



RESSIGNIFICAÇÃO DO CONCEITO DE DIAGONAIS DE UM POLÍGONO CONVEXO POR ESTUDANTES SURDOS À LUZ DOS MECANISMOS COMPENSATÓRIOS

Thamires Belo de Jesus
Instituto Federal do Espírito Santo, Brasil
thamiresbelo23@gmail.com

Edmar Reis Thiengo
Instituto Federal do Espírito Santo, Brasil
thiengo.thiengo@gmail.com

RESUMO

Alguns conceitos matemáticos podem ser trabalhados com a exploração de elementos ligados à realidade por meio do tato, visão, fala e audição. Quando nos referimos a um estudante surdo, a experiência de dialogar com o mundo é compensada (potencializada) por sentidos diferentes da audição. A incapacidade de audição é um estado normal e não patológico para uma criança surda, ela só se percebe indiretamente surda pelo resultado do reflexo social que se tem da surdez. Diante disso, este trabalho se propõe a analisar os novos significados dados ao conceito de diagonais de um polígono convexo sob a perspectiva dos mecanismos compensatórios de Vigotski (1989). O estudo foi realizado com uma estudante surda do 8º ano do ensino fundamental. Constatamos que, por meio de mecanismos compensatórios tais como os elementos visuais, táteis e registros gráficos e orientação dialogada, a estudante surda conseguiu atribuir significado a fórmula para determinação do número de diagonais de um polígono convexo. De forma secundária, a pesquisa sinalizou para a importância do planejamento compartilhado entre professor de matemática e intérprete de Libras, pois esse trabalho pode facilitar a descoberta de mecanismos compensatórios que possam estimular os surdos a construírem significado para conceitos matemáticos.

PALAVRAS-CHAVE: Surdez. Mecanismos Compensatórios. Vigotski. Ensino de Geometria.
Educação Inclusiva.

ABSTRACT:

Some mathematical concepts can be worked through the exploration of elements linked to reality through touch, sight, speech, and hearing. When we refer to a deaf student, the experience of dialogue with the world is compensated (potentialized) by different senses of hearing. Inability to hear is a normal state and not pathological for a deaf child, it is only perceived indirectly deafened by the result of the social reflection of deafness. Therefore, this

paper proposes to analyze the new meanings given to the concept of diagonals of a convex polygon from the perspective of the compensatory mechanisms of Vigotski (1989). The study was carried out with a deaf student from the 8th year of elementary school. We found that, through compensatory mechanisms such as visual, tactile and graphic elements, the deaf student was able to assign meaning to the formula for determining the number of diagonals of a convex polygon. Secondly, the research pointed to the importance of shared planning between mathematics teacher and Libras interpreter, since this work may facilitate the discovery of compensatory mechanisms that could stimulate the deaf to construct meaning for mathematical concepts.

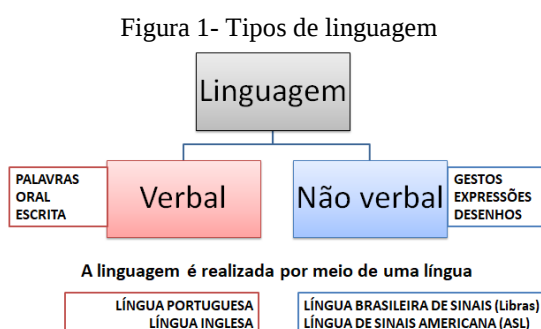
KEYWORDS: Deafness. Compensatory Mechanisms. Vigotski. Teaching Geometry. Inclusive education.

COMUNICAÇÃO, LINGUAGEM E APRENDIZAGEM

A exploração dos objetos do mundo físico auxilia o aluno a criar conceitos e correlacioná-los a outros elementos da geometria e também de outras áreas da Matemática. Essas premissas são importantes, pois segundo Vigotski (2001) o desenvolvimento do pensamento e aquisição de conhecimento é determinado pela linguagem.

Ao analisar as discussões sobre a linguagem dentro da Teoria Histórico-Cultural, vemos que ela é constituída por um sistema organizado de sinais que serve de comunicação entre os sujeitos. Assim, ela pode ser estabelecida, conforme indicado na figura 1, de forma verbal ou não verbal, pois ambas são capazes de expressar sentidos e se utilizam de signos. Na linguagem verbal, os signos são as palavras e na linguagem não-verbal, são utilizados outros sinais para a comunicação, como os gestos, as expressões faciais, os desenhos, as pinturas, as danças, entre outros elementos.

A linguagem é realizada por meio de uma língua, ou seja, por meio de um sistema de signos pertencentes aos membros de uma mesma comunidade. Enquanto a Língua Brasileira e Língua Inglesa são realizadas verbalmente, a Língua Brasileira de Sinais (Libras) e a Língua de Sinais Americana (ASL) são realizadas de forma não-verbal.



Fonte: Arquivo dos pesquisadores

Segundo Vigotski (2011, pg. 868) “a fala não está obrigatoriamente ligada ao aparelho fonador; ela pode ser realizada em outro sistema de signos, assim como a escrita pode ser transferida do caminho visual para o tátil”. Quando nos referimos a um estudante surdo, a experiência de dialogar com o mundo é compensada (potencializada) por sentidos diferentes da audição. A incapacidade de audição é um estado normal e não patológico para uma criança surda, ela só se percebe indiretamente surda pelo resultado do reflexo social que se tem da surdez.

Os mecanismos compensatórios são, então, apresentados como as formas culturais de comportamento, tornando-se assim o único caminho para a educação da criança anormal¹. “Elas consistem na criação de caminhos indiretos de desenvolvimento onde este resulta impossível por caminhos diretos” (VIGOTSKI, 2011, p. 868).

De forma a refutar a ideia de que a deficiência significa falha, ausência, limitações de aprendizagem, Vigotski (2011, p. 869):

[...] examina a dinâmica do desenvolvimento da criança com deficiência partindo da posição fundamental de que o defeito exerce uma dupla influência em seu desenvolvimento. Por um lado, ele é uma deficiência e atua diretamente como tal, produzindo falhas, obstáculos, dificuldades na adaptação da criança. Por outro lado, exatamente porque o defeito produz obstáculos e dificuldades no desenvolvimento e rompe o equilíbrio normal, ele serve de estímulo ao desenvolvimento de caminhos alternativos de adaptação, indiretos, os quais substituem ou superpõem funções que buscam

¹ Os termos defectologia e criança anormal, dentre outros, utilizados no título e ao longo do artigo “A defectologia e o estudo do desenvolvimento e da educação da criança anormal”, foram mantidos na tradução por corresponderem à terminologia utilizada no início do século XX, quando Vigotski produziu seus textos. Atualmente, seriam equivalentes às expressões deficiência e educação especial e criança com deficiência, respectivamente.

compensar a deficiência e conduzir todo o sistema de equilíbrio rompido a uma nova ordem.

O conceito de “compensação”, portanto, diz que ao observar a presença, no lugar da falta, torna-se possível utilizar recursos que permitam a pessoa compensar (superar) seus obstáculos criando outras vias que garantam a sua inserção na vida produtiva.

CENÁRIOS DA PESQUISA

A pesquisa, de cunho qualitativo, foi realizada com uma aluna surda, do 8º ano do ensino fundamental que apresenta surdez congênita, profunda e bilateral e é oralizada. O estudo ocorreu em uma instituição de ensino que atende alunos surdos nas salas de aulas regulares e na sala do Atendimento Educacional Especializado (AEE).

A comunicação entre a aluna surda e a pesquisadora foi mediada pelo intérprete de Libras. Utilizamos um gravador de áudio para registrar as traduções do intérprete ou registrávamos no diário de campo, no mesmo instante em que o mesmo enunciava a tradução da Libras para a Língua Portuguesa.

O percurso metodológico foi trilhado com base na Teoria da Formação das Ações Mentais por Etapas de Galperin (1989). Segundo Nuñez e Pacheco (1998), na essência dessa teoria, primeiro deve-se encontrar a forma adequada da ação; segundo, encontrar a forma material de representação da ação e terceiro, transformar essa ação externa em interna.

A ação mental pode ser compreendida como a capacidade de representar mentalmente um objeto sem a execução física (GALPERIN, 1989; ARIEVITCH, 1993). As etapas que compreendem esse processo de internalização de atividades externas materiais são: motivacional, estabelecimento da base orientadora da ação, formação da ação no plano material, formação da ação no plano da linguagem externa e mental. Em síntese, a forma sofre mudanças da etapa material para a verbal e por último para a mental, tendo como princípio norteador uma motivação inicial e uma base orientadora para guiar o processo de aprendizagem. Nesse processo a independência progride das ações sociais compartilhadas, ou seja, com a ajuda de outros pares, com um desenvolvimento maior

em relação ao conteúdo estudado, até chegar a uma ação independente praticada pelo sujeito.

RESSIGNIFICAÇÃO DO CONCEITO DE DIAGONAIS DE UM POLÍGONO CONVEXO

Os polígonos são figuras planas fechadas, não vazadas delimitadas por segmentos de reta que não se cruzam. Eles são constituídos por lados, vértices e ângulos. A diagonal, elemento importante do polígono, é um segmento de reta que une dois vértices não consecutivos (JESUS, 2014).

Determinar o número de diagonais de um polígono convexo pode não ser tarefa fácil, principalmente se o polígono apresentar um número grande de lados. Uma saída para essa dificuldade prática é utilizar a fórmula para se determinar esse quantitativo. Mas precisamos garantir que o estudante não só utilize a fórmula, mas entenda o significado da mesma.

Quando esse estudante é surdo, num primeiro olhar a ação de dar significado torna-se um desafio, visto que, para o surdo, a fórmula $d = \frac{n(n-3)}{2}$ (d representa o número de diagonais e n o número de lados) representa a união de letras e símbolos sem um real significado.

A primeira etapa estabelecida pela Teoria das Ações Mentais de Galperin (1989), a Motivacional, foi trabalhada por meio dos recursos manipulativos. Tal estratégia foi pensada, pois ao se utilizar de recursos visuais manipulativos em substituição de elementos verbais, pode-se facilitar a compreensão de conceitos matemáticos pelos estudantes surdos. Segundo os mecanismos compensatórios apresentados por Vigotski quando uma ou mais vias de apreensão do mundo não estão íntegras ou não podem ser formadas, o indivíduo pode eleger outras que estejam íntegras (VIGOTSKI, 1989).

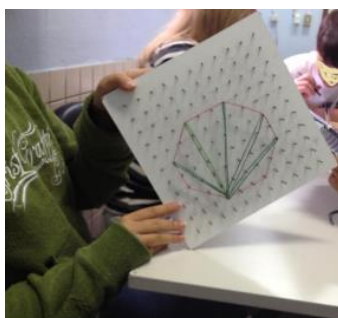
No início da pesquisa, a estudante tinha conhecimento do que era uma diagonal e um lado de um polígono, mas a fórmula para o número de diagonais era desprovida de significado. Para dar significado a fórmula, foram utilizadas sequências de tarefas que

constituíram a base orientadora da ação (BOA), conforme estabelecido pela teoria galperiana, que consistia de quatro etapas que levariam a estudante a compreender o significado da fórmula para o cálculo do número de diagonais, sendo: i) verificar que a expressão $(n - 3)$ da fórmula representa o número de diagonais que partem de um único vértice; ii) identificar o significado dos termos n e a divisão por 2 presentes na fórmula; iii) compreender a fórmula completa; iv) verificar que o uso da fórmula pode otimizar o cálculo do número de diagonais.

Conforme Teoria das Ações Mentais, para transformar as ações externas em internas, deve-se trabalhar a transição da formação da ação no plano material para a formação da ação no plano da linguagem externa e, por fim, no plano mental. Desta forma, as etapas foram trabalhadas por meio de recursos manipulativos, diálogo orientado e estímulo a compreensão da fórmula para desprendimento do recurso manipulativo.

Para verificar que a expressão $(n - 3)$ da fórmula representa o número de diagonais que partem de um único vértice, solicitamos que a estudante construísse um polígono de oito lados no Geoplano, escolhesse um dos vértices e, a partir dele, traçasse todas as diagonais que ele determinava no polígono, conforme ilustrado na figura 2.

Figura 2 - Diagonais que partem um único vértice



Fonte: Arquivo dos pesquisadores

Foi verificado que a quantidade de lados do octógono subtraída de três unidades resultava na quantidade de diagonais que partiam de um único vértice. Essas três unidades podem ser justificadas, pois as diagonais foram construídas utilizando os

vértices dos polígonos com exceção do próprio vértice inicialmente escolhido e os dois vizinhos, visto que estes últimos se constituem como lados e não diagonais.

Destaca-se que até esse momento do estudo ainda não havia sido informado a estudante surda que dois vértices não consecutivos determinavam duas diagonais. Pois essa ideia pode ser um caminho direto para o professor, mas pode não ser algo imediato para os alunos. A estratégia foi, portanto, estabelecer condições para que a estudante construísse seus caminhos para chegar à compreensão do resultado obtido, conforme propõe Vigotski (2011).

Para alcançar a segunda etapa da base orientadora da ação, identificar o significado dos termos n e a divisão por 2 presentes na fórmula, retornamos a fórmula que determina o número de diagonais de um polígono $d = \frac{n(n-3)}{2}$ e utilizamos o auxílio do recurso Geoplano para realizar simulações com diferentes polígonos.

Destaca-se que um diálogo inicial com a estudante surda, ilustrado a seguir, mostra que o produto de $n(n-3)$ e a divisão por 2 ainda não carregavam significado quando se apresentados no contexto da determinação do número de diagonais.

Pesquisadora (via intérprete): Por que este outro n na fórmula? (indicando o n presente primeiro fator da fórmula das diagonais)

Lia: Não sei.

Intérprete: E o 2? Por que o 2?

Lia: Divisão.

Pesquisadora (via intérprete): Por que dividir por 2?

Lia: Não sei.²

Como a comunicação entre pesquisadora ouvinte e estudante surda consistia num obstáculo pelo fato de dominarem línguas diferentes, não foi possível utilizá-la como caminho direto, gerando a necessidade compensar esse obstáculo com uso de recursos manipulativos.

Foi solicitado que a estudante escolhesse outro vértice, diferente do primeiro, traçasse e contasse as diagonais que ele formava. O processo foi realizado com todos os vértices

do polígono. Após essa investigação a estudante mostrou compreender a quantidade total de diagonais do polígono. Tal aspecto foi verificado no diálogo com a pesquisadora.

Pesquisadora (via intérprete): Como saber o total de diagonais?

Lia: Contar.

Pesquisadora (via intérprete): Contar o quê? Como?

Lia: Esse, mais esse, mais esse...

É importante destacar que um caminho direto para determinar o total de diagonais, no contexto do ouvinte era somar, mentalmente ou por meio de registros ou de forma verbal, a quantidade de diagonais que partia de cada vértice. Porém, ao encontrar a dificuldade em realizar os cálculos utilizando as estratégias acima mencionadas, a estudante adotou caminhos indiretos e demonstrou muita habilidade em manipular o Geoplano, demarcar as diagonais e conta-las, como ilustrado na figura 3.

Figura 3 - Contagem do número de diagonais



Fonte: Arquivo dos pesquisadores

Entretanto, como foi utilizado como exemplo um polígono de oito lados, a estudante chegou a um total de quarenta diagonais do polígono. Para mostrar porque era necessário dividir o resultado por dois, estimulamos a estudante construir um polígono de quatro lados, traçar as diagonais e verificar que cada par de vértices determinavam duas diagonais congruentes, logo a diagonal era contada duplamente.

Foi necessário construir um polígono com uma quantidade menor de lados, pois isso facilitaria a contagem do número de diagonais. Como a experimentação com uso do

recurso manipulativo não foi suficiente para que a aluna compreendesse, foi necessário fornecer uma orientação dialogada, a fim de que ela conseguisse avançar.

Pesquisadora (via intérprete): No polígono de quatro lados tinha 4 diagonais. Mas metade é repetida. Precisa retirar a metade. Retirar a metade é igual a dividir por dois.

Pesquisadora: Entendeu?

Lia: 40 dividido por 2 é 20?

Pesquisadora: Sim.

Lia: Sempre divide por dois?

Pesquisadora: Sim.

Pesquisadora (via intérprete): Precisa dividir por 2 para retirar as diagonais que contamos a mais.

Compensamos, dessa forma, a dificuldade de percepção espacial com o uso do Geoplano e orientação dialogada, e assim possibilitamos a compreensão do conteúdo trabalhado (VIGOTSKI, 1989). Vale destacar que a orientação dialogada deve, segundo Vigotsky (2001) estimular o aluno a encontrar suas próprias estratégias, que seriam os caminhos indiretos, de forma a compensar suas limitações.

Esta etapa também nos indica que o uso dos materiais manipulativos não garantem a aprendizagem do estudante surdo; o seu uso deve ser conduzido por orientações que estimulam o estudante a buscar caminhos alternativos para alcançar a compreensão dos conceitos matemáticos.

Essas orientações fornecidas pelo professor são chamadas, na produção vigotskiana, como atuação na Zona de Desenvolvimento Proximal (ZPD). Para Vigotski (2001), o desenvolvimento da criança se dá por meio das relações sociais, onde sempre ocorre a mediação do sujeito mais experiente culturalmente, sendo um adulto ou um sujeito de desenvolvimento mais avançado.

As palavras da estudante surda nos deixaram muito satisfeitos, pois um dos questionamentos dela para com a escola dos ouvintes é que o surdo fica na maior parte do tempo sem fazer nada ou fazendo coisas mais fáceis.

Destaca-se, por meio do diálogo seguinte, a surpresa da estudante em conseguir compreender uma fórmula matemática, o espanto pelo tempo transcorrido até que a compreensão foi alcançada e a preocupação quanto às aprendizagens dos ouvintes.

Lia: Demora. Início difícil.

Pesquisadora: E agora? Entendeu?

Lia: Agora melhor.

Lia: Esse difícil, mas aprendi. Ouvinte aprendeu isso?

Pesquisadora (via intérprete): Sim. Mas cada professor ensina de forma diferente.

Lia: Assim é melhor. (Apontando para o Geoplano).

Essas falas finais da estudante dialogam com as narrativas surdas registradas por Vieira-Machado (2010) e Lopes e Veiga-Neto (2006). Trata-se da vontade de ter acesso aos conteúdos mais “difíceis” da escola e também, uma necessidade de se remeter ao ouvinte para analisar seu desempenho.

Além disso, a pergunta feita pela estudante, “ouvinte aprendeu isso?”, nos leva a refletir sobre o uso dos materiais manipuláveis em sala de aula. Possivelmente ela não havia participado de atividades como essa em sala de aula junto de alunos ouvintes. E ainda, sua fala nos permite ressaltar que o uso dos materiais manipuláveis também é importante para os alunos ouvintes.

Neste momento se faz necessário estimular o estudante a observar a presença, no lugar da falta, e a utilizar os recursos que permitam compensar (superar) seus obstáculos criando outras vias que garantam a sua inserção na vida produtiva. Além de se desprender do material concreto e realizar as ações com o uso das relações matemáticas, porém agora com significação.

As falas da estudante nos remetem ao discurso apresentado por Vieira-Machado (2010) e Lopes e Veiga-Neto (2006), pois os surdos estão cobrando da escola uma aprendizagem que os prepare para as demandas da sociedade, eles estão reivindicando pelo direito de participar de seleções para empregos de forma igual, condições de fazer uma prova de vestibular e concursos públicos, enfim condições de serem independentes.

Além disso, os surdos devem ter acesso à matemática por meio estratégias não verbais. Eles possuem uma língua própria, a Libras, então devem e têm direito de se relacionar com o conhecimento matemático por meio dessa língua. Constatamos que a fórmula para determinação do número de diagonais passou a ter significado, porque a estudante investigou, por meio das estratégias compensatórias, a demonstração matemática da mesma.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Quanto a ressignificação do conceito de diagonais de um polígono convexo, verificamos que o planejamento e realização das ações sob a perspectiva dos mecanismos compensatórios de Vigotski (1989) promoveu um espaço de aprendizagem capaz de colocar a estudante surda num lugar de protagonista. Ao compensar a diferença linguística entre professora e aluna com o uso de recursos visuais manipuláveis e valorizar os aspectos da Língua Brasileira de Sinais, a estudante mostrou-se mais confiante e com maior autonomia para realizar as ações.

Vygotski (1997, p. 83) faz uma importante colocação em seu livro “Obras Escogidas” em relação ao propósito das estratégias de compensação, “o importante é aprender a ler e não simplesmente ver as letras. O importante é reconhecer as pessoas, e compreender seu estado, e não só vê-las”. Essa afirmação pode ser compreendida no contexto da surdez e ensino de matemática, visto que o importante é aprender a se comunicar e não falar de forma verbal, o importante é alcançar a aprendizagem por meio da comunicação entre professor e estudante, mesmo que para isso sejam traçados caminhos indiretos para alcançar a construção dos conceitos.

Constatamos que as estratégias didáticas, amparadas pelas proposições compensatórias que buscam promover o desenvolvimento cultural do estudante surdo, podem potencializar as aprendizagens significativas também dos estudantes ouvintes. Visto que, ao serem embasadas em elementos visuais, manipulativos e concretos, fornecem sentido às fórmulas matemáticas e tornam os cálculos menos mecanizados.

REFERÊNCIAS

ARIEVITCH, I. **A Potential for an Integrated View of Development and Learning: Galperin's Contribution to Sociocultural Psychology.** Mind, Culture and Activity. v. 4, n. 10, p. 278-188, 2003.

GALPERIN, P.I. **Mental actions as a basis for the formation of thoughts and images.** Soviet Psychology, Moscou, v. 27, n. 3, p. 45- 64, may/june 1989.

JESUS, T. B. **(Des)construção do pensamento geométrico: uma experiência compartilhada entre professores e uma aluna surda.** 2014.183 f. Dissertação (mestrado em Educação em Ciências e Matemática) – Instituto Federal do Espírito Santo, Espírito Santo.

LACERDA, M; GÓES, C.R. (Org.) **Surdez: processos educativos e subjetividade.** São Paulo: Lovise, 2000, p. 11-22.

LOPES, M. C.; VEIGA-NETO, A. **Marcadores Culturais surdos: quando eles se constituem no espaço.** In: Perspectiva. Florianópolis, v. 24, nº Especial, 2006, p. 81 – 100.

NUÑEZ, I. B; PACHECO, O. G. **Formação de conceitos segundo a teoria de assimilação de Galperin.** Cad. Pesquisa. Nº 105, p. 99 – 109. Nov, 1998.

VIEIRA-MACHADO, L. M. C. **Os surdos, os ouvintes e a escola: narrativas, traduções e históricas capixabas.** Vitória: EDUFES, 2010

VIGOTSKI, L. S. (1989) **Obras Completas – Tomo V.** Fundamentos de Defectologia, Ciudad de La Habana: Editorial Pueblo Educación.

VIGOTSKI, L. S. **A construção do pensamento e linguagem.** São Paulo: Martins. Fontes, 2001.

VYGOTSKI, L. S. (1997) **Obras Escogidas.** V – Fundamentos de defectología. Trad. Julio Guillermo Blank. Madrid: Visor.

VIGOTSKI, L. S. **A formação social da mente.** São Paulo: Martins Fontes, 1984.

VIGOTSKI, L. S. **A defectologia e o estudo do desenvolvimento e da educação da criança anormal.** (Tradução Denise Regina Saler, Marta Kohl de Oliveira e Priscila Nascimento Marques). Educação e Pesquisa, São Paulo, v. 37, n. 4, p. 863-869, 2011.