CB-368

A RELAÇÃO CORPO, COGNIÇÃO E CULTURA E A NATUREZA MULTIMODAL E MULTISSENSORIAL DO CONHECIMENTO MATEMÁTICO

Solange Hassan Ahmad Ali Fernandes – Lulu Healy
solangehf@gmail.com – lulu@baquara.com
Universidade Anhanguera de São Paulo – Brasil

Núcleo temático: Aspectos socioculturales de la Educación Matemática.
Modalidad: CB
Nivel educativo: No específico
Palavras-chave: Aprendizes com limitações sensoriais, Mediação, Cognição matemática, Experiências perceptivas.

Resumo

Neste artigo, apresentamos investigações relacionadas às práticas matemáticas de alunos com limitações sensoriais. Compartilhamos nossas interpretações sobre os processos de mediação do conhecimento matemático, que caracterizam as interações com aprendizes que usam suas ferramentas corporais para suprir as funções de órgãos sensoriais não funcionais. Acreditamos que os significados matemáticos estruturam-se a partir dos nossos encontros com o mundo, e reconhecemos a matemática como uma disciplina constituída culturalmente. Vemos a aprendizagem como um processo delicado, no qual os aprendizes tornam-se conscientes de como seus sentidos subjetivos dos objetos matemáticos conectam-se aos significados culturais enfatizados na matemática escolar. Tais aspectos nos levam a considerar que a cognição matemática é mediada culturalmente e corporalmente e tem natureza multimodal e multissensorial. Selecionamos episódios que mostram como essa natureza pode ser explorada na elaboração de cenários para aprendizagem, nos concentrando nos processos de apropriação quando aprendizes com limitações sensoriais são convidados a ver e ouvir os objetos matemáticos. As análises dos processos de resolução das tarefas propostas têm confirmado a centralidade dos aspectos corporais nas práticas dos aprendizes. As falas, os gestos, as expressões faciais e a manipulação dos materiais revelam que a relação entre ação e cognição mostra a indissociabilidade entre ***fazer*** *e* ***imaginar****.*

Introdução

No Brasil, assim como em outros países, a presença de alunos com limitações sensoriais em escolas regulares tem provocado mudanças nas estruturas físicas e didático-pedagógicas das instituições educacionais. Nem sempre essas transformações emergem da própria comunidade escolar. Algumas vezes são necessárias leis para que as mudanças se tornem

ISBN 978-84-945722-3-4

abrangentes ou institucionalizadas, mas, sem dúvida, as que têm suas origens nas escolas ou no trabalho de sala de aula são as mais impactantes.

Neste artigo, apresentamos investigações relacionadas às práticas matemáticas de alunos com limitações sensoriais. Pretendemos compartilhar nossas interpretações sobre os processos de mediação do conhecimento matemático que caracterizam as interações de aprendizes que usam suas ferramentas corporais para suprir as funções de órgãos sensoriais não funcionais. Para tanto, buscamos apoio em autores que discutem a relação entre o conhecimento e a percepção.

Conhecimento e percepção

A capacidade do ser humano de produzir conhecimento a partir da elaboração de percepções e de sensações, oriundas de suas interações com o meio, tem conduzido estudiosos a controvérsias por séculos. Considerando estudos filosóficos, ponderaremos brevemente sobre teses defendidas por alguns desses estudiosos a respeito da influência das percepções e das sensações para a produção do conhecimento, o que nos conduzirá à discussão sobre a importância do corpo para o processo cognitivo.

No Período Naturalista, os filósofos delinearam distinções entre o que era percebido pelos órgãos dos sentidos e a verdade do mundo racional e lógico. A Teoria do Conhecimento, elaborada por Platão, põe de um lado o mundo percebido pela aparência das coisas, que dá origem ao conhecimento sensível, e do outro o mundo inteligível que origina o conhecimento intelectual. Tanto conhecimento sensível quanto conhecimento intelectual supera um ao outro num caminho ascendente (Chauí, 2002), o que se assemelha às ideias de Vygotsky sobre a formação de conceitos. Para ele, os conceitos cotidianos, carregados de experiência pessoal, estão diretamente ligados a objetos concretos do mundo, percorrendo um caminho ascendente que vai do concreto ao abstrato. Já os conceitos científicos, mediados por outros conceitos, percorrem um caminho descendente que vai do abstrato para o concreto, fazendo com que o indivíduo, em um primeiro momento, reconheça melhor o próprio conceito do que o objeto que ele representa (Vygotsky, 1987).

Na obra A República, Platão indica as ações cognitivas realizadas pelo corpo que correspondem aos objetos do mundo sensível e as que correspondem aos objetos do mundo inteligível. Para tanto, propõe a “Símile da linha”, que representa a realidade dividida em mundo sensível e inteligível, este último correspondendo a maior parte da realidade e cada

VIII CONGRESO IBEROAMERICANO DE EDUCACIÓN MATEMÁTICA. LIBRO DE ACTAS.
ISBN 978-84-945722-3-4

um deles responsável por diferentes tipos de conhecimentos. No mundo sensível reside o conhecimento por imagens ou a imaginação e a atividade cognitiva é a percepção. Cabe ao mundo inteligível o raciocínio que seleciona os argumentos para a dedução; é o conhecimento dos objetos matemáticos que nos permite passar da aparência para a essência das coisas. A atividade cognitiva associada é o raciocínio discursivo e o conhecimento que atinge a própria ciência. Poderíamos dizer que são os próprios conceitos científicos na linguagem vygotskiana (Fernandes, 2008).

A Teoria do conhecimento de Aristóteles contrapõe-se a de Platão pela importância dada às experiências sensoriais na aquisição de conhecimentos. Aristóteles afirma que os conhecimentos começam com os objetos oferecidos pela sensação dada pelos órgãos dos sentidos. Para ele a sensação é condição da ciência e formula tipos distintos de conhecimentos – conhecimento sensível e conhecimento inteligível. Ele declara que, no início do processo de aquisição do conhecimento, somos como "um pedaço de cera" em que nada foi gravado, o que séculos depois Locke chamaria de "tábua rasa".

O embate sobre a influência das experiências sensoriais e da razão na formação dos conhecimentos segue por séculos e grupos antagônicos ou não debatiam o papel das sensações e das percepções na formação dos conhecimentos.

Na contemporaneidade Nemirovsky e Ferrara (2005), por exemplo, apoiados na corrente fenomenológica, destacam a importância cognitiva do corpo, argumentando que o pensamento não é um processo que ocorre à margem da atividade do corpo. Tais argumentações corroboram com resultados de estudos na área da Neurociência que apontam a estreita relação entre o sistema sensório-motor e a cognição. Por esta perspectiva, o que sabemos é resultado do nosso constante encontro e interação com o mundo via nosso corpo e cérebro, o que pode caracterizar a cognição como resultado de um processo intra e interpessoal (Fernandes & Healy, 2016).

As atividades percepto-motoras com os artefatos associados aos diferentes domínios do conhecimento são vistas como parte integrante dos processos de pensamento tanto quando estamos fazendo como quando estamos imaginamos algo (Gallese & Lakoff, 2005). Esse é um processo intrapessoal quando se refere a estados perceptivos aos quais o indivíduo é submetido ao planejar ações ou (re)viver emoções e sensações, mas também é interpessoal

ISBN 978-84-945722-3-4

quando esse mesmo indivíduo observa e experimenta ações, emoções e sensações de outros indivíduos (Gallese, 2011).

Alinhados à tradição fenomenológica, Nemirovsky, Kelton & Rhodehamel (2012) argumentam que as experiências de interação social envolvem um fenômeno de *imaginário coletivo* considerado uma manifestação corporificada para trazer objetos e eventos que estão ausentes, a uma *quase presença* durante as interações. Analisando o papel dos gestos no processo de imaginação coletiva, os autores sugerem que esses sejam vistos como componentes-chave de *fantasmas*, “objetos *quase presentes* que são produzidos por meio de expressões multimodais” (Castro, 2017).

Em nossos estudos, partindo dos pressupostos apontados, consideramos também que os significados matemáticos são estruturados a partir dos nossos encontros com o mundo. Deste modo, ponderamos que a cognição matemática é mediada culturalmente e corporalmente, sendo sua natureza multimodal e multissensorial.

Os episódios

O procedimento empírico que utilizamos segue a orientação metodológica sugerida por Vygotsky. Nomeado *método funcional da dupla estimulação*, ele é composto por “dois conjuntos de estímulos apresentados ao sujeito; um como objeto de sua atividade, e outro como signos que podem servir para organizar essa atividade” (Vygotsky, 1998).

Em relação aos processos de apropriação de conhecimentos matemáticos, quando aprendizes com limitações sensoriais são convidados a ver, ouvir e sentir os objetos matemáticos, as análises dos processos de resolução das tarefas propostas têm confirmado a centralidade dos aspectos corporais nas práticas dos aprendizes. As falas, os gestos, as expressões faciais e a manipulação dos materiais revelam que a relação entre ação e cognição mostra a indissociabilidade entre *fazer* e *imaginar*. Para exemplificar este estudo, apresentamos as discussões de dois episódios.

Primeiro episódio: imaginando linhas

ISBN 978-84-945722-3-4

Marcos nasceu cego e com 18 anos estava matriculado no primeiro ano do Ensino Médio[23] de uma escola pública. No episódio discutido aqui, as questões relacionam-se à área e ao perímetro de figuras planas. Marcos e Caio (cego congênito) trabalhavam juntos em uma das tarefas iniciais.

Marcos e Caio receberam da pesquisadora orientação para usarem uma prancha como a representada na Figura 1. Cada um dos aprendizes escolheu livremente uma das formas menores que estavam preenchidas por pequenos cubos de arestas medindo 1 cm (quadrado 16 cubos e retângulo 24 cubos). Na sequência, a pesquisadora solicitou que cada um deles determinasse o perímetro e a área da figura escolhida.

Marcos escolheu o retângulo pequeno para iniciar a atividade e, após a exploração tátil, ele declarou que a *área era 24 centímetros*; ao ser questionado sobre como calculou:

Marcos: *Aqui* (indicando o comprimento) *tem 8* (cubos), *cada um* (dos cubos) *tem um centímetro e na altura tem 3* (cubos). *Eu multipliquei 8 por 3 deu 24.*
Pesquisadora: *E o perímetro?*
Marcos: *Aqui dá 3* (indicando as duas alturas da figura com as mãos). *3 com 3 dá 6. Aqui tem 8* (indicando o comprimento) *com 8 dá 16. O perímetro é 22.*

A segunda tarefa consistia em calcular o perímetro e a área das formas maiores, um quadrado com lados medindo 8 centímetros e um retângulo com dimensões 12 por 5 centímetros utilizando os quarenta cubos disponíveis nas figuras menores como instrumentos de medida. Os aprendizes trabalharam em duplas em uma mesma prancha; assim, os cubos deveriam ser partilhados entre eles. A atividade foi proposta da seguinte maneira: *É possível calcular o perímetro e a área das figuras maiores sem preencher toda a figura?* Marcos escolheu o retângulo maior e iniciou a exploração tátil. Ele completou o comprimento e a altura da figura com cubos e *imaginou* um número de linhas igual à altura, completamente preenchidas para concluir com êxito seu cálculo.

Marcos: *Eu acredito que essa figura tenha 60 de área e perímetro 34. Cada linha dessas* (indicando uma sequência de **linhas imaginárias** no comprimento) *tem 12 quadradinhos desses* (cubos). *São 5 linhas para preencher a figura toda* (indicando um a um os cubos que compõem a altura), *então são 60. E de perímetro são 12* (indicando o comprimento) *mais 5 aqui* (indicando a altura), *17 mais 5 aqui, 22 e mais 12, 34.*

---

[23] Correspondente ao segundo ciclo da Escola secundária na Espanha.

ISBN 978-84-945722-3-4

A terceira tarefa tinha o propósito de verificar se os conceitos apresentados pelos aprendizes haviam se alinhado aos significados culturais e subjetivos dos objetos matemáticos, o que poderia conduzir a um método geral para o cálculo da área e do perímetro de quadriláteros. Para tanto, apresentamos a seguinte questão: *Se tivéssemos um retângulo com lados 5 e 8, qual seria sua área e seu perímetro?*

Inicialmente os aprendizes tiveram dificuldades para realizar a tarefa, uma vez que eles não tinham a representação tátil de um retângulo preenchido por cubos. Tinham somente acesso aos pequenos cubos e à régua, o que colaborou para que as dificuldades fossem superadas e deixou evidente a estratégia empregada. Marcos apoiou-se na prancha (Figura 1) para simular a figura usando o número de cubos adequado para compor o comprimento e a altura do retângulo proposto. Ele contou o número de "linhas imaginárias" para compor a altura da figura e determinar a área.

***Marcos**: 5 por 8. O perímetro é 22.*
***Pesquisadora**: Como você está pensando?*
***Marcos**: Porque 5 por 8 a área seria 40.*
***Pesquisadora**: Você está **imaginando** 5 linhas de 8.* (Observando os dedos dele delinear as linhas)
***Marcos**: É eu **imaginei** ... Todas essas linhas estariam preenchidas, não é? O perímetro é 26.*

Segundo episódio: imaginando espelhos

O episódio apresentado foi extraído de uma pesquisa realizada em uma escola pública bilingue[24] de um município de São Paulo, Brasil. Os participantes foram 5 surdos e 3 ouvintes de uma turma do 7° Ano do Ensino Fundamental[25], que trabalharam em duplas.

A pesquisa tinha o propósito de permitir que os alunos interagissem com propriedades e relações de reflexão e simetria em um ambiente dinâmico: o micromundo *Transtaruga*[26]. No

---

[24] A educação do surdo no Brasil pela proposta bilíngue propõe que a língua principal de instrução da criança com deficiência auditiva seja a Libras. Seu desenvolvimento na língua sinalizada é considerado primordial para o aprendizado da segunda língua (língua oral da comunidade ouvinte), em sua forma escrita que também deverá ser aprendida na escola.
[25] Correspondente ao Terceiro ciclo da Educação Primária na Espanha.
[26]Para saber mais sobre este estudo consulte:

ISBN 978-84-945722-3-4

modelo, programado em linguagem LOGO, as tartarugas, seus movimentos e as relações espaciais entre eles representam elementos básicos da Geometria. Ao interagir com esses elementos, o aprendiz pode identificar-se corporalmente com as tartarugas, se colocando no lugar delas e imaginando as trajetórias necessárias para construir certas propriedades e relações matemáticas (Santos, 2012).

As duplas realizaram sete atividades. O episódio explorado neste texto aconteceu quando a dupla Pedro e Daniel, ambos surdos realizavam a Atividade 5. Os alunos faziam uma encenação, na qual uma fita adesiva, fixada no chão, configurou-se como o eixo de simetria e os dois alunos passaram a experimentar os papéis das tartarugas.

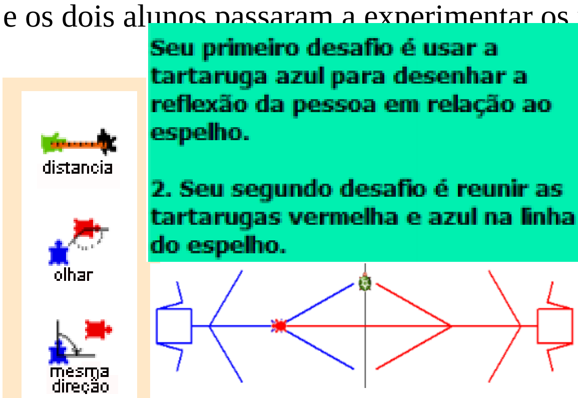

***Figura 2.* Atividade 5**

A Atividade 5 estava dividida em duas tarefas, no entanto o episódio que nos interessa discutir aconteceu durante a realização da segunda tarefa (Figura 2).

Pedro e Daniel não entendiam como descobrir a distância exata que cada tartaruga deveria percorrer para chegar ao espelho, situação vivida na Atividade 4.

A dupla utilizou a ferramenta *distância* para descobrir a distância entre as tartarugas, mas não percebeu a necessidade de dividir por 2 para determinar o deslocamento de cada tartaruga para chegar ao espelho. Por essa razão, decidimos simular a Atividade 5, antes de continuarmos com as atividades. Colamos na lousa papéis com as representações dos ícones do micromundo e no chão a fita adesiva para representar o espelho; dessa forma, buscamos recriar o mundo das tartarugas em outra escala. Pedro e Daniel imitavam as tartarugas azul e vermelha respectivamente. Pedro estava junto ao espelho e a tarefa consistia em descobrir os comandos necessários para ele delinear o caminho traçado por Daniel por reflexão do espelho (Figura 3).

Os colegas deveriam orientar Pedro (tartaruga azul) na tarefa. Uma aluna disse que precisaria saber a distância entre Pedro e Daniel (tartaruga vermelha). Questionados sobre qual ferramenta utilizar, indicaram o ícone *distância* na lousa. Depois de alguns comandos, com

---

http://www.matematicainclusiva.net.br/pdf/Heliel%20Ferreira%20dos%20Santos.pdf

ISBN 978-84-945722-3-4

as “tartarugas” frente a frente, a pesquisadora com uma régua mediu a distância 240 entre elas e fez o registro na lousa na caixa *memória*.


Figura 3.* Recriando o *Transtaruga


***Figura 4.* Dividir por dois**


***Figura 5.* O encontro**

Pedro e Daniel foram questionados sobre o próximo passo para se encontrarem no eixo de simetria. Pedro respondeu que deveria ir para frente 120, mas Daniel discordou dizendo que a distância era 240. Pedro explicou que Daniel precisa dividir 240 por dois (Figura 4), para ter sucesso. Depois da intervenção de Pedro, Daniel concluiu o cálculo e encontrou o valor 120. Ambos os alunos caminham 120 se abraçando no eixo de simetria (Figura 5), no ponto de encontro.

No transcorrer das atividades, o fato de Pedro e Daniel ter vivido o papel das tartarugas, as imitando na execução dos comandos dados pelos outros alunos, pode ter contribuído para a aprendizagem de alguns conceitos relacionados à reflexão, como equidistância e congruência.

Algumas considerações

As análises dos processos de resolução das tarefas realizadas por nossos aprendizes têm confirmado a centralidade dos aspectos corporais em suas práticas. Os processos de mediação organizados para oferecer estímulos multissensoriais favorecem interações discursivas, que levam o sujeito a questionar, a validar conjecturas e a refletir sobre suas ações, ativando diferentes áreas da percepção.

No caso de Paulo e Daniel, a atividade percepto-motora com os artefatos favoreceu um processo interpessoal quando eles experimentaram as ações das tartarugas. Incorporar as tartarugas permitiu que eles percebessem propriedades relacionadas à simetria e à reflexão. Para Marcos, o uso dos cubos de madeira permitiu-lhe trazer a *quase presença* “linhas de área” – nessa experiência, **linhas fantasmas** – que o ajudaram a determinar a área de um retângulo imaginário. Tais aspectos nos levam a considerar que a cognição matemática é mediada culturalmente e corporalmente, e tem natureza multimodal e multissensorial.

Referências

ISBN 978-84-945722-3-4

Castro, E. S. (2017). *Atividades Multimodais no Processo de Aprender a Ensinar Matemática sob a Perspectiva Inclusiva: uma experiência com licenciandos em Pedagogia*. Tese (Doutorado em Educação Matemática). Universidade Anhanguera de São Paulo, Brasil.

Chauí, M. (2000). *Convite à Filosofia*. São Paulo: Ed. Ática.

Cole, M., & Scribner, S. (1998). Introdução. In Vygotsky, L. S. *A formação social da mente*. Org. Michael Cole, et al. (pp. 3-19). São Paulo: Martins Fontes.

Fernandes, S. H. A. A. (2008). *Das Experiências Sensoriais aos Conhecimentos Matemáticos: uma análise das práticas associadas ao ensino e aprendizagem de alunos cegos e com visão subnormal numa escola inclusiva*. Tese (Doutorado em Educação Matemática). Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. Brasil.

Fernandes, S.H.A.A., & Healy, L. (2016). The Challenge of Constructing an Inclusive School Mathematics. In *Proceedings of the XIV 13th International Congress on Mathematical Education*. Hamburg, Alemanha.

Gallese V. (2011). Embodied Simulation Theory: Imagination and narrative. A commentary on Siri Hustvedt. *Neuropsychoanalysis*, *13*(2), pp. 196-200.

Gallese, V., & Lakoff, G. (2005). The brain's concepts: The role of the sensory-motor system in conceptual knowledge. *Cognitive Neuropsychology*, *22*, pp.455–479.

Nemirovsky, R., & Ferrara F. (2005). Connecting talk, gestures, and eye motion for the microanalysis of mathematics learning. In The *29th International Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*. Melbourne: University of Melbourne, 1. pp. 138-143.

Nemirovsky, R., Kelton, M., & Rhodehamel, B. (2012, jan.). Gesture and Imagination: On the Constitution and Uses of Phantasms. *Gesture*, 12(2), pp. 130-165.

Santos, H. F. (2012). *Simetria e reflexão: Investigações em uma escola inclusiva*. Mestrado em Educação Matemática. Universidade Bandeirante de São Paulo, Brasil.

Vygotsky, L. S. (1987). The collected works of L. S. Vygotsky. Problems of general psychology. R. RIEBER & A. CARTON (Eds.). *Translation of: Sobraine Sochinenii*. New York: Plenum, v.1.

Vygotsky, L. S. (1998). *Pensamento e linguagem*. Tradução Jefferson Luiz Camargo. 2ª ed. São Paulo: Martins Fontes.

ISBN 978-84-945722-3-4