



Olhar sem os olhos e as Matrizes: conexões entre a educação matemática e a neurociência

Looking without the eyes and the Matrices: connections between mathematical education and neuroscience

Salette Maria Chalub Bandeira¹

RESUMO

Este texto é um recorte de caminhos trilhados na formação inicial com o foco na neurociência aplicada à Educação Matemática, com ênfase nos Blocos de Luria aplicado a situações multivariadas de ensino e aprendizagem potencializando uma formação reflexiva para incluir cinco estudantes cegos em escolas do Ensino Médio no município de Rio Branco – AC. A pesquisa de doutorado, contou com o financiamento da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Acre (FAPAC/CAPES) e foi desenvolvida no âmbito da *Prática de Ensino de Matemática III (PEM III)* e *PEM IV* com estudantes do Curso de Licenciatura em Matemática da Universidade Federal do Acre. Trata-se de uma pesquisa-ação com ciclos de planejamento, ação e avaliação/reflexão. Como resultado salientamos a participação efetiva dos estudantes cegos nas aulas, um diálogo entre professores em formação contínua e inicial, construindo uma identidade docente com os desafios da inclusão, e Universidade e Escola.

Palavras-chave: Formação inicial reflexiva. Neurociência - Blocos de Luria. Cegos. Inclusão. Matrizes.

ABSTRACT

This text is a cut of paths traced in the initial formation with the focus on neuroscience applied to Mathematics Education, with emphasis on the Luria Blocks applied to multivariate teaching and learning situations, potentiating a reflexive formation to include five blind students in High School municipality of Rio Branco - AC. PhD research was funded by the State of Acre Research Foundation (FAPAC/CAPES) and was developed within the framework of the Mathematics Teaching Practice III (PEM III) and PEM IV with undergraduate students in Mathematics from the Federal University of Acre. It is an action research with cycles of planning,

¹ Doutora em Educação em Ciências e Matemática pela Universidade Federal de Mato Grosso/ UFMT. Professora da Universidade Federal do Acre/ UFAC, Rio Branco, Acre, Brasil. E-mail: saletechalub@gmail.com.

action and evaluation/reflection. As a result, we emphasize the effective participation of blind students in class, a dialogue between teachers in continuous and initial formation, building a teaching identity with the challenges of inclusion, and University and School.

Keywords: Reflective initial formation. Neuroscience - Blocks of Luria. Blind. Inclusion. Matrices.

Introdução

No Estado do Acre, nos últimos dez anos temos acompanhado o aumento de estudantes com necessidades educacionais especiais em escolas nas classes comuns. Dados apresentados pela Divisão de Estudos e Pesquisas Educacionais (DEPE), ligado ao Instituto Nacional de Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP) apontam que no ano de 2011, foram matriculados 4.852 estudantes cegos nas escolas estaduais do Acre, conforme o censo realizado pela Secretaria de Educação Especial do Estado (SEESP/AC). Em 2013, esse número foi de 6.405 estudantes matriculados do 6º ao 9º ano do Ensino Fundamental e no Ensino Médio. Com os dados apresentados pelo DEPE, no município de Rio Branco-AC, constam mais estudantes cegos na modalidade de Ensino Médio, dentre os quais cinco foram os colaboradores de nossa pesquisa, sendo quatro deles matriculados no segundo ano e um no terceiro ano.

Dados obtidos no DEPE no ano de 2018, apontam que no período de 2011 à 2016, ocorreu um acréscimo nas matrículas de alunos da Educação Especial de 64,6% na rede estadual em que foram incluídos 1.872 alunos. E, no Atendimento Educacional Especializado (AEE), 63,4% perfazendo 1.220 novas matrículas no AEE. Dessa forma demonstrando a realidade de estudantes com necessidades educacionais especiais presentes nas escolas Acreanas.

Com a finalidade de formar professores em matemática para lidar com os desafios da inclusão de estudantes cegos no espaço escolar, a pesquisa articulou-se em torno do seguinte problema: como a oferta de espaços, tempos, conceitos e práxis pedagógicas, no contexto da Formação Inicial de Docentes de matemática pode favorecer a inclusão de estudantes cegos nas Escolas de Ensino Médio de Rio Branco-Acre e possibilitar aos professores em formação inicial uma formação para a inclusão?

No intento de oferecer aos discentes do Curso de Licenciatura em Matemática “uma formação docente com atenção voltada à diversidade” (BRASIL, 2002) contemplando conhecimentos para atuar com estudantes com necessidades educacionais especiais especificamente os casos de cegueira, dezoito discentes do 3º período do Curso de

Licenciatura em Matemática, juntamente com a docente da disciplina de *PEM III* da UFAC, no ano de 2013, organizaram-se conforme o planejamento dos Professores de Matemática de quatro escolas do Ensino Médio do Município de Rio Branco, com base nas Orientações Curriculares de Matemática do Ensino Médio (OCEM) – Caderno 1 (ACRE, 2010) e no Material Didático para as Escolas da Rede de Ensino: Nivelamento Matemática Ensino Médio - Guia do Professor (ACRE, 2013, p. 1-31).

Dessa forma, com o intuito de estudar com o grupo sobre a importância da Neurociência aplicada a Educação Matemática, organizamos a turma de Professores em Formação Inicial (PFI) de *PEM III* composta em dez grupos (G – de G1 até G10) para apresentação e debate dos capítulos do livro “*Neurociência e Educação: como o cérebro aprende*” (COSENZA e GUERRA, 2011).

O G1 com três componentes, do G2 até o G8 com dois componentes e o G9 e G10 cada um com um componente. O G4, um dos discentes desistiu da disciplina. Esse estudo ocorreu de 28 de agosto até 30 de outubro de 2013.

Paralelamente, a partir de 18 de setembro, a turma de *PEM III* foi particionada em grupos (G1 até o G4) para divisão dos grupos por *Escola/Assuntos* para o planejamento das Sequências Didáticas /*Material Adaptado*. Em que o G1 com cinco componentes (*Assunto* Trigonometria / *Escola* Glória Perez e *Centro de Apoio Pedagógico para Atendimento às Pessoas com Deficiência Visual do Acre* - CAP-AC); o G2 com três componentes (*Assunto* Pirâmides, Cones e Princípio de Contagem/ *Escola* CERB); o G3 com cinco componentes (*Assunto* Matrizes/Escola EJORB); o G4 com cinco componentes (*Assunto*: Determinantes / *Escola* EJORB).

Para esse escrito nos detalharemos nas intervenções realizadas com os grupos denominados de G3 e G4 (composto por cinco PFI cada grupo e são designados por PFI_ Nome) com um estudante cego do segundo ano do Ensino Médio da Escola EJORB, localizada no município de Rio Branco, no estado do Acre. As intervenções foram realizadas tanto na sala de aula com a participação de todos os alunos da turma, como em outros momentos somente com o estudante cego.

Nesse contexto, apresentamos o ‘*Kit Pedagógico de Matrizes e Determinantes (Kit MD)*’. O “*kit de MD*” é composto por materiais de baixo custo, papelão, tampinhas de garrafa pet, sementes, argolas, tachinhas, canudos, ladrilhos, cartela de remédios e o próprio aluno como material didático.

O objetivo foi evidenciar a todos os estudantes e professores de como podemos ensinar e aprender matemática utilizando um material didático adaptado para permitir durante as aulas de matemática uma participação mais efetiva de todos os alunos e, especificamente dos estudantes com deficiência visual, no caso com cegueira adquirida aos cinco anos, por glaucoma, definido “como o aumento da pressão intraocular” (MOSQUERA, 2010, p. 56).

Essa experiência foi objeto de uma pesquisa de abordagem qualitativa, utilizando-se como referência central as recomendações da pesquisa-ação. A investigação-formação adotou a proposta de Ibiapina (2008), com ciclos de planejamento, ação e avaliação/reflexão se sucedendo em três fases: diagnóstico, intervenção e avaliação.

Para efeito do registro dos fatos e acontecimentos ocorridos na sala de aula com o grupo de PFI, na aplicação de metodologias no contexto da UFAC e da escola utilizamos uma filmadora, um tripé e a filmagem como instrumento de registro.

Com a intencionalidade de formarmos na UFAC professores para a diversidade que investigam a própria prática, e dispostos a repensar a formação inicial e contínua dos professores nos apoiamos em Pimenta (2008, p.16) que tem demonstrado que os cursos de formação, ao desenvolverem um currículo formal com conteúdos e atividade de estágios distanciados da realidade das escolas, “pouco tem contribuído para gerar uma nova identidade do profissional docente”.

Outro referencial abordado na pesquisa foi a Neurociência Cognitiva definida como, “o campo de estudos que vincula o cérebro e outros aspectos do sistema nervoso ao processamento cognitivo e, em última análise, ao comportamento”, (STERNBERG, 2012, p. 29), destacando os blocos de Luria (sentir, pensar e agir) e nos ancoramos em Oliveira (1997), Gazzaniga e Heatherton (2007), Cosenza e Guerra (2011), Coquerel (2011).

Como resultado percebemos que com o material adaptado construído (recursos tátil e de voz) e aplicado na sala de aula comum, como na Sala de Recurso Multifuncional - SRM permitiu uma participação ativa de todos os estudantes, e, principalmente dos estudantes cegos, bem como avaliá-los. E aos professores em formação inicial um início da identidade docente e uma formação com a realidade inclusiva de nossas escolas.

Blocos de Luria e a Educação Matemática: Kit de MD

Os estudos do modelo luriano apontam três blocos de funcionamento cerebral. O *primeiro bloco* de funcionamento do cérebro é responsável pela “regulação da atividade cerebral e do estado de vigília” (OLIVEIRA, 1997, p. 86), vide a Figura 1:

Figura 1 – 1º Bloco de Luria: regulação da atividade cerebral e do estado de vigília.



Fonte: Adaptado de Coquerel (2011, p. 102) e Oliveira (1997, p. 86).

Também conhecido como unidade da atenção, que envolve camadas do córtex e o sistema reticular ativador - envolvido na excitação comportamental e nos ciclos de sono e vigília, (GAZZANIGA e HEATHERTON, 2007, p. 130).

Através do fenômeno da atenção como nos remete Cosenza e Guerra (2011, p. 41) “somos capazes de focalizar em cada momento determinados aspectos do ambiente, deixando de lado o que for dispensável”. Para o estudante cego, precisamos potencializar os sentidos táteis, auditivos, olfativo, gustativo e cinestésico, já que o sentido visual não funciona. Para despertar a atenção dos estudantes o planejamento único com um material didático adaptado foi uma alternativa utilizada.

O *segundo bloco*, é relativo ao *pensar*. Encontram-se os lobos parietais, temporais e occipitais (não funcional para o estudante cego). Destacando as funções táteis-cinestésicas, auditivas e visuais (o colaborador da pesquisa sem esse sentido). Conforme Oliveira (1997, p. 87) a segunda estrutura Luriana é a “unidade para recebimento, análise e armazenamento de informações”. Também conhecida como unidade de codificação e processamento, isto é um sistema funcional para obter, processar e armazenar as informações que chegam do mundo exterior e dos aparelhos do próprio corpo. Vide a Figura 2.

Figura 2 - 2º Bloco de Luria: recebimento, análise e armazenamento de informações.

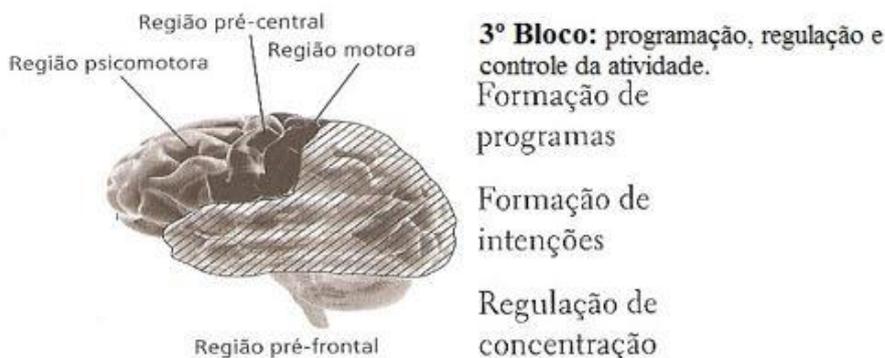


Fonte: Adaptado de Coquerel (2011, p. 102) e Oliveira (1997, p. 87).

O *terceiro e último bloco* é relativo ao *pensar mais elaborado* e ao *agir*, constituindo a parte mais nobre do sistema nervoso: o *lobo frontal*. Encontra-se a junção do pensamento com o movimento, também chamada de área psicomotora, possibilita a realização da aprendizagem de novas informações por intermédios de planos de ação, conforme a Figura 3.

Coquerel (2011, p. 116-117), comenta que quanto mais formos estimulados a resolver uma situação-problema, estamos potencializando dessa forma a aprendizagem, além de exercitarmos a inteligência, entendida aqui como a capacidade de resolver novos problemas de forma mais rápida. Esse fato ativará todas as outras áreas do sistema em conjunto, reforçando assim os caminhos dos trajetos dos neurônios que cumprem esse papel, tornando as sinapses mais eficazes e eficientes à medida que são utilizadas.

Figura 3 – 3º Bloco de Luria: unidade de programação, regulação e controle da atividade.



Fonte: Adaptado de Coquerel (2011, p. 102) e Oliveira (1997, p. 87).

Com o *Kit MD*, construído com os PFI nas aulas de PEM III, na UFAC, vamos explorar os blocos de Luria, primeiramente com a Cartela de Remédios, conforme a Figura 4:

Figura 4 – Cartela de Remédios: Conceito de Matrizes e seus tipos



Fonte: Bandeira (2015, p. 159).

No processo de efetivação desta parte da pesquisa utilizamos os conceitos dos Blocos de Luria e mediações simbólicas para a efetiva abordagem do conceito de matrizes e seus tipos. No material didático tátil (*kit MD: cartela de remédio*) para conceituar matrizes, colamos *cartelas de remédio* (para representar os tipos de matrizes e abstrair seus conceitos) numa prancheta de papelão forrada com papel cartão vermelho, ilustrado na Figura 4.

Dorneles (2007, p. 32) nos coloca que no caso dos cegos as “peculiaridades dos conceitos têm de ser desenvolvidas individualmente a partir de informações recebidas através dos olhos de pessoas normovisuais”. E, ainda, o processo de aprendizagem se dá através do tato, da audição, da olfação e da gustação, ou seja, das percepções sensoriais remanescentes. Para a aprendizagem escolar, quando o estudante é cego, emprega-se o sistema braille, e com isso o tato passa a ser a percepção sensorial mais utilizada, em conjunto com a audição, pois os estudantes ficam escutando as explicações do professor no decorrer da aula, e algumas vezes, acompanhando a explicação do professor com o livro didático adaptado em Braille.

Somando-se ao sistema Braille e a explicação verbalizada com a linguagem matemática utilizada pelo professor, na pesquisa utilizamos recursos táteis adaptados,

destacando dentre eles a “cartela de remédios para ensinar o conceito de matrizes, reconhecer seus elementos e seus tipos”.

Na parte superior da prancheta de papelão, na Figura 4, representamos primeiramente a matriz que batizamos de “*matriz cega Braille – B*” (com *três* linhas e *duas* colunas - $B_{3 \times 2}$), em seguida outros tipos de matrizes, dentre elas, a *matriz quadrada* (com *duas* linhas e *duas* colunas - $Q_{2 \times 2}$), a *matriz coluna* (com *três* linhas e *uma* coluna - $C_{3 \times 1}$), a *matriz linha* (com *uma* linha e *três* colunas - $L_{1 \times 3}$) e outra *matriz quadrada* (com *uma* linha e *uma* coluna - $Q_{1 \times 1}$). Na parte inferior da prancheta representamos outra *matriz quadrada* (com *três* linhas e *três* colunas - $Q_{3 \times 3}$), uma matriz *M transposta* à “matriz Braille” (com *duas* linhas e *três* colunas - $M_{2 \times 3}$), *matriz linha* (com *uma* linha e *duas* colunas - $L_{1 \times 2}$), *matriz coluna* (com *duas* linhas e *uma* coluna - $C_{2 \times 1}$) e repetimos a *matriz linha* (com *uma* linha e *três* colunas - $L_{1 \times 3}$), para verificar se o aluno perceberia que tinham matrizes iguais coladas em cantos diferentes da prancheta.

O significado apreendido mediante diferentes associações perceptivas permite um trabalho mental e se torna uma representação que serve como signo mediador na compreensão de mundo do “estudante cego”. O grupo cultural em que o “estudante” vive lhe fornece maneiras de perceber e organizar a realidade. Esses elementos são os mediadores entre o “estudante” e o mundo. Quando o “estudante” não vê e precisa conhecer o objeto “cartelas de remédio”, por exemplo, ele fará a representação mental do objeto utilizando os outros sentidos, tais como o tato e a audição. Com o tato ele percebe as linhas, forma, textura etc. Com a audição precisará que outra pessoa descreva as características do objeto, qual sua utilidade em nossa cultura. Assim, o conceito “cartelas de remédio” teve seu significado esvaziado. Em seu lugar, foi atribuído o significado de matrizes, uma nova representação mental que faz a mediação entre o “estudante” e a matemática, referente ao assunto a ser abordado.

Ao relacionar os tipos de matrizes e seu conceito com o recurso didático tátil da Figura 4 com os blocos de Luria conceituados nas figuras 1, 2 e 3, o estudante cego com o seu foco de atenção direcionado (em vigília) reconheceu os objetos que estavam na prancheta. Primeiramente foi tocando com as mãos as cartelas de remédio coladas sobre a prancheta. Nesse primeiro momento de funcionamento do cérebro, 1º bloco de Luria (*sentir*) foi acionado: o estudante cego focou sua atenção tocando a prancheta (cartelas de remédio) com as mãos, reconhecendo as formas, apresentando coordenação corporal e equilíbrio com o uso

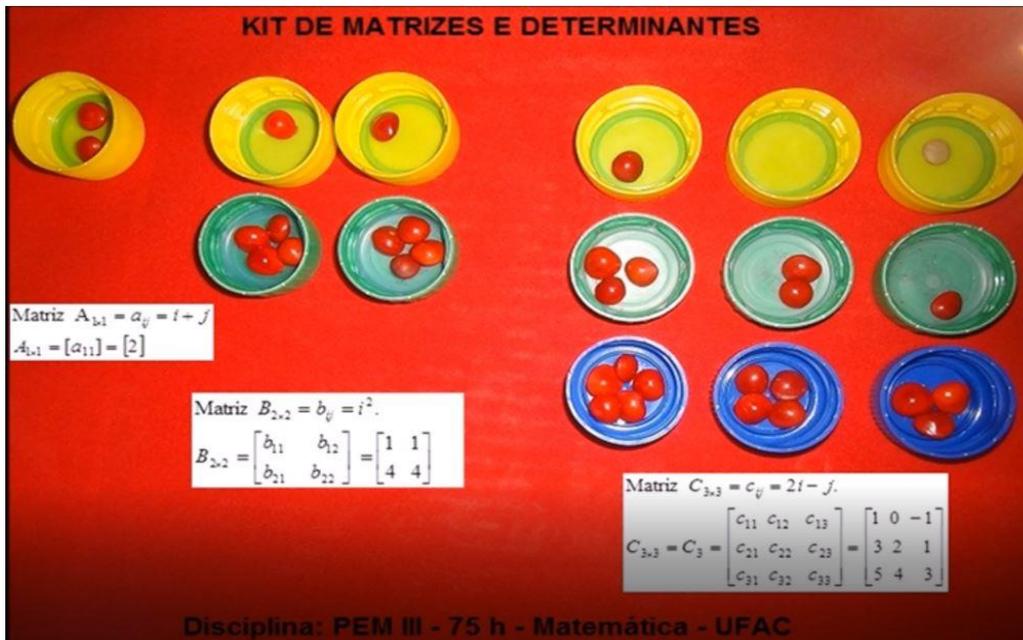
das mãos para movimentar o braço (integrando as informações motoras e sensoriais e alguns aspectos da memória relacionados aos movimentos).

Com o uso do tato (lobo parietal) e da audição (lobo temporal), da explicação do professor, o estudante movimentou suas mãos nas cartelas de remédio. E, reconhecendo a similaridade da “*cela Braille*” na primeira cartela tocada verbalizou “parece à cela Braille”. Nesse momento, o estudante utilizou as funções táteis-cinestésicas (cinestesia = movimento; estesia = sensação, que informa a posição do corpo no espaço e os movimentos que estão sendo executados), e auditivas para ativar o 2º bloco de Luria e relacionar as percepções novas com um conceito já conhecido. Assim, o estudante recebeu, analisou e armazenou as informações que chegaram do mundo exterior e dos aparelhos do próprio corpo.

Quando ele conseguiu pensar de forma mais elaborada e agir, reconhecendo os tipos de matrizes quadradas, linha, coluna, transposta, dizendo sua compreensão e resolvendo situações-problema utilizando o lobo frontal, empregou o terceiro bloco de Luria.

Com o estudante cego Ezequiel do EJORB, desenvolvemos as atividades com matrizes, primeiramente com o kit de cartela de remédios, identificando seus tipos (Figura 4). Fazendo uso de outro recurso didático, fazendo parte do *Kit de MD*, construído com tampinhas de garrafa pet, miçangas (representando os números positivos) e argolas (para os números negativos) fixadas numa prancheta formamos tipos de matrizes (conforme a sua ordem - $A_{m \times n}$) e representamos os valores dentro das tampinhas, de acordo com a sua lei de formação para em seguida explicar as operações com matrizes e o assunto de determinantes (Figura 5). O kit foi aprimorado com as intervenções utilizando para preencher no interior das tampas pet os valores numéricos encontrados. Para isso, utilizamos semente de mulungu, se o valor encontrado for positivo e grãos de lentilha, se for negativo. Escolha feita devido ao tamanho (mulungu – semente maior e lentilha – grão menor) para ficar fácil do estudante cego memorizar. Veja na Figura 5, alguns exemplos trabalhados nas intervenções.

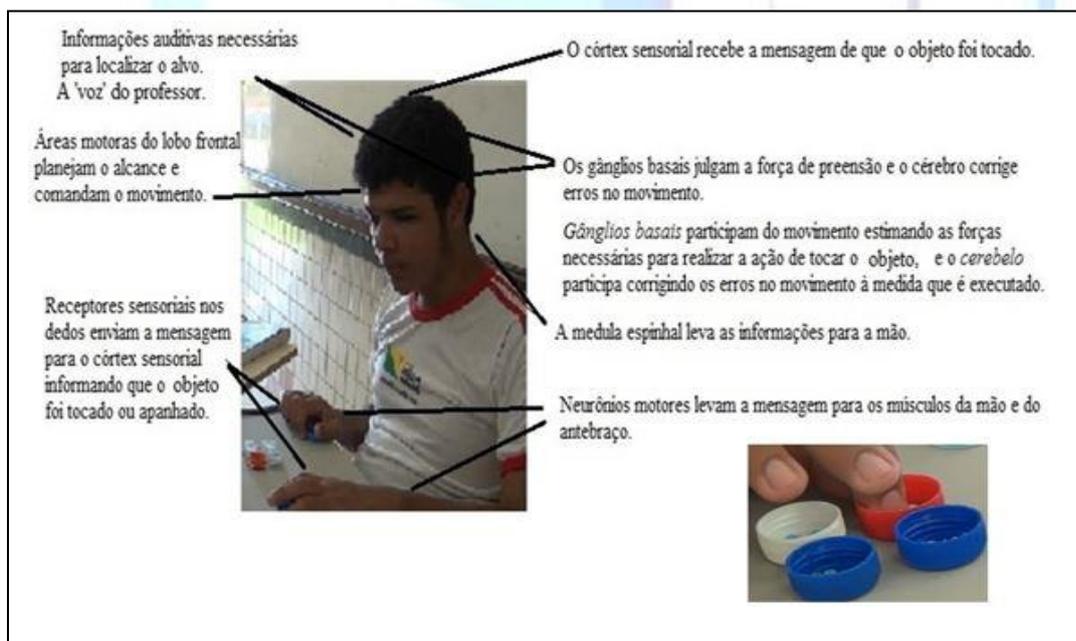
Figura 5 – Kit de Matrizes e Determinantes.



Fonte: Bandeira (2015, p. 289).

As intervenções descritas nas figuras 5 e 6, tiveram por base o exercício dos conceitos de *sensação* e *percepção* em relação ao *tato* e, da ação dos três blocos de Lúria.

Figura 6 - Blocos de Lúria: kit de *Matrizes e Determinantes*.



Fonte: Bandeira (2015, p. 160).

Outra atividade vivenciada com os PFI, na Escola EJORB, com o estudante da Figura 6, constatamos nas observações que o estudante cego tinha habilidade de tocar violão, além do domínio de fazer as operações aritméticas com o sorobã e ler e escrever em Braille (embora não praticasse muito tais habilidades porque não gostava). E, nos perguntamos, “*Por que esse estudante com a habilidade de tocar violão e escrever e ler no Braille, não compreendeu o conceito de matrizes?*”. E na investigação com a gestão (devido as aulas do doutorado ser em outro estado, nossa grupo - de PFI e professora pesquisadora - ficou sem ir na escola umas três semanas preparando os materiais didáticos e planejando as intervenções). O estudante cego procurou a gestão para solicitar a nossa volta à escola, pois estava sem a nota de matemática no bimestre.

Retomando a habilidade do estudante com o violão e inserindo no contexto do assunto de matrizes, lembrando que o violão de cordas comum tem seis cordas ocorreu-nos a ideia de relacionar o conceito de matrizes com o instrumento ‘violão’ – material didático. Com as linhas de uma matriz relacionamos as seis cordas do violão (na horizontal – no braço do violão) e os trastes (barra vertical) com as colunas e as casas relacionamos aos elementos. Dessa forma, ilustramos para o estudante, vários tipos de matrizes (6×18 – seis cordas e dezoito trastes: com 108 elementos; 6×1 – seis cordas e um traste: seis elementos).

Similarmente, relacionamos com a cela Braille, que são organizadas com a numeração na posição de *leitura* (1 e 4 – 1ª linha, 2 e 5 – 2ª linha e 3 e 6 – 3ª linha) e (1, 2 e 3 – 1ª coluna e 4, 5 e 6 – 2ª coluna), formando uma matriz com três linhas e duas colunas (ordem 3×2 , com seis elementos).

Na continuidade, para o estudante compreender esse conceito, partimos de uma prancheta com várias cartelas de remédios coladas, com vários tipos de matrizes, iniciando por uma particularmente conhecida pelo estudante, similar a cela Braille – $B_{3 \times 2}$ (Figura 4). Para o estudante perceber que as matrizes poderiam ser relacionadas com vários objetos presentes em nossa cultura, utilizamos pastilhas, suportes de cola bastão, sorobã, tampas de garrafa pet, violão, cartelas de remédio e os próprios alunos organizados em linhas e colunas, representando tipos de matrizes e conforme a sua posição perguntávamos o seu nome e a sua idade (para representar como elementos da matriz humana formada – momentos realizados com toda a turma, que será relatado posteriormente).

Vide momentos da intervenção na Figura 7, sobre matrizes, seus tipos e elementos.

Figura 7 - Intervenção com estudante cego e PFI da UFAC na escola EJORB.



Fonte: Bandeira (2015, p. 182).

No dia 02 de outubro de 2013, realizamos uma intervenção na Escola José Ribamar Batista (EJORB), na turma do 2º ano F, com aproximadamente 40 alunos dentre eles o aluno cego Ezequiel, no horário das 14h10min às 16h. Participaram da intervenção conosco, o professor de matemática da turma Aclemildo Cruz e os PFI Talisso, Kennedy, Thompson, Francisco Raildo, Cássia, Marcelo, Kleberon, Alexandre, Rebeca e José. O assunto a ser trabalhado foi matrizes e determinantes e o material didático construído foi chamado de Kit de matrizes e determinantes, ou kit de MD.

O professor Aclemildo Cruz iniciou comunicando a turma que a aula seria ministrada por um grupo de professores que faziam matemática na UFAC. Entramos na sala com um grupo de dez PFI, com o objetivo de ensinar matrizes, suas operações e determinantes.

Organizamos a sala em forma circular para que ficasse um espaço vazio para podermos caminhar à frente do quadro e no centro da sala, pois realizamos a seguinte dinâmica que chamamos de “matrizes humanas”. Primeiramente o PFI Talisso se apresentou sozinho e falou “*boa tarde meu nome é Talisso, estou na 1ª linha e 1ª coluna, represento uma*

matriz, vocês podem me dizer qual a ordem dessa matriz?”. Os alunos inicialmente ficaram tímidos, então fomos até a carteira do estudante Ezequiel e perguntamos se ele sabia responder o que Talisso havia perguntado. Ezequiel falou “*o Talisso é o a_{11} , tem uma linha e uma coluna*” e o PFI acrescentou “*sou uma matriz quadrada*”.

Em seguida se apresentou o 2º grupo formado por quatro PFI formando um quadrado. A PFI Cássia iniciou falando “*eu estou na 1ª linha e 1ª coluna*”; depois Kennedy “*eu estou na 1ª linha e na 2ª coluna*”; em seguida Thompson “*estou na 2ª linha e na 1ª coluna*” e por fim Raildo “*estou na 2ª linha e na 2ª coluna*”. Cássia perguntou “*que ordem representamos?*”.

Como os estudantes ficaram calados, nesse momento resolvemos intervir e perguntamos a todos os estudantes “*tem quantas linhas representadas pelos PFI?*”. Os estudantes responderam “*duas*” e novamente perguntamos “*e quantas colunas?*”. Eles falaram “*duas*”. Continuamos indagando “*a representação que estão vendo é de que ordem?*”. Os estudantes começaram a participar “*dois por dois*”. Novamente indagamos “*e quantos elementos existem?*”. Nesse momento, todos (inclusive o estudante cego) deram a resposta correta “*quatro*”. E a PFI Cássia falou “*nós formamos uma matriz quadrada*”.

Os próximos dois grupos formaram uma matriz linha e uma matriz coluna, repetindo à dinâmica, porém já esclarecendo na explicação detalhes da escrita algébrica. O PFI Marcelo falou “*meu nome é Marcelo e represento o elemento a_{11} e estou na 1ª linha e na 1ª coluna*”; em seguida o PFI Kleber disse “*eu sou o a_{12} , estou na 1ª linha e na 2ª coluna*” e a docente Salete “*sou o a_{13} e estou 1ª linha e na 3ª coluna e perguntou qual a ordem dessa matriz?*”. Ezequiel (estudante cego) respondeu “*um por três*”. O grupo seguinte continuou a dinâmica formando matrizes humanas e o PFI Alexandre falou “*olá gente, sou Alexandre e estou na 1ª linha e na 1ª coluna, sou o a_{11}* ”; Rebeca continuou “*sou o a_{21}* ” e fechou João “*sou o a_{31}* ”. Nós perguntamos a todos novamente “*qual a ordem dessa matriz?*”. Os estudantes responderam “*três por um*”. Aproveitamos para esclarecer aos estudantes “*para quem respondeu a ordem ao contrário, eles formam uma coluna?*”.

O grupo de PFI formando a matriz coluna (3×1) permaneceu onde estava e entrou o grupo anterior da matriz linha (1×3) se posicionando ao lado. Perguntamos a todos os estudantes “*nós formamos um tipo de matriz e eles outro tipo*”. E o PFI Marcelo perguntou “*qual a relação que vocês podem perceber entre essas duas matrizes?*”. Falamos na sequência lembrando que para Ezequiel poder participar nós somos de ordem (1×3) e o PFI

Alexandre do outro grupo falou “*nós somos de ordem (3×1)* ”. Tornamos a perguntar “*o que é linha passou a ser coluna? E o que é coluna passou a ser linha? Que propriedade é essa?*”.

O PFI Talisso nesse momento chamou a atenção da turma e explicou: “*a matriz linha formada por Salete, Marcelo e Kleber, vamos transformar em matriz coluna. E a matriz coluna com Alexandre, Vanessa e José em matriz linha*”. A PFI Cássia, que estava próxima a Ezequiel, chamou a atenção da turma para o fato de Ezequiel ter acabado de falar a resposta “*matriz transposta*”. O PFI Talisso esclareceu “*nós éramos 1×3 e passamos a ser 3×1 e eles eram 3×1 e agora são 1×3* ”. Completando, Talisso explicou “*esse grupo forma uma matriz coluna por quê? Só tem uma coluna e esse outro uma matriz linha, só tem uma linha*”.

A seguir explicamos para a turma que Talisso havia iniciado a dinâmica sozinho, tendo representado uma matriz 1×1 . Na continuidade da dinâmica, formamos uma matriz 2×2 , com Cássia, Kennedy, Thompson e Raildo. Tendo feito essa explicação voltamos a perguntar aos estudantes “*qual seria a próxima matriz com o mesmo padrão? quantas pessoas seriam necessárias para formar essa matriz padrão?*”. Os estudantes responderam “*nove*”, ao que nós esclarecemos “*assim nove alunos formarão uma matriz quadrada de ordem 3×3* ”. Convidamos os estudantes da turma do 2º ano de Ensino Médio para participar da dinâmica, representando uma matriz 3×3 . Na continuidade, perguntamos a posição de cada aluno conforme a sua posição na representação. Sem dificuldades eles responderam a atividade finalizando a dinâmica de matrizes humanas, conforme a Figura 8.

Figura 8 - Dinâmica formando tipos de Matrizes com os PFI – ‘Matrizes humanas’.



Fonte: Bandeira (2015, p. 341).

Dando continuidade às atividades de intervenção solicitamos aos PFI a entrega do roteiro de aula e do Kit de Matrizes e Determinante (kit de MD). Esclareceu aos estudantes e ao professor da turma que o material didático foi elaborado com a colaboração dos PFI no interior da disciplina de *Prática de Ensino de Matemática III (PEM III)*. Esclarecemos também que as atividades didáticas ora em andamento fazem parte do projeto de doutorado em Educação em Ciências e Matemática, que tem como objetivo formar professores para ensinar matemática com o material didático tátil para todos os alunos, incluindo os deficientes visuais.

Esclarecemos à turma que o estudante cego Ezequiel precisa ver e o ver desse aluno é através dos outros sentidos (tato, auditivo, olfativo, gustativo e cinestésico). Explicamos que tradicionalmente utilizamos a visão como forma de entrada para o conhecimento e que não fomos formados para ensinar para quem não enxerga. Com esse projeto pretendemos mostrar “*como ensinar matemática com recursos didáticos táteis e de voz para quem não tem a visão (mostrando outras formas de aprender matemática através do tato, da audição, do olfato, dos outros sentidos e do próprio corpo situado no espaço)*”.

Conforme já explicitamos anteriormente, iniciamos a aula com a dinâmica de matrizes humanas com os PFI, fechando com os estudantes da turma. Ezequiel, a princípio, não estava tendo a noção do que estava acontecendo na sala uma vez que lhe faltava o sentido da visão. À medida que íamos falando e construindo os exemplos com os PFI e estudantes da turma, organizávamos as matrizes humanas e com o sentido da audição Ezequiel acompanhava o que estava acontecendo ao seu redor. Com o auxílio dos PFI o estudante cego começou a participar da aula e como seus colegas a dar a resposta das atividades mostrando a todos que começava a compreender o conteúdo abordado.

Dando prosseguimento às atividades de intervenção o PFI Marcelo continuou com o roteiro da aula planejado. Nessa sequência, os estudantes formavam duplas, enquanto Ezequiel formava um trio com os PFI Thompson e Francisco Raildo. O PFI Marcelo pediu para organizarem as tampinhas sobre o tabuleiro de papelão. Os PFI entregaram sementes vermelhas de *mulungu* que representam os *números positivos* (uma semente maior) e as *lentilhas* que representam os *números negativos* (uma semente menor).

Foi solicitado aos estudantes que representassem com as tampas as matrizes quadradas de ordem 1, 2, e 3. Conforme a Figura 9:

Figura 9 - PFI Marcelo à frente e junto com Ezequiel os PFI Thompson e Francisco Raildo.



Fonte: Bandeira (2015, p.343).

Na Figura 9, o PFI Thompson está à direita de Ezequiel e Francisco Raildo à sua frente, na imagem superior à esquerda. Thompson pediu para o estudante Ezequiel representar as matrizes quadradas. O estudante cego fez a de ordem um e sentiu dificuldades de se organizar no tabuleiro. Diante de sua dificuldade, pegamos na mão de Ezequiel e pedimos para ele se orientar pela parte superior esquerda do tabuleiro e tentar novamente representar as matrizes, pois o tabuleiro era em formato retangular. Solicitamos aos PFI juntar as tampas, afim de Ezequiel poder sentir todas as tampas com a palma da mão (no tabuleiro) e

compreender os tipos de matrizes construídas na atividade, pois precisaria localizar as posições para representar os números em seguida.

Dessa forma, Ezequiel representou a matriz de ordem 1 (com uma tampa pet). Depois ao lado direito da matriz de ordem 1, a de ordem 2 (com quadro tampas – formando duas linhas e duas colunas) e por fim, a de ordem 3 (com 9 tampas – formando três linhas e três colunas). Desse modo Ezequiel ia participando da aula com desenvoltura e sem dificuldades. Durante a intervenção, os PFI chamaram a atenção do Ezequiel, pois as tampas pets estavam sendo fixadas no tabuleiro com taxas, fizeram primeiramente o estudante sentir com os dedos para não se machucar.

A seguir, o PFI Marcelo pediu a toda a classe para “representar o elemento da matriz de ordem 1, que é a linha menos a coluna”. Ezequiel prontamente respondeu ao pedido: “zero”. E o PFI Thompson perguntou a Ezequiel: “significa que na tampa vai ter alguém?”. Ezequiel respondeu: “não, ninguém. Tampa vazia”. O PFI Marcelo perguntou a todos: “quem é o determinante?”. Os estudantes responderam: “zero”. Marcelo explicou como “ $a_{11} = 0$, então determinante de zero é zero. $A = (0) \Rightarrow \det A = |a_{11}| = 0$ ”.

O PFI Marcelo continuou: “vamos trabalhar com a matriz quadrada de ordem 2, duas linhas e duas colunas. O comando é o seguinte: a linha ao quadrado. Colocar na tampinha o valor da linha ao quadrado”. Nesse momento, o PFI Francisco Raildo perguntou a Ezequiel, “no a_{11} a linha é?”. Ezequiel respondeu: “um”. E o PFI repetiu o comando dado por Marcelo “a linha ao quadrado. Um ao quadrado?”. Ezequiel respondeu: “um”.

Dando prosseguimento, o PFI Francisco Raildo colocou a semente de mulungu na mão de Ezequiel e pediu para ele sentir a semente e colocar na posição. Fazendo dessa forma para as outras posições a_{12} , a_{21} e a_{22} . Na Figura 9, está ilustrado o resultado apresentado por Ezequiel da matriz quadrada de ordem 2. Nas posições a_{11} e a_{12} da 1ª linha da matriz uma semente de mulungu representando o valor um (pois a operação realizada foi $1^2 = 1 \times 1 = 1$) e nas posições a_{21} e a_{22} da 2ª linha, quatro sementes de mulungu representando o valor quatro ($2^2 = 2 \times 2 = 4$).

Na resolução do problema proposto Ezequiel respondeu em voz alta: “na linha um, um ao quadrado, um vezes um é igual a um e na linha dois, dois ao quadrado é dois vezes dois, quatro”. As representações de Ezequiel e de seus colegas estão ilustradas na Figura 9, e a escrita algébrica é:

$$A = (a_{ij})_{2 \times 2} = i^2. \text{ Então } A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 4 & 4 \end{pmatrix}.$$

Vale esclarecer que todos na turma fizeram as atividades ao mesmo tempo, tendo se envolvido na aula juntamente com o seu professor de matemática, conforme Figura 9.

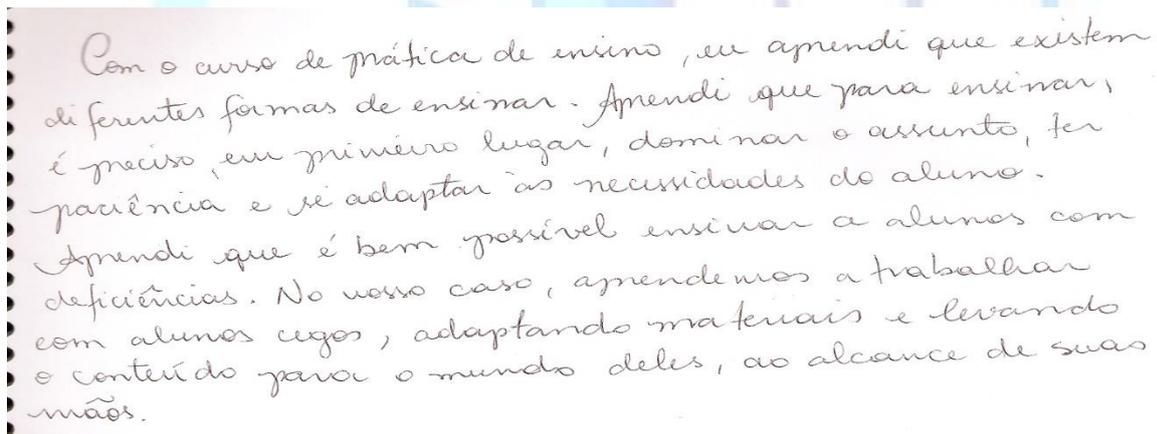
Resultados e depoimentos

Esclarecemos que a pesquisa passou pelo comitê de ética, em que podemos utilizar as imagens apresentadas no texto.

O memorial dos PFI (MPFI) e Memorial da Formadora deveria conter o percurso investigativo com o processo de reflexão, enfatizando que *a ação docente*, com o modo de agir do Professor em Formação Inicial em momentos de intervenção na sala de aula e SRM na escola dividido em *três fases* (triplo movimento de Schön): *reflexão na ação* (na vivência da ação docente); *reflexão sobre a ação* (escrevendo sobre a vivência...- gravações/memorial); *reflexão sobre a ação e sobre a reflexão na ação* (revedo as gravações/memorial, buscando diálogos com a turma, professores e referencial teórico, novas reflexões, melhorando as práticas...).

Na Figura 10, os depoimentos de dois PFI com as intervenções com o Kit de Matrizes e Determinantes – Kit MD, presentes nos MPFI.

Figura 10 - Reflexão dos PFI com os momentos de intervenção com a *PEM III*.



Com o curso de prática de ensino, eu aprendi que existem
 de ferentes formas de ensinar. Aprendi que para ensinar,
 é preciso, em primeiro lugar, dominar o assunto, ter
 paciência e se adaptar às necessidades do aluno.
 Aprendi que é bem possível ensinar a alunos com
 deficiências. No nosso caso, aprendemos a trabalhar
 com alunos cegos, adaptando materiais e levando
 o conteúdo para o mundo deles, ao alcance de suas
 mãos.

A disciplina Práticas de Ensino III me proporcionou uma nova visão sobre a docência, pode através dela encorajar em um contexto geral, onde não há excluídos, pois, através de mim como futuro docente e que o ensino junto com as práticas poderão estabelecer paralelos, dos quais, eu posso me sentir confortável enquanto Professor, de tal forma que meus alunos sejam os maiores beneficiados, podendo sentir assim o mesmo prazer que sinto agora. Essa disciplina é de fundamental importância na preparação da carreira de docência.

Fonte: MPFI Rebeca e Marcelo de *PEM III* – 30/10/2013.

O memorial e as gravações do percurso investigativo permitiu aos colaboradores da pesquisa, interpretar, produzir e socializar os saberes com a divulgação do conhecimento adquirido com a pesquisa, num trabalho coletivo e compartilhado.

Na sequência mostraremos na íntegra os depoimentos gravados dos PFI que participaram da intervenção de matrizes e determinantes com o Kit de MD, no EJORB, no dia 02 de outubro de 2013. Os PFI da *PEM III* refletiram sobre a ação da seguinte forma:

PFI José: “Foi bom. Gostei, acho que a turma conseguiu interagir bacana com o material na mão” (VI 02/10/2013, PFI José).

PFI Cássia:

Uma aula dinâmica é muito mais vantajoso que uma aula tradicional porque com ela a gente interage com os alunos, os alunos aprendem brincando, além disso a interação entre aluno e professor é mais junta [...] O que eu aprendi hoje que no lugar de dar uma aula complicada ou específica, uma aula de matemática dinâmica. Esse é um exemplo claro que a dinâmica pode estar em todas as disciplinas (VI 02/10/2013, PFI Cássia).

PFI Kennedy:

Expliquei para dois grupos e fiquei com eles um bom tempo. Percebi que os alunos tinham dificuldades de conceituar as coisas e colocar isso no papel. Eles estavam com medo de conceituar, não queriam porque eles estavam nossa! não vou conceituar é algo muito sério. Mas quando perceberam que é só colocar mesmo em palavras o que eles estavam pensando eles ficaram mais relaxados e conseguiram fazer. Eu também como os colegas estava meio nervoso porque eu não conseguia expressar os conceitos mais depois percebi que era mais fácil falando o que queria falar (VI 02/10/2013, PFI Kennedy).

PFI Talisso: “Aconteceu comigo, o Marcelo deu o comando $2i - j$ e a aluna não conseguia compreender aí peguei passei para o papel, escrevi e comecei a fazer junto com ela, aí ela teve mais facilidade quando eu escrevi” (VI 02/10/2013, PFI Talisso).

PFI Alexandre: “[...] na hora de identificar os elementos da matriz muitos deles tinham dificuldade então tive que apelar para o papel e fazer a lei de formação e falar o que era cada coisinha pra ele poder entender. Gostei muito da aula” (VI 02/10/2013, PFI Alexandre).

PFI José:

Essa atividade foi baseada na prática de docência com alunos que apresentam deficiência visual e que acabou englobando alunos sem qualquer tipo de deficiência.

No primeiro momento, nosso grupo desenvolveu materiais e apresentamos para o aluno Ezequiel da escola José Ribamar Batista. No começo o aluno apresentou alguns problemas com o assunto de matrizes, já que nunca tinha tido aula com esse tipo de material. Com o tempo ele foi se familiarizando com o material e com o assunto. Nessa atividade eu pude perceber o quão importante é adaptar esse tipo de material para os alunos com deficiência.

A segunda parte foi apresentar o material para uma turma completa e mostrar que o material adaptado é útil tanto para alunos com deficiência e para todos os alunos. Além de despertar um maior interesse dos alunos, esse material ajuda muito na compreensão do conteúdo. Pude perceber com esse trabalho que a turma em sua maioria teve um bom aproveitamento no conteúdo com a utilização do material adaptado. Pude perceber que é muito importante no desenvolvimento da prática para o professor, um pensamento voltado para alunos com maiores dificuldades. Desenvolver aulas dinâmicas com outros materiais facilita na hora de ser um bom professor [Grifo nosso]. (MPFI José, 02/10/2013).

Para o PFI Marcelo:

02/10/2013: Bom, os trabalhos realizados na escola EJORB que tinham como objetivo ensinar matemática, com te da qual vinha sendo apresentada, através de uma junção de pensamentos, criamos o Kit MD, ou seja, um material que abrange os diferentes aspectos encontrados em sala de aula, por este alcançamos um resultado bem proveitoso, pois conseguimos chamar a atenção dos alunos, ganhando a sua aprovação e através deste conseguimos abranger o aluno Ezequiel, do qual sentia-se excluído por apresentar uma deficiência visual e por este motivo estava sem nota. Confrontamos o medo de estar à frente de uma turma com mais de trinta alunos e apresentar o material proposto para as aulas que ali seriam executadas.

Uma experiência enriquecedora para o restante de uma caminhada que vai exigir esses aspectos que ajudam a construir a vida de um docente. [Grifo nosso]. (MPFI Marcelo, 02/10/2013).

Na sequência mostraremos na íntegra o depoimento do professor de matemática da turma, de alguns estudantes do 2º ano F (do EJORB) sobre a intervenção de matrizes e determinantes com o Kit de MD, com a intervenção do dia 02/10/2013:

Para o professor de matemática Aclemildo Cruz: “Trabalhar com esse material foi muito bom. Porque é muito excelente, porque os alunos além deles terem o conhecimento

teórico eles podem visualizar o que eles estão fazendo. Então o aprendizado dele fica muito bom em relação a esse material”.

Depoimento do estudante cego Ezequiel: *“Achei muito mais facilitador. Comparado a explicação que o professor passa, mas não pelo fato dele ser ruim ou não. O professor explica bem. A diferença é que comigo tocando no material fica melhor para eu trabalhar em vez de apenas ouvir”.*

Na sessão vivenciamos as possibilidades de incluir os estudantes cegos e demais estudantes com a proposta apresentada trazendo os blocos de Luria e as adaptações construídas para ensinar matrizes e determinantes.

Considerações Finais

Destacamos no processo a importância da participação do estudante cego nas aulas no contraturno na escola, e na sala de aula com todos os estudantes da turma, em que fizemos um planejamento único para todos, contando com a colaboração do Professor de matemática regente e da professora especialista da sala de recurso, favorecendo uma formação inicial para a diversidade, destacando a importância dos recursos didáticos táteis e de voz e a construção coletiva de saberes valorizando a reflexão na ação, a reflexão sobre a ação e a reflexão sobre a reflexão na ação na busca de alternativas para a inclusão.

Portanto, os PFI aprenderam a ensinar na diversidade e a se identificar como docentes na vivência com estudantes cegos nas intervenções realizadas nas Escolas de Ensino Médio no Estado do Acre, no município de Rio Branco..

Referências

ACRE. Governo do Estado do Acre. Secretaria de Estado de Educação e Esporte. **Material Didático para as Escolas da Rede de Ensino:** Nivelamento Matemática Ensino Médio. Guia do Professor. 2º ano. 2013. p. 1-31.

ACRE. Governo do Estado do Acre. Secretaria de Estado de Educação. **Série Cadernos de Orientação Curricular:** Orientações Curriculares para o Ensino Médio – Caderno 1 – Matemática. Rio Branco – Acre, 2010.

BANDEIRA, S. M. C. **Olhar sem os olhos:** cognição e aprendizagem em contextos de inclusão - estratégias e percalços na formação inicial de docentes de matemática. 2015. 489 p. Tese (Doutorado em Educação em Ciências e Matemática). Universidade Federal de Mato Grosso - UFMT, Mato Grosso - Cuiabá, 2015.

BRASIL. Resolução CNE/CP 1/2002. **Institui Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores da Educação Básica, em nível superior, curso de licenciatura, de graduação plena.** Brasília/DF, 2002.

COQUEREL, P. R. S. **Neuropsicologia.** Curitiba: Ibpex, 2011. (Série Psicologia em Sala de Aula).

COSENZA, R. M.; GUERRA, L. B. **Neurociência e Educação: como o cérebro aprende.** Porto Alegre: Artmed, 2011.

DORNELES, C. M. **A contribuição das novas tecnologias no processo de ensino e aprendizagem do deficiente visual.** Campo Grande, MS: Ed. UFMS, 2007.

GAZZANIGA, M. S.; HEATHERTON, T. F. **Ciência Psicológica: Mente, Cérebro e Comportamento.** Tradução Maria Adriana Veríssimo Veronese. Reimpressão. Porto Alegre: Artmed, 2007.

IBIAPINA, I. M. L. de M. **Pesquisa Colaborativa: Investigação, Formação e Produção de Conhecimentos.** Brasília: Líber Livro editora, 2008.

MOSQUERA, C. F. F. **Deficiência Visual na Escola Inclusiva.** Curitiba: Ibpex, 2010.

OLIVEIRA, M. K. de. **Vygotsky: Aprendizado e desenvolvimento - Um processo sócio-histórico.** 4 ed. São Paulo: Scipione, 1997. (Pensamento de ação no magistério).

PIMENTA, S. G. (Org). **Saberes pedagógicos e atividade docente.** São Paulo: Cortez, 2008.

STERNBERG, R. J. **Psicologia Cognitiva.** Tradução de Anna Maria Luche, Roberto Galman; revisão técnica José Mauro Nunes. São Paulo: Cengage Learning, 2012.

Submetido em Novembro de 2018

Aprovado em Dezembro de 2018