

Ferramentas tácteis no ensino de Matemática para um estudante cego: uma experiência no IF Sudeste MG

Tactile tools in teaching mathematics to a blind student: an experience in the Southeast IF MG

Felipe Almeida de Mello
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais (IF Sudeste MG)
Campus Rio Pomba, Rio Pomba, MG, Brasil
felipemelloifsudeste@gmail.com

Jaciene Lara de Paula Caetano
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais (IF Sudeste MG)
Campus Rio Pomba, Rio Pomba, MG, Brasil
lara_caetanorp@hotmail.com

Paula Reis de Miranda
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais (IF Sudeste MG)
Campus Rio Pomba, Departamento Acadêmico de Matemática, Física e Estatística
Rio Pomba, MG, Brasil
paula.reis@ifsudestemg.edu.br

Informações do Artigo



Histórico do Artigo

Submissão: 31 de março de 2017.
Aceite: 15 de maio de 2017.

Palavras-chave

Educação Matemática
Educação Inclusiva
Cegueira
Ferramentas tácteis

Resumo

Há alguns anos, uma diversidade de aprendizes ingressa nas instituições de ensino e a escola, envolvendo todo seu corpo educativo, deve buscar formas para oportunizar a todos, sem distinção, a construção de conhecimento. Este trabalho apresenta a situação de inclusão de um estudante cego congênito no curso superior de Administração de um Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia mineiro e no desafiador processo de aprendizagem de Cálculo e de seus fundamentos. Esta pesquisa consiste de um estudo de caso coligado à pesquisa-ação conduzida por uma professora do curso de Licenciatura em Matemática e dois de seus alunos – futuros professores – e tem por objetivo compreender e oportunizar a construção do saber matemático pelo estudante não vidente. Ao longo do processo de estudo e acompanhamento do aluno cego, verificou-se que o aprendiz utilizava-se de um de seus canais sensoriais de aprendizagem, o sentido tato ativo, para reconhecer e significar os novos conhecimentos. Essa verificação foi entendida como uma possibilidade de confecção de materiais tácteis para a apropriação dos conteúdos matemáticos por esse e por estudantes videntes, sendo seis desses materiais apresentados neste trabalho. Descrevem-se, então, as possibilidades da construção e uso de ferramentas tácteis na aprendizagem de matemática por educandos cegos. Estima-se que este, assim como outros trabalhos, possa auxiliar docentes em sua prática pedagógica no caminho pela educação inclusiva e ampla de todos os cidadãos.

Abstract

A few years ago, a diversity of learners entered educational institutions, and the school, involving its entire educational body, should seek ways to give everyone, without distinction, the construction of knowledge. This paper presents the situation of inclusion of a congenital blind student in the superior course of Administration of a Federal Institute of Education, Science and Technology in Minas Gerais and in the challenging learning process of Calculus and its foundations. This research consists of a case study related to the action research conducted by a teacher of the degree in Mathematics and two of its students - future teachers - and aims understand and opportunize the construction of mathematical knowledge

Keywords

Mathematics Education
Inclusive Education
Blindness
Tactile tools

by the non-clairvoyant student. Throughout the process of study and monitoring of the blind student, it was verified that the learner used one of his sensory channels of learning, the active sense of touch, to recognize and signify the new knowledge. This verification was understood as a possibility of making tactile materials for the appropriation of mathematical contents by this and by sighted students, six of which are presented in this work. The possibilities of the construction and use of tactile tools in the learning of mathematics by blind learners. It is estimated that this, as well as other works, can help teachers in their pedagogical practice in the way of inclusive and comprehensive education of all citizens.

1. Introdução

A Declaração Universal dos Direitos Humanos, promulgada no século XVIII como resultado da Revolução Francesa e adaptada em Assembleia Geral das Nações Unidas em 1948, assegura a todo ser humano igualdade de valor e reconhece que cada pessoa na sociedade em que vive tem o direito de desenvolver integralmente sua capacidade cognitiva, para assim incluir-se como indivíduo ativo na sociedade (ARZABE; GRACIANO, 1998). Entretanto, muitos grupos ficam à margem do processo social e político, pois nem sempre o fator igualdade parece ser válido a todos. Constantemente, pobres, negros, analfabetos, mulheres, pessoas com deficiências, dentre outros, estão em constante luta pelos seus direitos, para que o direito de se ter direitos torne-se uma realidade.

Essa luta, por sua vez, está de certa forma vinculada ao processo educacional dos sujeitos, já que esse processo pode ser visto como um facilitador, ou não, das relações sociais entre diferentes grupos e indivíduos, visto que um dos primeiros contatos desses com pessoas externas ao círculo familiar ocorre na escola. É na instituição escolar que o indivíduo desenvolve características subjetivas a nossa espécie, isso porque “o desenvolvimento da subjetividade ocorre pelo intercâmbio contínuo entre o interno e o externo” (SILVA, 2009, p. 170), estando justamente ligada a sua gênese nas relações sociais e, por isso, o direito à educação torna-se essencial para o desenvolvimento do ser e da sociedade como um todo.

No Brasil, a educação é um direito garantido desde a Constituição de 1988, que traz em seu art. 205: “a educação, direito de todos e dever do Estado e da família, será promovida e incentivada com a colaboração da sociedade, visando ao pleno desenvolvimento da pessoa, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho.” (BRASIL, 1988, cap. III, seção I, art. 205). E, em consequência, as instituições públicas de ensino regular têm o dever de atender os alunos com necessidades educacionais especiais (NEEs).

O termo NEE se refere “a crianças e jovens cujas necessidades decorrem de sua elevada capacidade ou de suas dificuldades para aprender. Está associada, portanto, a dificuldades de aprendizagem, não necessariamente vinculada a deficiência(s)” (BRASIL, 1998, p. 23). Nesse sentido, é garantido, pelo art. 208, inciso III: “atendimento educacional especializado aos portadores de deficiência, preferencialmente na rede regular de ensino” (*Idem*, p. 121).

A partir da compreensão e da legitimação do direito à educação, as instituições escolares passaram a receber uma diversidade de alunos, e, dentre esses, uma quantidade significativa de alunos com necessidades especiais de diferentes especificidades, como: auditiva, cognitiva, visual, física, dentre outras.

Segundo a Política Nacional para Educação Inclusiva (BRASIL, 2008), um estudante com NEE é um cidadão com potencial para aprendizagem como qualquer outro aluno, cabendo à instituição escolar explorar sua potencialidade e ao professor incluir esse aluno, em seu sentido mais amplo: incluir não apenas socialmente, mas como um todo, integrando conhecimento, aprendizado e ensino. Porém, a construção do conhecimento pode tornar-se complexa dependendo da necessidade educacional desse aprendiz e, por vezes, mais difícil ao se tratar de conteúdos mais elaborados, como aqueles presentes no Ensino Superior, por onde as várias áreas do conhecimento são exploradas, muito além do que aquelas já aprendidas e sabidas na Educação Básica.

Nesse cenário de inclusão e adaptação, no ano de 2015, o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais – Campus Rio Pomba teve conhecimento, pelos documentos da Comissão de Processos Seletivos (COPESE), que um aluno com deficiência visual, neste caso, cego¹, havia ingressado no curso de Bacharelado em Administração, sendo este o primeiro aluno cego no Ensino Superior da instituição. A seguir, apresentaremos detalhadamente esse contexto.

2. O contexto

O curso de Bacharelado em Administração do Campus Rio Pomba, além de suas disciplinas específicas da área de ciências sociais, engloba também disciplinas da área de ciências exatas, trazendo em sua matriz curricular as disciplinas de Fundamentos de Cálculo (33h), Cálculo Diferencial e Integral I (66h), Estatística e Probabilidade (66) e Matemática Financeira (66h)².

Para auxiliar no processo de ensino e aprendizagem do aluno com deficiência visual no curso de Administração, a instituição recorreu ao Núcleo de Acompanhamento às Pessoas com Necessidades Específicas³ (NAPNE) e ao Departamento Acadêmico de Ciências Gerenciais do Campus Rio Pomba.

É importante destacar que o NAPNE, desde a sua criação em 2008, tem como objetivo principal criar na instituição a cultura da “educação para a convivência” (IF SUDESTE MG, 2011, p. 51), que busca a aceitação da diversidade e, principalmente, a quebra de barreiras arquitetônicas,

¹ Conforme Brasil (1998), a cegueira sob o enfoque educacional representa a perda total ou o resíduo mínimo da visão que leva o indivíduo a necessitar do método Braille como meio de escrita e leitura, além de outros recursos didáticos e equipamentos especiais para a sua educação.

² Matriz curricular do curso disponível em:

https://sistemas.riopomba.ifsudestemg.edu.br/cgg/Siscgg/Cgg/Up_Downloads/PPC_Administracao_2013_ID_000000132_1.pdf.

³ Hoje em dia, na literatura de Educação Inclusiva utiliza-se do termo “pessoas com necessidades especiais”, porém, o órgão em questão ainda mantém a terminologia “pessoas com necessidades específicas”.

educacionais, de comunicação e atitudinais. É função deste núcleo o de sugerir ideias, apresentar demandas e propostas para a promoção do desenvolvimento social e cognitivo dos discentes com necessidades especiais, além de estratégias que facilitem o acesso ao conhecimento e aprendizagens destes.

Como proposta de auxílio à aprendizagem do estudante foram-lhe disponibilizados um gravador de voz, um *notebook*, uma nova *reglete* e um aluno/monitor para atendimento em classe e em horários extraclasse.

Todavia, percebeu-se que apesar dessas ferramentas, o estudante apresentava grande dificuldade em acompanhar as aulas da disciplina Fundamentos do Cálculo. Sabe-se que muitos alunos necessitam de apoio, que vai além da sala de aula, para o estudo das ciências exatas (CORREA; MACLEAN, 1999; D'AMBRÓSIO, 2007) e isso pode se agravar no caso de um estudante cego, pois a visão é um dos sentidos e por ele recebemos grande parte das informações e estímulos (MOLOSSI *et al.*, 2014), e inúmeros conceitos matemáticos são visuais, principalmente o que se trata do estudo de funções e seus gráficos.

Diante das dificuldades comuns a vários estudantes para aprendizagem do conhecimento matemático (CORREA; MACLEAN, 1999; D'AMBRÓSIO, 2007), o NAPNE e o Departamento Acadêmico de Matemática, Física e Estatística (DMAFE) estruturaram, no segundo semestre de 2015, o projeto de extensão “Matemática para Além da Visão”, que teve como objetivo auxiliar e promover o ensino da disciplina Fundamentos de Cálculo para o estudante cego.

Entretanto, na execução desse projeto, percebeu-se que a prática de ensino da Matemática necessitava estar aliada à pesquisa em Educação Matemática, uma vez que eram poucos os materiais encontrados sobre o ensino de Matemática para estudantes cegos e muito mais raros aqueles destinados ao ensino de funções no Ensino Superior (FERNANDES; HEALY, 2007).

Percebeu-se, então, que não bastavam os conhecimentos adquiridos durante o curso de Licenciatura em Matemática para ensinar de forma eficaz a esse aprendiz. Professora e alunos precisavam aprender a aprender “sem ver” para, assim, ensinar àquele que não via. A partir dessa percepção, no primeiro semestre de 2016, com o apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG), foi proposto e aprovado um projeto de iniciação científica para investigar as possibilidades e os limites do ensino e aprendizagem de conhecimentos matemáticos para alunos cegos, em especial do conteúdo de funções nas disciplinas Fundamentos de Cálculo e Cálculo Diferencial e Integral I. Neste texto, buscar-se-á relatar alguns dos estudos e produções realizadas a partir dessa investigação.

3. Metodologia

A investigação consiste de uma pesquisa qualitativa em Educação Matemática (BORBA; ARAÚJO, 2006), que tem embasamento no estudo de caso (GIL, 1988) de um aluno cego nas atividades da disciplina Fundamentos do Cálculo. A intervenção dos pesquisadores está estruturada

nas ideias da pesquisa-ação (FIORENTINI; LORENZATO, 2012), pois eles se introduziram no ambiente a ser estudado, não apenas para observá-lo e compreendê-lo, mas, sobretudo, para mudá-lo em direções que permitissem a melhoria das práticas e a maior liberdade de ação e de aprendizagem do participante, nesse caso, o aluno cego.

No desenvolvimento da pesquisa-ação foi proposto o acompanhamento do projeto “Matemática para Além da Visão”, com encontros semanais e duração de duas horas, em horário extraturno, com participação de pesquisadores (professora e dois licenciandos em Matemática) e um estudante cego. Além dos encontros de acompanhamento semanal, os estudantes monitores realizavam reuniões de estudo de textos de Educação Matemática, de preparação e avaliação das atividades realizadas. No decorrer da pesquisa, além do estudo de vasto referencial teórico (BRASIL, 1998, 2008; FERRONATO, 2002; FERNANDES; HEALY, 2007, 2009), os pesquisadores utilizaram-se de diário de campo, gravador de áudio e câmera digital para captação de imagens e sons, para auxiliar na compreensão do caso e na ampliação das discussões (TURA, 2011).

Logo no início do trabalho de acompanhamento e coleta de dados pôde-se traçar uma caracterização do estudante: ele possuía 28 anos, começara sua vida escolar aos 13 anos, em escola especial, onde aprendeu Braille e frequentou o Ensino Médio em modalidade regular com o uso de poucas ferramentas tácteis durante seu aprendizado. A partir dessas descobertas vimos no acompanhamento semanal do estudante uma oportunidade para criar, recriar e avaliar ferramentas de aprendizagem dos conhecimentos matemáticos.

4. Ferramentas de Aprendizagem para Alunos Cegos

As ferramentas tácteis são um dos recursos que devem ser adaptados às necessidades específicas dos educandos, pois, no processo ensino aprendizagem, torna-se essencial a estimulação de um dos principais canais de exploração do aprendiz com deficiência visual – o tato ativo ou háptico (FERNANDES; HEALY, 2007). O educando sem acuidade visual lê o mundo (FREIRE, 1967, 1974) por outro sentido: utiliza-se do tato, explorando e conhecendo através das mãos. Assim, alguns materiais são indispensáveis, embora não suficientes, para o processo de ensino e aprendizagem dos educandos cegos, tais como *reglete*, punção e textos transcritos em Braille (SEGADAS *et al.*, 2015). Porém, torna-se imprescindível a utilização de outros recursos didáticos.

Segundo Cerqueira e Ferreira (2000, p. 1), os recursos didáticos são “[...] todos os recursos físicos utilizados com maior ou menor frequência em todas as disciplinas, áreas de estudo ou atividades que visam auxiliar o educando a realizar sua aprendizagem de maneira mais eficaz [...]”.

Os materiais didáticos utilizados e construídos durante a pesquisa buscaram respeitar alguns critérios de eficiência de acordo com Cerqueira e Ferreira (2000, p. 26):

Tamanho: cuidado com materiais excessivamente pequenos que não ressaltam detalhes ou que sejam facilmente perdidos;
Significação Tátil: o material precisa ter um relevo perceptível;

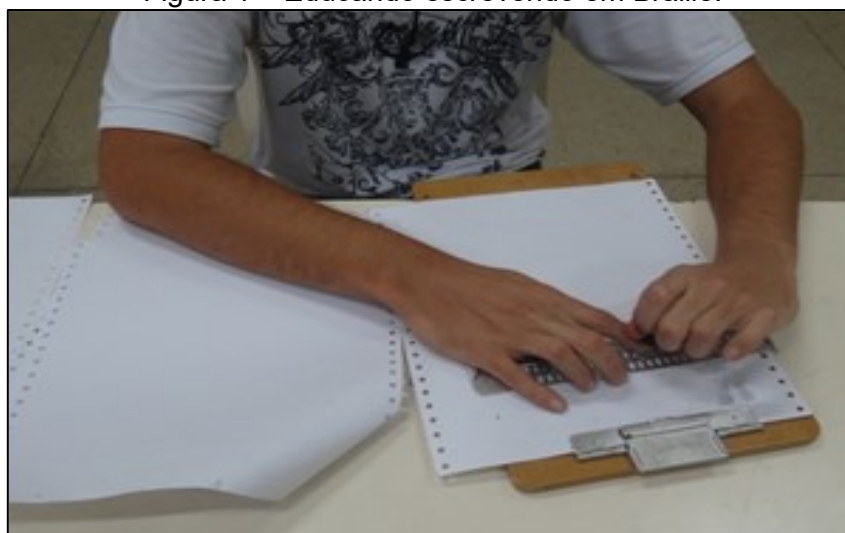
Aceitação: cuidado com materiais que ferem ou irritam a pele;
Fidelidade: o material deve representar com máxima exatidão o modelo original;
Facilidade de Manuseio: o material deve proporcionar ao aluno uma utilização prática;
Resistência: a confecção deve ser feita com materiais que não estraguem facilmente devido ao frequente manuseio pelos alunos;
Segurança: não deve oferecer perigo aos alunos.

Nesta seção, serão apresentados os materiais didáticos usados para o ensino de conteúdos matemáticos das disciplinas Fundamentos de Cálculo e Cálculo Diferencial e Integral I para um estudante cego. Algumas das ferramentas são comercializadas, outras são adaptações de materiais advindos do conhecimento adquiridos com a participação dos pesquisadores em oficinas e encontros científicos de educação matemática e outras ferramentas didáticas são construções inovadoras dos pesquisadores. Essas construções são estimuladas desde os PCNs (BRASIL, 1998), pois desde o século passado são conhecidas possibilidades de construção de ferramentas de fácil reprodução e baixo custo, bem como é conhecida a realidade de inúmeras instituições escolares, que apresentam falta de recursos financeiros, não podendo assim adquirir ferramentas tecnológicas ou industrializadas para a inclusão de seus alunos.

4.1. *Reglete* e Punção

Para que o aluno cego possa escrever em Braille em uma folha de papel, são utilizadas uma *reglete* e uma punção. A *reglete* tem o formato de uma régua dupla, que abre e fecha com apoio de dobradiças no campo esquerdo e cuja abertura é destinada ao papel, sendo este fixado entre a régua superior e inferior, possuindo diversos tamanhos e formatos. A punção é um instrumento de escrita feito de uma parte pontiaguda capaz de deformar uma folha de papel através da marcação de pontos. A escrita em Braille com a *reglete* e a punção é executada no sentido inverso da leitura, isto é, da direita para a esquerda (SEGADAS et al., 2015). Na Figura 1, o educando transcreve uma frase em Braille.

Figura 1 – Educando escrevendo em Braille.

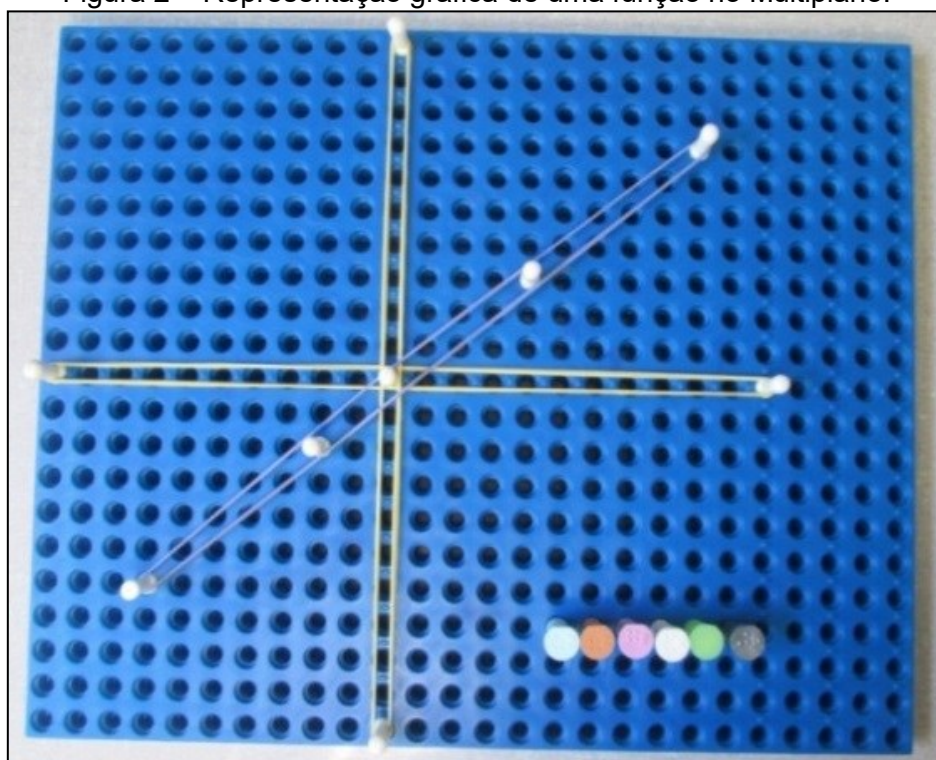


Fonte: Acervo dos autores.

4.2. Multiplano

O Multiplano é uma ferramenta criada pelo professor Rubens Ferronato em 2000, o qual, diante das dificuldades enfrentadas ao ensinar conteúdos matemáticos a um estudante cego, sentiu-se desafiado a pensar e a elaborar uma ferramenta capaz de suprir as necessidades desse aprendiz (FERRONATO, 2002). Desde então, a ferramenta foi sendo aprimorada e hoje é comercializada para uso de educandos com ou sem acuidade visual. O material consiste em uma placa perfurada de linhas e colunas perpendiculares com furos equidistantes que servem para encaixar pinos que apresentam identificação de números, sinais e símbolos matemáticos tanto em Braille, quanto em algarismos indo-arábicos (*Idem*), facilitando a leitura do educando e do professor sem que este necessite conhecer o Braille. Na Figura 2, uma função linear está definida no plano cartesiano.

Figura 2 – Representação gráfica de uma função no Multiplano.



Fonte: Acervo dos autores.

O Multiplano é uma ferramenta muito eficaz no ensino de matemática. Possibilita trabalhar com vários conteúdos matemáticos, pois na concepção do idealizador,

[...] o ensino da matemática é facilitado com o uso do material, independente de o aluno enxergar ou não, uma vez que pode observar concretamente os *fenômenos (grifo do autor)* matemáticos e, por conseguinte, tem a possibilidade de realmente aprender, entendendo todo o processo e não simplesmente decorando regras isoladas e aparentemente inexplicáveis (FERRONATO, 2002, p. 59).

4.3. Ficha Triângulos com Palitos

Essa ferramenta foi adaptada do Projeto Fundão da Universidade Federal do Rio de Janeiro (*Idem*) e tem como intuito registrar regularidades, padrões ou leis de formação de uma sequência

obtida através da percepção tátil, utilizando variáveis para generalizar padrões numéricos construídos indutivamente (*Ibidem*). Em nosso trabalho, a ferramenta foi usada com o objetivo de que o aprendiz descobrisse padrões e generalizações sobre o conteúdo da função afim e da construção sequencial dos triângulos. Na Figura 3, percebe-se o processo de reconhecimento da ferramenta pelo aprendiz.

Figura 3 - Atividade da lei de formação de triângulos.



Fonte: Acervo dos autores.

O aluno recebera uma ficha com três palitos colados, formando um triângulo e uma caixa de palitos fósforos para que ele construísse uma sequência de triângulos unidos ao primeiro. A cada construção ele observaria, registraria e investigaria o número de triângulos formados (variável x) e sua relação com o total de palitos utilizados (valor numérico variável x e $f(x) = y$), construindo seus conceitos sobre função afim, seu valor numérico e sua lei de formação.

4.4. ConjunTáctil

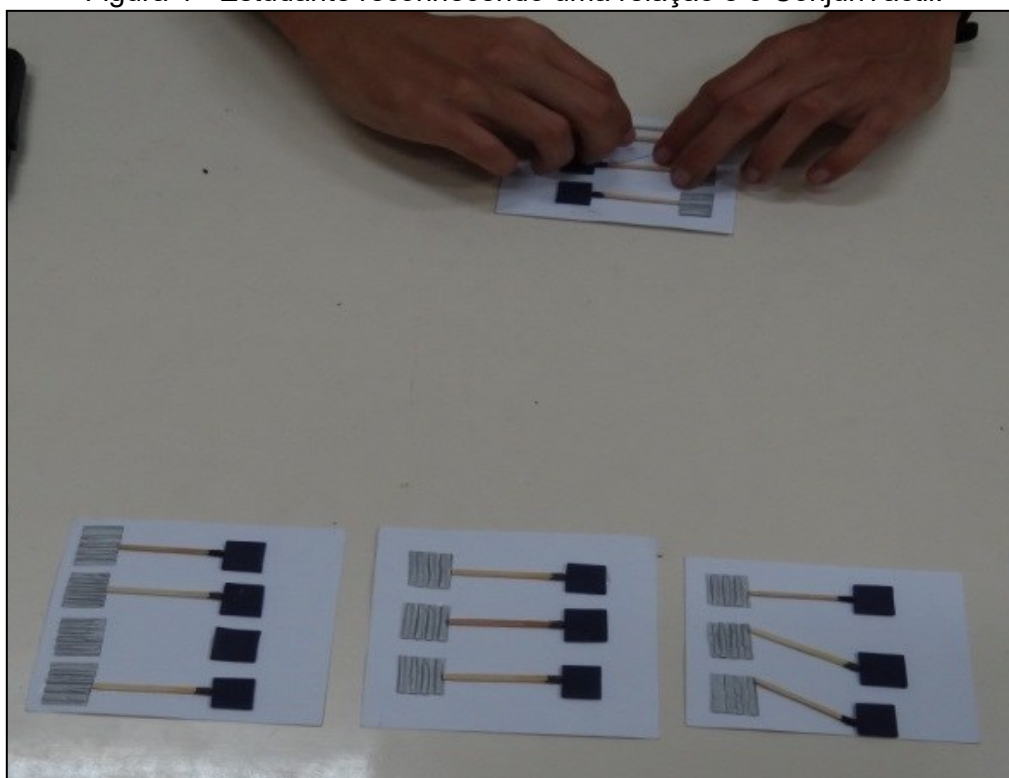
A elaboração da ferramenta ConjunTáctil (MELLO; MIRANDA, 2016) foi realizada pela equipe de pesquisadores, diante das dificuldades apresentadas pelo estudante durante as aulas expositivas sobre o conceito de funções. Essa construção teve o intuito de promover o conhecimento da definição de função, domínio, imagem e contradomínio por meio das relações entre conjuntos.

A confecção da ferramenta é de simples execução, mas deve-se ter cuidado na escolha dos materiais, pois estes precisam ser sentidos, para não dizer vistos (FERNANDES; HEALY, 2009), pelo tato do educando. Na confecção da ferramenta os elementos dos conjuntos foram elaborados com lixas de madeira. Estes devem ser cortados de forma padronizada para que o estudante os

reconheça e compreenda sua relação de pertencimento e de correspondência. Já as linhas de correspondências foram indicadas por palitos de fósforos. Elas devem estar junto aos elementos nos dois conjuntos e sua direção deve ser precisa. Esse cuidado especial na confecção do material se deve ao fato de que qualquer diferença no tamanho, posição ou direção do instrumento pode prejudicar a compreensão do educando, pois seu canal de aprendizado durante a utilização desse material é especialmente o tato.

Vale ainda ressaltar que a ferramenta táctil aqui apresentada pode ser adaptada para o trabalho com funções injetora, sobrejetora e bijetora, bem como a intuição de função inversa e de função composta. Na Figura 4, observam-se as fichas e o educando utilizando a ferramenta.

Figura 4 - Estudante reconhecendo uma relação e o ConjunTáctil.



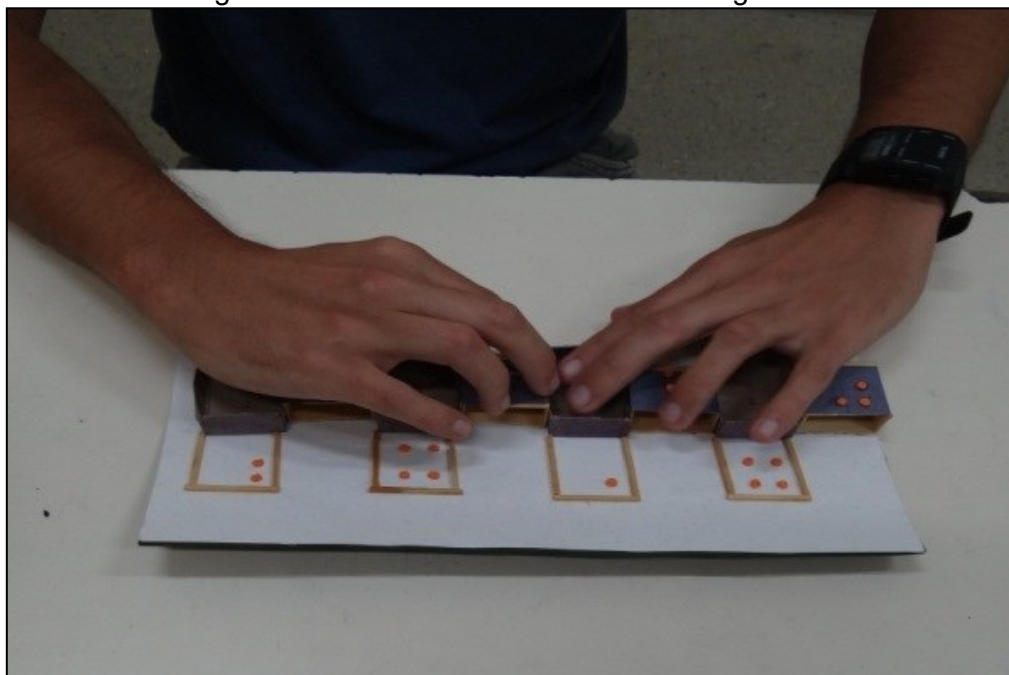
Fonte: Acervo dos autores.

4.5. Caixa Algébrica

Diante das dificuldades em compreender a lei de formação de uma função afim e seu valor numérico, Imagem e Domínio, foi confeccionada a ferramenta “Caixa Algébrica”.

Para a confecção da ferramenta foi necessário: E.V.A., papel cartão, caixas de fósforos e dois tipos de pinos para que o aluno pudesse contar, de maneira diferenciada, números negativos e positivos. Para atender às necessidades específicas do aluno foi utilizada a escrita Braille para nomear a função $[f(x)]$, os coeficientes (a - angular) e (b - linear) e a variável (x), como se vê na Figura 5.

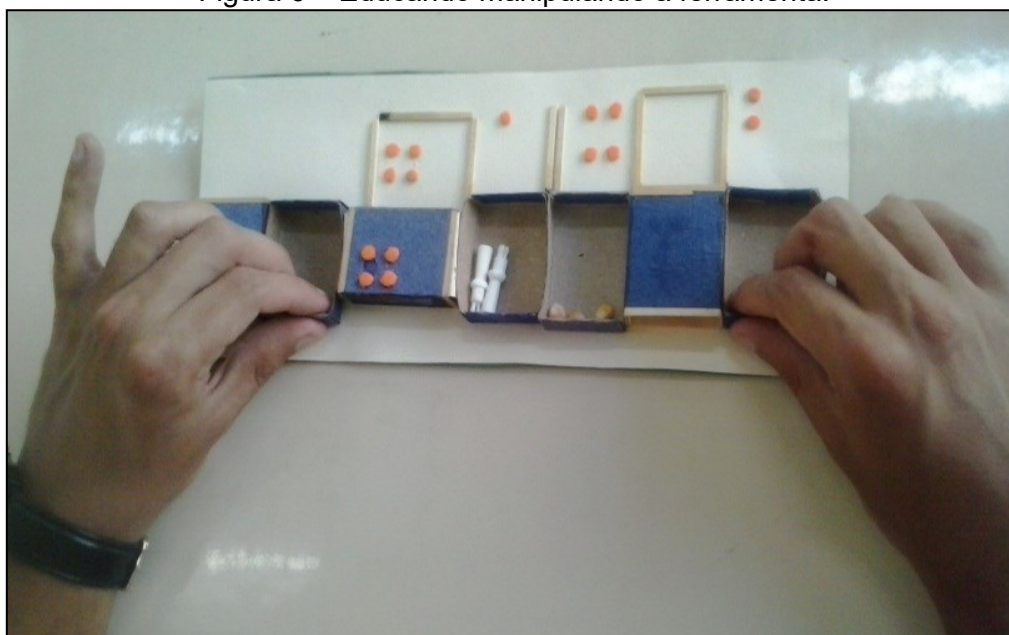
Figura 5 – Educando utilizando a Caixa algébrica.



Fonte: Acervo dos autores.

Nessa ferramenta, a primeira caixa de fósforos corresponde a $f(x)$, onde a variável x pode ser substituída por uma quantidade qualquer de pinos, permitindo ao professor trabalhar os valores numéricos de uma função afim. Na segunda caixa de fósforos, o professor pode fixar com pinos o coeficiente angular da função $f(x)$ e, na caixa a seguir, caberá ao aluno preencher o valor de x com a mesma quantidade de pinos utilizada na primeira caixa. Por último, na quarta caixinha, o professor pode fixar o valor do coeficiente linear da função. Após o preenchimento das caixinhas com pinos, o aluno tem a tarefa de calcular o valor numérico da função, operando com os pinos. Na Figura 6, o aluno estava calculando o valor de $f(3)$ na função $f(x) = -2x+1$.

Figura 6 – Educando manipulando a ferramenta.

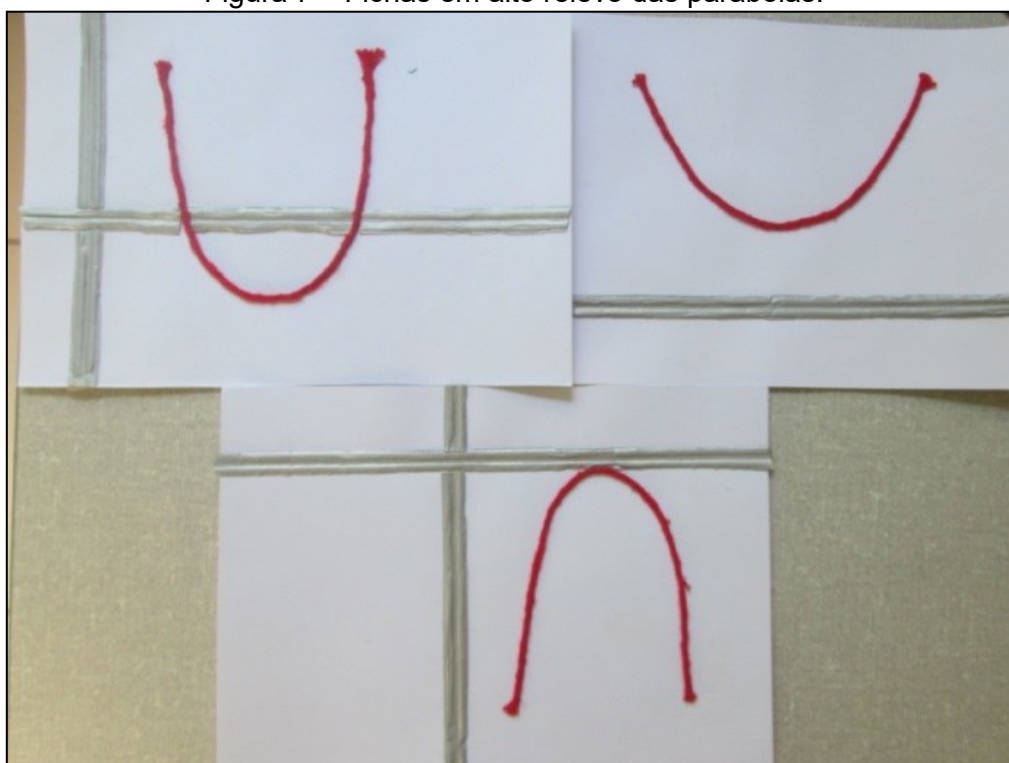


Fonte: Acervo dos autores.

4.6. Fichas em Alto Relevo

Esse material foi elaborado para o trabalho com os conteúdos de funções quadráticas e para a introdução à posição relativa de retas a uma circunferência. As fichas em alto relevo foram confeccionadas com papel cartão, barbante e papel ondulado. Na Figura 7, cada ficha indica os valores possíveis para as raízes de uma função de segundo grau.

Figura 7 – Fichas em alto relevo das parábolas.



Fonte: Acervo dos autores.

Cabe ressaltar a importância dessa ferramenta para o estudante cego, visto que com o material em alto relevo, o aprendiz tem a possibilidade de tatear a ferramenta e construir seu próprio conhecimento e conceito de gráficos de funções quadráticas, identificando onde se encontram as raízes, a quantidade de raízes existentes e também a inexistência delas no conjunto dos números reais. Essa ferramenta pode ser utilizada para educandos videntes e não videntes, pois a compreensão dos gráficos de funções é extremamente visual, podendo-se alternar esse sentido utilizando o tato como uma alternativa que permita ao educando sentir, tocar e, se possível, ver o comportamento dos gráficos de uma função quadrática e, assim, ampliar sua apropriação sobre esse conhecimento.

A partir da utilização e do estudo dessas ferramentas foi possível lançar um novo olhar sobre os limites e possibilidades do ensino e da aprendizagem de tópicos de Fundamentos de Cálculo para um estudante cego.

5. Os Limites e as Possibilidades

No primeiro encontro proposto pelo projeto “Matemática para Além da Visão”, foram trabalhados, com auxílio do Multiplano, conteúdos relacionados ao plano cartesiano (eixos, quadrantes, valores das abscissas e ordenadas, determinação e posicionamento de pontos).

Nos encontros posteriores ao utilizar o Multiplano, o aprendiz apresentou algumas dificuldades em relação ao posicionamento e ao manuseio da ferramenta. A partir dessas dificuldades, passou-se a perceber que tudo que era novo deveria ser antes explorado pelo estudante para, assim, ser reconhecido por ele e, posteriormente, apropriado pelo sujeito. Nesse sentido, buscou-se sempre explorar o material manipulativo antes de se trabalhar com os novos conceitos matemáticos, possibilitando uma maior aproximação entre o estudante, seus sentidos e os materiais. Todavia, vale ressaltar que os pesquisadores também apresentaram certas dificuldades com a utilização do Multiplano, pois, por ser uma ferramenta nova e não utilizada até então no Campus, os pesquisadores tiveram que estudá-la e descobrir suas diferentes formas de aplicação no ensino de Matemática.

Após alguns encontros, percebeu-se que o aprendiz ainda encontrava algumas barreiras para determinar os pontos com coordenadas negativas no plano cartesiano. Observou-se também que, à medida que os conteúdos matemáticos trabalhados iam crescendo em quantidade e variedade, o estudante apresentava-se confuso diante de tantos conteúdos e conceitos. Para trabalhar tal limitação, optou-se por retomar diariamente, logo no início de cada encontro, uma atividade envolvendo pontos com coordenadas negativas no plano cartesiano e outra com o tema da aula anterior, possibilitando assim uma revisão dos conteúdos. A partir dessa intervenção, observou-se que esse método proporcionou um resultado positivo, pois o educando passou a apresentar maior familiaridade com o plano, os pontos e as coordenadas negativas.

Ao prosseguir com a ementa da disciplina Fundamentos de Cálculo, chegou-se ao tópico de manipulação e determinação de domínio ou imagem. Nessa etapa, estava clara a dificuldade do aprendiz com as operações de multiplicação de números negativos, exponenciação e adição e subtração de números inteiros negativos. Ao discutirmos essa situação, o estudante relatou que as aulas de Matemática, por ele vivenciadas durante a Educação Básica, eram totalmente expositivas e que para muitos conteúdos matemáticos não havia um material manipulável.

Para auxiliar o estudante nos conhecimentos básicos e prosseguir com o conteúdo, pesquisadores redigiram textos matemáticos em um processador de texto para sua reprodução no sistema operacional DOSVOX⁴. Essa proposta teve o intuito de dinamizar o tempo e utilizar as ferramentas tecnológicas disponibilizadas a ele para auxiliar seus estudos e sua internalização de conceitos. Vale destacar que, em alguns momentos, pedia-se ao educando que utilizasse a escrita

4 Sistema operacional gratuito, desenvolvido pelo professor Antonio dos Santos Borges (Universidade Federal do Rio de Janeiro). O fundamento básico do *software* é a interação com o usuário através de um sintetizador de voz.

Braille para uma posterior consulta ao material em caso de dúvidas e para a assimilação do conteúdo. Porém, uma das dificuldades encontradas foi que o educando demonstrava cansaço ao escrever em Braille durante um tempo maior. Além disso, algumas vezes, ao pedir que fosse feita a leitura da escrita eram notadas palavras trocadas confundindo seu entendimento. Assim, um dos desafios encontrados pela equipe de pesquisadores foi a escrita em Braille, pois estes não conheciam essa forma de linguagem. Para auxiliar e apoiar o aprendiz, um dos pesquisadores iniciou o estudo do método Braille e percebeu que a maior dificuldade não é o aprender, mas sim o praticar diariamente para construção e aperfeiçoamento da escrita.

Uma das ferramentas que poderia reduzir tal problema seria o gravador de áudio nas aulas, fazendo uso às vezes de um bloco de anotações, permitindo, assim, o registro das discussões escolares e, posteriormente, seu estudo. Em muitos encontros o educando discutia com os pesquisadores o que havia escutado no gravador e refletia sobre os questionamentos levantados por ele nos encontros, dizendo que fazia perguntas sem fundamentos. Entretanto, os pesquisadores o estimulavam dizendo que tais perguntas permitiam que ele aprendesse mais.

Outras ferramentas importantes que podem ser utilizadas nas aulas de Matemática para alunos com deficiência visual são o corpo e o espaço (CAETANO *et al.*, 2016). Uma das atividades propostas para o aluno foi o estudo da função quadrática, uma vez que o trabalho com máximos e mínimos o auxiliariam em outras disciplinas do curso de Administração. Para trabalhar com esse tema optou-se por uma atividade dinâmica em um ambiente fora da sala de aula. Utilizou-se da trajetória de uma bola de futebol a partir do movimento do corpo do estudante para a construção do conceito de ponto máximo e mínimo de uma parábola e, a partir disso, definiram-se simetria, concavidade, crescimento e decrescimento. Essa atividade auxiliou o estudante a entender características e propriedades que muitas vezes apenas a fala não consegue alcançar. O trabalho com gráficos de funções quadráticas, bem como de outros tipos de funções, pode ser representado com a atividade corporal do estudante, permitindo-lhe uma diferente percepção e análise (*Idem*).

6. O Caminho pela Frente

Durante esses quase dois anos acompanhando e vivenciando o ensino de Matemática para um estudante cego no curso superior de Administração, foi possível observar um pouco de como se dá o processo de ensino aprendizagem por um educando cego e as dificuldades encontradas nessa trajetória.

Talvez, a primeira dessas dificuldades seja a carência de docentes capacitados na área de educação inclusiva, ou pelo menos dispostos a se preparar para esse desafio. Isso devido à falta de investimento na formação de professores e também na formação continuada destes docentes.

Foram encontradas também dificuldades relacionadas aos materiais para se trabalhar com educandos cegos, sendo necessária a confecção de muitos deles. Entretanto, como apresentado neste recorte, alguns materiais podem ser facilmente criados e produzidos pelos professores. Neste

trabalho, viu-se como é nítida a importância do material adaptado às necessidades do estudante para o seu desenvolvimento, especialmente quando se utiliza o tato como canal de aprendizado. Destacou-se, portanto, a relevância da compreensão da necessidade de ferramentas tácteis para a aprendizagem dos estudantes não videntes.

Vale destacar ainda que essas ferramentas têm suas limitações e restrições, mas ao mesmo tempo percebe-se que, por meio de pequenas ações de estudo e diálogo, é possível iniciar a constituição de um ambiente pedagógico propício para a estruturação de novas práticas educativas e para a construção de ferramentas tácteis que possibilitem aos educandos cegos aprender os conhecimentos matemáticos.

Neste artigo, o intuito não foi o de avaliar as ferramentas criadas e adaptadas para o ensino dos conteúdos de Fundamentos de Cálculo, mas de destacar tais usos e possibilidades a fim de incentivar um ensino de Cálculo mais inclusivo e táctil.

Pretende-se que, em outros trabalhos e investigações, pesquisadores possam se debruçar sobre as dificuldades, os avanços, as limitações e as interações oriundas ou provenientes do uso dessas ferramentas educacionais tácteis.

Espera-se que outros trabalhos abordem as muitas dificuldades de compreensão de conteúdos matemáticos da Educação Básica necessários para dar início ao ensino da disciplina Cálculo Diferencial e Integral I para aprendizes cegos e que os educadores matemáticos utilizem as ferramentas tácteis, aqui exploradas, fazendo outras adaptações e construções sempre que possível.

Assim, almeja-se que a educação matemática inclusiva seja difundida em todos os níveis de ensino, permitindo a ampliação dos conhecimentos matemáticos dos estudantes e a ampliação de seus caminhos ao longo de um horizonte da inclusão social e educacional.

Referências

ARZABE, P. H. M.; GRACIANO, P. G. A declaração universal dos direitos humanos – 50 anos. In: Procuradoria Geral do Estado de São Paulo. **Direitos Humanos: construção da liberdade e da igualdade**. v. 1. 1. ed. São Paulo: Centro de Estudos da Procuradoria Geral do Estado, 1998.

BORBA, M. C.; ARAUJO, J. L. Construindo pesquisas coletivamente em Educação Matemática. In: BORBA, M. C.; ARAUJO, J. L. (Orgs.). **Pesquisa Qualitativa em Educação Matemática**. Belo Horizonte: Autêntica, 2006.

BRASIL. Casa Civil. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, 1988. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituicao.htm>. Acesso em: 18 jul. 2017.

_____. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Especial. **Política Nacional de Educação Especial com Perspectivas na Educação Inclusiva**. Brasília, 2008. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/politica.pdf>>. Acesso em: 18 jul. 2017.

_____. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. Secretaria de Educação Especial. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Adaptações Curriculares**. Brasília, 1998.

- CAETANO, J. L. P.; MIRANDA, P. R.; MELLO, F. A. Estudo dos gráficos das funções quadráticas com o corpo e o espaço: uma ferramenta de ensino para educandos cegos. In: SIMPÓSIO DE ENSINO, PESQUISA, E EXTENSÃO DO IF SUDESTE MG, 9., Rio Pomba, 2016. **Anais...** Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais, Campus Rio Pomba, 2016. p. 163.
- CERQUEIRA, J. B.; FERREIRA, E. de M. B. Recursos didáticos na educação especial. **Benjamin Constant**. 5. ed. Rio de Janeiro: IBCENTRO, p. 24-29, 2000.
- CORREA, J., MACLEAN, M. Era uma vez... um vilão chamado matemática: um estudo intercultural da dificuldade atribuída à matemática. **Psicologia: Reflexão e Crítica**, Porto Alegre, v. 12, n. 1, p. 173-194, 1999.
- D'AMBRÓSIO, U. **Etnomatemática**: elo entre as tradições e a modernidade. 2. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2007.
- FERNANDES, S. H. A. A.; HEALY, L. Desafios associados à inclusão de alunos cegos e com baixa visão nas avaliações escolares. **Escritos Pedagógicos**, Santa Cruz: UESC, v. 4, p. 119-139, 2009.
- _____. Ensaio sobre a inclusão na educação matemática. **Revista Iberoamericana de Educação Matemática**, n. 10, p. 59-76, jun. 2007.
- FERRONATO, R. **A construção de instrumento no ensino da matemática**. 2002. 126 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, 2002.
- FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. 57. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1974.
- _____. **Educação como prática da liberdade**. São Paulo: Paz e Terra, 1967.
- FIORENTINI, D.; LORENZATO, S. **Investigação em educação matemática**: percursos teóricos e metodológicos. 3. ed. rev. Campinas: Autores Associados, 2012.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 1988.
- IF SUDESTE MG. INSTITUTO FEDERAL SUDESTE DE MINAS GERAIS. CAMPUS RIO POMBA. **Regimento Interno**. IF SUDESTE MG, mar. 2011.
- MELLO, F. A.; MIRANDA, P. R. O projeto “Matemática para além da visão” e a confecção de uma ferramenta tátil para educandos cegos. In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA (ENEM), 12., 2016, São Paulo. **Anais...** São Paulo: SBM, 2016, p. 1-12.
- MOLLOSSI, L. F. S. B.; MENESTRINA, T. C.; MANDLER, M. L. Dificuldades em aprender matemática: Análise de entrevistas com discentes com deficiência visual. **Simpósio Educação Matemática em Debate**, Joinville, v. 1, p. 280-293, 2014.
- SEGADAS, C. C. V.; ROCHA, D. F.; OLIVEIRA, H. B. L.; BARBOSA, P. M. **Atividades matemáticas para deficientes visuais**. Rio de Janeiro: IM/UFRJ, 2015.
- SILVA, F. G. Subjetividade, individualidade, personalidade e identidade: concepções a partir da psicologia histórico-cultural. **Psicologia da Educação**, São Paulo, n. 28, p. 169-195, 2009.
- TURA, M. L. R. A observação do cotidiano escolar. In: ZAGO, N.; CARVALHO, M. P.; VILELA, R. A. T. (Orgs). **Itinerários de Pesquisa**: perspectivas qualitativas em sociologia da educação. 2. ed. Rio de Janeiro: Lamparina, 2011. p. 183-206.