

Mãos que falam; mãos que vêem. O papel do sistema háptico no *processo de objetificação do conhecimento matemático por alunos cegos.*

Solange Hassan Ahmad Ali FERNANDES e Lulu HEALY

PUC-SP

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

RESUMO

Nos últimos anos temos trabalhado em pesquisas que buscam compreender de que forma artefatos e signos (ferramentas, símbolos, palavras, gestos) influenciam a atividade cognitiva de aprendizes sem acuidade visual dentro dos padrões normais. Atualmente desenvolvemos um projeto financiado pela FAPESP, tendo como parceiros professores, alunos e dirigentes de uma escola pública do Estado de São Paulo que tradicionalmente trabalha com a inclusão de alunos portadores de necessidades educacionais especiais. Neste artigo, nos centramos em três atividades, que envolvem conhecimentos geométricos, realizadas por um dos alunos participantes. Dada à particularidade dos indivíduos que participam de nossas pesquisas, em nossas análises damos atenção especial aos diálogos e aos gestos produzidos pelos aprendizes durante as tarefas experimentais. Desta forma, as análises apresentadas neste artigo são realizadas sob o referencial teórico de McNeill e Duncan, Iverson e Goldin-Meadow, LeBaron e Streeck, Kita que estudam o potencial comunicativo e cognitivo dos gestos espontâneos que acompanham o discurso; e de Radford que discute a transformação dos objetos conceituais em objetos de consciência investigando o papel dos gestos e da atividade percepto-motora no processo que ele denomina *objetificação*.

PALAVRAS-CHAVE

Sistema semiótico cultural, gestos, objetificação, percepção semiótica, tato.

INTRODUÇÃO E BASE TEÓRICA

A potencialidade inerente ao ser humano de transformar sensações percebidas pelos órgãos dos sentidos em idéias, elaborá-las e a partir dessa elaboração produzir conhecimento tem conduzido a humanidade a muitos estudos e controvérsias por séculos.

Desde os primeiros estudos filosóficos, essa discussão tem se propagado e gerado conflitos. No Período Naturalista, dos séculos VII a.C. a V a.C., os filósofos delinearam distinções entre o que é percebido pelos órgãos dos sentidos através de experiências sensoriais e a verdade ou essência do mundo, um invisível racional e lógico – a *phýsis*ⁱ que é vista pelo olho do espírito, embora seja percebida pelos olhos do corpo.

Platão em sua Teoria do Conhecimento põe de um lado o mundo sensível – mundo físico – percebido pelas aparências das coisas, que dá origem ao conhecimento sensível, particular e relativo; e do outro o mundo inteligível ou das idéias puras que origina o conhecimento intelectual, universal e absoluto (Chauí, 2002, pp. 249-252).

A Teoria do conhecimento de Aristóteles contrapõe-se a de Platão pela importância dada às experiências sensoriais na aquisição de conhecimentos. Platão separa radicalmente sensação e intelecto, julgando a primeira mutável e, portanto variável, e o segundo sempre verdadeiro e independente dos dados sensoriais. Aristóteles afirma que nossos conhecimentos começam com os objetos oferecidos pela sensação que vem por meio dos nossos órgãos dos sentidos. Para ele a sensação é condição da ciência e formula tipos distintos de “conhecimentos” – conhecimento sensível e conhecimento inteligível (ibid, pp. 437-439).

O embate sobre a influência das experiências sensoriais e do racionalismo na formação dos conhecimentos segue por séculos. Nos séculos XVII e XVIII, surge um movimento intelectual que defendia o domínio da razão sobre a visão teocêntrica que dominava a Europa: o **Iluminismo**, que acolheu dois grupos antagônicos, os racionalistas e os empiristas.

Para os racionalistas, como Descartes e Leibniz, o saber é assegurado pelo intelecto. A mente ou o espírito percebem e conhecem as coisas pelas regras da razão. Assim, todas as verdades contidas na Aritmética e na Geometria poderiam ser conhecidas se considerássemos que temos pronto em nossa mente um raciocínio lógico, sem ter recorrido às verdades aprendidas pela experiência. O Empirismo, opondo-se a essa tendência, defendeu a idéia de que todo conhecimento é consequência da experiência (Locke, 1991, pp.XI-XII).

Nas últimas décadas, teóricos como Piaget e Vygotsky assumiram a importância das experiências sensoriais para a aquisição de conhecimentos e influenciaram os estudos sobre a ciência da cognição. Enquanto no referencial construtivista o conhecimento se dá a partir da ação do sujeito sobre o meio, sendo o sujeito considerado ativo, para Vygotsky, esse sujeito não é apenas ativo, mas interativo, pois é na troca com outros, consigo mesmo e com os artefatos que constituem o meio que conhecimentos são internalizados.

Pesquisadores contemporâneos, que usam uma abordagem pós-vygotskyana, têm destacado a importância de revisitar a cognição de tal forma que possamos pensar na atividade cognitiva como algo que não está confinada a atividade cerebral. Nossa

posição é que não é possível dissociar a experiência e a percepção da atividade cognitiva, corroborando com o trabalho de muitos pesquisadores como McNeill, Iverson e Goldin-Meadow, LeBaron e Streeck, Kita que estudam o potencial comunicativo e cognitivo dos gestos espontâneos que acompanham o discurso; e Radford que discute a transformação dos objetos conceituais em objetos de consciência. Esses trabalhos ofereceram a base teórica para as análises neste artigo.

Dada à particularidade dos indivíduos que participam de nossas pesquisas (aprendizes sem acuidade visual dentro dos padrões normais), em nossas análises damos atenção especial aos diálogos e gestos produzidos pelos aprendizes durante as tarefas experimentais.

É consenso entre os pesquisadores que os gestos sincronizados com os discursos têm função comunicativa. LeBaron e Streeck (2000, p.118) os classificam como “linguagem d’ação”, desempenhada por esquemas de ação motora que são abstraídos do mundo material. Para McNeill e Duncan (2000, p.148) o sincronismo entre discurso e gestos é indicador de que eles operam como uma unidade inseparável o que revela a interdependência entre eles. A confluência entre diálogo e gestos sugere que o interlocutor combina imagens e conteúdos lingüísticos. Ao lado da função comunicativa, Kita (2000, p.180) discute a função cognitiva dos gestos: ao falar, o indivíduo elege seletivamente os gestos que podem suprir de significados a informação, afetando assim o processo mental de quem fala.

Iverson e Goldin-Meadow (1998) em pesquisas realizadas com crianças portadoras de cegueira congênita destacam que numa situação dialógica esses indivíduos usam os gestos com a função de comunicar-se. Essas pesquisas investigaram a ocorrência de gestos espontâneos nas situações dialógicas entre cego e vidente; vidente e vidente e cego e cego. De acordo com os resultados obtidos apontam que não há diferenças significativas no número de gestos realizados durante os diálogos em nenhum dos grupos. Para essas pesquisadoras os gestos são partes integrantes do processo de diálogo, e muitas vezes carregam informações que não são expressas no discurso.

Radford (2005a) tem discutido o papel dos gestos e da atividade percepto-motora nas aulas de Matemática. Usando uma abordagem semiótica antropológica afirma que os objetos conceituais estão diretamente ligados a ambos, o contexto histórico-cultural e a percepção. A transformação de um objeto conceitual cultural em um objeto de consciência ocorre através de um processo que ele denomina *processo de objetificação* (Radford 2004, pp.10-14) que por sua vez associa-se à percepção semiótica, um

processo em que o uso dos signos relaciona-se dialeticamente com o modo como os objetos concretos se transformam quando percebidos pelo aluno (ibid, 2005b, p. 2).

Neste contexto, *objetificação* é um processo de tomada de consciência de algo que está pronto na cultura (ibid, 2005c, p.7), ou seja, um processo ativo no qual se atribui significados para os objetos que se encontram prontos na cultura e que tem relação direta com a biografia de cada um.

Numa situação instrucional, a fim de favorecer a *objetificação do conhecimento* (objeto cultural), professores e alunos mobilizam toda sorte de artefatos e signos (ferramentas, símbolos, palavras, gestos, etc.), estes meios Radford (2004, 2005b, 2005d) chama *meios semióticos de objetificação*. No entanto, signos e artefatos transportam significados da cultura que num processo de interação social promovem a reconstrução da atividade psicológica que, graças à flexibilidade semiótica da mente humana, os corporifica através do que Radford (1998, p.9) denomina *sistemas culturais semióticos*. Esses sistemas acumulam a significação conceitual corporificada no uso do signo. Em outras palavras, todo objeto de estudo, no nosso caso objeto matemático, é um objeto impregnado de uma conceitualização cultural corporificada que é visto ou percebido pelos aprendizes de forma subjetiva de acordo com suas interpretações. O alinhamento entre os significados subjetivos atribuídos aos objetos pelos aprendizes e o significado cultural corporificado nesses objetos, envolve uma re-interpretação ativa dos signos pelos aprendizes que é mediada pelo professor (ibid, 2005d).

Associando o construto teórico *sistema cultural semiótico* às *percepções* (especialmente as táteis no caso deste estudo) e aos gestos produzidos, apresentaremos as análises de três atividades realizadas por um aluno sem acuidade visual. Pretendemos identificar a *objetificação* do conceito de quadrado requerida para a generalização desse objeto matemático, examinando o uso do processo de percepção semiótico. Procuraremos ainda identificar os papéis dos gestos sincronizados com o discurso no processo de objetificação.

O ESTUDO

A pesquisa que estamos realizando entrou no seu segundo ano e conta com a parceria de uma Escola Estadual pioneira na área da inclusão no Estado de São Paulo. O estudo tem contado com a participação de oito alunos sem acuidade visual dentro dos padrões normais que realizam as atividades planejadas semanalmente. Nesse artigo discutiremos

três dessas atividades realizadas por um dos nossos alunos para o qual usaremos o pseudônimo de André.

André está matriculado atualmente na segunda série do Ensino Médio. Portador de cegueira congênita fez o Ensino Fundamental numa Escola Especial de São Paulo. As três atividades discutidas neste artigo envolvem aspectos relativos às propriedades geométricas do quadrado. Na primeira, André recebeu da pesquisadora um quadrado de madeira para exploração tátil, a seguir recebeu a instrução de reproduzi-lo no papel. Foi posto a sua disposição material de desenho adaptado para deficientes visuais: punção, carretilha, régua, jogo de esquadros e transferidor. A segunda tarefa consistia em escolher entre dois quadriláteros desenhados sobre papel em relevo o que representava um quadrado. Na terceira atividade, proposta como um jogo, André deveria escolher numa caixa onde havia treze formas geométricas a que representava um quadrado e convencer seu colega, também cego, que aquela forma era de fato um quadrado por satisfazer determinadas condições ou ter determinadas características que deveriam ser apontadas por ele. Cada uma dessas atividades ocorreu em sessões distintas obedecendo à seqüência em que foram apresentadas. As sessões foram vídeogravadas e o material produzido pelos alunos foi recolhido e arquivado.

REALIZAÇÃO DAS ATIVIDADES E ANÁLISES

Primeira atividade

Nosso objetivo com essa atividade era verificar que tipo de material os alunos sem acuidade visual empregavam para conservar medidas e o paralelismo no desenho de formas geométricas.

André recebeu um quadrado de madeira cujo lado tinha a medida de 7 cm. Essa informação é importante, pois tais dimensões favorecem a exploração tátil e a medição dos lados com os dedos, prática comum para os deficientes visuais compararem medidas de objetos concretos. Sem receber nenhuma orientação específica para reproduzir a forma, André posicionou o quadrado no papel, com seus lados paralelos aos lados do papel, e com o uso da punção passou a contorná-lo. Na seqüência, lhe foi solicitado que fizesse o mesmo desenho sem contornar a peça, ou seja, a mão livre. Representamos abaixo (Figura 1) seqüência empregada por André para desenhar o quadrado com as respectivas medidas.

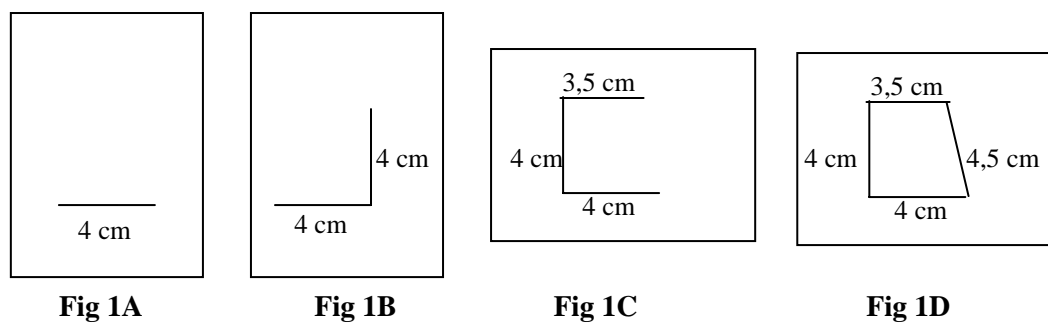


Figura 1: Quadrado a mão livre

André iniciou o desenho com a folha posicionada na posição retrato, desenhou o segmento horizontal (Figura 1A) e o mediu com os dedos. Novamente sua estratégia envolveu o posicionamento deste lado paralelo a um lado do papel. A seguir, ele desenhou o segmento vertical, medi-o com os dedos e comparou sua medida com a do segmento já desenhado. Fez mais alguns pontos e na comparação entre as medidas deu-se por satisfeito (Figura 1B). Virou o papel na posição paisagem e começou a desenhar da direita para a esquerda. Para estimar a medida do segmento que deveria desenhar fez uma medição prévia com os dedos (Figura 1C). Bastava então completar a figura, para isso colocou dois dedos da mão esquerda em cada uma das extremidades e passou a desenhar o segmento que a completava a figura (Figura 1D). Antes de entregar o desenho virou o papel explorou o desenho que produziu e declarou estar satisfeito com o resultado.

Nessa atividade, a peça que André recebeu para exploração tátil representou para ele mais do que um pedaço de madeira. O desenho produzido por ele; no qual podemos perceber os esforços para manter a congruência e o perpendicularismo entre os lados e não a reprodução das medidas dos lados da forma explorada; mostra que as informações levantadas por ele através da exploração tátil são mais do que simples percepções (como liso, frio, quente, ou a medida atual). Ao explorar a forma de madeira, André buscou informações que pudessem auxiliá-lo na tarefa de reproduzi-la procurando observar as relações entre os lados. Notamos que a congruência foi mantida (em tese) por medição, quanto ao perpendicularismo, ao invés de medir ângulos, André utilizou uma referência externa ao desenho – os lados do papel. Articulado, então, uma diversidade de recursos, o objeto concreto – bloco de madeira – foi transformado por André num signo através do processo que Radford (2005b) denomina processo de percepção semiótica. Entretanto, embora as estratégias de André indiquem conhecimentos sobre as

propriedades do quadrado, ele produziu um trapézio retângulo, provavelmente pela imprecisão associada ao uso de seus dedos para medir.

Segunda atividade

Numa folha de papel foram desenhadas em relevo as figuras como representadas abaixo (Figura 2) com o objetivo de verificar se André percebia a distinção entre a forma que ele desenhou e um quadrado.

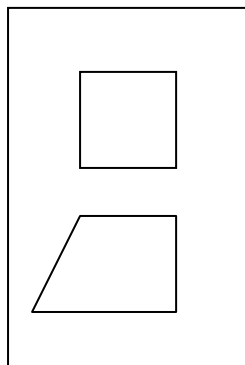


Figura 2: Comparando quadriláteros

Após a exploração tátil, ele deveria classificar por escrito cada uma das figuras. Para André, estavam representados na folha dois quadrados. A exploração das figuras foi feita com a folha na posição retrato deixando o quadrado na parte superior. Ele fez a exploração tátil com as duas mãos, procurando observar as duas formas ao mesmo tempo, como se as comparasse.

Observando a ação de André destacamos que ele deu especial atenção as quatro paralelas formadas pelas duas figuras (para ele os quatro segmentos que estavam na horizontal), aos ângulos retos representados e aos segmentos que lhe pareciam ter as mesmas medidas, ou seja, preocupou-se em encontrar elementos para justificar a classificação de quadrados e não buscou elementos para refutar essa idéia. Podemos observar que como na primeira atividade, parece que André usa mais a direção horizontal que a vertical.

A exploração tátil de André nos fez considerar que as dimensões das figuras não favoreceram a percepção tátil, ou seja, não foi possível que ele percebesse a totalidade da figura a exemplo do que acontece quando um vidente observa uma forma geométrica desenhada numa folha de papel. O tato permite analisar um objeto de forma parcelada e gradual, ao contrário da visão que é sintética e global. Assim, as informações parciais

fornecidas pelo tato têm um caráter sequencial que devem ser integradas (Gil, 2000, p.25). Neste caso, como as figuras eram grandes, tornou-se difícil para ele certificar-se da congruência entre todos os lados, particularmente porque André não tem o hábito de usar régua. Deste modo, a percepção de alguns lados paralelos de mesma medida foi suficiente para a caracterização de um quadrado. Assim, essa atividade não favoreceu o equilíbrio entre o significado subjetivo atribuído por André às figuras desenhadas no papel e o significado cultural corporificado nessas figuras.

Terceira atividade

Dada as limitações associadas à interpretação de desenhos no papel, a terceira atividade foi planejada com o objetivo de estimular a verbalização de propriedades e características utilizadas para distinguir formas geométricas representadas em papel cartão. Várias formas foram estudadas, mas neste artigo nos centramos no estudo do quadrado.

A atividade foi proposta a um grupo de quatro alunos sem acuidade visual dentro dos padrões normais como um jogo no qual cada um dos participantes deveria escolher entre as treze formas geométricas (Figura 3) contidas numa caixa, a que estava sendo solicitada pela pesquisadora. Após a escolha, a pesquisadora chamou nominalmente cada um dos participantes que deveria declarar o que o motivou escolher determinada forma. Numa segunda rodada um participante é chamado, repete sua justificativa e passa a forma escolhida para outro participante que deve concordar ou discordar da escolha do colega justificando sua réplica.

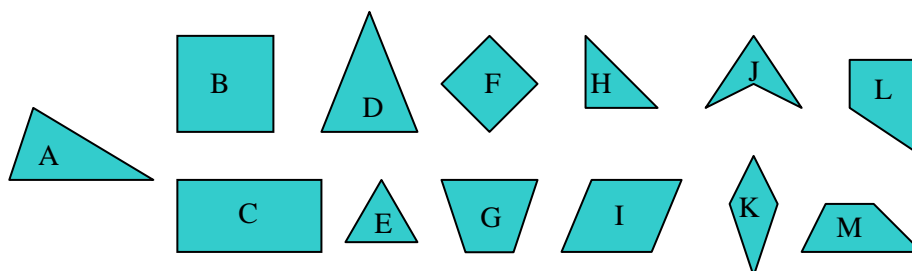


Figura 3: Conjunto de formas geométricas

Após a solicitação para que escolhessem o quadrado, cada um dos participantes passou a justificar sua escolha. João foi o primeiro a falar. Em suas mãos havia a Figura L (ver Figura 3) e sua justificativa foi: *Porque ela tem essa forma desenhada aqui* (indicando dois lados que formavam um ângulo reto). André foi o próximo a falar, com a Figura B

nas mãos justificou sua escolha dizendo: *é quadrado porque tem quatro lados iguais*. Os outros dois participantes apresentaram a mesma justificativa que André.

Dando seqüência a atividade segue-se o seguinte diálogo:

Pesquisadora: *João, você escolheu essa figura porque tinha...* (é interrompida por João)

João: *Porque tem quatro lados iguais* (ecoando a fala dos outros participantes).

Pesquisadora: *Então agora passa sua figura para o André.* (André recebe a figura). *Vê se você concorda com ele André.*

André: *Não.*

Pesquisadora: *Por que você não concorda.*

André: *Porque os lados desta figura não são iguais* (mede os lados da figura com os dedos).

Para efeito de nossas análises nos interessa divulgar o diálogo estabelecido entre André e a pesquisadora antes de iniciar-se a atividade seguinte (não apresentada neste artigo).

André: *Esses testes que nós fizemos são testes de raciocínio também?*

Pesquisadora: *Nesses testes nós estamos querendo ver o quanto vocês conhecem as figuras [...] Por exemplo, quando você justificou que era um quadrado você disse que tinha quatro lados iguais. Esse é o forte do quadrado, mas você poderia ter escolhido o losango, que tem na caixa, que também tem quatro lados iguais. Por que você falou que o quadrado é esse* (entrega a André o quadrado) *e não esse* (entrega o losango)?

André: (Faz a exploração tátil das duas formas) *Por que o quadrado tem quatro lados iguais.*

Pesquisadora: *Mas esse também tem quatro lados iguais* (toca a mão direita de André que segura o losango).

André: (deixa o quadrado sobre a mesa e mede os lados do losango com os dedos) *É verdade. Mas os lados não são ...Como eu posso dizer... Não sei explicar... Não sei explicar...* (procura mais informações fazendo a exploração tátil) *No quadrado os quatro lados são retos e nessa daqui não* (com o losango nas mãos indica dois lados que formam um ângulo agudo).

A escolha de um único quadrilátero, entre nove, para representar um quadrado é um indicador de que André está trabalhando inserido num sistema cultural semiótico, no qual o signo quadrado está sujeito aos padrões culturalmente estabelecidos, o que não ocorre com João. André escolheu uma das formas contidas na caixa observando a

congruência entre os lados e os ângulos, enquanto João buscou somente ângulo reto. Além disso, André rejeitou nesta atividade o trapézio retângulo, justificando que essa forma não tem a característica, que para ele é mais forte, do quadrado – quatro lados iguais. Ao concluir este conjunto de atividades, temos indicadores de que André conhecia a propriedade do perpendicularismo entre os lados já na primeira atividade, tendo apenas dificuldade representá-la.

No último trecho de diálogo transcrito a dificuldade de André para diferenciar o quadrado e o losango foi superada através de gestos também considerados meios semióticos de objetificação por Radford (2005a). Nesse ponto queremos dar ênfase à questão dos gestos, destacando especialmente duas ações corporais feitas por André que têm funções distintas. O primeiro é o uso do próprio corpo para fazer estimativas de medidas. Neste caso, a ação de medir os lados das formas geométricas usando os dedos como fez André para avaliar os lados do quadrado e do losango, representa somente a substituição de um instrumento por outro, ou seja, da régua pelos dedos. A segunda ação, o uso dos dedos para indicar à pesquisadora a que propriedade referia-se na fala: *No quadrado os quatro lados são retos e nessa daqui (o losango) não*, tem a característica de um gesto. Esta ação tem uma função comunicativa: André sincronizou a sua fala com um gesto que tinha o objetivo de mostrar a pesquisadora que os ângulos formados pelos lados do losango não eram retos. Assim, a representação subjacente do seu gesto é de natureza imagética que para André tem a função de suprir a ausência de uma expressão que não faz parte do seu repertório – *ângulos retos*. Ele coordena dois meios semióticos de objetificação – palavras e gestos – que só fazem sentido se considerados em conjunto no contexto da situação em que aprendiz e pesquisadora estão envolvidos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Naturalmente, dadas às necessidades educacionais especiais dos sujeitos de nossas pesquisas, as experiências sensoriais que discutimos são distintas das discutidas por Radford. Em particular, em busca de compreender a relação entre experiência sensorial e atividade cognitiva, as informações adquiridas de forma háptica por nossos aprendizes merecem uma atenção especial.

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). Num primeiro contato háptico com um objeto, o não vidente (assim como o vidente) insere-se num sistema cultural semiótico no qual o objeto apresenta-se impregnado de uma conceitualização constituída histórico-culturalmente. As percepções associadas a esse contato devem ser processadas e conectadas a outros sistemas culturais semióticos que dependem da biografia e das interpretações do aprendiz. Em outras palavras, além de constituir sua própria imagem para um objeto, o aprendiz deve engaja-se ativamente num processo, aqui chamado de *objetificação*, a fim de adequar um significado a essa imagem que depende de sua história.

Assim, no caso do quadrado explorado na primeira atividade, um aprendiz das séries iniciais poderia vê-lo somente como um bloco de madeira com uma forma distinta de outros tantos. Já André, aluno do Ensino Médio, inserido num processo de percepção semiótica produziu um signo (uma imagem) a partir do objeto concreto. No entanto, nas duas primeiras atividades, quando os sistemas semióticos em jogo foram geométricos (desenhos num plano), ele não conseguiu comunicar todas as propriedades associadas à imagem por ele construída. O mesmo acontece se consideramos apenas o que foi verbalizado por ele. Parece-nos que ao enunciar sua justificativa para a classificação atribuída ao objeto concreto, André ecoa as palavras proferidas pelo professor quando ele teve contato pela primeira vez com esse tipo de forma geométrica: *é quadrado porque tem quatro lados iguais*.

Somente quando analisamos os gestos sincronizados com seu discurso, torna-se aparente ele está trabalhando com as propriedades de paralelismo e perpendicularismo. O que, então, nos parece importante é que as mãos dos aprendizes cegos têm, pelo menos, dupla função: em termos vygotskianos, elas servem como instrumentos em substituição dos olhos para que estes aprendizes possam alcançar as mesmas metas dos que pode ver (veja também Fernandes, 2004), e também, assim como acontece como os videntes, as mãos têm uma função comunicativa que é simultaneamente intra e interpessoal.

Outro ponto que queremos destacar são os gestos produzidos por nossos outros sujeitos de pesquisas. Nas atividades que temos realizado, assim como nos diálogos transcritos neste artigo, podemos verificar que freqüentemente portadores de cegueira congênita fazem gestos enquanto falam, mesmo quando seus ouvintes são cegos. Tal fato confirma as evidências apontadas por Iverson e Goldin-Meadow (1998). Mesmo nas situações instrucionais nas quais eles devem interagir entre si, os gestos são produzidos, principalmente os gestos dêiticos. Assim como ocorre com os videntes, podemos dizer

que no caso de um cego interagindo com um vidente esses gestos têm o objetivo de comunicação visual, em outras palavras, o cego os usa para dirigir a atenção do ouvinte vidente. Entretanto, nossas análises têm indicado que esses gestos são produzidos mesmo quando há interação entre cegos, o que nos faz sugerir que o seu uso destina-se também a orientação do próprio do interlocutor, ou seja, é dirigido por e para sua atividade cognitiva.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- CHAUÍ, M. **Introdução à história da filosofia: dos pré-socráticos a Aristóteles**. v.1, 2ª ed.; rev. e ampl. São Paulo Companhia das Letras, 2002.
- FERNANDES, S. H. A. A. **Uma análise vygotkiana da apropriação do conceito de simetria por aprendizes sem acuidade visual**. São Paulo, 2004. 300 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática), Pontifícia Universidade Católica de São Paulo.
- GIL, M. **Deficiência visual**. Brasília: MEC. Secretaria de Educação a Distância, 2000.
- IVERSON, J. M., GOLDIN-MEADOW, S. **Why people gesture when they speak**. London. Macmillan Publishers Ltd. Nature, vol. 396. 19 nov. 1998.
- KITA, S. How representational gestures help speaking. In: McNeill, D. (Ed.). **Language and gesture**. United Kingdom: Cambridge, 2000, pp. 162-185.
- LeBARON, C., STREECK, J. Gestures, knowledge, and the world. In: McNeill, D. (Ed.). **Language and gesture**. United Kingdom: Cambridge, 2000, pp. 119-138.
- LOCKE, J. **Ensaio Acerca do Entendimento Humano. Segundo Tratado sobre o Governo**. Tradução: Primeira parte Anoar Aiex; segunda parte E. Jacy Monteiro. 5ª ed. São Paulo: Nova Cultura, 1991. Os Pensadores; v.9. (publicado originalmente em 1690).
- MC NEILL, D., DUNCAN, S. D. Growth points in thinking-for-speaking. In: McNeill, D. (Ed.). **Language and gesture**. United Kingdom: Cambridge, 2000, pp. 141-161.
- 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.
- RADFORD, L. (2005a). **Why do gestures matter? Gestures as semiotic means of Objectification**. In Helen L. Chick, Jill L. Vincent (Eds.), Proceedings of the 29th

- Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education, University of Melbourne, Australia, Vol. 1, pp. 143-145.
- RADFORD, L., BARDINI, C., SABENA, C. (2005b). **Perceptual semiosis and the microgenesis of algebraic generalizations**. Fourth Congress of the European Society for Research in Mathematics Education (CERME 4), 17 - 21 February 2005, Sant Feliu de Guíxols, Spain.
- RADFORD, L. (2005c). **Body, Tool, and Symbol: Semiotic Reflections on Cognition**. In E. Simmt and B. Davis (Eds.), Proceedings of the 2004 Annual Meeting of the Canadian Mathematics Education Study Group, pp. 111-117.
- RADFORD, L., BARDINI, C., SABENA, C., DIALLO, P., SIMBAGOYE, A. (2005d). **On embodiment, artifacts, and signs: A semiotic-cultural perspective on mathematical thinking**. In Helen L. Chick, Jill L. Vincent (Eds.), Proceedings of the 29th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education, University of Melbourne, Australia, Vol. 4, pp. 113-120.
- RADFORD, L. **On Culture and Mind, a post-Vygotskian Semiotic Perspective, with an Example from Greek Mathematical Thought**, paper presented at the 23rd Annual Meeting of the Semiotic Society of America, Victoria College, University of Toronto, October 15-18, 1998.
- _____. (2004). **La généralisation mathématique comme processus sémiotique**. In G. Arrigo (ed.), *Atti del Convegno di didattica della matematica 2004*, Alta Scuola Pedagogica. Locarno: Suisse, pp. 11-27.

Dados da publicação

FERNANDES, Solange Hassan Ahmad Ali ; HEALY, Lulu . Mãos que falam; mãos que vêem. O papel do sistema háptico no processo de objetificação do conhecimento matemático por alunos cegos.. In: VII REUNIÃO DE DIDÁTICA DA MATEMÁTICA DO CONE SUL, 2006, Águas de Lindoia. VII REUNIÃO DE DIDÁTICA DA MATEMÁTICA DO CONE SUL. São Paulo : PUC São Paulo, 2006. v. 1

ⁱ Natureza. Possui três sentidos principais: 1) processo de nascimento, surgimento, crescimento; 2) disposição espontânea e natureza própria de um ser; características naturais e essenciais de um ser; aquilo que constitui a natureza de um ser; 3) força originária criadora de todos os seres, responsável pelo surgimento, transformação e perecimento deles. A *physis* é o fundo inesgotável de onde vem o *kósmos*; e é o fundo perene para onde regressam todas as coisas, a realidade primeira e última de todas as coisas (Chauí, 2002, p.509).