

Dinamización matemática

Relações entre o “visto” e o “sabido”: as representações de formas tridimensionais feitas por alunos cegos

Solange Hassan Ahmad Ali Fernandes

Resumo

O objetivo deste artigo é analisar de que modo aprendizes cegos gerenciam os polos “visto” e “sabido” nas representações de dois sólidos geométricos (cubo e pirâmide de base quadrangular) feitas em papel. Dada a particularidade dos sujeitos de pesquisa, busca-se nas interações elementos que possam indicar o que faz parte do repertório “sabido” para esses alunos. No decorrer do artigo algumas questões buscam auxiliar na compreensão do processo de interação como atos de percepção que se inicia no corpo, instrumento de intercâmbio entre ambiente, cultura e cérebro.

Abstract

The aim of this paper is to analyze how blind learners manage the conflicts between "seeing" and "knowing" in relation to representations of two geometric solids (cube and square-based pyramid) made in paper. Given the particularity of the students who participated in this study, we seek to identify elements in their interactions that indicate what constitutes their repertoires of "knowing". Throughout the article, we present an analysis based on understanding the process of interaction as acts of perception that begin in the body, which assumes the role of an instrument of exchange between the environment, culture and brain.

Resumen

El objetivo de este trabajo es analizar cómo los alumnos ciegos gestión de los polos "visto" y "conocido" en las representaciones de dos sólidos geométricos (cubo y la pirámide de base cuadrada) realizados en papel. Dada la particularidad de los sujetos del estudio, buscamos a los elementos de las interacciones que pueden indicar qué parte del repertorio de "conocido" para estos estudiantes. A lo largo de este artículo algunas cuestiones buscar ayuda para entender el proceso de interacción como los actos de la percepción que comienza en el cuerpo, instrumento de intercambio entre el medio ambiente, la cultura y el cerebro.

1. Considerações iniciais

Em 7 de julho de 1688, William Molyneux (1656 -1698) enviou uma carta a John Locke propondo um problema que despertou o interesse de vários filósofos iluministas. O problema indagava se um homem nascido cego e que aprendeu a distinguir entre uma esfera e um cubo através do tato seria capaz de distingui-los e nomeá-los usando somente a visão, caso fosse possível torná-lo capaz de ver (RISKIN, 2002, p.19). Para Locke o problema tornou-se fundamental e permeia todo seu trabalho nos *Ensaio Sobre o Entendimento Humano*. Ele o respondeu

negativamente, afirmando que o tato descobre a extensão os corpos sensíveis que estão ao seu alcance, enquanto os olhos aprendem nos corpos e nas cores o que está ao alcance de sua vista (Locke, 1991, p. 55). Ou seja, já que nossos conhecimentos dependem de nossos sentidos, as qualidades predominantes num objeto são reconhecidas se percebidas pelos órgãos adequados a percebê-las (Ibid., pp. 130-131).

Naturalmente, respostas distintas foram oferecidas a este problema, e podemos perceber nelas diferentes valores atribuídos as experiências originadas pela sensação e pela percepção e, principalmente, ao que se refere à influência do corpo na cognição. Leibniz nos *Novos Ensaíos*, revisitando a questão de Molyneux a responde de forma afirmativa, distinguindo *imagens* (produto dos sentidos) de *ideias exatas* (constituídas por imagens e constituintes de definições). Para ele, o tato poderia oferecer ao cego, *imagens táteis* coincidentes ou não com as *ideias exatas*, no entanto essas seriam suficientes para que ele percebesse, ao poder ver, que a esfera não tem pontos distintos e que no cubo podem-se perceber oito pontos distintos (Riskin, 2002, p.24).

Em agosto de 1749 o problema de Molyneux chega às mãos de Diderot (1713–1784). Nesse mesmo ano ele publica a *Carta sobre os Cegos para o Uso Daqueles que Vêem* assumindo uma concepção materialista agregando a essa conceitos das ciências biológicas. Na *Carta* a resposta para a questão de Molyneux é que o cego que passa a usufruir da visão não distinguiria entre o cubo e a esfera, pois ele não seria capaz de reconhecer através dos olhos as características que aprendeu pelo tato (Ibid., p. 21). No decorrer da *Carta*, Diderot remete-se a Saunderson¹ por quem demonstra profunda admiração, e diz que se o cego que passa a ver fosse Saunderson, inicialmente reconheceria um quadrado e um círculo graças às propriedades que aprendeu pelo tato dessas formas, mas substituir o círculo pela esfera e o quadrado pelo cubo necessitaria de um período de experiência. A visão desses e de outros filósofos conduziram ao encaminhamento apresentado neste artigo.

Desde que iniciamos estudos com aprendizes cegos temos buscado referências em pesquisas realizadas com aprendizes com acuidade visual dentro dos padrões normais. Tem sido nossa intenção levantar semelhanças e distinções entre o trabalho produzido por aprendizes cegos e por videntes. Um dos pontos a ser ressaltado dos resultados de nossas pesquisas, é que estar privado de um ou mais canais perceptivos nem sempre tem um efeito negativo, principalmente quando o assunto é sensação e percepção. Seguindo os passos de Diderot podemos dizer que respeitar o ritmo do aprendiz, permitindo-lhe maior período de experiência, pode desencadear fatos reveladores e surpreendentes a respeito das práticas matemáticas dos cegos.

Ao nos debruçarmos sobre os textos de Parzys (1988) percebemos que os conceitos *polo visto* e *polo sabido*, no caso de aprendizes cegos, poderiam conduzir a uma aproximação das ideias de Leibniz nos *Novos Ensaíos*, ou seja, distinguir *imagens táteis* de *ideias exatas* sendo essas constituídas por propriedades dos

¹Nicholas Saunderson (1682-1739) matemático inglês, professor da Universidade de Cambridge e membro da Royal Society que perdeu a visão no seu primeiro ano de vida ao contrair varíola. Desenvolveu um método que ele chamou de “Aritmética palpável” para o estudo da aritmética e do cálculo algébrico (Fernandes, 2004, p.83).

objetos. Para testarmos nossas hipóteses nos inspiramos na questão de Molyneux solicitando a aprendizes cegos que reproduzissem através de um desenho em papel um cubo e uma pirâmide de base quadrada, ambos “vistos” com suas mãos².

2. O visto e o sabido de Parzysz

Segundo Parzysz (1988, 1991), ao tentar representar um objeto tridimensional, o aprendiz depara-se com um dilema entre representar o que vê – *polo visto* - ou o que conhece – *polo sabido*. O *polo visto* consiste em representar um objeto tal qual ele se apresenta aos olhos, ou seja, segundo seus aspectos perceptivos. Já o *polo sabido* consiste em representar as propriedades e as relações do objeto que o aprendiz julga relevante, ou seja, baseia-se em aspectos cognitivos. O *polo sabido* não precisa de adequação, já que partimos do princípio que não ter acuidade visual dentro dos padrões normais não implica em déficit cognitivo. Quanto ao *polo visto*, cabe salientar que consideraremos “ver”, no caso dos sujeitos deste estudo, o esquema imagético³ resultante da exploração tátil feita com as mãos.

Os resultados das pesquisas de Parzysz (1988, 1991) apontaram que nas representações de objetos geométricos tridimensionais de alunos videntes o “sabido” predomina sobre o “visto”, e distinguiu, durante a trajetória escolar, três atitudes que ocorrem sucessivamente de acordo com o nível escolar do aprendiz, mas que coexistem em alguns níveis de ensino. Inicialmente não há nas representações conflito entre “visto” e “sabido” ou elas são ignoradas (principalmente nas séries iniciais). Nessa fase os alunos desenham o que veem. Nas duas fases posteriores as representações passam a ter a influência do “sabido” sobre o “visto”, ou seja, o aluno procura representar, sem adaptações, as propriedades do objeto que julgue importante em detrimento da representação do objeto tal qual como ele o imagina ou experimenta.

Uma pesquisa realizada por Argyropoulos (2002) explora o pensamento geométrico de aprendizes sem acuidade visual, e examina como os parâmetros da percepção tátil de formas (toque, postura, movimento, forma e linguagem) implicam num resultado cognitivo. O objetivo da pesquisa de Argyropoulos é relatar como aprendizes que não podem ver reconhecem formas geométricas e suas propriedades, para isso ele utiliza o modelo proposto por Van Hiele a fim de explorar individualmente como esses aprendizes “pensam geometria”. Ele considera ainda as implicações do método de ensino relacionado às necessidades educacionais 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) são relevantes para este estudo e auxiliaram nas discussões que serão conduzidas, entre esses destacamos:

² As reflexões apresentadas neste artigo fazem parte do trabalho desenvolvido no Projeto Rumo à Educação Matemática Inclusiva financiado pela CAPES, processo no. 23038.019444/2009-33 e os dados analisados foram coletados durante o desenvolvimento do Projeto A Inclusão de Aprendizes com Deficiências Visuais nas Aulas de Matemática: O Caso de Geometria, financiado pela FAPESP, Processo No. 2004/15109-9.

³ De acordo com as premissas da Linguística Cognitiva, são padrões abstratos resultantes de uma série de experiências perceptivas, não sendo específicos de um único sistema sensorial. Em outras palavras, são esquemas nos quais se integram as experiências sensorio-motoras com as diversas modalidades perceptivas, como as do sistema auditivo e tátil (Evans e Chilton, 2009).

- Através do tato os deficientes visuais formam imagens mentais e a partir dessas imagens fazem ligações com seus conhecimentos. Em outra experiência esse novo conhecimento adquirido de forma tátil 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 é adquirida com base em experiências concretas e muito pouco do seu conhecimento é abstrato.

O objetivo neste artigo é analisar de que modo aprendizes cegos gerenciam “visto” e “sabido” nas representações de dois sólidos geométricos (cubo e pirâmide de base quadrangular) por meio de um desenho feito com materiais didáticos adequados a sua limitação perceptiva.

Dada a particularidade dos sujeitos de pesquisa, busca-se nas interações com as ferramentas materiais e com as pesquisadoras elementos que possam indicar o que faz parte do repertório “sabido” para esses alunos, ou seja, se há, para esses alunos uma imagem⁴, na perspectiva de Damásio, que os levem a reconhecer de forma tátil e representar um cubo e uma pirâmide de base quadrangular, objetos matemáticos que fazem parte deste estudo.

Pensar em termos de *polo visto* e/ou *polo sabido* pareceu-nos pouco adequado a princípio, no caso de aprendizes cegos, mas a relação entre o *polo visto* e a percepção nos levou a atribuir a essas concepções o caráter de fenômeno⁵, ou seja, associar aos parâmetros determinados por Parzysz a perspectiva Fenomenológica segundo a qual “não somos nós que interferimos nas coisas: são elas que se mostram a nós, ou melhor, que se deixam revelar” (Carmo, 2000, p.22). De fato, a forma particular como os objetos mostram-se aos sujeitos fizeram-nos recorrer a outros estudos, mais precisamente a Fenomenologia merleau-pontyana e alguns princípios da Neurociência discutida por António Damásio. Naturalmente, não temos a ambição de esgotar ou oferecer um estudo de grande profundidade na área da Neurociência ou da Fenomenologia, recorreremos a elas como recurso para compreender relações entre mente, corpo e cognição, que para nós mostraram-se intrinsecamente ligados aos polos visto e sabido.

No decorrer deste artigo conduziremos algumas questões com intuito de auxiliar na compreensão do processo de interação como atos de percepção que se inicia no corpo, instrumento de intercâmbio entre ambiente, cultura e cérebro (Belarmino, 2010).

⁴ Segundo Damásio (2005) imagem designa um padrão mental em qualquer modalidade sensorial, como uma imagem sonora ou imagem tátil, por exemplo.

⁵ Na Filosofia, objeto de experimentação, fato, o que se manifesta a consciência, tudo que é objeto de experiência possível, isto é, que se pode manifestar no tempo e no espaço segundo as leis do entendimento (Novo dicionário Aurélio da língua portuguesa, p. 769). O fenômeno é tudo aquilo (material ou ideal) de que podemos ter consciência, de qualquer modo que seja.

3. Da corrente fenomenológica

De acordo com a perspectiva fenomenológica merleau-pontyana quando nos deparamos com um objeto, nossa consciência perceptiva nos permite notá-lo e percebê-lo em total harmonia com sua forma. Uma vez percebido esse objeto passa a fazer parte de nossa memória, ou seja, passa a compor um repertório que Barsalou (2008) denomina representação multimodal⁶ que uma vez constituída durante a experiência fica disponível para ser reativada em situações de simulação. Para ele, a simulação é a (re)criação dos estados perceptivo, sensório-motor e introspectivo adquiridos durante a experiência respectivamente com o mundo, corpo e mente.

Esse ponto de vista nos remete ao princípio da atividade percepto-motora nos padrões mencionados por Nemirovsky (2003), ou seja, no caso dos aprendizes sem acuidade visual dentro dos padrões normais, os sistemas de mediação devem estimular além do tato outros canais perceptivos (por exemplo, auditivo, linguístico e espacial) que possam enriquecer a interpretação dos dados adquiridos através dos sistemas perceptivos.

A consciência tátil sugere a presença de um campo perceptivo conectado ao campo motor do aprendiz, nas palavras de Merleau-Ponty (2006):

... para que um objeto possa desencadear um movimento, é preciso que ele esteja compreendido no campo motor do doente [do cego], e o distúrbio consiste em um estreitamento do campo motor, doravante limitado aos objetos efetivamente tangíveis, excluindo este horizonte do tocar possível que no normal [no vidente] o circunda. A deficiência referir-se-ia, no final de contas, a uma função mais profunda do que a visão, mais profunda também do que o tocar enquanto soma de qualidades dadas, ela estaria relacionada à área vital do sujeito, a essa abertura ao mundo que faz com que objetos atualmente fora do alcance [...] existam tatilmente para ele e façam parte do seu universo motor (p 167).

Essa citação conduz a uma reflexão a respeito do corpo e sua relação com o mundo que o circunda. A estreita relação entre corpo e cognição tem sido objeto de estudos de muitos pesquisadores contemporâneos, e no caso de indivíduos cegos essa relação merece maior atenção, já que é o corpo - especialmente a percepção tátil - que proporciona acesso ao mundo que os circunda ao mesmo tempo em que limita o campo perceptivo. Só faz parte do campo perceptivo do cego o que é tangível ao seu corpo. Esta perspectiva faz emergir um novo paradigma no que se refere à relação ação, experiência e cognição. Esse novo paradigma propõe que a ação estimulada pela percepção é desencadeadora do processo cognitivo.

Para Damásio (2007, p.256) ter percepção não é apenas uma questão de fazer com que o cérebro receba sinais diretos de um determinado estímulo. O corpo não é passivo e interage com o meio ambiente. “A percepção é tanto atuar sobre o meio ambiente como dele receber sinais”.

⁶ É a representação mental de um objeto formulada através de vários elementos perceptivos durante uma experiência. Por exemplo, quando pensamos numa poltrona confortável, recorremos a nossa memória para integrar informações de sua aparência, maciez e textura (elementos perceptivos), da ação de sentar e da introspecção de conforto e relaxamento.

4. Da Neurociência

Damáσιο (2005, 2007), desafiando o dualismo corpo-cérebro, apresentou um modelo para a mente⁷ humana, usando uma explicação neurobiológica. Para ele corpo e cérebro formam um organismo indissociável e dinâmico já que corpo e cérebro interagem intensamente, e o organismo que eles formam interage profundamente com o meio ambiente físico e social, sendo essas relações mediadas pelos movimentos do organismo e pelos aparelhos sensoriais. Desse modo, nossas percepções são fenômenos mentais que só podem ser compreendidas no contexto de um organismo em interação com o ambiente que o cerca e que, de acordo com Damásio (2005, p. 254), tais percepções estão intrinsecamente ligadas à história biográfica do organismo.

Discutir o modo que objetos e mundo são percebidos quando há privação de órgãos sensoriais nos faz cuidar do que é percepção. O indivíduo não é um alvo passivo dos ataques sensoriais provenientes do meio, ele interage com o meio e estrutura o produto dessas interações impondo uma ordem própria às suas percepções. Ao interagir com um objeto, o cego (assim como o vidente) o mapeia, e esse mapeamento mobiliza seu organismo que constrói um padrão mental (ou imagem) para o objeto. Estando atada a biografia do indivíduo, o padrão mental constituído para determinado objeto não coincide necessariamente com o de outros indivíduos, e mais, aproximando-se da perspectiva fenomenológica, Damásio (2005, p. 405) declara que “não conhecemos a aparência das coisas”, a imagem que vemos baseia-se nas mudanças que ocorrem em nosso organismo. Ou seja, as imagens de objetos matemáticos, no nosso caso, estão intrinsecamente ligadas à forma que os aprendizes têm acesso aos objetos ao interagir com os vários sistemas – biológico, social e cultural – que compõem o mundo que experimentam; e ainda, com a forma que constroem seus próprios significados para a matemática com a qual se deparam. Esse foi um dos pontos que nos levou a discutir os polos visto e sabido de Parzys, conduzindo-nos a seguinte questão: Os objetos vistos com as mãos ou com os olhos produzem imagens que permitam que eles possam ser representados do mesmo modo?

5. O estudo

Os objetos matemáticos que propomos investigar neste estudo estão ligados a representação de objetos tridimensionais que, no trabalho com alunos videntes, são usualmente associadas à percepção visual. As investigações concentram-se em compreender como ocorre o desenvolvimento do pensamento geométrico para aprendizes que não podem recorrer a experiências visuais, sejam essas anteriores a situação instrucional ou durante a realização da mesma estabelecendo comparações ou relações com objetos que fazem parte do cenário. Pretendemos investigar a influencia da percepção tátil, proporcionada pelas ferramentas materiais, na concepção do que é “visto” e “sabido” por aprendizes sem acuidade visual dentro dos padrões normais.

⁷ Abrange operações conscientes e inconscientes, referindo-se a um processo. É um fluxo contínuo de padrões mentais (imagens) que se revelam logicamente inter-relacionados (Damásio, 2005, p. 426). É um fenômeno mental, o que equivale dizer cognição ou processo cognitivo (Ibid, 2007, p. 116).

Doze alunos cegos matriculados no Ensino Médio (de 15 a 18 anos) de uma escola regular do Estado de São Paulo participaram do procedimento empírico descrito neste artigo. O material para desenho colocado a disposição desses alunos é adequado para cegos ou com visão subnormal (Figura 1), e todo trabalho foi desenvolvido em grupo, podendo haver interações entre os participantes e desses com as pesquisadoras.

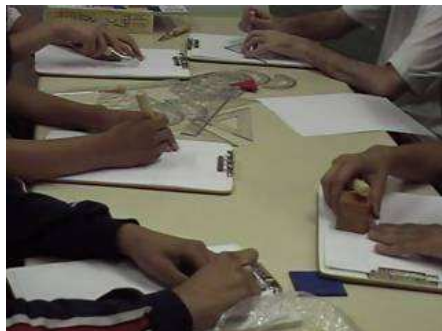


Figura 1: Material de desenho adaptado

O trabalho empírico aconteceu em duas etapas. Numa primeira etapa os aprendizes deveriam desenhar um quadrado e um triângulo isósceles como os de madeira que lhes foram oferecidos pelas pesquisadoras. Neste artigo não nos detemos a essa etapa, mas o seu objetivo era o reconhecimento dessas formas que compunham as formas tridimensionais. As formas tridimensionais oferecidas na segunda etapa foram um cubo e uma pirâmide de base quadrangular, ambas também de madeira (Figura 2). Pelas características do sistema háptico, evitamos os elementos esqueléticos (onde somente as arestas são representadas) como os usados por Parzysz em sua pesquisa. Ao explorar um objeto, a mão do cego move-se de forma intencional captando particularidades da forma a fim de obter uma imagem deste objeto. Resultados de nossos estudos mostram que formas com muitos elementos dificultam a análise do material que está sendo explorado.







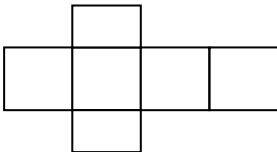
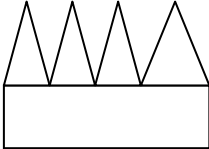
Figura 2: Cubo e pirâmide de madeira

Foram realizadas três sessões de aproximadamente 50 minutos, uma com cada grupo de sujeitos, um grupo com seis alunos, outro de quatro alunos e um terceiro com dois. Os dados foram videogravados e todo o material produzido pelos alunos arquivado para posterior análise. Neste artigo discuto o trabalho empírico de três dos doze sujeitos que realizaram a atividade, já que esses representam as diferentes respostas oferecidas pelos aprendizes. Para esses sujeitos uso pseudônimos.

6. Realização das atividades e análise

Os sujeitos receberam oralmente a orientação para representar no papel a forma geométrica que estavam recebendo para a exploração tátil – cubo e pirâmide nessa ordem. Para tanto poderiam usar quaisquer dos recursos disponíveis (régua, esquadros, punção, carretilha, transferidor) e poderiam manifestar-se não satisfeitos refazendo o desenho quantas vezes quisessem. A cada forma recebida seguia-se um período dedicado a exploração tátil que por sua vez era seguido pelo desenho no papel. Os desenhos produzidos pelos três alunos estão representados na tabela abaixo (Tabela 1). Destacamos que o material usado pelos alunos produz um desenho tátil, assim o relevo deixado no papel não é visível em fotos, optamos então por reproduzi-los.

Tabela 1: A representação dos aprendizes

	CUBO	PIRÂMIDE
DANI		
ANDRÉ		
LEANDRO		

Tanto André como Dani fizeram suas representações colocando uma das faces do sólido sobre o papel contornando-o a seguir com a punção. Na verdade esse procedimento foi utilizado por onze dos doze participantes da atividade (Figura 3). Cabe destacar que a cegueira dos aprendizes impede a repetição do procedimento por imitação, assim a escolha dessa estratégia é vista como uma decisão individual embora o trabalho esteja sendo feito em grupo.

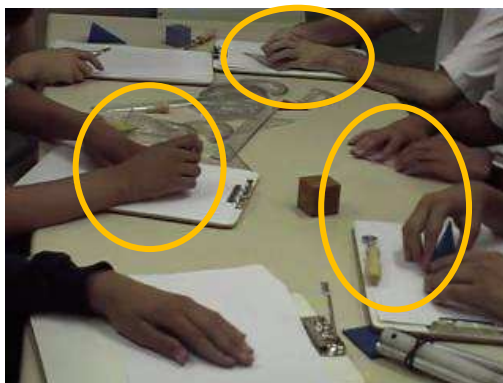


Figura 3: Contornando uma das faces

6.1. O desenho de Dani

Para desenhar o quadrado e o triângulo da primeira etapa Dani posicionou um dos lados da figura paralelamente ao seu corpo sobre o papel e a “copiou” com a punção. Ao receber a primeira forma tridimensional o reconheceu como um cubo após a exploração tátil. Posicionou uma das faces sobre o papel, mantendo um dos lados da face paralelo ao seu corpo, e a contornou. Depois de concluir o desenho fez a exploração tátil e declarou: *Então o cubo fica assim! Parece um quadrado!* Não estando satisfeita com a qualidade do desenho decidiu refazê-lo. Iniciou exatamente da mesma forma e seguiu o mesmo procedimento, mas dessa vez afirmou estar satisfeita com o resultado.

A forma seguinte era a pirâmide. Depois da exploração tátil posicionou a base quadrada sobre o papel. Parou um instante, bateu a forma e declarou: *Mas essa parte não vai sair não!*, indicando à pesquisadora, com as pontas dos dedos, o vértice da forma. Posiciona seguidamente a pirâmide sobre o papel, ora a base ora uma de suas faces, a explora atentamente e a reconhece – *Ah! Isso daqui é uma pirâmide.* Depois de algum tempo estabelece-se o seguinte diálogo:

Dani: *Isso daqui não vai sair! Essa parte aqui oh!* (com os dedos sobre o vértice)

Pesquisadora: *Claro que vai.*

Dani: *Vai sair como se tá de pé aqui?* (apontando o vértice)

Pesquisadora: *O que eu quero de você agora é o desenho desta figura.*

Dani: *Mas não vai sair! E essa parte aqui?* (mostrando o vértice) (Figura 4a).

Pesquisadora: *Claro que vai.*

Dani: *A não ser que eu fizesse assim ... olha ... deitasse* (posicionando uma das faces triangulares sobre o papel) (Figura 4b), *mas e isso aqui depois?* (mostrando a base da pirâmide).

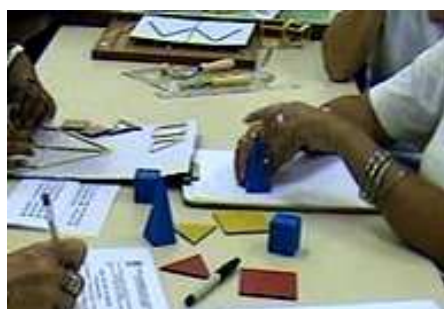


Figura 4a y 4b: O trabalho de Dani

Sem mostrar-se satisfeita decide representar uma das faces triangulares. Completa o desenho e não manifesta o desejo de refazê-lo.

O reconhecimento de cada uma das formas tridimensionais por parte de Dani, ao iniciar a tarefa, só foi possível porque ela tinha um padrão mental (uma imagem) constituída para esses objetos. Tal fato sugere que para nomear cada uma das formas, ela recorreu a, pelo menos, uma de suas propriedades. De acordo com o que se pode observar, durante a exploração tátil, ela reconheceu faces congruentes no caso do cubo, base e vértice para a pirâmide, ou seja, de algum modo Dani pode recorrer a uma imagem, que dada a sua cegueira congênita, foi evocada a partir dos seus conhecimentos sobre as propriedades táteis e espaciais desses objetos. Essas

considerações, feitas a partir dos estudos de Damásio, nos faz considerar que o “polo sabido” existia para Dani. Sua dificuldade era representar esses objetos tridimensionais em duas dimensões. O que ela não conseguia fazer era representar o que estava vendo com as mãos - “polo visto”.

Foi uma surpresa para ela perceber que o desenho que fez do cubo “parecia-se” com um quadrado. Parecemos que para ela bastava uma cópia como a que ela fez da figura bidimensional, para que o cubo surgisse. Era como se ela imagina-se estar fazendo uma fotografia da forma que por ter todas as faces iguais não poderia ter outra representação. A tentativa do mesmo procedimento para o desenho da pirâmide não lhe pareceu viável, já que essa forma apresenta elementos distintos dos que caracterizam um cubo – suas faces não são congruentes. Entre desenhar a base (quadrada) ou uma das faces triangulares escolheu a face triangular, possivelmente na tentativa de evitar que o desenho de sua pirâmide fosse igual ao desenho do seu cubo.

6.2. O desenho de André

Num primeiro momento André copiou com a carretilha o quadrado, não gostando do resultado pediu a punção e repetiu o desenho. Tanto para o quadrado quanto para o triângulo ele usou o mesmo procedimento que Dani. Posicionou um dos lados paralelamente ao seu corpo e o contornou. Ao receber cada uma das formas tridimensionais para exploração tátil, André não teve nenhuma dificuldade para reconhecê-las como cubo e pirâmide respectivamente. Quanto à representação, o trabalho com o cubo não foi diferente do trabalho de Dani (Figura 5), ele posiciona uma das faces o cubo sobre o papel, mantendo uma das arestas paralela ao seu corpo e o contorna.



Figura 5: O trabalho de André

No entanto, o desenho da pirâmide também pareceu ser difícil para ele. A natureza introspectiva de André não permite que ele manifeste com naturalidade suas dificuldades como fez Dani, mas observando suas ações ao explorar a forma e as sucessivas vezes que ele a posiciona sobre o papel, pode-se sugerir que o conflito girava em torno das duas formas geométricas presentes na figura (quadrado e triângulo). Para contornar essa situação André resolve representar a base da pirâmide e uma de suas faces triangulares, exatamente na posição apresentada na Tabela1.

Como apontado no caso de Dani, André recorreu a uma imagem que fazia parte do seu repertório para identificar o cubo e a pirâmide - “polo sabido”, mas ao

representar essas formas não conseguiu associar o “polo sabido” ao que estava vendo - “polo visto”. Ao explorar com as mãos tanto o cubo como a pirâmide André recebeu informações fragmentas: várias faces, vértices e arestas e não conseguiu integrá-las quando as representou no papel. Possivelmente, para ele, não parecia ter sentido representar tantas formas iguais, bastando desenhar as que eram distintas.

6.3. O desenho de Leandro

Leandro tinha familiaridade com o material de desenho e facilidade para trabalhar com a carretilha. Seu procedimento foi diferente do usado por todos os outros sujeitos envolvidos na atividade. Antes de desenhar o quadrado e o triângulo usou a régua para medir os seus lados, era como se medir os lados das figuras fizesse parte do seu reconhecimento tátil. Os desenhos foram feitos a mão livre, e por várias vezes na mesma folha até que ele se considerasse satisfeito.

Os desenhos feitos por Leandro para as formas tridimensionais nos surpreenderam. Ao receber o cubo o explorou atentamente, mediu algumas de suas arestas com a régua, contou o número de faces, reconheceu a forma e começou a desenhar. O desenho que ele produziu está representado na Tabela 1 e causa surpresa especialmente quando comparado aos desenhos de seus colegas, mas talvez seja mais interessante saber como ele chegou a esse produto final. Para o cubo, Leandro começa o seu desenho fazendo um quadrado e segue construindo os outros quadrados um a um, mantendo um lado comum entre eles. Para comparar e manter a congruência entre as medidas dos lados desses quadrados usa os dedos como instrumento de medição (Figura 6).



Figura 6: Desenhando o cubo

O trabalho com a pirâmide começa exatamente como o descrito para o cubo, o modo que ele a desenha é que apresenta algumas mudanças. Ele começa o desenho fazendo um grande retângulo que vai de um lado a outro da largura da folha, coloca uma das faces da pirâmide sobre um dos lados do retângulo (Figura 7) e a copia com a ajuda da carretilha. As faces seguintes são desenhadas a mão livre, sempre usando os dedos para manter a congruência entre as medidas, com exceção da quarta e última face que foi desenhada para preencher todo o comprimento do lado do retângulo. Para certificar-se que seu desenho estava ficando compatível com a forma que tenta representar faz, por diversas vezes, a comparação com o sólido de madeira (Figura 8), detendo-se com frequência a base da pirâmide.

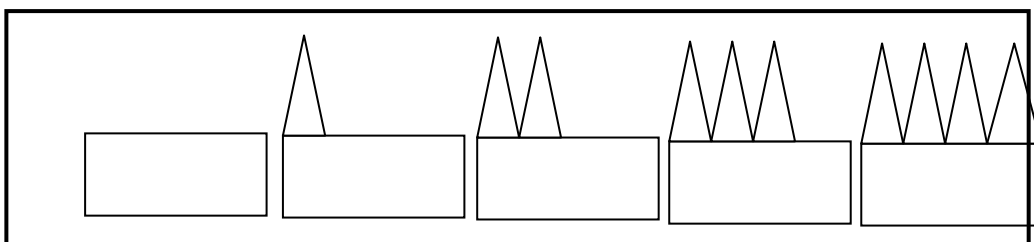


Figura 7: A pirâmide de Leandro passo a passo



Figura 8: Desenhando a pirâmide

Os dois desenhos feitos por Leandro tinham fortes traços dos sólidos geométricos planificados representados nos livros didáticos. Vendo a coerência entre os dois desenhos a pesquisadora pergunta:

Pesquisadora: *Você já tinha trabalhado com esse tipo de figura?*

Leandro: *Não. Desenhado eu já tinha, mas nada desse tipo.*

Pesquisadora: *Você já tinha trabalhado com figuras planificadas?*

Leandro: *Não. Foi assim que eu imaginei.*

Assim com Dani e André, Leandro também foi capaz de nomear cada uma das formas tridimensionais, o que, como dito anteriormente, indica que havia um “polo sabido” ao qual ele pudesse recorrer. O que de fato distingui o trabalho de Leandro dos demais é a forma pela qual ele passou para o papel o produto de sua percepção tátil, de sua interação com a forma. A exploração tátil de cada das faces lhe ofereceu um quadro fragmentado, e para integrá-lo Leandro desenhou cada uma das formas sugerindo sua planificação. No desenho do cubo a congruência das faces o levou a desenhá-lo de acordo com a planificação usada regularmente nos livros didáticos. Quanto à pirâmide, a necessidade de manter a relação entre faces e base o fez representar a base quadrangular como um “grande retângulo” que mantivesse o desenho como um conjunto perfeitamente integrado. No caso de Leandro pode-se reconhecer, especialmente na sua representação da pirâmide, grande influência do polo visto.

7. Considerações finais

Corroborando com os resultados apontados por Argyropoulos (2002) os sujeitos deste estudo, através do tato formularam esquemas imagéticos das formas que foram conectadas a conhecimentos que eles tinham, já que todos as classificaram corretamente. No entanto, a limitação sensorial desses aprendizes faz com que o primeiro estímulo háptico predomine no desenvolvimento das tarefas. As

informações adquiridas com base em experiências concretas acabam sendo um impedimento para representações que indiquem um conhecimento abstrato.

De acordo com Damásio (2005, 2007) uma representação é uma imagem mental que surge durante o processamento perceptivo-motor. Ele denomina as imagens formadas, a partir das diversas modalidades sensoriais, de *imagens perceptivas* - formadas no presente que passam a fazer parte de nossa memória. Essas mesmas imagens, que agora fazem parte do que chamamos repertório multimodal, estão prontas para serem evocadas a partir do passado real ou de planos futuros, a essas imagens Damásio dá o nome de *imagens evocadas*. O cubo e a pirâmide faziam parte do repertório multimodal dos aprendizes, ou seja, em algum momento, no passado, esses aprendizes tiveram contato com essas formas, no contexto escolar ou cotidiano, e a partir desse contato formularam uma *imagem perceptiva* de acordo com a perspectiva da Neurociência, ou esquema imagético sob a lente da Linguística Cognitiva, que foi reativada durante o processo de percepção tátil proporcionado pela situação experimental. Por esse ponto de vista, as imagens evocadas do cubo e da pirâmide pelos aprendizes cegos constituem o “polo sabido”, pois para associar essas imagens à percepção tátil eles precisaram reconhecer algumas características ou propriedades dessas formas.

Voltando a idéia de fenômeno, a consciência perceptiva do cego o permite notar e perceber as formas tridimensionais do modo que elas são, ou seja, como revelam-se aos sujeitos: com faces, arestas e vértices, mas não há harmonia dessas formas com seus corpos. Eles não conseguem representar em duas dimensões o que as mãos vêem em três, e acabam por representar somente o que se mostra distinto aos seus “olhos”, ou seja, as diferentes formas geométricas que aparecem numa única peça.

Retomando a questão: *Os objetos vistos com as mãos ou com os olhos podem ser representados do mesmo modo?* A melhor resposta que podemos oferecer agora é: *Depende*. Num estudo posterior ao apresentado neste artigo, pudemos nos certificar que os alunos cegos têm êxito nas representações de formas tridimensionais usando materiais que os permitam fazê-las tridimensionalmente (Figura 9). Desse modo, o conflito não gira em torno de “visto” ou “sabido”, mas é sim de natureza material. Pode-se ainda conjecturar que o uso de material adequado favorece aos aprendizes a representação do *visto*, ao contrário do que ocorre com os aprendizes videntes.

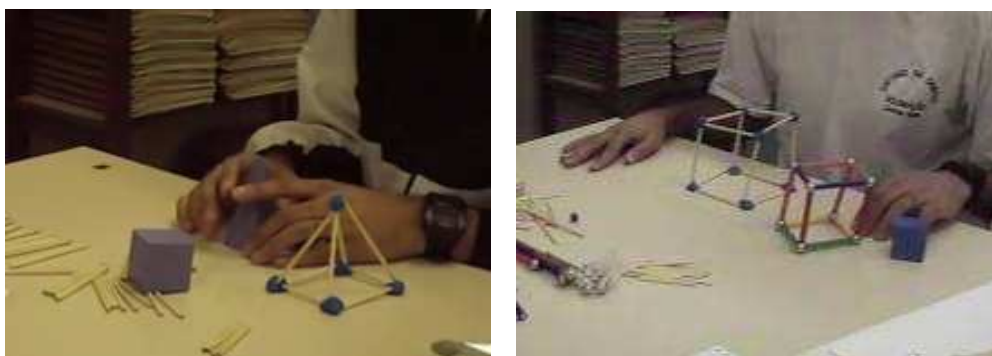


Figura 9: Representações tridimensionais para o cubo e para pirâmide

Há indícios que permitem ainda afirmar que nas representações feitas no papel, existe influência do “sabido” sobre o “visto”, mas ao contrário do apontado por Parzysz (1988, 1991) nos estudos com videntes, o “sabido” não predomina sobre o “visto”. Na representação feita no papel ou no espaço, nossos sujeitos procuram representar, sem adaptações, o objeto tal qual como ele o imagina ou experimenta, mesmo Leandro desenhou o que via. As análises das representações produzidas pelos sujeitos aproximam-se das idéias defendidas por Diderot, ou seja, os sujeitos reconheceram quadrados e triângulos graças às propriedades percebidas pelo tato, mas substituí-las por representações de cubo e pirâmide necessitaria de um período de experiência e material adequado. Mesmo quando trabalhamos com alunos videntes a capacidade de “ver” um objeto tridimensional não parece ser inata. De modo geral, a habilidade de visualização no espaço precisa ser desenvolvida no decorrer das atividades.

Temos dados indicando que os estudos de conceitos geométricos são, muitas vezes, negligenciados nas escolas quando o aprendiz é cego, mas essa negligência não ocorre pelas limitações dos aprendizes. Na verdade ela é de natureza humana e material. O professor não se considera seguro ou preparado para ensinar Geometria para os cegos, ou seja, não se sente seguro para escolher o tipo de abordagem que fará ou o material que deverá adotar ou adaptar. Esse é um dos objetivos de nossas pesquisas, encorajar professores, diretores e educadores em geral a planejar ações que possam promover a desejada Educação Matemática Inclusiva.

Bibliografia

- Argyropoulos, V. S. (2002). Tactual shape perception in relation to the understanding of geometrical concepts by blind students. *The British Journal of Visual Impairment*, pp. 7-16.
- Barsalou, L. W. (2008). Grounded Cognition. *Annual Review of Psychology*, January, Vol. 59, Pages 617-645. DOI: 10.1146/annurev.psych.59.103006.093639.
- Belarmino, J. (2010). *Representação e Interação: O Problema da Percepção da Cegueira como um Ato de Cognição*. Acesso em nov. de 2010. Disponível em: <http://intervox.ufrj.br/~joana/textos/tecni04.html#inicio..>
- Carmo, P. S. (2000). *Merleau-Ponty: uma introdução*. São Paulo: EDUC. Série Trilhas.
- Colmez, F.; Parzysz, B. (1993). Seeing and knowing in the evolution of the representation of a pyramid (from 8 to 17 years old). (Le vu et le su dans l'évolution de dessins de pyramides du CE2 à la seconde.) Bessot, A. et al., *Espaces graphiques et graphismes d'espaces (Contribution de psychologues et de didacticiens à l'étude de la construction de savoirs spatiaux)*. Pensée Sauvage, Editions, Grenoble (ISBN 2-85919-086-4). 35-55.
- Damásio, A. (2005). *O mistério da consciência: do corpo e das emoções ao conhecimento de si*. Tradução Laura Teixeira Motta. 7ª ed. São Paulo: Companhia Das Letras.
- Evans. V.; Chilton. P. (2009). *The perceptual basis of spatial representation*. Disponível em <http://www.vyvevans.net>. Acesso em 13 out. 2009.
- Fernandes, S. H. A. A. (2004). *Uma análise vygotkiana da apropriação do conceito de simetria por aprendizes sem acuidade visual*. São Paulo. 300 f. Dissertação

- (Mestrado em Educação Matemática), Pontifícia Universidade Católica de São Paulo.
- Locke, J. (1991) *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. Os Pensadores; v.9. (publicado originalmente em 1690).
- Merleau-Ponty, M. (2006). *Fenomenologia da percepção*. Tradução de Carlos Alberto Ribeiro de Moura. 3ª ed. São Paulo: Martins Fontes. (Texto original publicado em 1945).
- Nemirovsky, R. (2003). *Three conjectures concerning the relationship between body activity and understanding mathematics*. In: Pateman, N.A.; Dougherty, B.J.; Zilliox, J.T. (eds.), *Proceedings of PME 27*, 1, 103-135.
- Parzysz, B. (1988). “Knowing” vs “seeing”. Problems of the plane representation of space geometry figures. *Educational Studies in Mathematics*, 19(1), 79-92.
- Parzysz, B. (1991). Representation of space and student’s conceptions at high school level. *Educational Studies in Mathematics*, 22(6), 575-593.
- Riskin, J. (2002). *Science in the Age of Sensibility: the Sentimental Empiricists of the French Enlightenment*. Chicago: University of Chicago Press.

Solange Hassan Ahmad Ali Fernandes. Professora do Programa de Pós Graduação da Universidade Bandeirante de São Paulo (UNIBAN). Doutora em Educação Matemática pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP) tem se dedicado a pesquisas centradas nos processos de ensino e aprendizagem de conceitos matemáticos de alunos com necessidades educacionais especiais inseridos em salas regulares desde 2002. solangehf@gmail.com

