



DIÁLOGOS SOBRE SIMETRIA COM APRENDIZES SEM ACUIDADE VISUAL – UMA ANÁLISE VYGOTSKYANA

Solange Hassan Ahmad Ali Fernandes

Lulu Healy

PUC-SP

solangehf@osite.com.br

lulu@pucsp.br

I. Resumo

Esse artigo traz algumas reflexões da pesquisa que estamos desenvolvendo em nível de mestrado. Nosso trabalho tem o objetivo de investigar a apropriação de alguns aspectos da noção de transformação geométrica, reflexão por aprendizes sem acuidade visual. Para tanto realizamos uma série de entrevistas baseadas em tarefas com dois sujeitos, um portador de cegueira congênita e outro portador de cegueira adquirida. Neste texto, trazemos algumas reflexões teóricas que dão suporte ao estudo, a seguir a descrevemos a metodologia empregada e ilustramos nossas análises por meio de alguns episódios das entrevistas com um dos sujeitos.

Palavras-chave

Diálogo instrucional, simetria, educação especial.

II. Reflexões teóricas

No estudo que estamos desenvolvendo nos propomos analisar aspectos dos diálogos ocorridos durante uma situação instrucional com aprendizes sem acuidade visual e investigar a apropriação de termos matemáticos por nossos sujeitos de pesquisa.

A teoria sócio-histórica de Vygotsky que propõe analisar a capacidade cognitiva dos indivíduos a partir do seu potencial para o desenvolvimento e não, tendo por base, suas capacidades medidas com a aplicação de testes, configura o quadro teórico desta

pesquisa, especialmente seus estudos sobre Defectologia¹. Nesses estudos, Vygotsky propõe, que o indivíduo com necessidades especiais seja estudado sob uma perspectiva qualitativa e não como uma variação quantitativa do indivíduo “normal”. Para Vygotsky, os indivíduos sem acuidade visual têm potencial para um desenvolvimento mental normal, embora isso não signifique que seu desenvolvimento cognitivo deva seguir, necessariamente, o mesmo caminho que o dos videntes.

A falta de acuidade visual é uma deficiência do tipo sensorial, cuja principal característica é a carência ou comprometimento de um dos canais de aquisição da informação – o visual. A fim de minimizar os efeitos dessa carência, que podem comprometer o desenvolvimento cognitivo dos deficientes visuais, as situações de aprendizagem para esses indivíduos devem ser mediadas de forma distinta das situações apresentadas aos aprendizes com acuidade visual dentro dos padrões normais. 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). É através do sistema háptico (ou tato ativo) que o indivíduo sem acuidade visual é capaz de captar e processar informações dos objetos que constituem o ambiente. Assim, o trabalho com esses indivíduos exige ferramentas que possam ser adaptadas às suas necessidades específicas, a fim de viabilizar o processo de ensino aprendizagem.

A questão da linguagem, especialmente os diálogos, é fundamental para os deficientes visuais numa situação instrucional. Em muitas ocasiões, é através da linguagem que os deficientes visuais conhecem e aprendem a manipular objetos, físicos ou não. Segundo Vygotsky, a fala é um instrumento de ação recíproca social, e, ao mesmo tempo, o instrumento de ação recíproca íntima consigo mesmo (Valsiner e Veer, 1996). Para ele a linguagem é um sistema semiótico de representação que pode permitir a superação de deficiências.

Segundo a perspectiva sociocultural, a apropriação de um conceito matemático não pode ocorrer automaticamente. É necessário um processo de ensino que construa

¹ Termo usado por Vygotsky para denominar a ciência que estuda os processos de desenvolvimento de crianças que apresentam deficiências físicas, mentais ou múltiplas.

conexões entre conceitos cotidianos e conceitos científicos². Esse processo de ensino envolve um diálogo instrucional, do qual podemos destacar a posição central dos pseudoconceitos (Renshaw, 1996, p. 64).

Pseudoconceitos, na visão de Vygotsky (1998a, cap.V), situam-se entre os conceitos imaturos e uma forma mais madura de conceitos, e essa posição intermediária cria a possibilidade de diálogo entre aprendiz e instrutor, onde paradoxalmente um desequilíbrio na estrutura cognitiva do aprendiz pode produzir uma mudança conceitual - ou um “mal-entendimento produtivo”³ (Newman, Griffin e 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 entende as palavras de maneira mais geral e abstrata que o aprendiz, ou seja, o instrutor fala a “voz matemática” que pode ser gradativamente apropriada pelo aprendiz.

Nesse sentido, Confrey (1995, p. 40) argumenta que para Vygotsky, o aprendiz pode sair de uma atividade experimental empregando de forma sintaticamente correta a linguagem do seu interlocutor mesmo que sem ter desenvolvido completamente um novo conceito, estando assim fazendo uso de um pseudoconceito.

Dessa forma, pode-se apontar o papel do pseudoconceito na produção da zona de desenvolvimento proximal (ZDP), definida por Vygotsky como a distância entre o nível de desenvolvimento real do indivíduo, característico das habilidades que ele já havia dominado (resultados do passado) e o nível de seu desenvolvimento potencial, quando o indivíduo realiza tarefas com a cooperação de pares mais capazes o que caracteriza um desempenho futuro (resultados de amanhã) (Vygotsky, 1998b, p.112). Renshaw (1996) argumenta que a criação das condições necessárias para uma mudança conceitual, requer uma divergência nos entendimentos. No contexto da ZDP, o pseudoconceito tem origem a partir da noção de “mal-entendimento produtivo” que acaba motivando a divergência de entendimentos. Assim o número de significados atribuídos a uma palavra não depende somente do nível relativo de desenvolvimento dos participantes do

² Vygotsky considerou conceitos cotidianos como aqueles que os indivíduos aprendem no seu dia-a-dia a partir de suas experiências pessoais e conceitos científicos como aqueles sistematizados e transmitidos intencionalmente segundo uma metodologia específica.

diálogo, mas também das diferenças de experiência pessoais ou interpretações da situação presente. Desse modo, a interação colaborativa com os participantes de uma situação de aprendizagem capacita o aprendiz a ingressar numa forma nova, mais geral e abstrata, de diálogo que permite a emergência de uma ZDP.

De acordo com Meira e Lerman (2001, p. 13) a ZDP não é algo pré-existente no indivíduo e não é um espaço físico que o instrutor de uma situação de aprendizagem deve encontrar. Esses autores vêem a ZDP como um espaço simbólico de interação e comunicação, onde a aprendizagem leva ao desenvolvimento. Eles argumentam que a ZDP pode surgir ou não dependendo da forma que os participantes da situação de aprendizagem interagem e comunicam-se. Para esses pesquisadores a ZDP é, ao mesmo tempo, um resultado (da interação e da comunicação) e uma ferramenta (que pode ser usada para elevar o nível potencial dos aprendizes). Dessa forma, o termo espaço simbólico é empregado com um significado de coordenar a atenção e a interação durante atividades com membros mais capazes da cultura e gradualmente transforma os conceitos do aprendiz.

Renshaw (1996) adota uma posição parecida em sua descrição dos experimentos de ensino de Davydov, no qual ele descreve como o instrutor de uma situação de aprendizagem induz os aprendizes a empregarem a voz matemática. Inicialmente os aprendizes ingressam no diálogo com uma variedade própria de gêneros de discursos e o instrutor mostra uma maneira particular de falar, encorajando os aprendizes a “ventricular” (falar com) suas vozes (p. 74).

Nesta perspectiva, ensinar consiste em introduzir o aprendiz numa comunidade que tem uma forma particular de agir, falar e representar objetos e experiências. Um pesquisador empregando a noção de vozes pode questionar sobre: 1) a variedade de forma que os participantes de um diálogo instrucional podem representar suas ações e experiências (heterogeneidade de vozes); 2) por que uma voz particular é usada num contexto (conveniência) e 3) a organização hierárquica de vozes, ou porque uma voz é preferida a outras. Desse modo o desenvolvimento conceitual não consiste somente a aprender a falar com novas vozes, mas aprender também a articular essas vozes para manter a

³ Tradução nossa de “productive misunderstanding”.

comunicação e se tornar capaz de adotar uma voz privilegiada em significado para influenciar seus pares.

III. O estudo

Nesse artigo pretendemos investigar a apropriação de “vozes” relacionadas ao conceito *simetria* no estudo da transformação geométrica de reflexão por aprendizes sem acuidade visual dentro dos padrões normais. Estamos interessados na forma que esses sujeitos incorporam ao seu vocabulário a voz matemática durante os diálogos instrucionais, e ainda, a mudança conceitual que a apropriação desse vocabulário pode provocar. Para isso, elaboramos atividades e intervenções visando criar condições para a emergência de um campo simbólico (ZDP), no qual a interação face-a-face entre os agentes envolvidos num evento instrucional possa gerar a produção de novos significados.

A fim de estabelecer uma variedade de entendimentos a respeito da capacidade cognitiva e dos processos cognitivos dos sujeitos envolvidos nessa pesquisa, optamos pelo método da dupla estimulação de Vygotsky (1998a, 1998b). Neste método, o sujeito é colocado “frente a uma tarefa que excede em muito os seus conhecimentos e capacidades” (Cole e Scribner, 1998, p. 16). A 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).

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 no desenvolvimento desse texto, e o segundo estímulo é oferecido pela pesquisadora através de intervenções. Desenvolvemos uma série de entrevistas com base em pesquisas anteriores sobre as noções de reflexão, por sujeitos com acuidade visual dentro dos padrões normais, como Healy (2002), Vergnaud (1997), Grenier (1985) e Küchemann (1981). 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 chamaremos de Edson, que está cursando o terceiro ano do Ensino Médio.

Durante as entrevistas, consideramos importante que a pesquisadora, em suas intervenções, partisse dos conceitos cotidianos que os sujeitos têm a respeito de reflexão ligado os conceitos científicos associados com aspectos da Geometria, a fim de facilitar o acesso aos conceitos científicos relacionados a transformações geométricas. Para isso, a primeira parte das entrevistas que realizamos 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, figura-imagem, adotando o procedimento utilizado por Healy (2002) em sua pesquisa.

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 possibilitava ao sujeito a utilização de dois tipos de estratégias para executar as tarefas. Ele poderia usar régua (especial para deficientes visuais) ou dobradura. O segundo grupo desse conjunto foi realizado em outra ferramenta material (Figura 2). Essa ferramenta é composta por uma prancha de madeira com 120 pinos alinhados em 10 linhas e 12 colunas. As figuras e o eixo de simetria são representado por elásticos.



Figura 1: Figuras em papel canson



Figura 2: A prancha de desenho

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 prancha apresentada na Figura 2.

Nos três conjuntos, as tarefas propostas na prancha de desenho, alternavam a posição do eixo de simetria entre horizontal, vertical e oblíquo, e a posição das formas geométricas representadas em relação ao eixo de simetria. Tanto a variação da posição do eixo de simetria como a opção de representar uma grade na prancha de desenho, simulando uma folha de papel quadriculado, foram escolhas feitas a partir das pesquisas sobre noções de reflexão citadas anteriormente.

No final dos conjuntos de tarefas voltamos a solicitar que os sujeitos 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 a análise dos diálogos. Na próxima seção ilustraremos nossas análises por meio de alguns episódios da primeira sessão realizada com o sujeito Edson.

IV. Análise das entrevistas

Edson, portador de cegueira adquirida, que cursa a terceira série do Ensino Médio e trabalha na ADEVA – Associação de Deficientes Visuais e Amigos. Edson realiza seus estudos em escola pública regular, no período noturno, inserido em classe comum. Ele não tem acesso à sala de recursos hoje implementada em algumas escolas públicas que trabalham com a inclusão de portadores de necessidades especiais, pois no período noturno a escola não dispõe de funcionário para a sala de recursos. Esse sujeito mostrou não ter nenhum conhecimento prévio sobre transformações geométricas e não tem uma boa relação com a Matemática. Em relação à Geometria, mostrou conhecer, ao menos nominalmente, alguns elementos que foram fundamentais para o desenvolvimento dos diálogos nas entrevistas, como: ponto médio, bissetriz, perpendicular e outros. No entanto, quando questionado sobre os termos "reflexão" e simetria não os conectou a um contexto matemático.

Para proceder com nossas análises, rastreamos nas transcrições o termo *eixo de simetria*, tanto nas falas da pesquisadora como nas falas do sujeito, e analisamos a apropriação e articulação dessas vozes usadas no discurso.

Um novo objeto - eixo de simetria

Para o estudo de figuras simétricas e reflexão, um conceito fundamental é o eixo de simetria. Assim, para que o sujeito pudesse realizar as tarefas que seriam desenvolvidas durante as sessões, centramos, inicialmente, nossa atenção no estudo de figuras simétricas com o objetivo de levar o sujeito a ter um primeiro contato com o eixo de simetria e identificar suas propriedades.

A pesquisadora ofereceu ao sujeito, na ferramenta de desenho, um triângulo isósceles como representado na Figura 3.

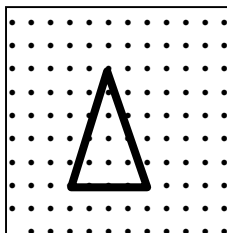


Figura 3: Introduzindo o uso da prancha de desenho

Após a exploração tátil e o reconhecimento da forma geométrica pelo sujeito, a pesquisadora posicionou um segundo elástico como eixo de simetria, como mostra a figura 4, e pediu que o sujeito falasse sobre o que esse segundo elástico havia feito com o triângulo.

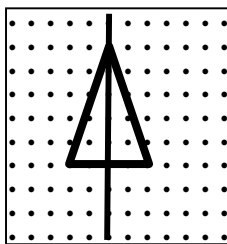


Figura 4: Adicionando um eixo de simetria

O sujeito, em sua fala, destaca algumas propriedades associadas à reta representada por esse elástico:

Dividiu o triângulo em duas partes iguais.

Dividiu o triângulo ao meio, porém de lados opostos. Com a mesma medida, um virado para cada lado.

Neste ponto da entrevista a pesquisadora, decidiu propor ao sujeito a tarefa seguinte com o intuito de levá-lo a perceber a equidistância entre ponto e ponto-imagem, propriedade que ele não havia destacado explicitamente. Para isso, propõe ao sujeito

que complete o modelo dado (Figura 5), construindo a imagem do triângulo retângulo para produzir um triângulo simétrico (o mesmo triângulo da atividade anterior). Segue-se o seguinte diálogo:

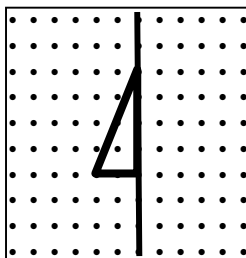


Figura 5: Metade do triângulo isósceles

1	<p><i>Pes: Agora é você que vai construir figuras. Tem uma figura na prancha e você vai construir a outra metade dessa figura (Figura 5) (A tarefa foi executada com sucesso) Agora me conta como você fez.</i></p>
2	<p><i>Edson: É só se basear aqui nessa parte que já tá feita.</i></p> <p><i>Contei da direita para a esquerda quantos pinos tinha aqui em baixo (base do triângulo – contou do vértice em direção ao eixo de simetria). Continuei daqui mesmo (eixo de simetria) e contei 1, 2, 3, 4. Subi até a ponta de cima seguindo o referente (eixo de simetria).</i></p> <p><i>Poderia também ter contado 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 (Contou os pinos da base até o vértice do triângulo sobre o eixo de simetria). No sete eu colocaria o elástico.</i></p>
3	<p><i>Pes: Essa referência que você está dizendo foi realmente qual?</i></p>
4	<p><i>Edson: A central. Fiz a outra figura considerando essa central (aponta o eixo de simetria).</i></p>
5	<p><i>Pes: O nome desse elástico na Matemática é eixo de simetria. Tudo que tem de um lado dele tem do outro também, bem como você percebeu: as distâncias são as mesmas, o tamanho é o mesmo, mas fica tudo invertido.</i></p>

Trecho 1 – Introdução da voz matemática⁴

O sujeito aplica as propriedades do eixo de simetria explicitadas na tarefa prévia para construir a figura solicitada e a essas agrega mais uma, pois para iniciar a construção

⁴ Falas de 51 a 55 da primeira sessão, enumeradas de 1 a 148.

começa imediatamente, a contar os pinos da base do triângulo representado reproduzindo essa “medida” realiza a tarefa com sucesso.

Edson percebe a importância do eixo de simetria para completar a figura, ao que nomeia primeiramente de *referente*, pois não há no seu vocabulário uma palavra específica para esse objeto matemático. Antes de introduzir o termo *eixo de simetria*, em sua fala a pesquisadora (linha 3) utiliza o termo empregado por Edson (ventriculando sua voz) ingressando no gênero de diálogo do aprendiz e compartilhando com ele o mesmo espaço simbólico. Edson (linha 4) usa a palavra *central* para indicar o eixo de simetria como pôde ser percebido em sua ação. Neste momento, a pesquisadora introduz, pela primeira vez ao diálogo o nome matemático desse objeto (linha 5) - voz matemática – e na mesma fala destaca as propriedades desse objeto já trabalhadas por Edson.

Seguindo essa discussão, Edson trabalhou com algumas figuras feitas em papel canson das quais deveria identificar seus respectivos eixos de simetria. O diálogo abaixo se deu durante a realização da tarefa de identificar o eixo de simetria de um triângulo isósceles.

6	<i>Pes: Lembra o primeiro triângulo que eu coloquei na ferramenta ?</i>
7	<i>Edson: Sim.</i>
8	<i>Pes: Eu fiz o triângulo com elástico e depois coloquei o segundo elástico que nos chamamos de eixo de simetria. Como aquele da ferramenta, esse de papel também tem eixo de simetria, e eu queria que você identificasse esse eixo.</i>
9	<i>Edson: O eixo de simetria é sempre o mesmo? Não tem nada para eu por no meio (da figura)? Aqui? (Aponta no triângulo com uma das mãos a posição que o eixo de simetria deve ocupar).</i>
10	<i>Pes: Você pode dobrar.</i>
11	<i>Edson: É esse o eixo de simetria (mostra a dobra que fez).</i>
12	<i>Pes: O eixo de simetria é esse da dobra. É isso?</i>
13	<i>Edson: Isso, porque se você me der outro papel eu vou fazer aqui (mostra o outro lado) igual. Ai vai se tornar o eixo de simetria.</i>

Trecho 2 – Um pseudoconceito⁵

Oferecemos ao Edson uma figura recortada em papel canson que tinha as mesmas dimensões do triângulo explorado na tarefa mencionada acima, a fim de envolvê-lo na determinação do respectivo eixo de simetria. A estratégia empregada, pelo sujeito, na realização dessa tarefa foi dobradura, como sugerido pela pesquisadora. Nas falas do sujeito podemos ver que ele passa a usar o termo *eixo de simetria*, mas neste ponto

parece que ele está falando com a voz da pesquisadora. Usando a expressão de Renshaw, ele pode estar apenas “ventriculando”, pois reproduz o realizado na prancha de desenho sem atribuir ao objeto matemático eixo de simetria uma identidade própria, ou seja, para Edson eixo de simetria é ainda confundido com metade da figura (linha 13). Isso ficou mais claro no início da segunda sessão, quando foi proposto ao sujeito construir a imagem de um triângulo como mostra a figura 6.a. Na realização dessa tarefa Edson produz a imagem construindo apenas metade do triângulo proposto (Figura 6.b).

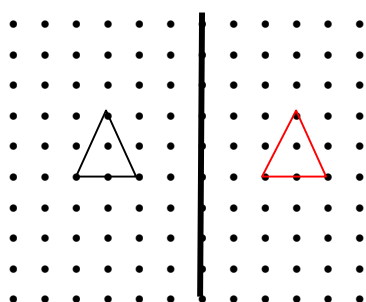


Figura 6.a: Imagem esperada

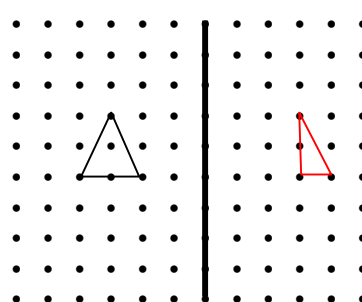


Figura 6.b: Imagem do sujeito

Interpretamos então que o sujeito está usando um pseudoconceito, pois está empregando de forma sintaticamente correta o termo eixo de simetria mesmo sem ter desenvolvido completamente um novo conceito. Nesse momento, o objeto matemático eixo de simetria está em patamares distintos de significado se comparamos as concepções do sujeito e da pesquisadora, o pseudoconceito é usado como veículo para permitir um diálogo no qual ambos, pesquisadora e sujeito compartilhem o mesmo espaço simbólico.

Para que o pseudoconceito utilizado por Edson pudesse se aproximar do significado atribuído pela pesquisadora, ao objeto *eixo de simetria*, foi feita uma tentativa para conectar esse termo com a noção de imagens no espelho – conceito cotidiano.

⁵ Falas de 67 a 74 da primeira sessão, enumeradas de 1 a 148.

Na sua memória visual você tem a sua imagem no espelho?

Esta intervenção da pesquisadora permitiu que Edson refizesse com êxito a tarefa, e a conexão com sua memória visual de imagens no espelho parece-nos ter motivado uma re-concepção do termo eixo de simetria.

O trecho transcrito abaixo pertence à segunda entrevista realizada com Edson e aconteceu durante a tarefa de construir a imagem sob reflexão da forma representada na Figura 7.a. A seguir, a análise da fala de Edson, que descreve uma estratégia para a construção de imagens, sugere a aplicação de um conceito de eixo de simetria mais maduro se comparado com a fala anterior.

14	<i>Pes: E a imagem dessa figura? (Figura 7.a)</i>
15	<i>Edson: Cadê o eixo de simetria?</i>
16	<i>Pes: Taí. (Posiciona uma das mãos do sujeito sobre o eixo)</i>
17	<i>Edson: Achei. (Inicia pelo lado sobre o eixo de simetria. Vira a ferramenta para posicionar o eixo de simetria perpendicularmente ao seu corpo). Acho que está certo (Figura 7.b).</i>
18	<i>Pes: Certinho. O que foi importante para você?</i>
19	<i>Edson: O importante foi ter a noção de dois lados. Envolve muita atenção nos pontinhos, na posição.</i>
20	<i>Pes: E o eixo de simetria, ajuda?</i>
21	<i>Edson: Sem dúvida! O eixo de simetria foi à base.</i>
22	<i>Pes: Por quê?</i>
23	<i>Edson: Porque a gente conta os pontos da direita para a esquerda, de frente para trás, de cima para baixo, tudo partindo do eixo de simetria. É a partir dele que a gente consegue fazer a imagem.</i>
24	<i>Pes: E ele ajuda só para determinar as medidas dos lados?</i>
25	<i>Edson: Para mim ele ajuda em tudo. Para comparar quando termina.</i>

Trecho 3 – Um conceito mais maduro⁶

⁶ Falas de 211 a 222 da segunda sessão, enumeradas de 1 a 350.

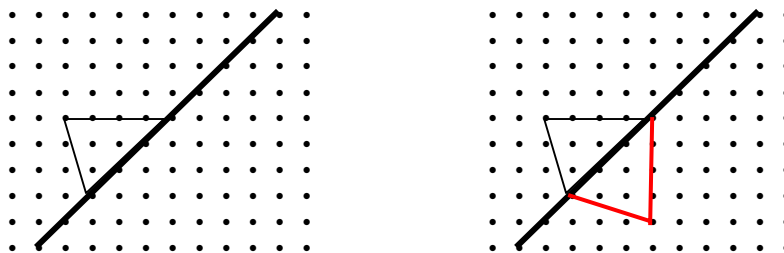


Figura 7.a: Eixo de simetria oblíquo **Figura 7.b: Construção de Edson**

Embora não tenha usado a voz matemática, pode-se perceber na voz pessoal do aprendiz uma perspectiva matemática. Ele verbalizou propriedades intrínsecas do eixo de simetria que possibilitaram-no executar a tarefa com sucesso. O caráter mais maduro do conceito que foi utilizado pode ser percebido não só na ação do sujeito, mas também em suas falas, como nas linhas 21, 23 e 25. Nas linhas 21 e 23 o sujeito destaca a importância do eixo de simetria como sendo a base para a determinação da imagem, ou seja, aquele que prove a orientação da figura imagem, a equidistância entre ponto e ponto-imagem e a congruência entre os ângulos. Na linha 25 ele verbaliza a necessidade do eixo de simetria para validação dos seus resultados. Destacamos que nessa etapa da entrevista Edson girava a prancha de desenho quando a tarefa que apresentava o eixo de simetria inclinado, a fim de posicioná-lo perpendicularmente ao seu corpo, o que para ele representava um facilitador.

A questão é se nas tarefas que se seguem o diálogo entre sujeito e pesquisadora continua a ser mediado pelo pseudoconceito formulado pelo sujeito nas tarefas iniciais. Na medida em que a pesquisadora usa a linguagem, fazendo perguntas e dando exemplos, para conduzir o sujeito a refletir sobre as propriedades matemáticas de figuras simétricas e reflexão, pesquisadora e sujeito co-constroem e compartilham um espaço simbólico, onde ambos ficam mais capazes de estabelecer um diálogo cada vez mais voltado para o objeto matemático em estudo. Ao longo dessas atividades parece-nos que Edson vai refinando o significado atribuído (por ele) ao termo eixo de simetria, aproximando-se gradativamente do significado matemático desse termo comunicado pela pesquisadora.

Embora durante a segunda entrevista, Edson estivesse usando mais propriedades para executar as tarefas e atribuído ao eixo de simetria um significado mais próximo do

matemático, algumas propriedades ainda não haviam sido apropriadas por Edson, em particular a equidistância na perpendicular. Até aqui, na execução das tarefas, a equidistância entre ponto e ponto-imagem era mantida em consequência das outras propriedades que Edson estava aplicando. A necessidade de usar a perpendicular para manter a equidistância só pode ser percebida na terceira entrevista. Dada a tarefa de construir a imagem do segmento como representado na figura 8.a, Edson passa a colocar elásticos nas extremidades do segmento de modo que estes fiquem perpendiculares ao eixo de simetria. Conta os pinos – pontos – entre as extremidades e o eixo de simetria e reproduz as distâncias a partir do eixo de simetria no semiplano inferior. A partir dos pontos simétricos que determinou posiciona outro elástico para construir a imagem do segmento dado (Figura 8.b). Faz a verificação contando os pinos que formam a imagem e a equidistância entre o segmento dado e sua imagem descrevendo sua estratégia como transcrevemos abaixo:

26	<i>Edson: Eu contei 1, 2 (pinos a partir de uma das extremidades do segmento dado até o eixo de simetria), depois eu comparei: um ponto livre depois vem o eixo de simetria. Depois eu usei o elástico (posicionado na perpendicular) deixei um ponto vazio e fiz a mesma comparação aqui (semiplano inferior). Depois do eixo de simetria vem um ponto vazio. Coloquei o elástico e fiz o segmento. Conteí três pontos entre o início do segmento e o fim e fiz da mesma forma aqui (imagem).</i>
27	<i>Pes: Mas quando você começou, você usou um elástico para colocar no início do segmento que eu fiz para posicionar o início da imagem. Por que você fez isso?</i>
28	<i>Edson: Para medir.</i>
29	<i>Pes: E por que você pôs tão reto (perpendicular) e não inclinado?</i>
30	<i>Edson: Porque perdia o sentido do segmento.</i>

Trecho 4 - Um signo externo⁷

⁷ Falas de 28 a 32 da terceira sessão, enumeradas de 1 a 226.

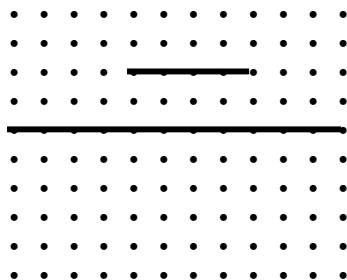


Figura 8.a: Imagem de segmento

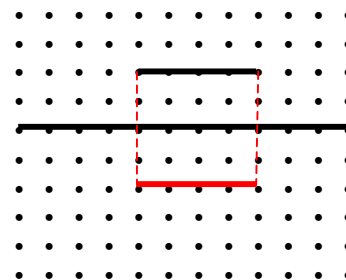


Figura 8.b: Nova estratégia

O trabalho com segmentos trouxe a necessidade de uma nova estratégia, já que manter as distâncias, os ângulos e a inversão das figuras exigia mais do que o intuitivo, ou seja, sua memória visual associada a espelhos. Embora não tenha falado explicitamente sobre a relação de perpendicularismo, na descrição da ação do sujeito, observamos que ele cria um signo externo (usando um elástico para determinar a perpendicular) para determinar o simétrico de um ponto. Para realizar a tarefa Edson não se concentra apenas nas distâncias, mas também na orientação do segmento e imagem em relação ao eixo. Nas linhas 26 e 28 o sujeito indica a aplicação de algumas propriedades, ligadas a distância na perpendicular. Edson usou essa estratégia em todas as tarefas propostas nessa sessão, inclusive na determinação da imagem de pontos e nas atividades que envolviam eixo de simetria oblíquo.

IV. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo principal da pesquisa que deu origem a esse artigo é mostrar que o conceito matemático de reflexão (conceito científico), tão impregnado por experiências visuais (conceitos cotidianos) 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 operacionalizados de forma a potencializar as habilidades dos indivíduos e não sua deficiência (visual).

A análise das vozes nos discursos instrucionais, inspirada no trabalho de Renshaw, nos permitiu analisar os aspectos do diálogo que possibilitaram perceber uma mudança conceitual na estrutura cognitiva de Edson, ou seja, a mudança de um conceito gerado pelo experimento, para um pseudoconceito que posteriormente deu lugar a um conceito mais abstrato (mais próximo do conceito científico) que pode ser articulado tanto para a

manutenção do diálogo como flexibilizado para ser aplicado a diversas tarefas propostas.

Podemos apontar, também, a importância da introdução da voz matemática para a criação do pseudoconceito por parte do aprendiz, que através da interação colaborativa com a pesquisadora o capacitou ingressar numa forma nova, mais geral e abstrata, de diálogo que permite a emergência de uma ZDP, levando-o a estabelecer conexões com aspectos da Geometria que ele já dominava. A apropriação de aspectos da voz matemática (introduzida pela pesquisadora) por parte do sujeito permitiu que ele criasse estratégias para resolver as tarefas propostas

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. Destacamos aqui duas ações particularmente pertinentes tratando-se do objeto eixo de simetria: virar a ferramenta para reposicionar o eixo e usar elásticos auxiliares na perpendicular.

Em nossa opinião, há evidências nas interações entre os participantes dos diálogos (sujeito e pesquisadora) se atingiu as condições necessárias para a emergência da ZDP, pois o campo semiótico criado permitiu a ampliação do nível potencial do sujeito que pode tirar de uma situação particular à ação que permitiu a criação de um conceito, elevando o conceito gerado a partir de uma experiência concreta para um nível abstrato. O que possibilitou uma evolução dos significados associados à reflexão e figuras simétricas, expressos por Edson. A estrutura das tarefas (não rígida) e a ferramenta material, desenhada para favorecer a percepção tátil dos sujeitos, foram decisivos para o desenvolvimento do trabalho empírico.

IV. Referência Bibliográfica

- COLE, M.; SCRIBNER, S. Introdução. In: VYGOTSKY, L. S. 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, 1998. pp. 3-19.
- CONFREY, J. Student Voice in Examining ‘splitting’ as and Approach to Ratio, Proportion and Fractions. PME 19, V. 1 pp 3-29. Recife. 1995. (esp. Pp. 3-14)
- _____. A Theory of Intellectual Development, Part 3 For the Learning of Mathematics. V. 15, N. 2, pp 36-45. 1995.
- GIL, M. Deficiência visual. Brasília: MEC. Secretaria de Educação a Distância, 2000.
- GRENIER, D. Quelques aspects de la symetrie orthogonale pour des élèves de classes de 4ème et 3ème. In: Petit x, n 7, pp. 57-69. Grenoble: IREM, 1985.
- HEALY, L. (S). The interactive design and comparison of learning systems for reflection in two dimensions. Londres, 2002. 404 f. Tese (PhD em Educação) – Institute of Education, University of London.
- KÜCHEMANN, D. (1981). Reflection and rotation. In Hart K (ed), Children’s understanding of mathematics: 11-16. London: John Murray, pp. 137-157.
- MEIRA, L.; LERMAN, S. **The zone of proximal development as a symbolic space**, Social Science Research Papers, n. 13, pp. 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. pp. 51 – 57.
- RENSAW, P. A Sociocultural View of the Mathematics Education of Young Children. In: MANSFIELD, H.; PATEMAN, N. A.; BEDNARZ, N. (Eds.) Mathematics for tomorrow’s young children. Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 1996. pp. 59-78.
- VEER, R.; van der; VALSINER, J. Vygotsky - Uma síntese. Tradução de: Cecília C. Bartalotti. 4. ed. São Paulo: Loyola, 1996.
- VERGNAUD, G. The Nature of Mathematical Concepts. In: NUNES, T. & BRYANT, P. (eds). Learning and Teaching Mathematics: An International Perspective, Psychology Press, East Sussex, pp. 5-28. 1997.
- VYGOTSKY, L. S. Pensamento e linguagem. Tradução Jefferson Luiz Camargo. 2. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1998a.

_____. 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, 1998b.