

Sistemas mediadores na construção de significados para simetria por aprendizes sem acuidade visual

Solange Hassan Ahmad Ali Fernandes e Lulu Healy

PUC-SP

solangehf@osite.com.br e lulu@pucsp.br

I. RESUMO

Neste artigo pretendemos discutir a importância dos sistemas mediadores na apropriação de conceitos geométricos por aprendizes sem acuidade visual. Dentro de uma perspectiva vygotskyana, partimos da hipótese que estes aprendizes têm o mesmo potencial que os videntes para apropriar-se de noções ligadas simetria e reflexão, desde que o acesso a esses conceitos seja viabilizado através de instrumentos que substituam o olho. Seguindo o método de dupla estimulação, desenvolvemos uma série de entrevistas baseadas em tarefas realizados com, um portador de cegueira congênita e outro portador de cegueira adquirida. O primeiro estímulo é dado pelas ferramentas hápticas e o segundo estímulo é oferecido pela pesquisadora (primeira autora) através de intervenções. Para ilustrar o papel dos sistemas mediadores nas atividades dos aprendizes, apresentamos nossas análises das interações de um dos sujeitos com tarefas envolvendo figuras simétricas.

Palavras-chave

Educação especial, mediação, diálogo instrucional, ferramentas materiais, ZDP.

II. INTRODUÇÃO

No Brasil, de acordo com artigo publicado na Revista Nova Escola (2003, p. 44) e segundo o INEP (Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira), há cerca de 110 mil alunos com algum tipo de deficiência estudando em escolas regulares. O censo 2002 mostra que a inclusão vem ganhando espaço – desde 1998, aumentou 135% – mas ainda é minoria. Cerca de 340 mil crianças com deficiência estão segregadas.

A Secretaria de Educação Especial do Ministério da Educação e do Desporto classifica os alunos que necessitam de educação especial de acordo com suas características. Tal classificação consta na Política Nacional de Educação Especial 2 como se segue (PCN: Adaptações curriculares, 1998, p.24):

- portadores de deficiência mental, visual, auditiva, física e múltipla;
- portadores de condutas típicas (problemas de conduta);
- portadores de superdotação.

Dentre as deficiências apontadas, nossos estudos centram-se na deficiência visual. A Organização Mundial de Saúde estima que, nos países em desenvolvimento, de 1 a 1,5 por cento da população é portador de deficiência visual, o que no Brasil representa cerca de 1,6 milhão de pessoas com algum tipo de deficiência visual, a maioria com visão subnormal¹. Estima-se que no Brasil a cada 3 mil pessoas, uma é cega, e que a cada quinhentas crianças uma tem visão subnormal (Gil, 2000, p.19).

Segundo Rocha (2001) há uma sintonia entre o governo, meios de comunicação e todas as esferas da sociedade sobre o objetivo principal da educação: a formação do cidadão. Mas, como “formar cidadãos”, se não nos preocuparmos em oferecer a todos, independentemente de suas necessidades serem especiais ou não, o direito de construir conhecimentos?

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 os permitem o conhecimento da realidade.

III. REFLEXÕES TEÓRICAS

Vygotsky, em meados da década de 20, desenvolveu trabalhos sobre uma ciência a qual nomeou Defectologia².

A singularidade da sua teoria sócio-histórica é que o desenvolvimento do "deficiente" estaria nos efeitos positivos da deficiência, ou melhor, nos meios encontrados para a

¹ Considera-se visão subnormal ou baixa visão a alteração da capacidade funcional que diminui significativamente a acuidade visual (Gil, 2000, p.6).

² Termo usado por Vygotsky para denominar a ciência que estuda os processos de desenvolvimento de crianças com deficiências físicas, mentais ou múltiplas.

superação da deficiência. Desse modo o "deficiente" não é inferior aos seus pares "normais", mas sim apresenta, somente, um desenvolvimento qualitativamente diferente. Sendo assim, na perspectiva vygotskyana; os sujeitos não videntes têm potencial para um desenvolvimento mental normal, o que não significa que o seu desenvolvimento cognitivo deva seguir necessariamente o mesmo caminho que o dos videntes.

Durante o período de 1924 a 1926, várias idéias que posteriormente teriam importância primária nos trabalhos de Vygotsky foram apresentadas e defendidas. Entre outras, destacamos a distinção que, implicitamente, ele faz entre signo e significado e a idéia do olho e a fala serem "instrumentos" para ler e pensar respectivamente. O que segundo Valsiner e Veer (1996, p. 78) indica a primeira formulação do conceito de mediação.

Mediação

Segundo Vygotsky, a relação do homem com o mundo não é uma relação direta, mas uma relação mediada e complexa, que se realiza através de dois tipos de mediadores: os instrumentos³ e os signos⁴. O uso de mediadores aumenta a capacidade de atenção e de memória e, sobretudo, permite maior controle voluntário do sujeito sobre sua atividade (Valsiner e Veer, 1996, pp.252 – 260).

A tarefa das pessoas que trabalhavam com crianças sem acuidade visual, argumenta Vygotsky, consiste 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 – o "importante é o significado, não o signo" (Valsiner e Veer, 1996, p.77).

Ler com a mão, como faz uma criança cega, e ler com os olhos são processos psicológicos diferentes, porém cumprem a mesma função cultural na conduta da criança e tem, basicamente, um mecanismo fisiológico similar (Vygotsky, 1997, p.28) (Tradução nossa).

³ O instrumento é um objeto social e mediador da relação entre o indivíduo e o mundo (Oliveira, 2002, p. 29).

⁴ Os signos, também chamados "instrumentos psicológicos", são elementos orientados para o próprio indivíduo e auxiliam nos processos psicológicos, ou seja, nas tarefas que exigem memória ou atenção. Nesse sentido, os signos são elementos de representação da realidade (Oliveira, 2002, p. 30).

Geralmente a distinção dos objetos é feita através de suas propriedades visuais, inacessíveis aos não videntes, o que não quer dizer que esses não sejam capazes de conhecer ou representar o seu meio social, mas sim que necessitam potencializar a utilização de outros sistemas sensoriais (Ochaita e Rosa, 1985, p.184).

As informações chegam aos indivíduos sem acuidade visual 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 auditivo, o sistema fonador e o sistema háptico.

O tato ou sistema háptico ativo, 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, exigindo uma carga maior de memória (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 e 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 que está sendo explorado.

Desenvolvimento das situações de aprendizagem

O trabalho com aprendizes sem acuidade visual dentro dos padrões normais exige ferramentas que possam ser adaptadas à suas necessidades específicas. Sendo o tato, um de seus principais canais de exploração, para favorecer a efetiva participação e integração dos aprendizes não videntes é necessário: a seleção, a adaptação e a utilização de recursos materiais tanto para desenvolver as habilidades perceptivas táteis como para construção de estratégias de conhecimento a fim de desenvolver o processo cognitivo desses sujeitos (PCN: Adaptações curriculares, 1998).

A inclusão de ferramentas materiais no processo ensino-aprendizagem para os não videntes deve considerar que tais ferramentas devem torná-los capazes de construir

conhecimentos (Dick e Becker, 2002). Segundo Vygotsky⁵, citado por Cole e Wertsch (1996, p.255)

A inclusão de uma ferramenta no processo de comportamento: (a) introduz várias novas funções conectadas ao uso e ao controle da ferramenta; (b) aboli e tornam desnecessários vários processos naturais, cujo trabalho é efetuado pela ferramenta; e altera o curso e os recursos individuais (a intensidade, duração, seqüência, etc.) de todo processo mental que compõe o ato instrumental, substituindo algumas funções por outras (isto é, ela recria e reorganiza toda estrutura do comportamento como uma ferramenta técnica recria toda a estrutura de operações de trabalho) (Tradução nossa).

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 os formam e os transformam (ibid.).

Um outro fator a ser considerado numa situação de aprendizagem é a intervenção do instrutor e suas tentativas para favorecer o planejamento e a regulação das atividades de aprendizagem.

A transmissão racional e intencional de experiência e pensamento a outros requer um sistema mediador, cujo protótipo é a fala humana, oriunda da necessidade de intercâmbio (Vygotsky, 1998b, p. 7).

Assim poderíamos definir o ambiente onde acontece um processo de instrução como o espaço onde 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. Vygotsky atribuía um papel central aos instrumentos de natureza semiótica, dentro destes, se ocupou centralmente da fala como via principal para a análise das raízes genéticas do pensamento e da consciência.

⁵ VYGOTSKY, L. S. **The instrumental method in psychology**. In: WERTSCH, J. V. (Ed.), *The concept of activity in Soviet psychology*. Armonk, NY: M.E. Sharpe, pp. 134-143.

“[A] criança, com auxílio da fala, cria um campo temporal que lhe é tão perceptivo e real quanto o visual. A criança que fala tem, dessa forma, a capacidade de dirigir sua atenção de uma maneira dinâmica. Ele pode perceber mudanças na sua situação imediata do ponto de vista de suas atividades passadas, e pode agir no presente com a perspectiva do futuro”.(Vygotsky, 1998a, p.47).

Essa interação entre os participantes de uma atividade instrucional pode fazer emergir uma zona de desenvolvimento proximal (ZDP) que, segundo Vygotsky é à 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). Interessante notar que, segundo Meira (2001), a noção de ZDP e de mediação também tem suas raízes nos estudos de Vygotsky sobre Defectologia.

“O conceito de zona de desenvolvimento proximal emergiu primeiramente a partir das reflexões de Vygotsky em defectologia e enfatizou relações entre aprendizagem formal e desenvolvimento cognitivo, e apenas mais tarde foi ampliado para a discussão de questões relativas à interação social, imitação e mediação semiótica” (Meira, 2001, p.51).

O objetivo do nosso estudo era desenvolver situações de aprendizagem nas quais aprendizes não videntes teriam contato com noções matemáticas normalmente associadas a experiências visuais. Por essa razão enfocamos conceitos da Geometria, mais especificamente a noções ligadas à simetria e reflexão.

Aspectos da aprendizagem matemática

Em pesquisas realizadas na Inglaterra com alunos com acuidade visual dentro dos padrões normais, Healy (2002) observou, como esses aprendizes relacionam simetria e reflexão com o mundo físico, e particularmente, o conceito de reflexão a imagens formadas em espelhos planos ou em outras superfícies como água e metal. Nessa pesquisa os alunos listaram um rol de conceitos cotidianos ao explicitarem as relações entre figuras simétricas e seus respectivos eixos de simetria, como: *cada parte do desenho é com sua imagem no*

espelho, dobrando as duas partes ficam iguais, a reta é o lugar em que deve ficar o espelho, o espelho divide o desenho na metade. Obviamente essas relações estão distantes da definição formal de reflexão, mas mostram intrinsecamente o conhecimento de algumas propriedades de reflexão, como congruência e, mesmo que implicitamente, a equidistância.

Embora não tenhamos encontrado pesquisas diretamente relacionadas ao conceito de reflexão por aprendizes sem acuidade visual, a pesquisa realizada por Argyropoulos (2002) é interessante para nosso trabalho por explorar o pensamento geométrico de aprendizes sem acuidade visual, e examinar como os parâmetros da percepção tátil de formas (toque, postura, movimento, forma e linguagem) implicam num resultado cognitivo.

O objetivo da pesquisa de Argyropoulos (2002) é relatar como aprendizes que não podem ver reconhecem formas geométricas e suas propriedades. Ele considera ainda as implicações do método de ensino relacionado às necessidades especiais desses aprendizes e examina a interferência dos parâmetros de percepção tátil da forma com os resultados cognitivos.

Alguns resultados e observações oriundos da pesquisa de Argyropoulos (2002), as quais descrevemos a seguir, são relevantes para o nosso trabalho, e serão discutidas nesse artigo com base nos nossos dados empíricos:

- Através do tato os não videntes formam imagens mentais e a partir dessas imagens fazem ligações com seus conhecimentos. Em outra experiência esse novo conhecimento adquirido de forma háptica estará disponível.
- Memória, hipóteses e decisões são construídas com base em estímulos hápticos.
- Um aluno que pode ver tem a oportunidade de reconhecer uma mesma forma geométrica várias vezes em posições e tamanhos distintos, o que é mais limitado para os que não podem ver. Assim o primeiro estímulo háptico adquire grande importância e predominará no desenvolvimento de conceitos desses sujeitos.
- A maior parte das informações sobre formas geométricas por esses aprendizes são adquiridas com base em experiências concretas e muito pouco do seu conhecimento é abstrato.

IV. O ESTUDO

Tomando o conjunto formado pelas considerações teóricas, descrito anteriormente, a questão de pesquisa que norteia nossos estudos no que diz respeito ao processo de internalização dos conceitos de simetria e reflexão por aprendizes sem acuidade visual, pode ser escrita:

Como evoluem os significados associados à simetria e reflexão dos aprendizes sem acuidade visual durante os diálogos instrucionais? E como esta evolução é influenciada pelos sistemas mediadores?

O desenvolvimento das situações de aprendizagem em nossa pesquisa implicou na elaboração de ferramentas materiais que permitam o acesso de aprendizes sem acuidade visual a conceitos da Geometria. Dentro da perspectiva vygotskyana, não podemos considerar tais ferramentas como elementos neutros. Ao contrário, analisar a sua influência na mediação dos significados matemáticos construídos pelos aprendizes é um importante aspecto do nosso trabalho.

Sendo o tato um sistema sensorial com características específicas, uma de nossas preocupações foi desenhar ferramentas materiais confortáveis para nossos sujeitos. Procuramos usar texturas não agressivas, mas que permitissem aos sujeitos captar o maior número de informações possíveis. Além disso, queríamos construir ferramentas materiais que fossem economicamente acessíveis, isto é, que pudessem ser replicadas a um baixo custo.

Metodologia

Vygotsky postulava que um experimento deveria ter por objetivo estudar “o curso do desenvolvimento de um processo” e para isso deveria oferecer o máximo de oportunidades para que o sujeito experimental se engajasse nas mais variadas atividades, que deveriam ser observadas e não rigidamente controladas (Cole e Scribner, 1998, p. 16). Assim, os dados fornecidos por esse experimento não indicariam apenas o nível de desempenho com tal, mas os métodos pelos quais o desempenho foi atingido. Para isso, ele desenvolveu o método da dupla estimulação, no qual o ambiente experimental torna-se um contexto de investigação em que o pesquisador pode manipular sua estrutura para desencadear (mas não produzir) a construção pelo sujeito de novas formas de resolver problemas.

No método da dupla estimulação o sujeito é colocado “frente a uma tarefa que excede em muito os seus conhecimentos e capacidades” (Ibid, p. 17). Essa tarefa é proposta dentro de uma situação estruturada e o sujeito recebe uma orientação ativa, por parte do pesquisador, no sentido da construção de uma estratégia (que ainda não existia para o sujeito) para a realização da tarefa (Valsiner e Veer, 1996, p. 187).

Ao usar essa abordagem, não nos limitamos ao método usual que oferece ao sujeito estímulos simples dos quais se espera uma resposta direta. Mais do que isso oferecemos, simultaneamente, uma *segunda série de estímulos* que têm função especial. Dessa maneira, podemos estudar o *processo de realização de uma tarefa com ajuda de meios auxiliares específicos*; assim, também seremos capazes de descobrir a estrutura interna e o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores (Vygotsky, 1998a, p. 98).

O estímulo simples, para Vygotsky, é um objeto neutro colocado à disposição do sujeito durante a realização da tarefa que, naquela situação, adquire a função de um signo através do qual o sujeito, para solucionar um problema, cria ligações temporárias e lhe atribui significados.

No nosso estudo, o primeiro estímulo é dado pelas ferramentas materiais que desenvolvemos na fase inicial do trabalho, com base em estudos-piloto, que serão descritas na seção seguinte. As ferramentas materiais têm a função de auxiliar na formação de uma imagem mental pelos sujeitos (não videntes), para que a partir dessas “imagens” eles possam estabelecer relações e formular concepções sobre os objetos de estudo. O segundo estímulo é oferecido pela pesquisadora (primeira autora) através de intervenções.

As ferramentas materiais

Durante o desenvolvimento das ferramentas materiais, nossa atenção estava voltada para que tais ferramentas não fossem apenas artefatos usados na situação instrucional, mas que assumissem um caráter semiótico que além de atender as necessidades dos sujeitos de pesquisa, pudessem viabilizar o acesso desses sujeitos aos conceitos matemáticos em estudo.

O primeiro protótipo de ferramenta desenvolvido replicava uma das tarefas propostas a aprendizes videntes por Healy (2002). A ferramenta material 1 (Figura 1) é composta por

polígonos feitos em papel canson, procedimento similar ao empregado por Argyropoulos (2002) que utilizou figuras feitas com cartolina. O uso do papel canson além de favorecer a exploração tátil de lados e ângulos, permite que o sujeito faça várias dobraduras sem que o vinco prejudique a forma do polígono.

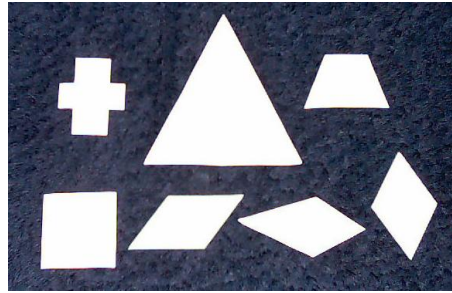


Figura 1: Polígonos em papel canson

A segunda ferramenta material (Figura 2) destina-se a execução das tarefas relativas à reflexão. Os resultados de pesquisas anteriores, como Healy (2002), Vergnaud (1997) e Küchemann (1981), nos levaram a optar pelo trabalho com grade, ou seja, replicar uma folha de papel quadriculado na ferramenta. A base dessa ferramenta é feita de madeira e os pinos que representam os pontos do plano são pregos de aço com cabeças arredondadas para favorecer, e tornar confortável, a percepção tátil. As formas geométricas são feitas com elásticos (compostos por borracha natural) que favorecem a representação das formas geométricas e permite que elas fiquem perfeitamente ajustadas aos seus vértices não se desfazendo durante a exploração tátil.



Figura 2: Ferramenta de desenho

Desenvolvemos uma série de entrevistas, usando como ponto de partida as pesquisas citadas anteriormente sobre as noções de reflexão, por sujeitos com acuidade visual dentro dos padrões normais. Essas entrevistas foram realizadas, com dois sujeitos: um portador de cegueira congênita, o qual chamamos de Lucas, que concluiu o Ensino Médio, e outro portador de cegueira adquirida, que chamamos de Edson, que está cursando o terceiro ano do Ensino Médio. Durante as sessões, consideramos importante que a pesquisadora, em suas intervenções, partisse de conhecimentos matemáticos já dominados pelos sujeitos. Para isso, a primeira parte das entrevistas tinha o objetivo fazer uma investigação

exploratória que nos permitisse identificar as conexões que esses sujeitos estabelecem com termos matemáticos, como por exemplo, simetria, reflexão, eixo de simetria e figura-imagem.

A segunda parte das entrevistas foi baseada em tarefas, as quais dividimos em três conjuntos. No primeiro conjunto, as tarefas envolveram figuras simétricas e foi dividido em dois grupos. No grupo inicial as tarefas foram realizadas utilizando figuras feitas em papel canson (Figura 1), que possibilitavam a utilização de dois tipos de estratégias: o uso de régua (especial para não videntes) ou dobradura. O segundo grupo desse conjunto foi realizado na ferramenta de desenho (Figura 2). O segundo conjunto de tarefas foi estruturado para o estudo de reflexão de figuras em relação a um eixo e o terceiro conjunto estudou a reflexão de segmentos e pontos em relação a um eixo. Nesses dois últimos conjuntos as tarefas foram propostas na ferramenta de desenho.

Ao final das tarefas voltamos a solicitar aos sujeitos que explicitassem suas concepções sobre reflexão dentro do contexto matemático. Foram realizadas no total três sessões de aproximadamente uma hora e trinta minutos com cada um dos sujeitos, que foram videogravadas e transcritas em sua totalidade para facilitar as análises.

V. ANÁLISE DAS ENTREVISTAS

Apresentaremos uma análise de um dos episódios das entrevistas realizadas com Lucas, portador de cegueira congênita. Lucas concluiu seus estudos em escolas públicas regulares, inserido em classe comum. No início de sua vida escolar não havia a sala de recursos, hoje implementada em algumas escolas públicas que trabalham com a inclusão de portadores de necessidades especiais, mas até a quinta série do ensino fundamental contou com acompanhamento especial (aulas dadas individualmente e fora do período) que, segundo seu depoimento contribuíram de forma decisiva para seu desempenho escolar. Esse sujeito mostrou ter um bom nível de conhecimento matemático e uma boa relação com a Matemática. Especialmente na Geometria, mostrou conhecer elementos que foram fundamentais para o desenvolvimento dos diálogos nas entrevistas, como: ceviana, ponto médio, mediatriz, bissetriz, e outros.

Investigando figuras simétricas

Aprendizes videntes tendem mostrar familiaridade com os termos "simetria" e "reflexão" e algumas das suas propriedades (Healy, 2002), associando reflexão particularmente com congruência, inversão de orientação e com espelhos. Isso não foi o caso para nossos sujeitos, que, na fase exploratória da primeira entrevista associou a palavra "reflexão" com "pensar sobre" e não com um contexto geométrico, nem conseguiram descrever "simetria" ou dar exemplos apropriados de figuras simétricas. Isso nos sugeriu que ele não havia tido contato com esta noção na Matemática estudada na sua escola e também não foi muito presente nas suas atividades cotidianas – um espelho, por exemplo não faz parte de experiência de Lucas.

Centramos, inicialmente, nossa atenção no estudo de figuras simétricas com o objetivo de levar o sujeito a apropriar-se de algumas propriedades de eixo de simetria.

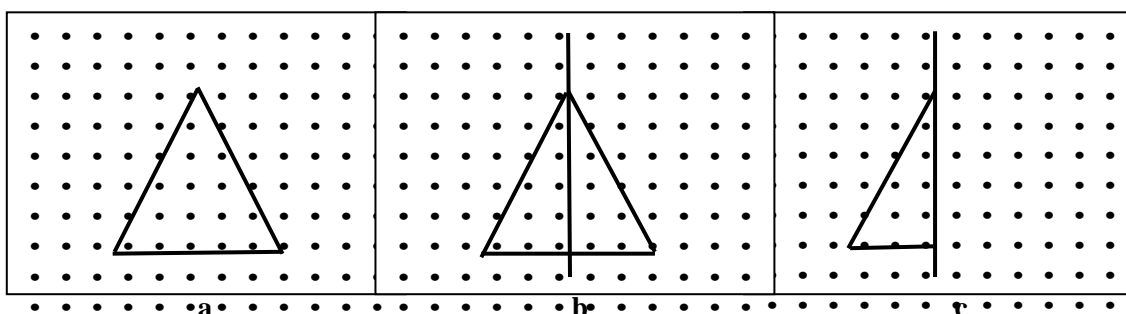


Figura 3: Trabalho inicial na ferramenta de desenho

A primeira tarefa do conjunto 1, proposta a Lucas, envolvia a determinação do eixo de simetria de um triângulo isósceles na ferramenta de desenho. A pesquisadora convidou Lucas a explorar a ferramenta onde um triângulo isósceles foi colocado (Figura 3a). Em seguida, a pesquisadora posicionou um segundo elástico na posição do eixo de simetria do triângulo (Figura 3b) e solicitou a Lucas que falasse sobre esse segundo elástico. Após a exploração tátil, Lucas classificou esse segundo elástico como “*uma reta ceviana que dividiu o ângulo (indica o vértice) em dois ângulos*”, sugerindo que Lucas conhecia minimamente propriedades que caracterizam uma bissetriz. Seguiu-se uma discussão na

qual a pesquisadora tentou provocar o sujeito a falar sobre outras propriedades associadas a esse segundo elástico.

L: Ele acabou formando na verdade dois triângulos escalenos. Triângulos de lados diferentes.

P: E você consegue estabelecer alguma relação entre esses dois triângulos?

L: A medida de um dos lados dos triângulos; das bases dos triângulos são iguais.

P: Então o que você pode me dizer sobre as duas extremidades da base do triângulo em relação a esse segundo elástico?

L: Essas duas extremidades (aponta os vértices da base do triângulo isósceles) em relação a esse segundo elástico?

P: Isso.

L: Você procurou colocar esse segundo elástico num ponto que a gente chama de ponto médio dessa base. Por exemplo, você calculou o ponto médio e a partir do ponto médio você traçou essa linha mediana.

Trecho 1: Reflexão para Lucas⁶

Lucas percebe que o eixo de simetria dividiu o triângulo isósceles em dois triângulos escalenos (conhecimentos do passado) e descreve a congruência entre “as bases dos dois triângulos”. A pesquisadora procura aproveitar essa relação de congruência para levá-lo a perceber a equidistância entre pontos simétricos a partir do eixo de simetria. Na sua resposta para essa intervenção vemos traços do campo simbólico-temporal associado por Vygotsky com a ZDP: Lucas usa o termo *ponto médio* (conhecimento do passado) para nos dar a noção de equidistância entre pontos simétricos (conhecimento futuro)⁷.

Na seqüência, a pesquisadora propõe a Lucas que construa a outra parte de uma figura simétrica em relação a um eixo (Figura 3c) aplicando o que ele pode perceber na tarefa anterior (Figura 3b). Para isso, Lucas poderia usar uma reprodução em papel canson do triângulo isósceles que havia sido trabalhado na ferramenta de desenho (Figura 3a). O sujeito explorou com as mãos atentamente o triângulo de papel canson, mas não o usou na execução dessa tarefa.

⁶ Falas de 74 a 80 da primeira sessão, enumeradas de 1 a 114.

⁷ Nossas reflexões sobre a ZDP como campo simbólico temporal deve muito ao trabalho de Meira (ver Meira, 2001).

Inicialmente Lucas posiciona o elástico no vértice oposto à base (considerando base o lado paralelo ao corpo de Lucas), puxa-o até a base conta três pinos para direita e completa a construção (Figura 4). Faz a verificação observando a congruência entre os segmentos que formam a base do triângulo.

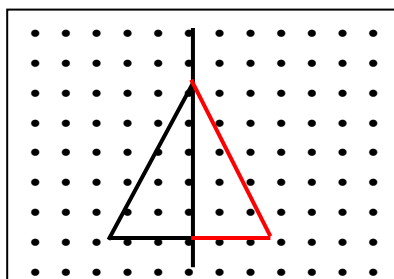


Figura 4: A resposta de Lucas

A pesquisadora pede a Lucas que aponte o que foi observado para a construção da figura:

L: Eu observei em primeiro lugar . . . O eixo de simetria foi importante para mim. Porque esse lado eu já tinha, era tranquilo para minha observação, então o que eu tomei por base foi exatamente o eixo de simetria. A partir dele e da medida da base do triângulo, desse lado do triângulo (aponta a base) eu usei para construir o complemento dessa figura, ou um outro triângulo. A partir do eixo de simetria (volta a afirmar).

Trecho 2: Eixo de simetria por Lucas⁸

Nesse trecho do diálogo Lucas “vê” dois triângulos como partes de uma única figura, não destacando as relações entre ponto e ponto-imagem – ou seja, o tratamento dado à simetria é o de propriedade de uma figura. A relação funcional permanece em segundo plano. Lucas emprega de forma sintaticamente correta a linguagem da pesquisadora – *eixo de simetria* – embora, o significado atribuído por ele a esse objeto matemático não esteja absolutamente claro.

Na tarefa seguinte (Figura 5a), suas estratégias indicam que ele não havia se apropriado do significado instrucional desse termo. A pesquisadora propõe ao sujeito construir a *imagem* do triângulo representado, segundo um eixo de simetria posicionado verticalmente em relação ao sujeito, com a intenção de chamar a atenção para reflexão

como um processo. A pesquisadora adiciona ao diálogo mais um termo próprio do estudo das transformações geométricas – *imagem*.

P: Agora você vai fazer a **imagem** dessa figura em relação a esse eixo (Figura 5a) (Posiciona uma das mãos do sujeito sobre a figura e depois sobre o eixo).

L: (Faz a exploração tátil) *Você quer que eu faça a reprodução?*

P: Do outro lado do eixo.

L: É. Desse lado de cá (indica o semi-plano da direita).

Pronto (Figura 5b).

Trecho 3: Construindo imagens⁹

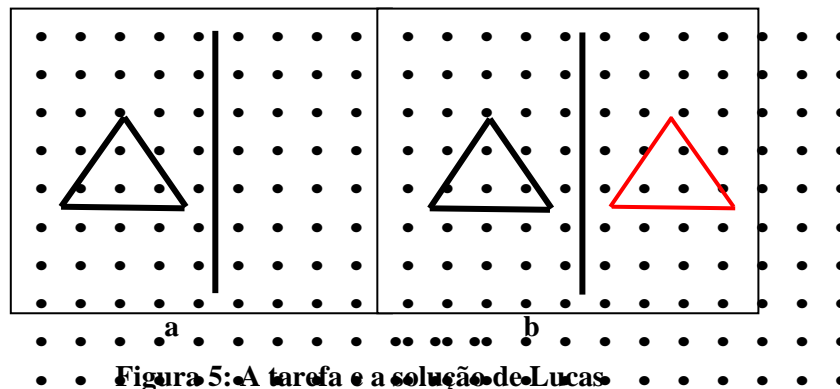


Figura 5: A tarefa e a solução de Lucas.

Lucas tem êxito na tarefa, e a inicia contando o número de pinos do vértice da figura dada ao eixo de simetria. Reproduz a distância do outro lado do eixo e completa o triângulo-imagem tateando o triângulo dado e sua imagem ao mesmo tempo, a fim de certificar-se da equidistância entre as figuras. Faz a verificação observando a congruência entre os dois triângulos, considerando para isso as medidas dos lados. As falas de Lucas nos conduziram a buscar respostas para algumas questões. Ao usar a palavra *reproduzir* Lucas estaria associando ao termo *imagem* a uma idéia bastante próxima a dos videntes, ou seja, imagens obtidas em superfícies polidas que conservam forma e distância, mas não direção. Pudemos observar, a partir da ação de Lucas, que ele procurou fazer uma forma idêntica à dada, e para isso procurou manter a equidistância entre os pontos e pontos-imagem em relação ao eixo de simetria e a congruência entre a figura-dada e figura-imagem, mas nada

⁸ Fala 94 da primeira sessão.

⁹ Falas de 95 a 98 da primeira sessão.

podemos dizer a respeito da inversão de direção, já que a figura-dada representa um triângulo isósceles.

Ao perceber que o significado atribuído ao eixo de simetria, por Lucas, parece estar associado apenas com reprodução, a pesquisadora oferece ao sujeito o triângulo isósceles feito de papel canson (reprodução do explorado na ferramenta de desenho) propondo verbalmente que ele determine o seu eixo de simetria. Lucas posicionou o triângulo com um dos lados congruentes paralelo ao seu corpo (Figura 6) e iniciou a realização da tarefa. Ele procurou dispor a régua na posição que considerava ser a do eixo de simetria, mas ao perceber que essa estratégia dificultava a exploração tátil e a validação de suas conjecturas passou a fazer dobraduras como lhe foi sugerido pela pesquisadora.

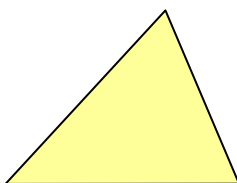


Figura 6: Posição do triângulo isósceles

Lucas faz a primeira tentativa fazendo uma dobradura no triângulo a partir da bissetriz de um dos seus ângulos congruentes e o entrega a pesquisadora (Figura 7), ao que se segue o seguinte diálogo:

P: Você pode me explicar por quê esse é o eixo de simetria?

L: (Faz a exploração tátil) Não é. Não ficou certo.

Trecho 4: Primeira discordância¹⁰

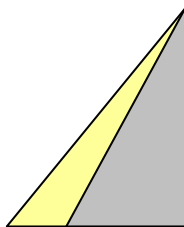


Figura 7: Primeira tentativa

Quando a pesquisadora pede que Lucas justifique sua resposta, ele começa a fazer imediatamente a exploração tátil de todos os lados do novo triângulo formado, e percebe

¹⁰ Falas de 105 a 106 da primeira sessão.

não ter conseguido a sobreposição dos dois triângulos obtidos através da dobra. Lucas tenta novamente, usando agora o ponto médio de um dos lados congruentes do triângulo (Figura 8).

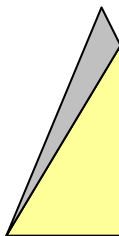


Figura 8: Segunda tentativa

Sendo, como já mencionamos, o triângulo entregue a Lucas uma réplica do oferecido na ferramenta de desenho (fixo), ao entrar em contato com o triângulo de papel canson (não fixo), o sujeito usou a imagem mental formulada a partir do triângulo fixo elegendo “como base” um dos lados congruentes o que o levou a não ter êxito em duas de suas tentativas. Lucas só abandonou essa idéia quando a pesquisadora sugeriu que ele tentasse outro vértice:

P: Você usou só um vértice. Tem mais dois para tentar.

L: É mesmo.

Trecho 5: Uma reparação¹¹

Através da exploração tátil, o sujeito passou a avaliar as medidas dos lados do triângulo escolhendo, apropriadamente, o vértice oposto ao lado não congruente para vincar o eixo de simetria, realizando a tarefa com sucesso. Para validar sua resposta verifica a sobreposição dos lados e ângulos do triângulo.

Analisando as duas primeiras tentativas de Lucas, observamos que ele associa, apropriadamente, o eixo de simetria a bissetriz e a mediatriz, assim sua falta de êxito deveu-se a escolha do lado do triângulo tomado por base. Para nós, esse problema está associado ao material concreto (triângulo feito em papel canson) e não as concepções de Lucas e tem a ver com a importância da primeira imagem mental formulada da figura dada pelo não vidente também evidenciada no pesquisa de Argyropoulos (2002) descrito acima. Interpretando seus resultados, Argyropoulos discute a importância do primeiro estímulo háptico que pode predominar no desenvolvimento dos conceitos dos sujeitos. Lucas posicionou inicialmente, o triângulo isósceles, com um dos lados congruentes paralelo ao

seu corpo, e não preocupou-se em verificar se essa posição coincidia com o que lhe foi oferecido na tarefa anterior, o que o fez formular respostas como as representadas na Figura 9.

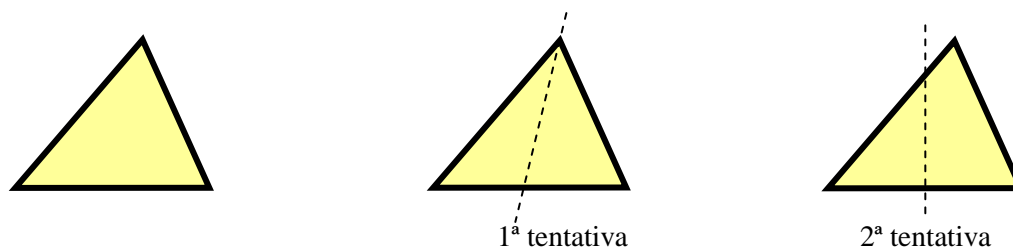


Figura 9: Primeira imagem mental

Segundo Argyropoulos as imagens mentais formuladas através do tato permitem ao aprendiz sem acuidade visual estabelecer relações com seus conhecimentos do passado, produzindo assim um novo conhecimento (adquirido de forma háptica), que em outra experiência estará disponível. Nesse exemplo, Lucas aplicou seus conhecimentos do passado sobre triângulo isósceles e estabeleceu relações entre esses conhecimentos e eixo de simetria. Usando uma visão vygotskyana, a produção de novos conhecimentos gerados a partir do uso de mediadores adequados aumenta a capacidade de atenção e de memória e, permite maior controle voluntário do sujeito sobre sua atividade, o que pode desencadear um processo de desenvolvimento da formação de conceitos. Elevando a um nível mais alto esses novos conhecimentos pressupomos um certo nível de desenvolvimento dos conhecimentos do passado. Por sua vez, numa nova experiência, esses novos conhecimentos assumirão a posição de conhecimentos do passado, que permitirão a reestruturação da estrutura cognitiva do aprendiz. Esse encadeamento entre ascendente e descendente pode propiciar as condições necessárias para a emergência da ZDP.

VI. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo principal da pesquisa que deu origem a esse artigo é mostrar que o conceito matemático de simetria e de reflexão, tão impregnados por experiências visuais no caso dos videntes é acessível a indivíduos sem acuidade visual dentro dos padrões normais, se viabilizado por sistemas mediadores adequados (ferramentas materiais e diálogos) e

¹¹ Falas de 107 a 108 da primeira sessão.

operacionalizados de forma a potencializar as habilidades dos indivíduos e não sua deficiência (visual).

A análise dos discursos instrucionais e das ações do sujeito, inspirada no trabalho de Argyropoulos, nos permitiu analisar alguns aspectos da influência das ferramentas materiais na execução de tarefas por aprendizes sem acuidade visual. A influência da primeira imagem mental formulada a partir de estímulos hápticos e a importância das interações com a pesquisadora, que levaram o sujeito a reformular a primeira imagem mental e nos possibilitou perceber uma mudança conceitual na estrutura cognitiva do nosso sujeito de pesquisa, ou seja, levou Lucas a perceber propriedades ligadas a simetria que passaram a fazer parte de sua estratégia gerando um conceito mais abstrato que pode ser articulado tanto para a manutenção do diálogo como flexibilizado para ser aplicado a diversas tarefas propostas posteriormente. Podemos apontar, também, que o uso de uma nova estratégia ou a percepção de uma propriedade originada a partir das tarefas e dos diálogos permite aos sujeitos estabelecer conexões com aspectos da Geometria que eles já dominavam.

Finalmente, salientamos que durante a investigação empírica, além dos diálogos, a ação gestual dos sujeitos foi especialmente importante para nossas análises, considerando-se as necessidades especiais dos sujeitos envolvidos. A partir delas pudemos analisar as estratégias empregadas, que muitas vezes ficavam implícitas nos diálogos.

Em nossa opinião, há evidências que nos permitem afirmar que os aprendizes sem acuidade visual, têm as mesmas condições que os videntes para apropriar-se de conceitos ligados a Geometria, bastando que o acesso a esses conceitos seja viabilizado através de sua habilidade háptica e das práticas discursivas. A utilização desses dois instrumentos mediadores, permitiu a ampliação do nível potencial do sujeito que pode tirar de uma situação particular, a ação que permitiu a apropriação de noções ligadas a transformações geométricas, elevando o conceito gerado a partir de uma experiência concreta para um nível mais abstrato. A estrutura das tarefas (não rígida) e as ferramentas materiais, desenhadas para favorecer a percepção tátil dos sujeitos, foram decisivos para o desenvolvimento do trabalho empírico.

VII. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARGYROPOULOS, V. S. Tactual shape perception in relation to the understanding of geometrical concepts by blind students. **The British Journal of Visual Impairment**, Londres, pp. 7-16, jan. 2002.
- BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: Adaptações Curriculares** / Secretaria de Educação Fundamental. Secretaria de Educação Especial. Brasília: MEC/SEF/SEESP, 1998. 62p.
- COLE, M., & WERTSCH, J.V. **Beyond the individual-social antinomy in discussions of Piaget and Vygotsky**. Human Development, 1996. 39, pp. 250-256.
- DICK, T. P.; BECKER, K. E. **A brief historical overview of tactile and auditory aids for visually impaired mathematics educators and students**. Disponível em: <http://www.rit.edu/~easi/itdv03n1/article2.html>. Acesso em: 06 nov. 2002.
- GIL, M. **Deficiência visual**. Brasília: MEC. Secretaria de Educação a Distância, 2000.
- HEALY, L. (S). **The iterative design and comparison of learning systems for reflection in two dimensions**. Londres, 2002. 404 f. Tese (PhD em Educação) –University of London.
- KÜCHEMANN, D. **Reflection and rotation**. In Hart K (Ed), Children's understanding of mathematics: 11-16. London: John Murray, 1981. pp. 137-157.
- 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. pp. 51 – 57.
- NOVA ESCOLA. **Inclusão que funciona**. São Paulo: Abril, n. 165, set. 2003. 67p.
- 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.
- ROSA, I. C. B. Ensino de Matemática: Formação para a Exclusão ou para a Cidadania? **Educação Matemática em revista**, São Paulo, ano 8, n. 9/10, pp. 22-31, abr. 2001.
- VEER, R.; van der; VALSINER, J. **Vygotsky - Uma síntese**. Tradução de: Cecília C. Bartalotti. 4. ed. São Paulo: Loyola, 1996.

VYGOTSKY, L. S. **Obras escogidas V – Fundamentos da defectología.** Traducción: Julio Guillermo Blank. Madrid: Visor, 1997.

_____. **A formação social da mente.** Org. Michael Cole, et al. Tradução José Cipolla Neto, Luís Silveira Menna Barreto, Solange Castro Afeche. 6ª ed. São Paulo: Martins Fontes, 1998a.

_____. **Pensamento e linguagem.** Tradução Jefferson Luiz Camargo. 2. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1998b.