

## **Educação Matemática e inclusão: abrindo janelas teóricas para a aprendizagem de alunos cegos**

*Solange Hassan Ahmad Ali Fernandes*

solangehf@gmail.com

Colégio Nossa Senhora do Rosário

*Lulu Healy*

lulu@pq.cnpq.br

Universidade Bandeirante de São Paulo – UNIBAN

### **Resumo**

Com a presença crescente de aprendizes com necessidades especiais nas salas de aulas das escolas regulares, torna-se crucial buscarmos uma compreensão mais profunda de como a construção do conhecimento, no nosso caso o conhecimento matemático, é mediado por diferentes meios de acesso aos sistemas sensoriais do corpo humano, como as ferramentas semióticas que podem ser usadas para constituir a cultura da sala de aula. Neste artigo, descrevemos como os construtos teóricos com raízes nos estudos que Vygotsky chamou Defectologia nos orientam em nossos intentos de dar um sentido à inclusão de alunos com deficiência visual nas atividades de matemática. Apresentamos uma breve descrição do desenvolvimento da teoria sociocultural de Vygotsky e suas relações com seu trabalho com aprendizes com necessidades especiais. Descrevemos então, nosso intento em aplicar a estrutura vygotskiana em nossas análises das interações com aprendizes cegos em atividades de geometria.

**Palavras-chave:** Educação especial. Aprendizes cegos. Educação Matemática.

### **Mathematics Education and inclusion: opening theoretical windows onto the learning processes of blind students**

#### **Abstract**

With the increasing presence of students with special needs in classrooms within regular schools, it is becoming ever more critical that we seek a deeper understanding of how the construction of knowledge, in our case, mathematical knowledge, is mediated by different degrees of access to sensorial systems of the human body as well as to semiotic tools that might be used to constitute the culture of the classroom. In this paper, we describe how theoretical constructs with their roots in the study of what Vygotsky called Defectology are informing our attempts to make sense of including students with visual impairments in mathematical activity. We present a brief description of the development of Vygotsky's socio-cultural theory and its relationships with his work with students with special needs. We then describe our attempts apply a

vygotskian framework as we analyse the interactions of blind students with geometrical activities.

**Key words:** Special Education. Blind student. Mathematical Education.

### *Introdução*

Há algum tempo, uma forte tendência no campo da Educação apóia-se na idéia de que os indivíduos constroem seus próprios conhecimentos, passando assim a ter acesso ao saber. Existem propostas concretas que emergem da sociedade, dos órgãos governamentais, dos educadores, da mídia e dos pesquisadores que têm como objetivo proporcionar ao aprendiz situações que o permita analisar e interpretar questões vindas do cotidiano do cidadão. Assim, um dos principais papéis do educador é envolver seus alunos em situações que lhes permitam gerar novos conhecimentos a partir de outros, já dominados, através de interações em seus meios socioculturais. É necessário levar-se em conta que tais interações dependem de conhecimentos prévios do sujeito da educação, oriundos de sua origem cultural, social e econômica, existentes em qualquer agrupamento social como, por exemplo, nas minorias étnicas (SOUZA, 1999, p.142-145). A Educação tem como meta o ser humano (ibid.), e a revalorização desse ser humano e de seu meio sócio-histórico envolve, necessariamente, a qualidade da educação que lhe é oferecida e as possibilidades que lhe são proporcionadas para o desenvolvimento de suas capacidades cognitivas (MOYSÉS, 1997).

Busca-se uma Educação que desenvolva no sujeito um senso crítico permitindo-lhe transformar seus conhecimentos num instrumento através do qual ele possa estabelecer uma relação ética com seus pares e com o meio ambiente. Refletindo sobre essas colocações, somos levados a questionar alguns pontos que surgem subliminarmente. O que fazer quando o sujeito da educação faz parte de um grupo de minorias? Como o professor deve agir, quando sua formação não lhe proporcionou estrutura suficiente para lidar com tais minorias? O que fazer quando a lei diz “sim”, e a prática social diz “não”?

A nosso ver, a estrutura social mostra-se preconceituosa. Se não o fosse, as leis e resoluções que o Estado vem implementando, no que se refere aos portadores de necessidades especiais, não seriam necessárias. E mais, para que esses instrumentos deixem de ser meras palavras no papel e comecem a atingir a sociedade é preciso que se aprenda a valorizar as peculiaridades de cada indivíduo e a incorporar a diversidade sem nenhum tipo de distinção.

A atual Política Nacional de Educação Especial define o aluno com necessidades educacionais especiais àquele que “por apresentar necessidades próprias e diferentes

dos demais alunos no domínio das aprendizagens curriculares correspondentes à sua própria idade, requer recursos pedagógicos e metodologias educacionais específicas” (PCN: Adaptações curriculares, 1998, p.24). De acordo com os dados publicados pela Secretaria de Educação Especial em setembro de 2005, o atendimento inclusivo em Escolas Regulares no Brasil cresceu substancialmente, passando de 43.923 alunos com necessidades educacionais matriculados em 1998 para 195.370 em 2004. Tendo se tornado um fato, a educação inclusiva requer uma série de mudanças – na estrutura física das escolas, na formação de professores, nas metodologias educacionais, na gestão de recursos financeiros – que devem envolver toda comunidade de modo que as necessidades de todos os alunos possam ser atendidas. Além disto, é necessário buscar-se ferramentas teóricas que permitam analisar as relações entre as necessidades educacionais particulares dos aprendizes e a apropriação, por eles, de conhecimentos. Neste artigo descrevemos nossa busca por tais ferramentas e como as estamos aplicando no ensino de conceitos matemáticos para um grupo de alunos portadores de cegueira congênita ou adquirida. Sendo, a cegueira, um tipo de deficiência sensorial, sua característica central é a carência ou comprometimento de um dos canais sensoriais de aquisição da informação, neste caso o visual, o que traz conseqüências para o desenvolvimento e a aprendizagem, tornando-se necessário elaborar sistemas de ensino que transmitam, por vias alternativas, a informação que não pode ser obtida através dos olhos (OCHAITA; ROSA, 1995, p.183).

Sob esta perspectiva é que os PCN – Adaptações curriculares, de 1998, foram elaborados para a educação dos alunos portadores de necessidades educacionais especiais. Embora este documento destaque a importância de se alterar o nível de abstração de uma atividade oferecendo recursos de apoio, sejam auditivos, gráficos ou materiais manipulativos, no caso dos cegos, não traz orientações para o professor sobre conteúdos específicos. Cabe ao professor explicitar os passos que devem ser seguidos para orientar a solução da tarefa e selecionar recursos materiais (se necessário adaptá-los) mesmo que tais recursos não tenham sido previstos para os demais alunos. Pode-se ler nos PCN - Adaptações Curriculares que uma das estratégias adaptativas propostas é “mudar a temporalidade dos objetivos, conteúdos e critérios de avaliação, isto é, considerar que o aluno com necessidades especiais pode alcançar os objetivos comuns ao grupo, mesmo que possa requerer um período mais longo de tempo” (1998, p. 20). Entretanto nos parece indispensável compreender como esses aprendizes processam as informações para que possamos reestruturar nosso currículo, atualmente planejado a partir dos conhecimentos sobre os aprendizes sem necessidades educacionais especiais. Talvez caminhando nesta direção, os PCN (1998, p.38) destacam que cabe aos educadores “focalizar as capacidades, o potencial, a zona de desenvolvimento proximal

(ZDP nos termos de Vygotsky) e não se centrar nas deficiências e limitações do aluno". O que sugere ser pertinente explorar a visão de Vygotsky sobre educandos com necessidades educacionais especiais.

### *A visão de Vygotsky*

A teoria formulada por Vygotsky propõe que a criança com necessidades especiais seja estudada sob uma perspectiva qualitativa e não como uma variação quantitativa da criança "normal". Vygotsky declarou que a deficiência gera um processo de compensação, estimulando o desenvolvimento do indivíduo, cabendo à Defectologia<sup>1</sup> estudar os processos compensatórios, que permitem ao deficiente transpor suas deficiências (VYGOTSKY, 1997, Introdução). A singularidade da teoria proposta por Vygotsky é que o desenvolvimento do "deficiente" estaria nos efeitos positivos da deficiência, ou melhor, nos meios encontrados para a superação da deficiência. Desse modo ele não é inferior aos seus pares "normais", mas sim apresenta um desenvolvimento qualitativamente diferente. Sendo assim, para Vygotsky os sujeitos cegos têm potencial para um desenvolvimento mental normal, o que não significa que o seu desenvolvimento cognitivo deva seguir necessariamente o mesmo caminho dos videntes<sup>2</sup>.

As teorias contemporâneas sobre o desenvolvimento psicológico de aprendizes com necessidades especiais – que trazem uma visão vygotskiana – destacam que é através da ação sobre o ambiente e da comunicação social que esses educandos podem dominar as habilidades mentais que lhes permitem o conhecimento da realidade.

### Defectologia

Em 1924, Vygotsky publica seu primeiro trabalho na área de Defectologia. Nesse período trabalhava no Instituto de Psicologia Experimental de Moscou, dirigido por Kornilov, juntamente com Luria, secretário científico do instituto (VERGNAUD, 2000, p.8) onde se ocupava da educação social de crianças surdas e cegas. Entre 1925 e 1926, organiza um laboratório de psicologia que em 1929 deu origem ao Instituto de Defectologia Experimental do qual foi diretor científico até sua morte em 1934 (VYGOTSKY, 1997, p.366 Epílogo por Bein, Vlásova e Shif).

Uma característica comum dos primeiros trabalhos publicados por Vygotsky é o destaque dado à importância da educação social das crianças deficientes e ao potencial destas para um desenvolvimento normal. Ele afirmava que deficiências como cegueira, surdo-mudez ou retardamento mental congênito afetam, antes de tudo, as relações

sociais das crianças e não suas interações diretas com o ambiente físico. A partir daí, conclui que a educação social baseada na compensação social dos problemas físicos seria a única maneira de proporcionar uma vida satisfatória às crianças “defeituosas<sup>3</sup>”. Defendia uma escola que integrasse essas crianças à sociedade, para que elas tivessem a oportunidade de conviver com pessoas normais, o que passou a ser preocupação mundial somente em 1994 com a Declaração de Salamanca.

Os escritos de Vygotsky eram carregados de otimismo. Ele acreditava que a cegueira e a surdez não eram nada mais do que a falta de uma das possíveis vias para a formação de reflexos condicionados com o ambiente. A solução consistia em substituir uma via tradicional por outra, o que indicava não ser necessária nenhuma teoria especial para o tratamento de crianças surdas e cegas. Nesse período, Vygotsky (1997, p.83) apresentou a idéia de que o olho é um instrumento servindo a determinada atividade, que pode ser substituído por outro instrumento. Afirmou que para o cego, outra pessoa poderia atuar no papel de instrumento e que a base vital de qualquer pedagogia especial era transcender os limites da pedagogia individualista. Para ele, a tarefa das pessoas que trabalhavam com crianças cegas consistia em ligar os sistemas e signos simbólicos a outros órgãos receptivos como a pele e o ouvido o que, a princípio, não mudaria nada, pois o signo simbólico (letras ou escrita Braille) não altera a idéia da leitura.

Durante o período de 1924 a 1926, várias idéias que posteriormente teriam importância primária nos trabalhos de Vygotsky foram apresentadas e defendidas. A distinção que ele faz, implicitamente, entre signo e significado e a idéia do olho e da fala serem “instrumentos” para ler e pensar respectivamente indica uma primeira formulação do conceito de mediação, um dos pilares da sua teoria sociocultural. Em 1929, Vygotsky acrescenta à sua premissa de que o olho é um instrumento que pode ser substituído por outro a argumentação de que essa substituição causa uma profunda reestruturação de todas as forças do organismo e da personalidade do deficiente visual, já que para alcançar as mesmas metas dos que podem ver, ele, geralmente, precisa utilizar meios e instrumentos que diferem daqueles utilizados pelos videntes (ibid., pp.78-83).

Em 1931, Vygotsky afirma que as oportunidades que as crianças “defeituosas” encontram no seu meio social são mais importantes para a possibilidade de compensação do que seus sentimentos subjetivos de inferioridade. Adota então uma abordagem histórico-cultural, onde os problemas das crianças com deficiências têm origem na falta de adequação entre a sua condição psicofisiológica e os meios culturais disponíveis. Afirmou que a criança com deficiências não tem uma relação harmoniosa com a estrutura das formas culturais existentes, que foram desenvolvidas a partir das condições de um tipo biológico estável. A deficiência exige uma reorganização da mente da criança que compromete o processo de assimilação da cultura humana e o uso

de meios especialmente projetados para as crianças portadoras de deficiências poderia minimizar esse comprometimento. Para Vygotsky, os defeitos deveriam ser superados por meio da palavra (VALSINER; VEER, 1996, p.87-88; VYGOTSKY, 1997, p. 32).

O mais característico da personalidade do cego (...) é a possibilidade de assimilar a experiência social dos videntes com ajuda da linguagem (p.50). A utilização da palavra é a ferramenta para superar as conseqüências da cegueira (VYGOTSKY, 1997, p.109) (Tradução nossa).

Com essa citação podemos reconhecer que durante seus estudos sobre Defectologia, o papel dos elementos mediadores na relação do deficiente com seu meio social foi recebendo destaque.

### Mediação

O conceito de mediação, segundo Vygotsky, é a utilização de um elemento intermediário numa relação. Para Vygotsky, a relação do homem com o mundo não é uma relação direta, mas mediada e complexa, que se realiza através de dois tipos de mediadores: os instrumentos e os signos. Durante o desenvolvimento do indivíduo, ocorrem mudanças qualitativas fundamentais no uso dos signos. A utilização de marcas externas transforma-se em processos internos de mediação. Esse mecanismo ele nomeou *processo de internalização*, que desenvolve sistemas simbólicos que organizam os signos em estruturas complexas e articuladas.

A falta de acuidade visual é uma deficiência do tipo sensorial, assim sua característica principal é a carência ou o comprometimento de um dos canais sensoriais de aquisição da informação - o visual. Essa carência pode comprometer o processo de internalização, sendo assim fator determinante do desenvolvimento cognitivo dos deficientes visuais que, como explicitado anteriormente, segue por caminhos que não coincidem necessariamente com o dos videntes. Isso implica que as situações de aprendizagem, para esses indivíduos, devem ser mediadas de forma distinta. Geralmente a distinção dos objetos é feita através de suas propriedades visuais, inacessíveis aos cegos, o que não quer dizer que esses não sejam capazes de conhecer ou representar seu meio social, mas sim que necessitam potencializar a utilização de outros sistemas sensoriais (OCHAITA; ROSA, 1985, p.184).

As informações chegam aos deficientes visuais mediadas por dois canais principais: a linguagem – pois ouvem e falam – e a exploração tátil (GIL, 2000, p.24). Assim, para a aquisição da informação, três sistemas sensoriais mostram-se especialmente importantes para esses indivíduos: o sistema háptico (ou tato ativo), o sistema fonador

e o sistema auditivo. Em nosso trabalho centramo-nos nos sistemas háptico e fonador, pois em relação ao sistema auditivo, Ochaita e Rosa (1995) afirmam ter comprovado experimentalmente que o deficiente visual não apresenta diferenças, em relação aos videntes, no que diz respeito a sua capacidade de codificação semântica da informação recebida por esse sistema. Já o sistema háptico permite ao indivíduo cego captar e processar informações dos objetos que constituem o ambiente. Particularidades do desenvolvimento cognitivo desses indivíduos podem ser explicadas pelas características da captação e processamento da informação através do tato (OCHAITA; ROSA, 1995, p.184-185).

O tato permite analisar um objeto de forma parcelada e gradual, ao contrário da visão que é sintética e global. Assim, as informações parciais fornecidas pelo tato têm um caráter seqüencial que devem ser integradas (GIL, 2000, p.25). Ao explorar um objeto, as mãos do não vidente movem-se de forma intencional captando particularidades da forma a fim de obter uma imagem deste objeto (OCHAITA; ROSA, 1995, p.185). Podemos perceber nessa declaração a idéia de Vygotsky sobre a substituição do olho por outro instrumento, nesse caso, as mãos. Não uma substituição direta, pois o processamento da informação se dá de forma qualitativamente diferente, mas que permite analisar o objeto. Em termos de apropriação de conceitos matemáticos, esta diferença no processamento de informações pode ser especialmente significativa – potencialmente, pode ser um fator que favorece a identificação de propriedades matemáticas, algumas vezes ocultas para aprendizes videntes pela sua faculdade de ver *o todo*.

Sendo o tato um dos principais canais de exploração para os deficientes visuais, para favorecer a efetiva participação e integração dos deficientes visuais deve ser claro que são necessárias a seleção, a adaptação e a utilização de recursos materiais para desenvolver as habilidades perceptivas táteis. No entanto, é igualmente necessário entender como a introdução destas ferramentas influencia os processos cognitivos desses sujeitos. Segundo Vygotsky, citado por Cole e Wertsch (1996, p.255), a utilização de uma ferramenta introduz várias novas funções conectadas ao seu uso e controle e altera o processo mental que compõe o ato instrumental, substituindo algumas funções por outras. Por esse ponto de vista, as ferramentas materiais não servem simplesmente para facilitar os processos mentais o que poderia ocorrer de outra forma. Fundamentalmente elas formam e transformam esses processos (ibid.).

A palavra

O estudo realizado por Vygotsky sobre o desenvolvimento da linguagem revela a sua importância no desenvolvimento cognitivo. Como já citado, nos seus trabalhos sobre Defectologia ele destaca que os defeitos devem ser superados por meio da palavra. A questão abordada sob a ótica social utilizou um conceito mais amplo abrangendo, para a linguagem, além da função comunicativa a função de organização e desenvolvimento dos processos de pensamento. Em muitas ocasiões, é através da linguagem que os deficientes visuais conhecem e aprendem a manipular os objetos, sejam esses reais ou de estudo. Um dos principais fatores que envolvem uma situação de aprendizagem é a intervenção do outro, capaz de estabelecer situações interativas com a finalidade de, através dos sistemas de mediação, favorecer o planejamento e a regulação das atividades de aprendizagem.

Assim, poderíamos definir o ambiente onde acontece um processo de instrução como o espaço no qual se desenvolve o processo de ensino-aprendizagem de um determinado grupo de aprendizes, sendo esse processo, basicamente, uma relação de comunicação entre o instrutor e os aprendizes e destes últimos entre si – diálogos. Uma prática instrucional baseada nesse princípio desempenhará bem o seu papel se considerar o indivíduo ativo e interativo no seu processo de construção de conhecimento. Compreendendo a aquisição de conceitos na aprendizagem de acordo com a perspectiva de Vygotsky percebe-se a real importância do meio social e do papel da interação com os pares no desenvolvimento do pensamento e da linguagem.

#### A formação de conceitos

Vygotsky pretendia investigar o desenvolvimento dos conceitos aprendidos pelas crianças na escola (conceitos científicos) e a relação desses com o desenvolvimento dos conceitos apreendidos pelas crianças por meio de suas experiências (conceitos cotidianos). Para Vygotsky, os conceitos cotidianos, carregados de experiência pessoal, estão diretamente ligados aos objetos concretos do mundo: generalizam coisas, percorrendo um caminho ascendente que vai do concreto ao abstrato. Os conceitos científicos envolvem uma atitude mediada em relação aos objetos: são mediados por outros conceitos, são generalizações de generalizações. Percorrem um caminho descendente que vai do abstrato para o concreto, fazendo com que a criança num primeiro momento reconheça melhor o próprio conceito do que o objeto que ele representa (VYGOTSKY, 1998b, 1987). A ligação entre essas duas linhas de desenvolvimento, uma descendente e outra ascendente, reflete a verdadeira natureza desses conceitos. O desenvolvimento dos conceitos científicos pressupõe certo nível de desenvolvimento dos conceitos cotidianos e reestruturam e elevam a um nível mais alto

os conceitos cotidianos, fazendo emergir a ZDP (VYGOTSKY, 1987, p. 220). Segundo Meira (2002, p.51), o conceito de ZDP emergiu primeiramente a partir das reflexões de Vygotsky em Defectologia e enfatizou relações entre aprendizagem formal e desenvolvimento cognitivo, sendo mais tarde ampliado para as questões relativas à interação social, imitação e mediação semiótica.

O conceito de mediação semiótica, desenvolvida por Vygotsky, enfatiza os aspectos simbólicos e discursivos de atividades diversas, ainda associando-as a aspectos sócio-interacionais entre os indivíduos envolvidos numa situação problema. Vygotsky atribuía um papel central aos instrumentos de natureza semiótica, dentro destes, ocupou-se centralmente da fala. A interação entre os participantes de uma atividade instrucional faz emergir uma ZDP que, segundo ele é a distância entre o nível de desenvolvimento real da criança, característico das habilidades que ela já havia dominado (resultados do passado) e o nível de seu desenvolvimento potencial, quando a criança realiza tarefas com a cooperação de indivíduos mais capazes, o que caracteriza um desempenho futuro (resultados de amanhã) (VYGOTSKY, 1998a, p.112). Para Vygotsky, a fala permite à criança o controle verbal de sua atenção, o que lhe possibilita reorganizar seu campo perceptivo, no caso dos deficientes visuais esses campos perceptivos limitam-se ao tato, à audição e à fala.

A teoria de Vygotsky pode ser conectada diretamente à Educação Especial. Quando utilizamos o conceito de ZDP sobre o desenvolvimento real de um educando com necessidades especiais e o desenvolvimento potencial deste educando, são inúmeras as possibilidades cognitivas que este educando tem para o seu desenvolvimento pleno, tanto nos aspectos educacionais como nos aspectos sociais. A aprendizagem destes educandos vai sendo assim construída mediante um processo de relação do indivíduo com seu ambiente sociocultural e com o suporte de outros indivíduos. É na ZDP que a interferência desses outros indivíduos é mais transformadora e compreende uma região de potencialidade para o aprendizado, que pode emergir através do diálogo e/ou da utilização de ferramentas materiais.

A pesquisa de Meira (2002), cujas bases encontram-se nos estudos de Vygotsky, tem o objetivo de posicionar o conceito da ZDP como um *campo simbólico-temporal*. Para isso parte do pressuposto que a ZDP é constituída e pode ser operacionalizada a partir de diálogos, ajudando os interagentes a estabelecer relações entre passado-presente, criando assim cenários semióticos apropriados para o desenvolvimento e manutenção das ZDP.

Em termos de diálogo instrucional, Renshaw (1996, p. 64) destaca que é particularmente relevante, quando examinamos a aplicação da teoria sociocultural, perceber que os pseudoconceitos ocupam uma posição crucial na possibilidade destes

diálogos. Destacamos o construto pseudoconceito discutido por Vygotsky (1998a), que se situa entre os conceitos imaturos e uma forma mais madura de conceitos, e é essa posição intermediária que cria a possibilidade de diálogo entre aprendiz e instrutor, onde paradoxalmente um desequilíbrio na estrutura cognitiva do aprendiz pode produzir uma mudança conceitual (NEWMAN, GRIFFIN; COLE, 1989). Explorando esse paradoxo que ocorre durante a interação com o instrutor, o aprendiz começa a usar palavras de modo parecido ao usado pelo instrutor, mas, de fato, o instrutor usa uma voz privilegiada que pode ser gradativamente apropriada pelo aprendiz. Por essa perspectiva, ensinar consiste em introduzir o aprendiz numa comunidade que tem uma forma particular de agir, falar e representar objetos e experiências (RENSHAW, 1996, p. 75). Assim, o desenvolvimento conceitual não consiste somente em aprender a falar com novas vozes, mas aprender também a articular essas vozes para manter a comunicação e se tornar capaz de adotar uma voz privilegiada em significado para influenciar seus pares.

### *Construtos vygotskianos na análise da aquisição de conceitos matemáticos por aprendizes cegos*

Nossas pesquisas têm como objetivo investigar os processos pelos quais aprendizes sem acuidade visual dentro dos padrões normais apropriam-se de conceitos matemáticos, particularmente no campo da Geometria por suas fortes associações a experiências visuais. Acreditamos que as principais dificuldades não são necessariamente cognitivas, mas de ordem material e técnica, e que freqüentemente, condicionam o ritmo de trabalho de um aluno cego na hora de aprender Matemática.

Os resultados que temos obtido nos permitem afirmar que a visão subnormal e a cegueira não precisam ser impeditivas para o desenvolvimento matemático de um indivíduo. Recebendo os estímulos adequados para empregar outros sentidos, como o tato, a fala e a audição, o educando sem acuidade visual estará apto a aprender como qualquer vidente, desde que se respeite à singularidade de seu desenvolvimento cognitivo (FERNANDES, 2004). Através de trabalhos empíricos realizados com aprendizes cegos, pudemos nos certificar que o limite imposto pela falta de acuidade visual não determina um limite absoluto ao conhecimento. Nossas escolhas para esses estudos são feitas para estimular os três principais canais de aquisição de informações para os cegos: o sistema auditivo e o fonador, estimulados pelas intervenções da pesquisadora, ora fazendo perguntas para que o sujeito explicitasse suas conjecturas, ora oferecendo ao sujeito a “voz matemática” ao introduzir termos que gradativamente

devem ser apropriados e o sistema háptico que recebe estímulos através das ferramentas materiais, que visam facilitar o acesso aos conceitos em estudo.

A análise das “vozes” nos discursos instrucionais, inspiradas no trabalho de Renshaw, tem nos permitido destacar aspectos dos diálogos que indicam mudanças nos significados atribuídos a termos matemáticos, expressos nas falas e nas ações dos sujeitos, oferecendo indicadores de mudanças conceituais ocorridas durante o desenvolvimento do processo empírico. Os conceitos incitados pelo experimento permitem a formulação de pseudoconceitos que posteriormente dão lugar a conceitos mais próximos dos conceitos científicos. Nas tarefas iniciais, nossos sujeitos “ventriculam” os termos introduzidos pela pesquisadora como se esses produzissem ecos. Embora não tenham o mesmo significado do conceito matemático, esses pseudoconceitos assumem o papel de elemento mediador para os diálogos instrucionais, permitindo sua manutenção. Durante as interações entre sujeito e pesquisadora, esse “ventricular”, algumas vezes, dá espaço a outro modo de falar, onde a divergência de significados atribuídos aos termos matemáticos, pela pesquisadora e pelos sujeitos, vai ficando menos evidente. Assim, no decorrer das atividades os sujeitos refinam os significados, atribuídos por eles aos termos introduzidos pela pesquisadora, e gradualmente aproximam-se dos significados matemáticos desses termos (FERNANDES; HEALY 2004a).

A apropriação de aspectos da voz matemática por parte dos sujeitos, além de permitir que eles criem estratégias para resolver tarefas propostas, os ajuda conectar os conceitos matemáticos em estudo a sua prática cotidiana. Para os nossos sujeitos, o desenvolvimento dos conceitos científicos em estudo ocorre a partir do domínio empírico, e segue em direção ao concreto e à experiência pessoal, ou seja, as conexões que eles estabelecem entre os conceitos científicos estudados e sua prática cotidiana só acontecem quando os conceitos científicos assumem algum significado para eles ou quando são parcialmente apropriados. Vygotsky declara que o desenvolvimento dos conceitos científicos pressupõe certo nível de desenvolvimento dos conceitos cotidianos. Por outro lado, os conceitos científicos reestruturam e elevam a um nível mais alto os conceitos cotidianos, fazendo emergir a ZDP. O que nos dá a oportunidade de discutir uma diferença importante em relação à formação de conceitos por parte dos sujeitos de nossas pesquisas.

No caso de portadores de cegueira adquirida, há conceitos cotidianos, associados a sua memória visual, que podem ser articulados como conhecimentos do passado, ou seja, há conceitos cotidianos que podem auxiliar no desenvolvimento dos conceitos científicos. Para os portadores de cegueira congênita, não há conceitos cotidianos, associados a imagens, que possam ser articulados como ponto de partida para o estudo

de conceitos científicos. Assim, a partir do momento que a prática dialógica e as atividades os auxiliam na formulação de um significado para os conceitos estudados, eles podem estabelecer relações entre os conceitos científicos e sua vida cotidiana, o que evidencia a reestruturação de seus conceitos cotidianos.

Nossos resultados ressaltam a importância da prática discursiva e de diálogos caracterizados por conexões entre eventos ou ações passadas, atuais e futuras, o que nos traz o caráter temporal da ZDP. As análises das práticas dialógicas apontam evidências que atestam ser particularmente essencial manter conexões com o “passado” do aprendiz – aspectos da Matemática que ele já dominava, caso contrário, as atividades perdem facilmente o sentido para ele. Como ocorre com aprendizes videntes, nem todas as oportunidades conduzem ao desenvolvimento de novos conhecimentos, principalmente quando perdemos a conexão entre passado-presente no desenrolar dos diálogos.

Utilizamos a ZDP, dentro da perspectiva de Meira e Lerman (2001), como um espaço simbólico de interação e comunicação a fim de elevar o nível potencial dos sujeitos. O discurso argumentativo entre pesquisadora e sujeitos, gerador de discordâncias, concordâncias e reparações, permite a criação das condições necessárias para uma mudança conceitual por parte dos aprendizes, e favorece a interação e a comunicação. Em nossa opinião, as interações ocasionam, em alguns momentos, a co-construção e o partilhar de um mesmo espaço simbólico entre os atores envolvidos na situação instrucional, que pode favorecer a criação das condições necessárias para a emergência da ZDP, permitindo a evolução dos significados associados a conceitos matemáticos expressos pelos aprendizes (FERNANDES; HEALY, 2003).

Salientamos que durante as investigações empíricas, além das falas, a ação gestual dos sujeitos é especialmente importante para nossas análises, considerando-se as necessidades especiais dos sujeitos envolvidos. A partir dessas ações podemos analisar as estratégias empregadas que muitas vezes ficam implícitas nas falas. Os diálogos representam então a junção desses gestos com a fala oral, e permitem ao cego formular imagens mentais a partir de informações recebidas de seus interlocutores (FERNANDES; HEALY, 2004b).

Diante deste quadro, podemos afirmar que os aprendizes sem acuidade visual, têm tanta condição quanto os videntes para apropriar-se de conceitos ligados à Geometria, desde que o acesso a esses conceitos seja viabilizado através de sua habilidade háptica e das práticas discursivas. A utilização desses dois instrumentos mediadores permite a ampliação do nível potencial dos sujeitos que, de uma situação particular, podem criar a ação que permite a apropriação de noções ligadas a conceitos científicos, permitindo

a aproximação dos pseudoconceitos, gerados ao longo da situação instrucional, a conceitos matemáticos formalmente mais aceitos.

Em nosso trabalho, entramos no campo da investigação, mas acreditamos ser mais importante a passagem da investigação para a ação. Nossos estudos têm um caráter exploratório, portanto nossas conclusões podem ser tratadas como conjecturas e sugestões para inspirar futuros trabalhos. Para nós, este é somente o início, mas acreditamos que compartilhar os resultados e as evidências que temos obtido poderá auxiliar na busca de caminhos, não só para o trabalho com aprendizes sem acuidade visual dentro dos padrões normais, mas para que todos, independentemente de suas necessidades serem especiais ou não, tenham a oportunidade de construir conhecimentos. O modo de trabalhar Matemática com os cegos pode facilitar a reflexão e busca para outros grupos de educandos com necessidades especiais (guardadas as diferenças) e inclusive para a Didática da Matemática em geral, pois se a metodologia de investigação é análoga, as soluções podem ser indicadoras de direções a seguir em cada caso.

É por essa razão que talvez devêssemos falar de uma *Didática Matemática Inclusiva* – destinada ao estudo das particularidades do processo de aprendizagem de todos os aprendizes, a fim de preparar os educadores para a seleção e adequação de materiais pedagógicos, para conduzir diálogos instrucionais nos quais professor e alunos, ambos como aprendizes, possam compartilhar os mesmos espaços simbólicos e, sobretudo, para o respeito da temporalidade de cada aprendiz, tenha ele necessidades educacionais especiais ou não. Dentro dessa perspectiva, cada aprendiz é percebido como um aprendiz com necessidades especiais cabendo à Educação Matemática, como a todas outras áreas da Educação, estruturar-se para potencializar suas competências e habilidades, e fazer desaparecer a palavra e o conceito “deficiente”.

### *Notas*

1. Termo usado, na época de Vygotsky, para denominar a ciência que estuda os processos de desenvolvimento de crianças que apresentam deficiências físicas, mentais ou múltiplas.
2. O termo “vidente” refere-se aos indivíduos com acuidade visual dentro dos padrões normais.
3. Termo usado por Vygotsky.

### *Referências*

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. *Parâmetros curriculares nacionais: Adaptações Curriculares* / Secretaria de Educação Fundamental. Secretaria de Educação Especial. Brasília: MEC/SEF/SEESP, 1998. 62p.

- \_\_\_\_\_. Ministério da Educação e do Desporto. *Parâmetros curriculares nacionais*. Brasília: SEF, 1998.
- COLE, M.; WERTSCH, J.V. *Beyond the individual-social antinomy in discussions of Piaget and Vygotsky*. Human Development, 1996. 39, p. 250-256.
- FERNANDES, S. H. A. A. *Uma análise vygotskiana da apropriação do conceito de simetria por aprendizes sem acuidade visual*. São Paulo, 2004. 300 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática), Pontifícia Universidade Católica de São Paulo.
- FERNANDES, S. H. A. A.; HEALY, L. (S). A apropriação de noções sobre reflexão por aprendizes sem acuidade visual: uma análise vygotskyana. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, II, 2003, Santos -SP. Anais: *Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática, II*. SBEM, 2003, 15p.
- FERNANDES, S. H. A. A.; HEALY, L. (S). Diálogos sobre simetria com aprendizes sem acuidade visual – uma análise vygotskyana. In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, VIII, 2004, Recife - PE. Anais: *Encontro Nacional de Educação Matemática, VIII*. UFPE, 2004a, 17p.
- FERNANDES, S. H. A. A, HEALY, L. (S). Sistemas mediadores na construção de significados para simetria por aprendizes sem acuidade visual. In: ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM EDUCAÇÃO, 27<sup>a</sup>, 2004, Caxambu – MG. Anais: *Associação Nacional de Pós-graduação e Pesquisa em Educação, 27<sup>a</sup>*. ANPED, 2004b, 20p.
- GIL, M. *Deficiência visual*. Brasília: MEC. Secretaria de Educação a Distância, 2000.
- MEIRA, L.; LERMAN, S. *The zone of proximal development as a symbolic space*, Social Science Research Papers, n. 13, p. 1-40, jun. 2001.
- MEIRA, L. Zona de desenvolvimento proximal como campo simbólico-temporal: aproximações de um modelo teórico e aplicações para o ensino da matemática. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PSICOLOGIA DA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, I, 2001, Curitiba. Anais: *Simpósio Brasileiro de Psicologia da Educação Matemática, I*. Curitiba: UTP, 2002. p. 51 – 57.
- MOYSÉS, L. *Aplicações de Vygotsky à educação matemática*. Campinas, SP: Papyrus, 1997.
- OCHAITA, E.; ROSA, A. Percepção, ação e conhecimento nas crianças cegas. In: COLL, C.; PALACIOS, J.; MARCHESI, A. (Org.). *Desenvolvimento psicológico e Educação: necessidades educativas especiais e aprendizagem escolar*. Tradução Marcos A. G. Domingues. Porto Alegre: Artes Médicas, 1995. v. 3, Cap. 12.
- RENSAW, P. A Sociocultural View of the Mathematics Education of Young Children. In: MANSFIELD, H.; PATEMAN, N. A.; BEDNARZ, N. (Ed.). *Mathematics for*

*tomorrow's young children*. Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 1996. p. 59-78.

SOUZA, A. C. C. O reencantamento da razão: ou pelos caminhos da teoria histórico-cultural. In: BICUDO, M. A. V. (Org.). *Pesquisa em Educação Matemática: concepções & perspectivas*. São Paulo: Editora UNESP, 1999. (Seminários & Debates)

VEER, R.; van der; VALSINER, J. *Vygotsky - uma síntese*. 4. ed. Tradução de: Cecília C. Bartalotti. São Paulo: Loyola, 1996.

VERGNAUD, G. *Lev Vygotski – pédagogue et penseur de notre temps*. 1. ed. Paris: Hachette Éducation, 2000.

VYGOTSKY, L. S. *The collected works of L. S. Vygotsky. Problems of general psychology* (R. Rieber & A. Carton, Ed.). Translation of Sobraine Sochinenii. New York: Plenum, 1987. v.1.

\_\_\_\_\_. *Obras escogidas V – Fundamentos da defectología*. Traducción: Julio Guillermo Blank. Madrid: Visor, 1997. (coletânea de artigos publicados originalmente em russo entre os anos de 1924 a 1934).

\_\_\_\_\_. *A formação social da mente*. COLE, Michael; et al. (Org.), Tradução José Cipolla Neto, Luís Silveira Menna Barreto, Solange Castro Afeche. 6. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1998a. (coletânea de ensaios publicados originalmente em russo entre os anos de 1930 a 1935).

\_\_\_\_\_. *Pensamento e linguagem*. Tradução Jefferson Luiz Camargo. 2. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1998b. (originalmente publicado em russo, em 1934).

Apresentado ao Conselho Editorial em 20/08/2007 aprovado em 10/04/2008.