e aprendizagem assumirem como premissa a indissociabilidade da teoria e da prática na sala de aula.

## CONCLUSÕES

A Educação Inclusiva, envolvendo o processo de ensino e de aprendizagem em Matemática, apresenta uma gama de características singulares, entre elas, o aspecto sensorial deve receber importante destaque. Implica incertezas, problemas, dúvidas a serem entendidas.

Esse estudo aponta reflexões com os professores sobre estratégias educativas para responder as diferentes demandas geradas no ensino de Matemática pela integração de alunos de inclusão nas classes regulares de escolas de Ensino Fundamental, com o intuito de contribuir com a aprendizagem matemática desses alunos.

Utilizar as Tecnologias Assistivas com alunos deficientes visuais é uma das alternativas que está ao alcance dos professores, sendo muitas disponibilizadas gratuitamente na Internet. Contudo, conhecimentos insuficientes por parte dos da sociedade e, especificamente, da escola ainda dificultam seu uso.

É fundamental buscar, junto ao professor, maneiras de se discutir com profundidade o papel do conhecimento matemático no mundo contemporâneo, em especial, quando se contempla o cenário das escolas inclusivas. Um dos caminhos, não o único evidentemente, parte da formação continuada de professores de alunos com deficiência, visando constituir a prática de ensino desses profissionais de forma mais autônoma, reflexiva e protagonista.

## REFERÊNCIAS

- ACESSIBILIDADE. *O Sorobã*. Disponível em: <http://sobreacessibilidade.wordpress.com/2011/02/01/o-soroba/>. Acesso em 20 jul. de 2014.
- BERSCH, R. *Introdução à tecnologia assistiva*. Assistiva – Tecnologia e Educação. Porto Alegre, 2013. Disponível em: [http://www.assistiva.com.br/Introducao\\_Tecnologia\\_Assistiva.pdf](http://www.assistiva.com.br/Introducao_Tecnologia_Assistiva.pdf). Acesso em 01 de mar. de 2014.
- BEYER, H. O. *Inclusão e avaliação de alunos com necessidades especiais*. Porto Alegre: Mediação, 2005.
- BRASIL. Lei n.9.394 *Diretrizes e bases da educação nacional*: promulgada em 20/12/1996. Brasília, Editora do Brasil, 1996.
- BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Câmara de Educação Básica. *Resolução N° 4, de 2 de outubro de 2009*.

BRASIL. Parâmetros Curriculares Nacionais: *Ciências Naturais* (1º e 2º ciclos). Secretaria de Educação Fundamental – vol. 4., 2.ed. Rio de Janeiro: MEC/SEF, DP&A, 2000.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. *Parâmetros Curriculares Nacionais: Adaptações Curriculares*. Secretaria de Educação Fundamental/Secretaria de Educação Especial. Brasília: MEC/SEF/SEESP, 1999.

CURI, E. A formação matemática dos professores das séries iniciais. *Anais [do] II Fórum Baiano das Licenciaturas em Matemática: (Re)definindo os rumos para a formação de professores de Matemática na Bahia*, Barreiras, BA, 21 a 23 de novembro de 2008. – Barreiras, BA: Sociedade Brasileira de Educação Matemática / Regional Bahia, 2008.

FERREIRA, W. B. Práticas educacionais inclusivas na sala de aula regular. *III Seminário Nacional de Formação de Gestores e Educadores – Ensaios Pedagógicos*. Ministério da Educação. Secretária de Educação Especial. Brasília, 2006. Disponível em: <<http://portaldoprofessor.mec.gov.br/storage/materiais/0000013526.pdf>>. Acesso em: 15 nov. 2012.

FURLAN, F. H.; LUZ, A. B. S. *Uma abordagem sobre Geometria Plana na educação inclusiva de deficientes visuais*. XVI EMEMATSUL. Encontro Regional de Estudantes de Matemática. PUCRS. Porto Alegre, 2010. Disponível em: <http://www.pucrs.br/edipucrs/erematsul/comunicacoes/15FERNANDAHILLMANFURLAN.pdf>. Acesso em 20 jul. 2014.

MELO, R. *10 Ampliadores de telas para seu computador*. Movimento Livre, 2010a. Disponível em: <http://www.movimentolivre.org/artigo.php?id=138>. Acesso em 18 mar. 2014.

\_\_\_\_\_. *5 Leitores de tela para seu computador*. Movimento Livre, 2010b. Disponível em: <http://www.movimentolivre.org/artigo.php?id=50>. Acesso em 18 mar. 2014.

MORAES, R.. Uma tempestade de luz: a compreensão possibilitada pela análise textual discursiva. *Ciência Educação*, Bauru, SP, v.9, n.2, p.191-210, 2003.

MULTIPLANO. *Indústria de produtos educacionais multiplano*. Disponível em: <http://www.multiplano.com.br/>. Acesso em 01 abr. 2014.

PAIXÃO, B. *CONTAVOX: O jogo das continhas*. 2010. Disponível em: <http://intervox.nce.ufjf.br/dosvox/manuais/Contavox.txt>. Acesso em 20 fev. 2014.

RADABAUGH, M. P. NIDRR's Long Range Plan – *Technology for Access and Function Research Section Two: NIDRR Research Agenda Chapter 5: TECHNOLOGY FOR ACCESS AND FUNCTION*. Disponível em: [http://www.ncddr.org/new/announcements/lrp/fy1999-2003/lrp\\_techaf.html](http://www.ncddr.org/new/announcements/lrp/fy1999-2003/lrp_techaf.html). Acesso em: 20 jan. 2014.

SAC – SOCIEDADE DE ASSISTÊNCIA AOS CEGOS. *O sistema braille*. Disponível em: [http://www.sac.org.br/APR\\_BR2.htm](http://www.sac.org.br/APR_BR2.htm). Acesso em: 19 maio 2014.

SANTAROSA, L. M. C. Cooperação na Web entre PNEE: construindo conhecimento no Núcleo de Informática na Educação Especial da UFRGS. In: Congresso Ibero-americano de Informática na Educação Especial. III CIEE – SEESP/MEC. Fortaleza: ago. 2002, p.64-79. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/niee/producoes.php?cat=0&lc=1&tp=2>. Acesso em 20 jul. 2014.

SILVA, L. A. M. C. *Cubaritmo*. Planeta Educação. Coluna da Matemática. Disponível em: <http://www.planetaeducacao.com.br/portal/artigo.asp?artigo=848>. Acesso em 20 jul. 2014.

STUBBS, S. *Educação inclusiva: Onde existem poucos recursos*. Norway: Ingrid Lewis, 2008. Disponível em: < [http://redeinclusao.web.ua.pt/files/fl\\_68.pdf](http://redeinclusao.web.ua.pt/files/fl_68.pdf)>. Acesso em: 06 dez. 2012.

UNESCO. *Declaração de Salamanca e linhas de ação sobre necessidades educativas especiais*. Brasília: CORDE, 1994.

VYGOTSKY, L. *A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores*. São Paulo: Martins Fontes, 1998.