

# Tecnologias Assistivas e Educação Matemática: um estudo envolvendo alunos com deficiência visual no AEE

Maria Adelina Raupp Sganzerla  
Marlise Geller

## RESUMO

O presente artigo, recorte de uma Tese de Doutorado em andamento, busca refletir sobre as potencialidades do uso de Tecnologias Assistivas (TA) no ensino de Matemática, inseridas no Atendimento Educacional Especializado em uma escola-polo de deficiência visual. Para tanto, resgata-se as Leis e Diretrizes da implementação de Salas de Recursos, bem como as TA disponíveis que auxiliam na prática pedagógica dos professores no ensino de conceitos matemáticos. Com os resultados da pesquisa, pode-se inferir que a utilização de TA no processo de aquisição de conceitos matemáticos de alunos com deficiência visual é crucial para a (re)construção de seus conhecimentos.

**Palavras-chave:** Tecnologias Assistivas. Educação Matemática. Atendimento Educacional Especializado. Deficiência Visual. Inclusão.

## Assistive Technologies and Mathematics Education: A study involving students with visual impairment

## ABSTRACT

This article presents part of a doctoral thesis. This research reflects on the potential of the use of Assistive Technologies (AT) in Mathematics teaching, within the Educational Assistance Specialized in a school for students with visual impairment. Laws and Guidelines for the implementation of Resource Rooms, as well as the Assistive Technologies available that assist in the pedagogical practice of teachers in teaching mathematical concepts are rescued. Considering results, the use of AT in the process of learning mathematical concepts of students with visual impairment is crucial to the (re)construction of their knowledge.

**Keywords:** Assistive Technologies. Mathematics Education. Specialized Educational Assistance. Visual Disabilities. Inclusion.

---

**Maria Adelina Raupp Sganzerla** é Mestre 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 27 out. 2017. Aceito, após revisão, em 18 nov. 2017

**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

Acta Scientiae	Canoas	v.20	n.1	p.36-55	jan./fev. 2018
----------------	--------	------	-----	---------	----------------

## INTRODUÇÃO

O Censo Escolar da Educação Básica de 2016, divulgado pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas (INEP) (2017), indica que foram matriculados 784.308 alunos de educação especial, na rede pública e privada, entre Educação Infantil (Creche e Pré-escola) Ensino Fundamental (Anos Iniciais e Finais), Ensino Médio e EJA (Educação de Jovens e Adultos), sendo que a grande maioria dessas ocorreu em escolas de ensino regular pública (classes comuns), ou seja, são alunos de inclusão.

No contexto da Educação Inclusiva, acreditamos que Tecnologias Assistivas (TA), quando utilizadas de forma adequada, com ações pedagógicas programadas e avaliadas, podem proporcionar uma maior independência e autonomia às pessoas com deficiência, como uma ferramenta de auxílio à aprendizagem e à inclusão social e educacional (Bersch, 2013; Sganzerla, 2014).

O presente artigo aborda um recorte da Tese de Doutorado em andamento “Ações de Professores que ensinam Matemática para Deficientes Visuais: Estudo sobre a implementação de Tecnologias Assistivas”, inserida no contexto da educação inclusiva matemática, do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECIM) da ULBRA, desenvolvida dentro do LEI – Laboratório de Estudos de Inclusão e do LSD – Laboratório de Sistemas Digitais da ULBRA Gravataí/Brasil<sup>1</sup>. Esta tese apresenta como objetivo geral investigar como se constituem as ações pedagógicas envolvendo Tecnologias Assistivas em relação a conceitos matemáticos, tanto em sala de aula regular, como no Atendimento Educacional Especializado, com alunos cegos e com baixa visão do Ensino Fundamental, na região metropolitana de Porto Alegre/RS.

Este artigo apresenta as TA que compõem as Salas de Recursos no auxílio a prática pedagógica dos professores, focalizando o ensino de conceitos matemáticos com alunos de inclusão cegos e/ou baixa visão.

## EDUCAÇÃO INCLUSIVA E O ATENDIMENTO EDUCACIONAL ESPECIALIZADO

Em 1988, com a promulgação da Constituição Federal foi assegurada a matrícula de todas as crianças independente de suas condições físicas ou intelectuais. Ainda no artigo 208, parágrafo III, consta como dever do Estado garantir o Atendimento Educacional Especializado (AEE) aos alunos com deficiência, preferencialmente na rede regular de ensino (Brasil, 1988).

Em 2011 o Decreto Nº 7.611 (Brasil, 2011) regulamenta o AEE, apresentando que este deve estar inserido na proposta pedagógica da instituição de ensino, envolvendo a família e sobretudo atender as necessidades dos alunos de inclusão. Tendo como objetivos:

---

<sup>1</sup> Desenvolvida a partir do projeto de pesquisa “Tecnologias Assistivas para a Educação Matemática no Ensino Fundamental”, aprovado no Edital Universal – CNPq/MCTIC/SECIS Nº 20/2016.

I – prover condições de acesso, participação e aprendizagem no ensino regular e garantir serviços de apoio especializados de acordo com as necessidades individuais dos estudantes;

II – garantir a transversalidade das ações da educação especial no ensino regular;

III – fomentar o desenvolvimento de recursos didáticos e pedagógicos que eliminem as barreiras no processo de ensino e aprendizagem; e

IV – assegurar condições para a continuidade de estudos nos demais níveis, etapas e modalidade de ensino (Brasil, 2011).

O Artigo 9º relata que para a distribuição dos recursos do FUNDEB (Fundo de Manutenção e Desenvolvimento da Educação Básica e Valorização dos Profissionais da Educação), está previsto a dupla matrícula, ou seja, uma para a educação básica e outra para o atendimento especializado (Brasil, 2011).

No ano de 2016 foram matriculadas da rede pública de ensino 784.308 alunos com deficiência (INEP, 2017) na educação básica (educação infantil, ensino fundamental, ensino médio e educação de jovens e adultos). Esse número não expressa a quantidade exata de alunos de inclusão atendidos nas escolas, pois algumas dessas matrículas são duplas (Figura 1).

Unidades da Federação Municípios Dependência Administrativa	Matrícula inicial											
	Educação Especial (Alunos de Escolas Especiais, Classes Especiais e Incluídos)									EJA		
	Educação Infantil				Ensino Fundamental				Médio		EJA Presencial	
	Creche		Pré- escola		Anos Iniciais		Anos Finais		Parcial	Integral	Fundamenta	Médio
	Parcial	Integral	Parcial	Integral	Parcial	Integral	Parcial	Integral				
BRASIL												
Estadual Urbana	316	28	1.269	59	53.391	6.742	93.964	7.848	54.478	2.137	14.072	6.201
Estadual Rural	2	0	36	3	3.509	784	4.905	911	1.985	104	776	173
Municipal Urbana	3.885	5.516	25.892	3.226	214.033	34.875	74.425	11.607	488	14	32.750	143
Municipal Rural	431	177	3.930	202	40.527	13.646	14.372	5.684	25	10	5.801	11
Estadual e Municipal	4.634	5.721	31.127	3.490	311.460	56.047	187.666	26.050	56.976	2.265	53.399	6.528

Figura 1. Quadro de Matrículas do Brasil em 2016 (<http://portal.inep.gov.br/web/guest/resultados-e-resumos>)

Com essa demanda de alunos se faz necessário o uso de recursos voltados a inclusão. No Decreto (Brasil, 2011) encontra-se assegurado que os materiais didáticos e paradidáticos serão fornecidos em Braille, áudio e LIBRAS (Língua Brasileira de Sinais). Além desses recursos impressos e audíveis, está previsto computadores, laptops, sintetizadores de voz, softwares para comunicação alternativa e outras ajudas técnicas que possibilitam o ensino dos conteúdos curriculares.

A Resolução CNE/CEB nº 4/2009, em seu artigo 5º, estabelece as diretrizes operacionais para o AEE na Educação Básica, sendo definido:

[...] prioritariamente, nas salas de recursos multifuncionais da própria escola ou em outra de ensino regular, no turno inverso da escolarização, não sendo substitutivo às classes comuns, podendo ser realizado, em centro de atendimento educacional

especializado de instituição especializada da rede pública ou de instituição especializada comunitárias, confessionais ou filantrópicas sem fins lucrativos, conveniadas com a secretaria de educação ou órgão equivalente dos estados, do Distrito Federal ou dos municípios. (Brasil, 2009)

O AEE (Brasil, 2008) tem como princípios um serviço de educação especial que identifica, elabora e organiza recursos pedagógicos e de acessibilidade com a finalidade de eliminar as barreiras de tal forma que os alunos possam participar ativamente na escola, considerando as suas necessidades específicas, complementando e/ou suplementando a formação desse aluno tendo em vista a autonomia e a independência dentro e fora da instituição de ensino.

Dentro dessa perspectiva é disponibilizado o ensino de linguagens e de códigos específicos de comunicação e sinalização (LIBRAS e Braille); Tecnologias Assistivas para auxiliar no processo de ensino, bem com a produção de materiais didáticos e pedagógicos visando a necessidade específica dos alunos de inclusão. Para os educandos com altas habilidades é oportunizado o enriquecimento curricular.

A Norma Técnica 11/2010 descreve que na implantação do AEE, compete à escola:

- a) Contemplar, no Projeto Político Pedagógico – PPP da escola, a oferta do atendimento educacional especializado, com professor para o AEE, recursos e equipamentos específicos e condições de acessibilidade;
- b) Construir o PPP considerando a flexibilidade da organização do AEE, realizado individualmente ou em pequenos grupos, conforme o Plano de AEE de cada aluno;
- c) Matricular, no AEE realizado em sala de recursos multifuncionais, os alunos público alvo da educação especial matriculados em classes comuns da própria escola e os alunos de outra(s) escola(s) de ensino regular, conforme demanda da rede de ensino;
- d) Registrar, no Censo Escolar MEC/INEP a matrícula de alunos público alvo da educação especial nas classes comuns; e as matrículas no AEE realizado na sala de recursos multifuncionais da escola;
- e) Efetivar a articulação pedagógica entre os professores que atuam na sala de recursos multifuncionais e os professores das salas de aula comuns, a fim de promover condições de participação e aprendizagem dos alunos;
- f) Estabelecer redes de apoio e colaboração com as demais escolas da rede, as instituições de ensino superior, os centros de AEE e outros, para promover a formação de professores, o acesso a serviços e recursos de acessibilidade, a inclusão profissional dos alunos, a produção de materiais didáticos acessíveis e o desenvolvimento de estratégias pedagógicas;
- g) Promover a participação dos alunos nas ações intersetoriais articuladas junto aos demais serviços públicos de saúde, assistência social, trabalho, direitos humanos, entre outros. (Brasil, 2010, p.4)

Já os professores que atuam no AEE a norma apresenta como atribuições: elaborar e executar o plano de atendimento do aluno; proporcionar condições de acessibilidade; produzir materiais didáticos e pedagógicos acessíveis; articular com os professores da sala de aula regular; demais colaboradores da escola e familiares a disponibilização de serviços e materiais; desenvolver atividades pertinentes a cada uma das deficiências atendidas (Brasil, 2010).

As salas podem ser do tipo I ou II, conforme a necessidade e adequação da escola. De acordo com os alunos matriculados são disponibilizados os materiais. A sala do Tipo I é composta de mobiliários, computadores, Tecnologias Assistivas e materiais acessíveis conforme é apresentado na Figura 2.

<b>Equipamentos</b>	<b>Material Didático/Pedagógico</b>
02 Microcomputadores	01 Material Dourado
01 Laptop	01 Esquema Corporal
01 Estabilizador	01 Bandinha Rítmica
01 Scanner	01 Memória de Numerais I
01 Impressora Laser	01 Tapete Alfabético Encaixado
01 Teclado Colmeia	01 <i>Software</i> Comunicação Alternativa
01 Acionador de Pressão	01 Sacolão Criativo Monta Tudo
01 Mouse com entrada para acionador	01 Quebra Cabeças – Sequência Lógica
01 Lupa Eletrônica	01 Dominó de Associação de Ideias
<b>Mobiliário</b>	01 Dominó de Frases
01 Mesa Redonda	01 Dominó de Animais em Libras
04 Cadeiras	01 Dominó de Frutas em Libras
01 Mesa para Impressora	01 Dominó Tátil
<b>Mobiliário</b>	<b>Material Didático/Pedagógico</b>
01 Armário	01 Alfabeto Braille
01 Quadro Branco	01 Kit de Lupas Manuais
<b>Mobiliário</b>	<b>Material Didático/Pedagógico</b>
02 Mesas para Computador	01 Plano Inclinado – suporte para leitura
02 Cadeiras	01 Memória Tátil

Figura 2. Especificações da Sala de Recursos Multifuncional Tipo I (Brasil, 2010)

A sala de Recursos do Tipo II apresenta todos os materiais pertencentes a sala do Tipo I, acrescidos dos materiais destinados aos alunos com deficiência visual (Figura 3).

<b>Equipamentos e Matérias Didático/Pedagógico</b>
01 Impressora Braille – pequeno porte
01 Máquina de Datilografia Braille
01 <u>Reglete</u> de Mesa
01 Punção
01 <u>Sorobã</u>
01 Guia de Assinatura
01 Kit de Desenho Geométrico
01 Calculadora Sonora

Figura 3. Especificações da Sala de Recursos Multifuncional Tipo II (Brasil, 2010)

Diante do desafio da inclusão, surgem a necessidade de aprimoramento das possibilidades de utilização dos recursos e TA disponibilizadas nos AEE. Nesse artigo iremos relatar algumas das estratégias utilizadas por professores com o intuito de proporcionar maior autonomia aos cegos e/ou baixa visão.

## CONTEXTUALIZANDO AS TECNOLOGIAS ASSISTIVAS E A DEFICIÊNCIA VISUAL

O termo Tecnologia Assistiva, uma tradução de *Assistive Technology*, começou a ser utilizado e divulgado no Brasil em 1988, a partir da legislação norte-americana (*Public Law 100-407*), que compõe juntamente com outras leis, o ADA (*American with Disabilities Act*). Tal legislação tinha a intensão de regulamentar a situação das pessoas com deficiência, para tanto foi necessária uma definição clara e suporte assegurando a todos “o acesso a todo o arsenal de recursos que necessitam e que venham favorecer uma vida mais independente, produtiva e inclusiva no contexto social geral” (Bersch & Tonolli, 2008).

Vários autores definiram TA ao longo dos anos, dando ênfase ao seu contexto, como um conceito amplo: “arsenal de recursos e serviços que contribuem para proporcionar ou ampliar habilidades funcionais de pessoas com deficiência e consequentemente promover vida independente e inclusão” (Bersch & Tonolli, 2008, p.2).

Santarosa (2010, p.90) busca uma definição acadêmica e social “é uma área multidisciplinar de conhecimento na qual se desenvolvem estudos, produtos e pesquisas, visando promover a qualidade de vida e a inclusão social”. Neste artigo iremos abordar Tecnologias Assistivas no âmbito educacional inclusivo na perspectiva do Deficiente Visual inserido nas salas de AEE.

Será considerada uma TA no contexto educacional quando o aluno com deficiência necessitar romper barreiras sensoriais, motoras ou cognitivas que o impeçam/limitem seus acesso à informação ou ao registro (Bersch, 2013). Como, por exemplo, um cego para utilizar o computador terá que fazer uso de um leitor de tela, pois sem ele não conseguirá “ler” o que está apresentado na tela.

A organização Mundial de Saúde (OMS)<sup>2</sup> considera a deficiência visual como a privação em parte ou total da capacidade de enxergar. Porém o artigo 5º do Decreto 5.296/04 apresenta a deficiência visual como:

[...] cegueira, na qual a acuidade visual<sup>3</sup> é igual ou menor que 0,05 no melhor olho, com a melhor correção óptica; a baixa visão, que significa acuidade visual entre 0,3 e 0,05 no melhor olho, com a melhor correção óptica; os casos nos quais a somatória

<sup>2</sup> OMS: <http://www.who.int/eportuguese/publications/pt/>.

<sup>3</sup> Acuidade visual: é a clareza da visão; à medida que a acuidade diminui, a visão torna-se cada vez mais imprecisa (<http://www.bengalalegal.com.br>).

da medida do campo visual em ambos os olhos for igual ou menor que 60°; ou a ocorrência simultânea de quaisquer das condições anteriores. (Brasil, 2004)

A diminuição da resposta visual pode ser leve, moderada ou profunda, estes compõem o grupo chamado de visão subnormal ou baixa visão. A correção pode ser realizada através de lentes de aumento, óculos especiais ou lupas. Já os que possuem ausência total de resposta visual ou apenas alguma luminosidade, são denominados cegos.

Uma pessoa considerada com baixa visão é aquela que possui capacidade de visão de 20/20, ou seja, uma pessoa com visão de 20/200 (0,1) consegue enxergar algo, a aproximadamente, 6m de distância, o que uma pessoa de visão normal conseguiria a 60m.

A definição de cegueira legal no Decreto 5.296 foi descrita como “sua acuidade visual é igual ou menor que 0,05 no melhor olho, com a melhor correção óptica” (Brasil, 2004).

A cegueira é considerada uma deficiência grave, pois é a perda de um dos sentidos mais úteis na relação do homem com o mundo. Porém algumas dessas barreiras estão sendo quebradas com o uso da TA, como os leitores de tela, a reglete e a punção para escrita, a bengala para a locomoção entre outras.

Geller e Sganzerla (2014, p.5) relatam que para a comunicação do deficiente visual, o acesso a computador/interfaces com usuários é fundamental 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.

## **METODOLOGIA**

Para compor este estudo, realizou-se uma revisão sobre o AEE e as Tecnologias Assistivas disponibilizadas para o ensino de matemática. Apresentaremos três categorias de TA: equipamentos de leitura e escrita, recursos táteis e calculadoras disponíveis na escola objeto da pesquisa.

Optou-se por uma pesquisa qualitativa, que segundo Moreira e Caleffe (2006, p.75) “exploram as características dos indivíduos e cenários que não podem ser facilmente descritos numericamente”, ainda afirmam que os dados são coletados verbalmente pela observação, descrição e gravação. Assim, com o intuito de buscar as possibilidades de uso das TA para o ensino de matemática, foram observados tanto alunos como professores durante os períodos de atendimento no AEE.

Participam da pesquisa, quatro alunos deficientes visuais e a professora do AEE inseridos em uma escola da rede municipal considerada polo da Deficiência Visual da Região Metropolitana de Porto Alegre/RS. Para preservar o anonimato, os alunos são identificados pela palavra Aluno e um numeral sequencial, em consonância com o **CEP-CAAE** 66101616.5.0000.5349<sup>4</sup>. O Quadro 1 apresenta as características dos alunos participantes da pesquisa.

Quadro 1. Características dos sujeitos

Nome	Idade	Ano	Deficiência
Aluno1	7	1º	Baixa Visão
Aluno2	8	3º	Cegueira
Aluno3	9	4º	Baixa Visão
Aluno4	11	5º	Baixa Visão

Destaca-se em relação aos alunos, o fato de todos estarem no ano escolar indicado à sua faixa etária, estando o Aluno1 em processo de alfabetização e aquisição da simbologia do Sistema Braille. Os demais alunos já estão alfabetizados e têm domínio da simbologia básica (letras e números), estando em fase de consolidação da leitura e escrita do Sistema, aprendendo os caracteres especiais (pontuação, acentos, entre outros) e matemáticos (+, -, =, <, >, entre outros).

A Professora que os acompanha no AEE possui graduação em Pedagogia e Pós-Graduação em Educação Inclusiva, com 20 anos de experiência no magistério.

## **RELATOS SOBRE AS TECNOLOGIAS ASSISTIVAS E A MATEMÁTICA NO AEE**

São disponibilizadas diversas TA para Deficientes Visuais com o propósito de auxiliar a autonomia em tarefas como utilização de computadores, *tablets*, celulares e registro por meio da escrita Braille.

O sistema Braille foi criado em 1825 por Louis Braille e consiste em 6 pontos, conjunto matricial, denominada cela (Figura 4a), que combinados formam 64 sinais diferentes (Figura 4b), entre letras, números, caracteres especiais (inclusive os matemáticos, físicos e químicos) e partituras musicais, sendo a forma de comunicação escrita utilizada pelos cegos. Em 2002 a Portaria Nº 2.678 regulamente a escrita Braille em todo o território nacional de acordo com a grafia dos Países de Língua Portuguesa (Brasil, 2002). No ano de 2006 foi lançada a cartilha “Grafia Braille para a Língua Portuguesa”

<sup>4</sup> Comitê de Ética – ULBRA.



tendo a intenção de evitar a duplicidade de símbolos Braille e ajustar a grafia básica, considerando o Código Matemático Unificado (CMU)<sup>5</sup>.

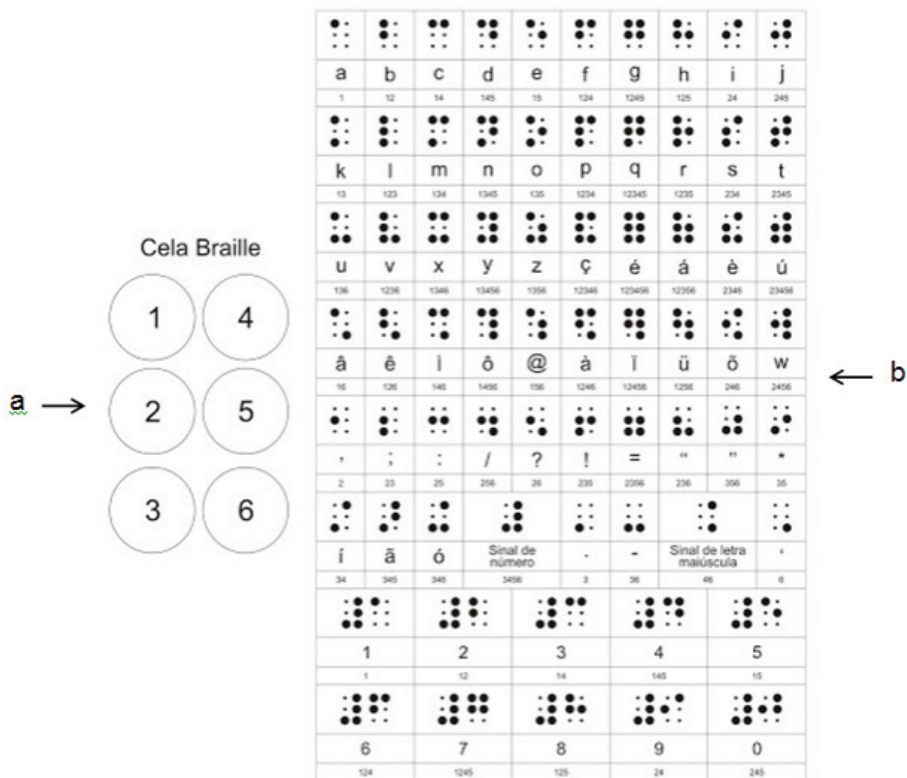


Figura 4. Sistema Braille (<http://www.blogdopaulus.com/2012/12/Entendendo-o-Metodo-Braille.html>)

Para escrever no Sistema Braille usa-se a reglete e a punção ou então a máquina de escrever, também chamada de Perkins. Ainda se pode digitar um texto em um editor e imprimir em uma impressora Braille.

Antes de iniciar a escrita em Braille é necessário que os alunos tenham conhecimento das posições das 6 celas, sendo essas numeradas de cima para baixo e da esquerda para a direita, ficando a primeira coluna da esquerda com os números 1, 2 e 3 e a coluna da direita 4, 5 e 6 (Figura 4a), objetivando a representação dos caracteres do Sistema Braille (Figura 4b).

Uma das maneiras de iniciar com o posicionamento das celas é utilizando o alfabeto Braille em EVA, disponível nos AEE, sala Tipo II. Cada retângulo é composto por 6 círculos

<sup>5</sup> CMU: opções para a representação de símbolos do sistema comum, até agora sem representação adequada no Sistema Braille (BRASIL, 2006, p.15).

vazados, formando assim uma cela, onde os símbolos são representados com o encaixe dos círculos individuais. A Figura 5 apresenta o Aluno1 tendo os primeiros contatos com o alfabeto, salientamos que o mesmo se encontra em processo de alfabetização, sendo necessário um acompanhamento por parte da Professora para que o mesmo memorize as posições afim de formar corretamente o símbolo.

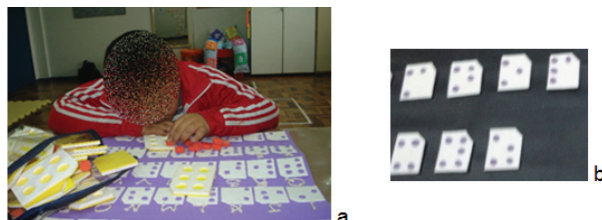


Figura 5. Aluno1 interagindo com o Alfabeto Braille

Pelo fato do Aluno1 possuir resquícios de visão (baixa visão), a atividade de reconhecimento das celas foi auxiliada com um alfabeto em Braille. Na Figura 5 é possível observar que o alfabeto é apresentado na cor roxa (Figura 5a), enquanto as celas são amarelas e brancas e suas peças de encaixe, vermelhas, cor vibrante, o que facilita no posicionamento das mesmas. Após esta atividade a cor roxa foi substituída pela cor preta (Figura 5b) uma vez que o roxo não possui o contraste necessário para uma melhor visualização do aluno com baixa visão.

Nesta atividade com o alfabeto, a professora solicita ao aluno que represente em Braille uma letra do alfabeto, o mesmo então, com o auxílio das celas, a compõe. A memorização das posições é fundamental para a escrita Braille, por isto atividades como esta são tão importantes no processo de alfabetização, podendo ser executadas também com sílabas e pequenas palavras, fazendo com que os registros se tornem parte do dia a dia.

A Professora desenvolveu uma estratégia de ensinar as posições das celas com materiais recicláveis: caixa de ovos e bolinhas de pingue-pongue ou de isopor (Figura 6), o que resultou uma melhor apropriação das posições. Segundo a Professora, “*para os alunos que estão tendo o primeiro contato com as celas Braille, fica mais fácil a localização das posições em função do tamanho e praticidade de colocar as bolinhas*”, além de ser um material diferente dos convencionais (por exemplo, o indicado na Figura 5), possibilita uma melhor compreensão para os alunos com baixa visão.



Figura 6. Alfabeto Braille Reciclável

Salientamos que as celas estão numeradas de acordo com o posicionamento das bolinhas e os números foram escritos em tamanho 32 para que possam ser visualizados pelo aluno com baixa visão.

Em paralelo com as letras do alfabeto, os números são apresentados no Sistema Braille. Como são apenas 64 combinações para todas as representações, é necessário inserir símbolos especiais para representar os números e os sinais matemáticos. O sinal de número é composto pelas celas 3, 4, 5 e 6 antes do valor numérico, sendo ele um ou mais algarismos. Na Figura 7 está representado o número 45, escrito no sistema Braille, podem-se observar três celas consecutivas, a primeira corresponde ao símbolo de número (cela 3, 4, 5 e 6), a segunda (cela 1, 4 e 5) o número 4 e a terceira (celas 1 e 5) o número 5.

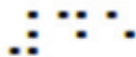


Figura 7. Representação do número 45 em Braille

A Figura 8 apresenta os sinais matemáticos relativos as quatro operações básicas: adição, subtração, multiplicação e divisão e o sinal de igualdade, utilizado nas operações matemáticas como antecessor da resposta do cálculo efetuado.

⠠	+	mais
⠤	-	menos
⠠	X	multiplicado por
⠠	: / —	dividido por, traço de fração
⠠	=	igual a

Figura 8. Representação do número 45 em Braille (Brasil, 2006, p.2)

Os registros matemáticos em Braille são lineares, enquanto que a escrita a tinta possibilita a representação de uma adição, por exemplo, organizando no formato para resolução da operação. Em Braille isso não é possível, pois uma vez posicionada a primeira cela, as demais devem seguir na mesma linha, como, por exemplo a seguinte adição:  $10 + 5 = 15$ . A Figura 9a apresenta a adição organizada e resolvida, sendo unidade abaixo de unidade e dezena abaixo de dezena. Já na Figura 9b é apresentada a mesma adição em forma linear no Braille, tendo a primeira cela o símbolo de número (3, 4, 5 e 6), sucedido pelas celas correspondentes ao valor 10 (1 2, 4 e 5), símbolo de adição “+” (2, 3 e 5), símbolo de número e do valor 5 (2 e 5), sinal de igual “=” (2, 3, 5 e 6), do símbolo de número (3, 2, 5 e 6) e do resultado da adição 15 (1 1 e 5).

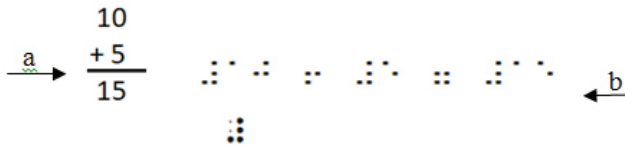


Figura 9 – Organização de uma adição

Kamii (2012, p.19) relata que a construção mental é constituída por etapas, passando pelo processo de formação do conceito de número até as relações “entre ‘dois’ e ‘dois’ que ela deduz que  $2+2=4$  e que  $2 \times 2=4$ ”. Rangel (1992) complementa afirmando que a construção do número acontece com o entendimento cardinal e ordinal, esquematizados na Figura 10.

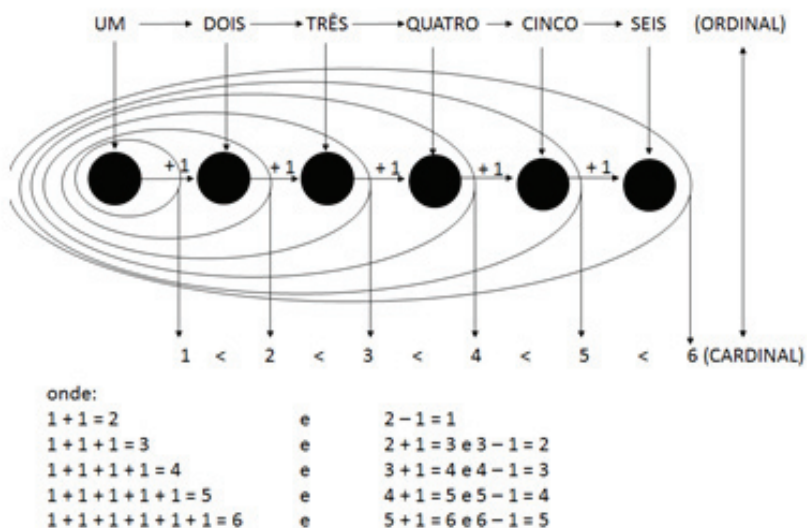


Figura 10. Estrutura do número (Rangel, 1992, p.132)

Com o domínio da numeração das celas, é possível introduzir o uso da máquina de escrever Braille. Esta é constituída de 8 teclas, sendo 6 correspondentes aos pontos Braille, uma para espaço e uma de retrocesso. Possui capacidade de escrever até 23 linhas e 42 colunas em papel Sulfite de 120g, tamanho A4. A escrita se efetiva a partir do acionamento das teclas correspondentes às celas Braille.

Uma das dificuldades observadas durante as primeiras interações dos alunos com a máquina de escrever é a disposição das celas. Na escrita Braille é na vertical (colunas), ou seja, as posições 1, 2 e 3 estão dispostas uma abaixo da outra (Figura 11a), porém na máquina é na horizontal (linhas) e na ordem inversa, da direita para a esquerda: 3, 2 e

1 (Figura 11b). O mesmo ocorre com as posições 4, 5 e 6, confundindo muitas vezes o aluno na hora da escrita, pois é necessário memorizar as diferentes posições.

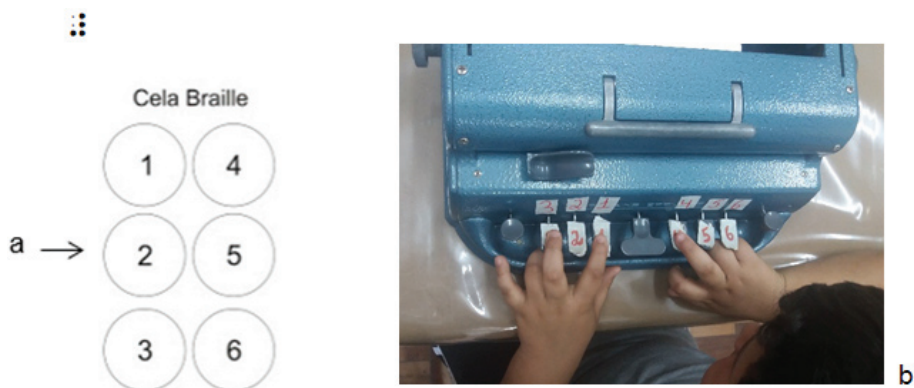


Figura 11. Aluno1 acionando com Máquina de Escrever Braille

Um dos primeiros contatos com a máquina é a escrita do alfabeto, como abordado em sala de aula. Com os números ocorre de forma similar, os alunos escrevem os valores de 1 a 9, que correspondem as primeiras nove letras do alfabeto, antecedidas do símbolo de número (3, 4, 5 e 6). Para a representação do zero utiliza-se a letra J (2, 4 e 5) antecedida do símbolo de número (3, 4, 5 e 6). A compreensão do símbolo que representa quantitativamente o valor do número em si é fundamental para o registro matemático e valor posicional (unidade, dezena e centena).

Van de Walle (2009, p.215) afirma que a compreensão do valor posicional exige

[...] uma integração de novos e difíceis construtos conceituais de agrupamento por dezenas (conceito de base 10) com o conhecimento procedural de como os grupos são registrados em nosso esquema de valor posicional, como os números são escritos e como eles são falados.

Para o cego é extremamente importante que ele abstraia o valor posicional do número, em função da linearidade, entendendo que em um valor inteiro, o algarismo mais à direita será sempre relativo as unidades; o segundo, as dezenas e o terceiro, as centenas; valores numéricos até 999 que estão sendo trabalhados com os alunos nesta pesquisa. Dessa forma, o aluno poderá efetuar cálculos mentalmente ou com auxílio de material concreto das unidades, dezenas e centenas.

Já na reglete (Figura 12a), a técnica da escrita é diferente das demais apresentadas, pois se escreve da direita para a esquerda, na sequência normal de letras e símbolos, obedecendo as celas na posição vertical. A perfuração dos pontos é realizada com o

auxílio da punção (Figura 12b), sendo que os pontos nas celas também são representados da mesma maneira. Por outro lado, a leitura é feita da esquerda para a direita com a ponta dos dedos. No primeiro contato os Alunos 2, 3 e 4 apresentaram dificuldades no processo de escrita, até estarem familiarizados com estas TA (Figura 12c).



Figura 12. Aluno3 escrevendo com reglete e punção

Corroborando esta percepção, o Aluno4 achou interessante o modo de escrita e se adaptou facilmente, porque ao virar a folha percebeu que os símbolos foram perfurados na direção da leitura Braille. A partir deste momento, mesmo com baixa visão e sendo usuário da lupa, o Aluno4 passou a utilizar a reglete e punção em sala de aula em algumas atividades.

Ao longo das intervenções realizadas com os alunos participantes da pesquisa, constatou-se que a máquina de escrever apresenta uma vantagem em relação à reglete, uma vez que ao acionar as teclas o aluno pode “ler” o que foi escrito sem a necessidade de remover a folha. Com a reglete é necessário retirá-la e deslocar a folha para a verificação. Observa-se que os alunos possuem a necessidade de verificar o que está escrito, principalmente com os valores numéricos, conferindo se o símbolo do número está em seu posicionamento correto.

Outro fato observado com relação a conferência é o valor posicional, pois os alunos “leem” as unidades e efetuam a devida operação, da mesma forma com as dezenas e com as demais casas. Neste contexto, o Aluno4, em uma das atividades, “leu” as unidades e dezenas e realizou a operação mentalmente, sem auxílio de material concreto ou calculadora.

Outra estratégia utilizada é a digitação dos registros em um editor de texto e a impressão em Braille. A impressora Braille, disponível para os alunos no AEE (Figura 13), utiliza um papel com gramatura de 120 a 180g/m<sup>2</sup>, em função do impacto para a perfuração dos pontos, que podem ser soltas ou em brochura, nos formatos A3 ou A4, a comunicação com a impressora pode ser via teclado da própria impressora ou computador, totalmente acessível com áudio em Língua Portuguesa.



Figura 13. Impressora Braille Romeo Pro

O Material Dourado<sup>6</sup>, outro recurso importante do AEE, é constituído por cubinhos que representam as unidades (Figura 14a), barras representando as dezenas (Figura 14b), placas compondo as centenas (Figura 14c) e o cubo que forma o milhar (Figura 14d).

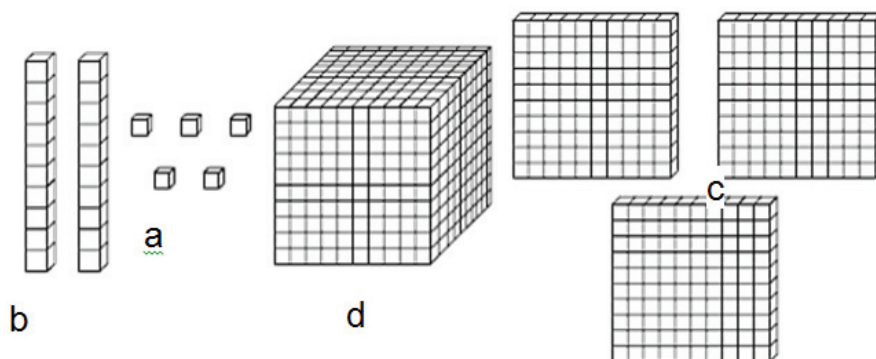


Figura 14. Material Dourado ([http://professorwellingtonmatematicagestar2.blogspot.com.br/2010\\_04\\_01\\_archive.html](http://professorwellingtonmatematicagestar2.blogspot.com.br/2010_04_01_archive.html))

Com os cubos, as barras e as placas é possível compreender, por meio de atividades, o sistema de numeração decimal, valor posicional e métodos para efetuar as operações fundamentais (algoritmos).

O material dourado é adequado para a construção de agrupamentos, pois ao agrupar 10 cubinhos, tem-se a barra que representa uma dezena ( $1 \times 10$ ), da mesma forma que ao

<sup>6</sup> O Material Dourado foi idealizado e utilizado por Maria Montessori, uma médica e educadora italiana, para trabalhar com crianças que apresentavam distúrbios de aprendizagem na aritmética (SILVA; ARAUJO, 2011).

juntar 10 barras, tem-se uma placa, centena (10 x 10). A Figura 15 apresenta o Aluno2 fazendo uso do material para efetuar cálculos solicitados pela Professora do AEE.



Figura 15. Aluno2 manipulando o Material Dourado: unidades e dezena

Salienta-se que em função de sua restrição visual, o Aluno2 faz o uso de delimitadores. Estes são espaços fechados, normalmente utilizam-se tampas de caixas, com a finalidade de agrupar as peças em um único local.

As primeiras atividades, solicitadas pela Professora, envolveram adição com duas parcelas, consistindo em informar os valores, os quais o aluno representava com o material dourado. Ao final, com a manipulação das peças do Material Dourado, os alunos apresentavam a resposta informando de quantas unidades, dezenas e centenas o número era composto. Dessa forma, os alunos conseguiram compreender que 10 unidades estavam contidas em uma dezena, 10 dezenas em uma centena. A prática de agrupamento dos valores permitiu que houvesse uma abstração sobre os conceitos de dezena e centena.

Observou-se que o Aluno2 não apresentou dúvidas ao agrupar 10 cubinhos (unidades) e transformar em 1 barra (dezena), da mesma forma com 10 barras (dezenas) para 1 centena demonstrando ter entendido a composição do número. Contudo, após a adição, teve início a subtração, da mesma forma com duas parcelas. Uma das operações foi:  $138 - 65$ . Ao ser informado da primeira parcela, o Aluno2 separou 1 centena, 3 dezenas e 8 unidades. Quando foi retirar o valor 65, deu-se conta que não possuía 6 dezenas no Material Dourado. A primeira reação do aluno foi dizer: “*não tem como!*”, então a Professora inquiriu o que era uma centena, prontamente este respondeu “*100 unidades*”, e “*100 unidades são quantas dezenas?*”, perguntou novamente a professora. “*10 dezenas*”, disse o Aluno 2 pegando a centena e desmembrando em 10 dezenas, conseguindo assim retirar as 6 dezenas do valor 65.

Outra TA importante para as atividades desenvolvidas nesta pesquisa é a calculadora com voz, similar a uma calculadora padrão encontrada no mercado, seu diferencial é que todas as operações são “faladas”. A cada interação, o usuário cego escutará o que foi clicado e ao final o resultado da operação (Figura 16). As teclas são dispostas no mesmo



formato das demais calculadoras, oferecendo marcadores nas teclas de “+” (soma) e no numeral 5, igualmente aos teclados dos computadores. A partir dessas marcações o cego localiza a tecla que deve ser acionada. Em função dos registros em Braille serem lineares, o uso da calculadora facilita na verificação do resultado obtido pela operação mental.



Figura 16. Calculadora que fala (<http://assistiva.mct.gov.br/catalogo/calculadora-com-voz>)

Com alunos de baixa visão é possível usar a calculadora ampliada, conforme indica a Figura 17, o Aluno2 tendo os primeiros contatos com esta tecnologia. Primeiramente foi solicitado que o aluno observasse e testasse os botões, sempre visualizando no monitor o que era apresentado. Como o aluno possui resquício de visão, a proximidade dos olhos na calculadora é fundamental para que o mesmo possa visualizar o que está sendo exposto.



Figura 17. Calculadora ampliada

Após a familiarização foi solicitado algumas somas com o auxílio da calculadora. Após o cálculo o Aluno2 conferia com o Material Dourado. Pesente, Olgin e Groenwald (2013) confirmam que o uso da calculadora facilita na resolução de algumas atividades, em função de sua rapidez de resposta.

Também se utilizou o kit de desenho (Figura 18a), composto por uma régua, esquadro, compasso, transferidor, carretilha de metal, com marcações Braille. O Aluno4 (Figura 18b), com baixa visão, está em processo de familiarização das figuras geométricas em sala de aula regular. No AEE ele teve a possibilidade de interagir com a régua, buscando o entendimento dos centímetros, marcados por pontos em relevo e também a construção das figuras geométricas.

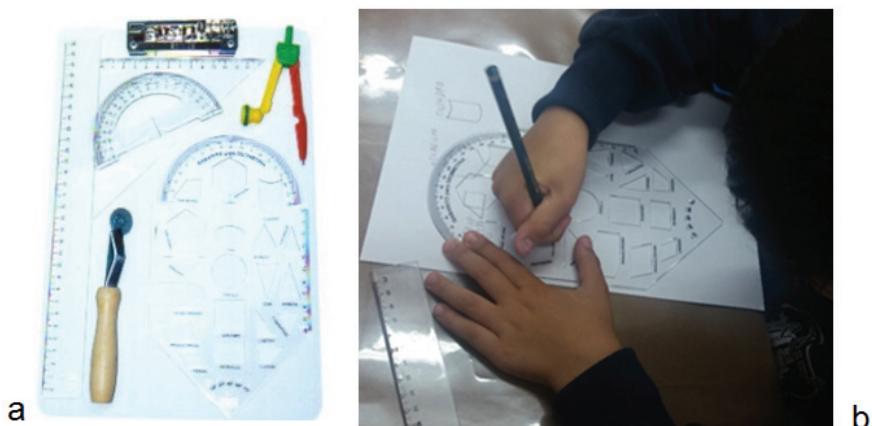


Figura 18. Aluno4 trabalhando com o Kit de Desenho

Com o auxílio de um lápis 6B<sup>7</sup>, o Aluno4 desenhou as figuras geométricas que conhecia, nomeando-as. Após, foi proposto que desenhasse as demais para que em sala de aula já tivesse noção de suas formas.

Outra atividade solicitada foi o reconhecimento dos centímetros, com a marcação na régua o aluno pode perceber as distâncias para formar 1 metro. Como a régua possui apenas 30cm, o Aluno4 percebeu que seria necessário realizar marcações nos 30, 60 e 90cm, ou seja, precisaria de três régua e contar mais os 10cm faltantes para concluir 1 metro.

De modo geral, pode-se inferir que no processo de aprendizagem de conceitos matemáticos de alunos com deficiência visual, a utilização de TA como recurso pedagógico é crucial para a (re)construção de seus conhecimentos.

<sup>7</sup> Lápis 6B é ideal para desenho artístico ou técnico, esboços e escrita em geral, utilizado por pessoas com baixa visão pela espessura de seu traço, possibilitando assim uma melhor visualização.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após o estudo realizado sobre as Tecnologias Assistivas inseridas no contexto do AEE é possível observar que existem poucas disponíveis para o ensino da matemática, sendo necessário o desenvolvimento de pesquisas envolvendo pessoas com deficiência visual e o uso de TA.

Ao apresentar as TA utilizadas como recursos pela Professora, destaca-se que dentre as funções da escola, a mesma deve fornecer apoio necessário para uma vida de qualidade, repensando estratégias que favoreçam o processo de ensino e de aprendizagem, com o intuito de respeitar os alunos em suas singularidades e desenvolver suas potencialidades.

Algumas escolas possuem espaços como o AEE, idealizados para auxiliar tanto os professores, como os alunos de inclusão, oferecendo aulas de reforço no turno inverso, material didático adaptado, recursos tecnológicos relacionados às deficiências atendidas. Em especial, a sala do tipo II disponibiliza, durante os atendimentos, o ensino do Sistema Braille para alunos cegos e com baixa visão, fundamental para sua inclusão na sociedade.

## REFERÊNCIAS

- Bersch, R. (2013). *Introdução à tecnologia assistiva*. Assistiva – Tecnologia e Educação: Porto Alegre. Disponível em: [http://www.assistiva.com.br/Introducao\\_Tecnologia\\_Assistiva.pdf](http://www.assistiva.com.br/Introducao_Tecnologia_Assistiva.pdf). Acesso 30 de jan. de 2017.
- Bersch, R; Tonollo, D. (2008). *Introdução à tecnologia assistiva*. Porto Alegre: CEDI – Centro Especializado em Desenvolvimento Infantil. Disponível em: <http://proeja.com/portal/images/semana-quimica/2011-10-19/tec-assistiva.pdf>. Acesso 20 jan. 2017.
- Brasil. *Constituição da República Federativa do Brasil de 1988*. (1988). Brasília. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicaocompilado.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicaocompilado.htm). Acesso 10 mar. 2017.
- \_\_\_\_\_. *Portaria N° 2.678 de 24 de setembro de 2002*. (2002). Brasília. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/grafiaport.pdf>. Acesso em 20 set. de 2017.
- \_\_\_\_\_. *Decreto n° 5.296 de 2 de dezembro de 2004. Regulamenta a prioridade de atendimento às pessoas com deficiência*. (2004). Brasília. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2004-2006/2004/decreto/d5296.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/decreto/d5296.htm). Acesso 20 de fev. de 2016.
- \_\_\_\_\_. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Especial. (2006). *Grafia Braille para a Língua Portuguesa*/elaboração: Cerqueira, Jonir Bechara... [et al.]. Secretaria de Educação Especial. Brasília: SEESP.
- \_\_\_\_\_. *Atendimento Educacional Especializado – AEE. SEESP/MEC*. (2008). Brasília. Disponível em: [http://www.pmpf.rs.gov.br/servicos/geral/files/portal/AEE\\_Apresentacao\\_Completa\\_01\\_03\\_2008.pdf](http://www.pmpf.rs.gov.br/servicos/geral/files/portal/AEE_Apresentacao_Completa_01_03_2008.pdf). Acesso 20 de maio de 2017.
- \_\_\_\_\_. *Resolução N° 4, de 2 de outubro de 2009*. (2009). Brasília. Disponível em: [http://portal.mec.gov.br/dmdocuments/rceb004\\_09.pdf](http://portal.mec.gov.br/dmdocuments/rceb004_09.pdf). Acesso 15 abr. 2017.

\_\_\_\_\_. *Nota técnica – SEESP/GAB/Nº 11/2010*. (2010). Brasília. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/docman/maio-2010-pdf/5294-notatecnica-n112010>. Acesso 10 jun. 2017.

\_\_\_\_\_. *Decreto Nº 7.611, de 17 de novembro de 2011*. (2011). Brasília. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2011/decreto/d7611.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2011/decreto/d7611.htm). Acesso 10 mar. 2017.

Geller, M. & Sganzerla, M.A.R. (2014). Reflexões de professores sobre tecnologias assistivas e o processo de ensino e aprendizagem de matemática. *Acta Scientiae*, 16(4), Ed. Especial. Canoas, 2014. Disponível em: <http://www.periodicos.ulbra.br/index.php/acta/article/view/1275>. Acesso em 30 de ago. de 2017.

INEP. (2017). *Censo Escolar – Resultados e resumos*. Brasília. Disponível em <http://portal.inep.gov.br/web/guest/resultados-e-resumos>. Acesso 10 de maio de 2017.

Kamii, C. (2012). *A criança e o número: implicações educacionais da teoria de Piaget para a atuação com escolares de 4 a 6 anos*. 39ª ed. Campinas: Papirus.

Moreira, H. & Caleffe, L. G. (2006). *Metodologia da pesquisa para o professor pesquisador*. Rio de Janeiro: DP&A.

Pesente, I. & Olgin, C. de A. & Groenwald, C. L. O. (2013). Explorando os recursos da calculadora em sala de aula no Ensino Fundamental. *Atas do XI Encontro Nacional de Educação Matemática*. Curitiba. Disponível em: <http://sbem.bruc.com.br/XIENEM/>. Acesso em: 02 nov. 2014.

Rangel, A. C. S. (1992). *Educação Matemática e a construção do número pela criança: uma experiência em diferentes contextos socioeconômicos*. Porto Alegre: Artes Médicas.

Santarosa, L. M. C. (Org.). (2010). *Tecnologias digitais acessíveis*. Porto Alegre: JSM Comunicação.

Sganzerla, M. A. R. (2014). *Contátil: potencialidades de uma Tecnologia Assistiva para o ensino de conceitos básicos de matemática* (119 f.). Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Luterana do Brasil.

Silva, S. A. da & Araujo, J. A. A. de. (2011). *Maria Montessori e a criação do material dourado como instrumento metodológico para o ensino de matemática nos anos iniciais da escolarização*. Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS). Campo Grande. Disponível em: [http://www.uems.br/eventos/semana/arquivos/31\\_2011-09-05\\_14-28-02.pdf](http://www.uems.br/eventos/semana/arquivos/31_2011-09-05_14-28-02.pdf). Acesso em: 20 jul. 2014.

Van de Valle, J. A. (2009). *Matemática no ensino fundamental: formação de professores e aplicação em sala de aula*. 6ª. ed. Porto Alegre: Artmed.