

VYGOTSKY E MÚLTIPLAS REPRESENTAÇÕES: LEITURAS CONVERGENTES PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS⁺*

Carlos Eduardo Laburú^{**}

Departamento de Física – UEL

Andreia de Freitas Zompero

Universidade Norte do Paraná

Londrina – PR

Marcelo Alves Barros^{*}

Instituto de Física – USP

São Carlos – SP

Resumo

Este trabalho traz uma reflexão centrada no tema linguagem e pensamento de Vygotsky, com o objetivo de mostrar que pontos de vista do autor sobre o assunto se encontram subjacentes às argumentações que sustentam o referencial de multimodos e múltiplas representações. Há pouco mais de uma década em desenvolvimento, o programa de pesquisa de multimodos e múltiplas representações vem se mostrando progressivo, conclusão garantida, tanto pela abrangência internacional de suas pesquisas como pela amplitude no trato das questões envolvidas com a educação científica e matemática. Por ser a semiótica a teoria que ampara esse programa de pesquisa e a psicologia a que ampara os estudos vygots-

⁺ Vygotsky and multiple representations: converged readings for Science teaching

^{*} Recebido: julho de 2012.

Aceito: dezembro de 2012.

^{**} Com auxílio parcial CNPq e Fundação Araucária.

^{*} Com apoio CNPq.

kianos, o que faz com que, quase sempre, estes últimos estejam ausentes nas referências do primeiro. Todavia, o referencial de multimodos e múltiplas representações faz afirmações que se revelam compatíveis com a posição de Vygotsky no que toca a indissociável interdependência entre linguagem e pensamento. Assim, com base nessa interdependência, o trabalho discute e aponta que o uso de variabilidade de linguagens, nas suas mais diversas representações, defendido pelo referencial multimodal e de múltiplas representações, é compatível e convergente com a leitura vygotskiana sobre o tema.

Palavras-chave: *Representação multimodal. Vygotsky. Linguagem. Pensamento.*

Abstract

This paper presents a discussion centered on the theme of Vygotsky's language and thought in order to show that the author's views on the matter are that underlie the arguments that support the framework of multimode and multiple representations. Just over a decade in development, the research program of multimode and multiple representations has been showing progressive, guaranteed completion by both the international scope of their research and the breadth of issues involved in dealing with Science and Math education. As the Semiotics Theory that supports this research program and Psychology that supports the Vygotskian studies, this makes the latter almost always absent in reference to the first. However, multimode and multiple representations framework make assertions that prove compatible with Vygotsky's position regarding the inseparable interdependence between language and thought. Thus, based on this interdependence, the paper discusses and points out that the use of many languages, in its various representations, defended by multimodal and multiple representations reference, is consistent and convergent with the Vygotskian reading on the subject.

Keywords: *Multimodal representation. Vygotsky. Language. Thinking.*

I. Introdução

Um campo da educação em desenvolvimento com sustentação teórica na semiótica tenta compreender como os sistemas representacionais humanos são aprendidos e como esse conhecimento pode ser usado pedagogicamente para desenvolver as faculdades cognitivas dos aprendizes, considerando todas as modalidades sensoriais (DANESI, 2010, p. vii; NÖTH, 2010, p. 1). Como produto desse campo de estudo, pesquisas em educação científica e matemática vêm concentrando esforços no sentido de entender o papel instrucional do emprego de variadas formas e de diversos modos representacionais para gerar ativações cognitivas com o objetivo de proporcionar maior qualidade da aprendizagem. Após mais de uma década de estudos, a linha de pesquisa em multimodos e múltiplas representações tem se tornado referência nessa questão. Porém, ao se realizar uma análise dos fundamentos teóricos comuns aos trabalhos que gravitam em torno dessa linha de investigação identifica-se de maneira velada um conceito central originário da teoria de Vygotsky. Como é sabido, nos anos oitenta esse autor tornou-se referência para a estruturação e fundamentação teórica do construtivismo social. As bases teóricas construtivistas justificaram ações pedagógicas que se estenderam à educação em geral e, em particular, ao ensino das ciências (EDWARDS; MERCER, 1987; WHEATLEY, 1991; NEWMAN et al., 1989), sendo que o ímpeto da sua heurística e ideologia permanece fortemente impregnando as concepções de ensino e aprendizagem.

Por outro lado, os estudos em multimodos e múltiplas representações, apesar de trabalharem com as linguagens em suas mais variadas formas de representação, raramente fazem menção à teoria de Vygotsky ou, mais especificamente, a sua obra “Pensamento e Linguagem”. Uma exceção a ser destacada é o trabalho de Maschietto & Bussi (2009). Contudo, é preciso que se diga que Vygotsky é aí tão somente citado em razão de sua relação com o uso de artefatos humanos, visto serem os mesmos entendidos por Vygotsky como ferramentas semióticas para mediação cultural. A ausência da teoria vygotskiana, muito provavelmente, venha em razão da preferência dos estudos em fornecer tratamentos com base em teorias semióticas, como Baker e Hoffmann (2005) demonstram.

O tema semiótico relativo à linguagem correlaciona diretamente a teoria de Vygotsky à multimodalidade e a múltiplas representações, e uma extensa reflexão poderia ser desenvolvida nesse sentido. No entanto, o foco das discussões pretendido se voltará para a questão exclusiva da linguagem e do pensamento, da qual ambos os referenciais tratam e que são importantes para a aprendizagem dos conceitos científicos. Por ser, talvez, essa questão o aspecto mais difundido do

trabalho de Vygotsky, como coloca Oliveira (1992, p. 68a), daí vem a maior justificativa para priorizarmos seu apontamento na correlação a ser feita.

Dadas essas preocupações, este artigo pretende, assim, explicitar a associação entre linguagem e pensamento encontrada constantemente entre os fundamentos do programa de pesquisa em multimodos e múltiplas representações da educação científica e matemática, mas nele pouco destacada apesar da sua relevância. Com isso, tem-se a intenção de estar trazendo à luz uma relação vygotskiana importante que jaz implícita nos trabalhos ligados aos estudos em multimodos e múltiplas representações que vêm se difundindo na área.

Para atingir o objetivo proposto, as reflexões se encaminharão da seguinte forma: primeiramente, introduziremos as ideias centrais de Vygotsky, mantendo o foco no ponto acima levantado. Em seguida, compendiaremos os pontos que balizam o referencial da multimodalidade e das múltiplas representações. Com base nesses dois desenvolvimentos, apontaremos e justificaremos a impregnação vygotskiana mantida por detrás das argumentações do segundo referencial, fechando o trabalho na última seção.

II. Pensamento e linguagem em Vygotsky

As ideias e os comentários a seguir se referem à obra *Pensamento e Linguagem*, de Vygotsky (VYGOTSKY, 2003). O objetivo da seção é apresentar e destacar de maneira sintética os principais elementos que subsidiarão as argumentações decorrentes. Assim, a obra original fica como referência para aprofundamentos e outras omissões que extrapolam as pretensões do trabalho.

A teoria de Vygotsky tem como um dos seus pontos de reflexão compreender um dos temas mais complexos da psicologia que é a relação entre o pensamento e a linguagem. A teoria propõe repetida ênfase na capacidade humana de criar sistemas de sinais para servirem de elementos mediadores entre os homens e entre estes e o mundo da estimulação física, de forma a reagirem em termos de sua própria concepção simbólica da realidade. Segundo Vygotsky, ao longo da evolução da espécie humana, a utilização de marcas externas acabou por se transformar em processos internos de mediação, passando o homem a utilizar signos internos, isto é, representações mentais que substituem os objetos do mundo real. Assim, através desses processos, são aperfeiçoados sistemas simbólicos que organizam os signos em estruturas complexas e articuladas, sendo elas essenciais ao desenvolvimento dos processos mentais (OLIVEIRA, 1993, p. 34). Os sistemas de signos são resultados da produção cultural e a consciência do homem sofre transformações provocadas por eles (JOBIM; SOUZA; KRAMER, 1991, p.72a).

A teoria vygotskiana estabelece que, no fluxo do pensamento, nem a mão nem o intelecto prevalecem por si sós, mas se veem modelados pelos instrumentos e pelas ferramentas usados pelo homem, que os usa para o desenvolvimento da sua linguagem interiorizada e de seu pensamento conceitual. Esses últimos, algumas vezes, caminham paralelamente e, outras vezes, fundem-se, influenciando um ao outro (BRUNER apud. VYGOTSKY, 2003, p. ix). Vygotsky afirma que, durante a evolução ontogenética, a fala e o pensamento inicialmente diferem, apresentando linhas de desenvolvimento independentes. Nessa situação, temos o pensamento não verbal e a fala não intelectual, podendo ser ambos imaginados esquematicamente como dois círculos independentes que reúnem as propriedades de cada um. Porém, no curso do desenvolvimento, as duas linhas do pensamento não verbal e da fala não intelectual se encontram em determinado ponto e uma região de intersecção entre os círculos é criada, a partir do que a fala e o pensamento convertem-se, respectivamente, em fala racional e pensamento verbal (VYGOTSKY, 2003, p. 58, 60). No momento em que os processos de desenvolvimento dos círculos de pensamento e de linguagem se interseccionam, surgindo o pensamento verbal e a linguagem racional, o ser humano passa a ter a possibilidade de um modo de funcionamento psicológico mais sofisticado, mediado pelo sistema simbólico da linguagem. É importante mencionar que, para Vygotsky, a linguagem é concebida não necessariamente como dependente de som; isto é, para ele, há, por exemplo, a linguagem baseada na interpretação dos movimentos dos surdos ou labiais, lembrando, inclusive, que, para certos povos primitivos, os gestos têm importante papel, sendo usados juntamente com o som (VYGOTSKY, 2003, p. 47). Também é preciso dizer que Vygotsky identifica uma espécie de continuidade entre as diversas atividades simbólicas – dos gestos, do desenho e do brincar – que contribuem para o desenvolvimento da representação simbólica e, conseqüentemente, para o processo de aquisição da linguagem escrita (REGO, 1994, p. 69). Nessa mesma linha de argumentação e retornando à imagem dos dois círculos em intersecção, Vygotsky conclui que o pensamento verbal não abrange, de modo algum, todas as formas de pensamento ou de fala. Há, fora da região de intersecção dos círculos, uma vasta área de pensamento que não mantém relação direta com a fala, e vice-versa. Ou seja, o pensamento pode funcionar sem quaisquer imagens verbais e se manifestar no uso de instrumentos, da mesma forma que o intelecto prático em geral (VYGOTSKY, 2003, p. 58). Por sua vez, o pensamento verbal igualmente não elimina a presença da fala sem pensamento, tal qual a linguagem puramente compelida pela emoção ou a recitação de cor de um poema. Contudo, para Vygotsky, o pensamento verbal, fundamentalmente, passa a predominar sobre essas outras áreas (VYGOTSKY, 2003, p. 59; OLIVEIRA, 1993, p. 47).

Ora, é no significado da palavra que o pensamento e a fala se unem em pensamento verbal. Em razão disso, a linguagem é o sistema simbólico básico dos grupos humanos, e a questão do seu desenvolvimento e suas relações com o pensamento ocupa lugar de destaque na obra vygotskiana (OLIVEIRA, 1993, p. 42). O significado de uma palavra representa um amálgama tão estreito entre o pensamento e a linguagem que o pensamento ganha corpo por meio da fala, e só é um fenômeno da fala, na medida em que esta é ligada ao pensamento (VYGOTSKY, 2003, p. 151). Então, Vygotsky se opõe à visão de que a fala é apenas um adereço do pensamento, mas dá destaque ao papel da relação entre pensamento e palavra como um processo vivo, em que o primeiro nasce através da segunda (op.cit., p. 190), tendo seu desenvolvimento determinado pela linguagem, isto é, pelos meios sociais simbólicos de pensamento, cujo domínio trabalha para o crescimento intelectual do indivíduo (op.cit., p.61).

III. Elementos do referencial de multimodos e múltiplas representações

Antes de levantar os principais princípios e fundamentos que se encontram por detrás do referencial dos multimodos e das múltiplas representações, faz-se necessário começar por alguns esclarecimentos. A literatura, quase sempre, tem pouca preocupação em esclarecer com maior profundidade a diferença desses termos. Em Tytler et al. (2007), representação multimodal é entendida como a integração, no discurso científico, de diferentes modos de representar o raciocínio, os processos e as descobertas científicas, com a finalidade de que os alunos apropriem o significado dos conceitos, conforme forem compreendendo as diferentes formas representacionais desse discurso. Na prática do ensino de ciências, isso equivale a submeter os alunos aos mais diferentes modos de representação, sejam verbais, gráficos, tabulares, figurativos, diagramáticos, fotográficos, analógicos, metafóricos, cinestésicos como experimentos (3-D), maquetes (3-D) e gestos, matemáticos, fílmicos, entre outros. Em Prain & Waldrip (2006, p. 1844), o termo *múltiplas representações* designa a prática de representar um mesmo conceito ou processo científico em diferentes formas. Radford et al. (2009, p. 91) colocam que os modos representacionais devem ser compreendidos como os meios ou “*recursos perceptivos*”, nos quais as diversas formas representacionais podem ser expressas, pensadas, comunicadas ou executadas. Trabalhos em multimídia, como de Chien & Chang (2012), por exemplo, caracterizam-se por usar formas e modos diversos de representação permitidos e oriundos do uso da tecnologia da informática. Bivall et al. (2011, p. 701) chegam a utilizar a percepção tátil permitida pelos modernos *videogames* para realçar o entendimento de interações moleculares e estudam o

modo tátil de representação integrado ao modo visual tridimensional. Pensa-se ser mais esclarecedor fazer referência a multimodos de representação quando se mencionam meios sensoriais do que quando se está tratando de formas de representações semióticas (DUVAL, 2004, p. 35). Contudo, no âmbito da comunicação, uma forma de representação carece de um meio físico ou modo de representação, como recurso perceptivo para se REALIZAR. Então, em termos semióticos (CHANDLER, 2012), formas e modos não permitem uma separação. Também se deve ressaltar que, dependendo do estudo em multimodos e múltiplas representações, o interesse se volta mais para uma dimensão do que para outra. Não obstante a distinção conceitual especificada, e em razão da inseparabilidade de modos e formas para os interesses instrucionais aqui dispostos, essa questão não se caracterizará como um problema na argumentação que se seguirá.

Um segundo aspecto a se ponderar, agora de âmbito teórico mais profundo, tem a ver com o entendimento da função cognitiva empregada por alguns trabalhos quando utilizam certos modos de representação. Por exemplo, o modo gestual e tátil é tratado de maneira praticamente unânime nos trabalhos por meio de uma lógica da ação (p. ex., KIM et al., 2001; BIVALL et al., 2011). Mais especificamente, os processos mentais são entendidos como emergindo de abstrações interiorizadas através das ações, como indicado por Piaget e, nesse sentido, o corpo se torna ponto de referência e fonte de experiências para pensar, aprender e se desenvolver. Estudos como de Roth (2012) ou Prain & Waldrip (2006), por outro lado, não se prendem a essa interpretação exclusiva e associam à modalidade representacional a forma de representação, isto é, ao caráter de linguagem da representação, portanto, de PENSAMENTO. Apesar dessa separação se encontrar no nível mais teórico do que prático, é nessa última interpretação que os argumentos abaixo vão se focar.

Feitas tais considerações, vê-se que o pensar científico não se afasta do emprego de grande quantidade de signos e da articulação dos mesmos em uma linguagem. Decorre, então, que a aprendizagem de novos conceitos não pode ser separada da maneira de como aprender a representá-los e nem do que significam as representações usadas (TYTLER et al. 2007, p. 317). No instante em que se chega a afirmar que um aprendiz aprendeu um conteúdo científico, está-se a imaginar que ele, além de ser capaz de mobilizar os conhecimentos dentro e fora do contexto de cada representação ensinada, é capaz, também, de converter ou promover mudança entre quaisquer representações; isso se torna factível, a partir do momento em que o conhecimento enfocado se encontrar fundado na coordenação das representações passíveis de sofrerem transferência. De um ponto de vista semiótico, compreender envolve, em última instância, competência no trânsito intrarrepresentação e inter-

representação de um mesmo referente (objeto ou conceito). Caso a aquisição de conhecimentos fique circunstanciada somente a uma representação, isso costuma tornar a aprendizagem frágil, posto que o pensar permanece encapsulado. Frequentemente, a aprendizagem dos conceitos se dá dessa forma na escola, ainda que isso não exclua uma forma de compreensão pelos alunos. Assim, a compreensão limitada à monorepresentação é um entrave instrucional. A maioria dos alunos, ao sair das fronteiras e do contexto da representação semiótica estudada, entrando em uma situação desconhecida, é incapaz de aplicar os conhecimentos adquiridos. Deixa de realizar, portanto, transferências para novas semióticas, e reconfigurações representacionais do mesmo conteúdo se tornam verdadeiros obstáculos.

Para Panaoura et al. (2007, p. 538), é da diversidade de representações que vem o significado dado a um objeto cultural. Por isso, o trânsito e a variabilidade dos sistemas representacionais são fundamentais para o entendimento conceitual e determinam, em uma significante extensão, o que foi aprendido. Cada representação de um conceito oferece informação sobre um traço peculiar do mesmo, sem ser capaz de descrevê-lo completamente (op. cit., p. 534, 537). Consequentemente, formas variadas representacionais proveem distintas inferências. A razão disso vem do fato de uma representação semiótica apresentar natureza diversa de outra, proporcionando restrita capacidade de representar e de descrever aspectos diferentes do referente (op. cit., p. 538). Cada sistema semiótico encerra propriedades específicas que limitam intrinsecamente suas possibilidades de representação. Na Química, por exemplo, têm-se formas variadas de representar moléculas e átomos, sendo que cada uma delas é usada para destacar aspectos particulares do fato que se pretende explicar (LEITES et al., 2008, p. 156b). Contudo, nenhuma delas é universalmente aplicável, e a específica representação escolhida depende da situação que se está enfocando. Os signos não funcionam de maneira idêntica e nem provêm de um sistema único (BENVENISTE apud DUVAL, 2004, p. 66). Toda representação é cognitivamente parcial em relação ao que representa e não é semelhante na maneira de ver e compreender um mesmo conteúdo conceitual. Consequentemente, cada sistema semiótico permite maneiras distintas de significar sem, necessariamente, ser redundante (RADFORD et al. 2007, p. 505), apresentando seus limites, mas também novas possibilidades. Logo, a troca de representações faz com que certos tratamentos sejam efetuados de maneira muito mais simples e mais potente do que outros. A importância disso está justamente em se conseguir efetuar tratamentos diferentes em outra representação distinta daquela em que foram dadas as representações iniciais. Cálculos numéricos ou algébricos são mais econômicos e potentes do que quando feitos com a linguagem natural, por exemplo.

A aprendizagem resultante da pluralidade de linguagens, nas suas diversas formas representacionais, em combinação com um discurso integrador, baseado em multimodos de representação, constitui um mecanismo pedagógico fundamental, na medida em que aprimora consideravelmente o processo de significação e oferece procedimentos variados de interpretação e entendimento. A compreensão de um mesmo conceito fundado em distintas linguagens por coordenação de suas múltiplas representações e integração multimodal faz com que o pensamento e os achados científicos abram possibilidades de nova significação conceitual. Em qualquer representação, uma instrução, direcionada para novos domínios, instiga uma aprendizagem sob inovada e ampliada rede de conceitos e, conseqüentemente, em direção à aprendizagem com significado. Pouco se duvida, atualmente, do valor pedagógico de engajar os estudantes na construção de representações diversificadas, de forma a ajudá-los a notar padrões e realizar cálculos e pensamentos.

Para que a aprendizagem de ciências se realize de maneira mais efetiva e engajada, é necessário que os estudantes sejam desafiados a desenvolver um entendimento mais profundo dos significados em diversas representações. Para isso acontecer, diferentes linguagens dos conceitos e processos científicos devem ser trabalhadas e os estudantes precisam ser capazes de transformar e coordenar as representações que se encontram nelas envolvidas com o conhecimento científico (PRAIN; WALDRIP, 2006, p. 1844). Não é demais reafirmar que diferentes modos e formas de representação apresentam diferentes eficácias e fraquezas em relação à precisão, clareza e capacidade de dar significado associativo às representações. Além disso, no momento em que estão aprendendo as ciências da natureza, os estudantes se veem de imediato com a tarefa de entender os diferentes aspectos das representações e seu uso integrado; necessitam compreender que as diferentes representações encerram distintos propósitos, como, por exemplo, o caso das representações gráfica, tabular ou algébrica usadas para indicar medidas extraídas em um experimento com a finalidade de determinar a relação entre variáveis. Ora, aprender ciência envolve obrigatoriamente, então, um evidente desafio representacional em uma variedade de contextos. Os significados dos conceitos científicos simplesmente não se levantam da adição ou da justaposição de cada sistema de representação com os outros, mas da combinação integrada e da complexificação do significado de cada um com o outro. Dessa multiplicação decorre a grande força desses conceitos e do encaminhamento do ensino para efetiva aprendizagem.

Um traço da comunicação humana e, particularmente, da científica aponta que um significado somente se vê preenchido por integração de um somatório de significados levados pelas várias formas e por variados modos comunicativos. O significado de cada palavra se enriquece pelo acúmulo do encontro de diferentes

contextos, pela intersecção de muitas afirmações e pela confluência de muitos tipos, modos e muitas formas discursivas. Toda palavra, assim como cada figura, diagrama, equação, simbolismo envolvido por detrás das ações e dos procedimentos, pertence a um contexto e é parte de uma possível troca de significados entre diferentes membros de uma determinada comunidade.

Uma vez que para cada sujeito há um caminho particular para a construção de significados, um ensino plural, em termos representacionais, é compatível com o princípio pedagógico corrente que atenta para as necessidades e preferências individuais cognitivas. Com isso, está-se a dizer que um determinado modo representativo tem potencial de se tornar mais eficaz para iniciar ou aprimorar a elaboração das ideias de um particular aluno, auxiliando-o a ultrapassar obstáculos conceituais de representações mais abstratas e oficiais. A confirmar essa afirmação, Gobert e Clement (1999, p. 49-50) observaram estudantes com preferências pela grafia, na forma de desenho, para aprender, sendo que esses meios visuais lhes proporcionam vantagens específicas sobre a forma textual.

Ora, a eficácia ou preferência de aprendizes para iniciar um conteúdo abstrato novo tem a ver com a intrínseca natureza da forma semiótica. A natureza tipológica da linguagem verbal é mais poderosa para expressar raciocínios semânticos, qualificar ideias ou realizar relações entre categorias; opera, essencialmente, por contrastes entre aspectos mutuamente exclusivos, sendo relativamente limitada e possuindo poucos recursos para expressar significados quantitativos ou de grau. Porém, quando se faz necessário estabelecer referências quantitativas, que necessitam expressar grau, as linguagens topológicas de tipo visual, como gestos ou desenhos, são recursos semióticos que melhor exprimem significados e apresentam maior eficácia para isso do que linguagens de natureza tipológica (PRAIN; WALDRIP, 2006, p. 1845; LEMKE, 2003, p. 12, 13).

Por fim, Ainsworth (apud PRIN; WALDRIP, 2006, p 1846) resumidamente coloca que o engajamento em uma pluralidade de modos e formas representacionais sustenta a aprendizagem por três motivos: é conveniente para complementar ou reforçar, por confirmação, conhecimentos passados; propicia, por restrição, o refinamento de uma interpretação ao limitar o foco do aprendiz sobre conceitos fundamentais; capacita-o a identificar um conceito ou uma abstração subjacente entre os modos ou dentro do mesmo modo de representação.

Com as considerações precedentes fica retratado um panorama do referencial multimodal e de múltiplas representações.

IV. Convergência Vygotsky e multimodos de representação

Ao realçar que a linguagem toma parte do pensamento e dela surge e se desenvolve todo o pensamento, o qual simplesmente inexisteria fora dela, vimos que Vygotsky estabelece uma relação de movimento contínuo, uma dinâmica de condicionamento e de reciprocidade coerente entre ambos os conceitos. Por ele entender que a linguagem é o sistema simbólico basilar de todos os grupos humanos, sendo principal mediador entre os sujeitos, assim como destes com os objetos do conhecimento, o pensamento verbal predomina em sua obra, visto ser esse uma capacidade psicológica tipicamente humana, que exerce papel fundamental no processo de interpretação do mundo (OLIVEIRA, 1992, p. 68a).

Porém, da mesma forma como acentua Bruner (apud. VYGOTSKY, 2003, p., ix), de que nem a mão nem o intelecto isoladamente prevalecem por si sós no caminhar da evolução da linguagem interiorizada e do pensamento conceitual, que algumas vezes caminham paralelamente e outras vezes se unem influenciando-se mutuamente, também, conforme se viu em Vygotsky, o pensamento verbal não abrange de modo algum todas as formas de pensamento. Pelo contrário, possibilidades outras de pensamento baseadas em diferentes modos e formas de representação não verbais podem auxiliar e se fundem para que um determinado empreendimento intelectual aconteça com sucesso e maior aprofundamento.

Ainda que seja costumeiramente atribuído à palavra verbal o significado de *verbalista*, equivalendo a construção de conhecimentos feita com exclusividade pela palavra oral, tal interpretação se mostra equivocada. De acordo com ela, a fala, via discurso oral, seria, com base em Vygotsky, a fonte legítima do conhecimento. Tal entendimento levaria a uma aprendizagem vinculada prioritariamente nesse modo de representação, sendo a metodologia de ensino discursiva verbal a forma privilegiada a ser utilizada. No entanto, como é possível concluir das posições de Vygotsky, “verbal”, para ele, não é verbalista, mas se refere ao uso de uma linguagem, sendo esta pensada na sua dimensão mais abrangente, isto é, como sistema simbólico internamente articulado por regras compartilhadas por outras pessoas¹. Atividades como a imitação ou a brincadeira, por exemplo, que envolvem ampla carga de comunicação baseada em linguagem gestual, levam ao desenvolvimento psicológico e promovem a aprendizagem do indivíduo, como atesta Vygotsky. O mesmo poderia ser afirmado, por extensão, se linguagens figurativas,

¹ Inclusive, segundo Vygotsky, o pensamento verbal, ou fala interior, tem estrutura, função e sintaxe diferente da fala exterior ou da escrita (VYGOTSKY, 2003, p., 172), conforme mais à frente.

esquemáticas, algébricas, pantomímicas, entre outras estiverem envolvidas. O importante a notar nos casos mencionados é que eles são formas comunicativas que usam linguagens com características representacionais distintas que, dentro de uma leitura vygotskiana, se prestam a desenrolar o processo psicológico individual, permitindo a formação de um plano mental interno para a reconstrução dos significados transmitidos culturalmente. Vygotsky especialmente explicita a característica mais elaborada, de maior exatidão e o emprego de muito mais palavras envolvidas com o monólogo da escrita do que aquele envolvido com o diálogo proporcionado pela fala oral (VYGOTSKY, 2003, p. 179).

Em consonância com isso, na seção precedente, observou-se que a estimulação de variados modos e diferentes formas representacionais potencializa a apreensão perene e mais extensa dos significados pretendidos no ensino. O pressuposto ali é de que o processo de produção de significado tende a se locupletar por solidariedade multimodal entre diferentes semiotizações. A justificativa semiótica disso é encontrada em Peirce. O autor argumenta que não há pensamento ou forma de raciocínio que se organize exclusivamente por meio de signos simbólicos, por exemplo, como a palavra. Para ele, outros tipos de signos, além dos simbólicos, intervêm e são necessários à condução do pensamento e da linguagem. A mistura sêmica é parte integrante do pensamento e de todas as manifestações da linguagem (SANTAELLA, 2005, p. 118). Contudo, o ponto fundamental a mencionar dos apontamentos da seção precedente passa pela explicação vygotskiana da indissociável relação entre pensamento e linguagem, que se encontra subentendida no referencial plurirrepresentacional.

Para ver como isso fica nitidamente constatado, juntamos afirmações selecionadas de alguns protagonistas do referencial multimodal as quais correlacionam pensamento e linguagem. Começando por Radford (2009, p. 113), vemos o mesmo mencionando que, enquanto certos autores acreditam que as representações não verbais apenas servem para facilitar as verbais, outros as imaginam como tendo uma função substitutiva para um item léxico temporariamente inacessível. Há, ainda, segundo ele, os que defendem que, por exemplo, os gestos corporais e a fala são partes da mesma fonte cognitiva, sendo capazes de revelar aspectos do conteúdo mental ao mostrar os pensamentos internos e maneiras de entender os eventos do mundo do falante e, assim, funcionariam como janelas para acessar o pensamento. Tais perspectivas acabam por pertencer a uma longa tradição estabelecida, que entende o pensamento como atividade puramente mental, algo imaterial, impalpável, que ocorre independente do corpo e atua unicamente na cabeça. Em uma perspectiva diferente, Radford (op. cit.) entende que a atividade mental deixa de ocorrer apenas na cabeça, mas também ocorre na e por meio da sofisticada

coordenação entre fala, corpo, gestos, símbolos, ações e reações sobre ferramentas e sobre o meio natural. De acordo com esse ponto de vista, segue que atividades corpóreas têm relevância cognitiva para o pensamento. O'Byrne (2009) também assegura que, em havendo alguma coisa que possa vir a iluminar o pensamento e aprofundar os conhecimentos estudados, no caso, científico e matemático dos estudantes, esta deve ser buscada também em gestos, olhares, ações, habilidades, procedimentos e outras produções semióticas, de modo que não fique restrito às modalidades verbais padrões.

Para Gehlen (apud. RADFORD, 2009, p. 114), o ato de conhecer só é capaz de ser assegurado por meio de uma experiência multissensorial do mundo e por um tipo de apreensão autossensorial das coisas. O conhecimento dos objetos decorre de uma complexa e variada representação sensorial e de um cruzamento plurirrepresentacional, em que a tomada de consciência é multissensorial e multicognitiva. A plasticidade e colaboração dos vários sentidos humanos contribuem para essa apreensão. A compreensão inicial mais completa de um objeto, como uma vara, por exemplo, passaria pela avaliação visual de seu comprimento, mas sua rigidez ou seu peso apenas podem ser abstraídos por meio de uma experiência tátil ou, segundo Bivall et al. (2011), háptica, contando pouco o visual. Por isso, cada representação suporta processos cognitivos que são mais ou menos fáceis de realizar em um sistema semiótico do que em outros. Certas representações carregam uma composição mais apropriada cognitivamente para conceituar significados topológicos, outras são mais cognitivamente adequadas para conceituar significados tipológicos, como visto.

Kim et al. (2011, p. 207) afirmam existir evidências crescentes que contestam a perspectiva de que o conhecimento é um processo eminentemente mental, separado do mundo físico, que tem como exclusividade a cabeça. Ao menos em parte, a cognição humana é corpórea, porque formas experienciais se estendem aos esquemas e destes para formas linguísticas (ibid., p. 210). Em relação à instrução, a falaciosa correlação única entre processo mental e verbalização faz com que educadores continuem a tratar o ensino e a aprendizagem como algo essencialmente verbal. Contudo, em coerência com os autores anteriores e, principalmente, em concordância com Radford (2009), Kim et al. (2011) contestam a visão tradicional de apontar tão somente a cabeça como *locus* da exclusividade mental para o processamento do conhecimento. Para Kim e colaboradores, os corpos dos aprendizes, por meio dos seus gestos, trazem formas emergentes de conhecimento, sendo componentes constitutivos do conceituar. Portanto, pensar não é um ato puramente mental, abstrato e independente do corpo. Segundo eles, também se pensa, desenvolve-se e se expressa conhecimento através do corpo; destacam, então, que a

compreensão passa pelos movimentos corporais, já que são ações cognitivas que orientam e processam o pensamento e o conhecimento dos conceitos. O corpo, como sustentáculo para o pensamento e conhecimento, concretiza, reflete e incorpora as experiências e interações vividas. De seus estudos, Kim et al. (2011, p. 233) concluem que o desenvolvimento do conhecimento não resulta de uma construção invisível, mas de uma relação social. Desenvolvimento do conhecimento, para eles, só existe enquanto expresso e pensado através da ação, que, por si mesma, é linguagem. Eles enfatizam, enfim, que o conhecimento não se deve somente à linguagem oral ou escrita, mas às ações corporais sobre os objetos, algumas vezes ocorrendo sem a presença da fala.

Da confluência entre as afirmações selecionadas e as postulações vygotkianas, mais as intenções tácitas decorrentes do referencial de multimodos e múltiplas representações da seção precedente, pode-se inferir que as linguagens, por meio de seus modos e suas formas diversas, mantêm relação com o pensamento de maneira indissociável. A associação mútua entre pensamento e linguagens, na forma de múltiplas representações, de um lado reafirma a posição vygotkiana e, de outro, estende as colocações da sua obra “Pensamento e Linguagem”, mais preocupada em salientar a forma verbal. Pode-se generalizar, então, que o pensamento ganha corpo em vista de diversas representações semióticas que se encontram espalhadas nas mais diversas linguagens e variados modos de representações inventados pela humanidade durante sua história. Com suas características cognitivas próprias, cada uma delas auxilia a iluminar o pensamento, dando estrutura e novas perspectivas às ideias e aos conceitos a serem aprendidos, enriquecendo-os por aprofundamento e confluência intelectual. Da mesma maneira que a prosa e a poesia são duas formas muito diferentes quanto à função e aos meios que utilizam, as representações têm natureza multifuncional; cognitivamente falando, portanto, vêm a contribuir quanto às funções e papéis pedagógicos.

Consequentemente, o pensar na forma verbal, ainda que essencial, privilegiado e mesmo natural, não abrange todas as formas de pensamento, e quando complementado e auxiliado por outras formas representacionais de refletir, é capaz de estimular pedagogicamente a formação dos conceitos. A relação entre pensamento e múltiplas formas de representação através de palavras, símbolos, ações, gestos, figuração, imagens, entre outras, em diversos modos de representação é um processo que ativa a cognição e a deixa viva. Ambos, pensamento e variedade representacional se autoalimentam, posta sua interdependência, o que ocasiona o aprimoramento do intelecto. Incorporar essa preocupação ao ensino, de modo a fazer com que os estudantes atuem com múltiplas representações, com a finalidade de aprender conceitos científicos, é uma maneira de potencializar instrumentos de

pensamento com o objetivo de estabelecer níveis de compreensão cada vez mais elevados.

V. Conclusões

Este trabalho fez ponderações a respeito do princípio vygotskiano que trata da indissociável e solidária relação entre pensamento e linguagem com o intuito de mostrar que essa relação se acha intimamente considerada nas proposições do referencial dos multimodos e das múltiplas representações. De forma indireta e em certo sentido, isso vem indicar que, através do aludido referencial, a teoria vygotskiana, aplicada à educação científica e matemática, continua a demonstrar atualidade e dar amparo às questões da área.

As reflexões desenvolvidas procuraram revelar a importância do estímulo de variadas linguagens nas suas mais diversas formas e em seus variados modos representacionais, visando a potencializar apropriações mais penetrantes e extensivas dos conceitos científicos e matemáticos, isso porque, como vimos em Vygotsky, é da união entre pensamento e discurso que se constrói e se forma o significado das palavras (VYGOTSKY, 2003, p. 5), e para isso acontecer, nada mais indicado do que o discurso em sala de aula se servir de diversas representações.

Logo, a multiplicidade de linguagens apoia o pensamento e este se desenvolve na prática e na articulação entre várias linguagens. Concatenado a tais considerações, encontra-se o princípio maior de que mente, corpo e mundo experiencial acham-se imbricados (DANESI, 2010, p. viii). Fundamental, portanto, ultrapassar os limites privilegiados da linguagem verbal na aquisição dos conceitos, encarcerada em seu modo oral e escrito, onde a maioria das atividades realizadas em salas de aula se vê impregnada. Por detrás dessa rotina, encontra-se arraigada a costumeira concepção de que a aquisição dos conceitos científicos fica satisfeita quando os estudantes, de maneira clara, escrevem ou se lembram da definição ensinada (PESCE, 2010, p. 105). Por contraste, o estudo lança luz para que a produção de significados não se faça somente por meio de palavras, mas também por meio de uma variedade de ações, experiências, sentimentos, maneiras de pensar e imaginar. Mas antes de ir de encontro à concepção anterior, a proposta multirrepresentacional segue em sua direção, na medida em que se imagina uma aprendizagem de maior qualidade e com profundidade.

A mensagem final a ser deixada, então, é a de que a formação dos conceitos científicos ganha corpo não só em razão da fala, mas se ilumina pelo cruzamento e pela combinação de variadas representações semióticas.

Bibliografia

BAKER, A.; HOFFMANN, M. H. G. Diagrammatic reasoning as the basis for developing concepts: a semiotic analysis of students' learning about statistical distribution. **Educational Studies in Mathematics**, v. 60, p. 333-358, 2005.

BIVALL, P.; AINSWORTH, S.; LENA; TIBELL, L. A. E. Do Haptic representations help complex molecular learning? **Science Education**, v. 95, p. 700-719, 2011.

BRESSAN, j.; LADEWIG, S. H. Rethinking gestures: articulatory features of gestural movement. **Semiotica**, v. 184-1/4, p. 53-91, 2011.

CHANDLER, D. **Semiotics for beginners**. Disponível em:
<<http://www.aber.ac.uk/media/Documents/S4B/sem02.html>> Acesso em: 13 abr. 2012.

CHIEN, Y-T.; CHANG, C.-Y. Comparison of different instructional multimedia designs for improving student science-process skill learning. **Journal of Science Education Technology**, v. 21, p. 106-113, 2012.

DANESI, M. Edusemiotics. In: SEMETSKY, I. (Org.). **Semiotics education experience**. Rotterdam, Netherlands: Sense Publisher, vii-xi, 2010.

DUVAL, R. **Semiosis y pensamiento humano: registros semióticos y aprendizajes intelectuales**. Universidad del Vale, Instituto de Educación y Pedagogía, Santiago de Cali, Colombia, 2004.

EDWARDS, D.; MERCER, N. **Common knowledge. The development of understanding in the classroom**. London and New York: Routledge, 1987.

GOBERT, J.; CLEMENT, J. The effects of student-generated diagram versus student-generated summaries on conceptual understanding of spatial, causal and dynamics knowledge in plate tectonics. **Journal of Research in Science Education**, v. 36, p. 39-50, 1999.

JOBIM e SOUZA, S.; KRAMER, S. O debate Piaget/Vygotsky e as políticas educacionais. **Cadernos de Pesquisa**, v. 77, p. 69-80, 1991.

KIM, M.; WOLFF-MICHAEL ROTH, W-M.; THOM, J. Children's gestures and the embodied knowledge of geometry. **International Journal of Science and Mathematics Education**, v. 9, p. 207-238, 2011.

LEITES, L. M.; BERNARROCH, B. A.; PERALES, F. J. P. Las imágenes sobre enlace químico usadas en los libros de texto de educación secundaria. Análisis desde los resultados de la investigación educativa. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 26, n. 2, p. 153-176, 2008.

LEMKE, J. L. Teaching all the languages of science: words, symbols, images, and actions. Disponível em:
<<http://www-personal.umich.edu/~jaylemlke/papers/barcelon.htm>>. Acesso em: 1 fev. 2007.

MASCHIETTO, M.; BUSSI, M. C B. Working with artefacts: gestures, drawings and speech in the construction of the mathematical meaning of the visual pyramid. **Education Studies in Mathematics**, v. 70, p. 143-157, 2009.

NEWMAN, D.; GRIFFIN, P.; COLE, M. **The construction zone: working for cognitive change in school**. Cambridge: Cambridge University Press, 1989.

NÖTH, W. In: SEMETSKY, I. (Org.). **The semiotics of teaching and the teaching of semiotics**. Sense Publisher: Rotterdam, Netherlands, 2010.

O'BYRNE, B. Knowing more than words can say: using multimodal assessment tools to excavate and construct knowledge about wolves. **International Journal of Science and Mathematics Education**, v. 31, n. 4, p. 523-539, 2009.

OLIVEIRA, M. K. Vygotsky: alguns equívocos na interpretação de seu pensamento. **Cadernos de Pesquisa**, v. 81, p. 67-74, 1992.

OLIVEIRA, M. K. **Vygotsky, aprendizado e desenvolvimento. Um processo sócio-histórico**. Série Pensamento e Ação no Magistério. São Paulo: Scipione, 1993.

PANAOURA, I. E.; ERACLEOUS, A.; GAGATIS, A. Relations between secondary pupils' conceptions about functions and problem solving in different representations. **International Journal of Science and Mathematics Education**, v. 5, p. 533-556, 2007.

PESCE, S. From semiotics of teaching to educational semiotics. In: **Semetsky, I.** (Org.). **The semiotics of teaching and the teaching of semiotics**. Rotterdam, Netherlands: Sense Publisher, 2010. p. 99-113.

PRAIN, V.; WALDRIP, B. An exploratory study of teachers' and students' use of multi-modal representations of concepts in primary science. **International Journal of Science Education**, v. 28, n. 15, p. 1843-1866, 2006.

RADFORD, L. Why do gestures matter? Sensuous cognition and the palpability of mathematical meanings. **Educational Studies in Mathematics**, v. 70, p. 97-109, 2009.

RADFORD, L.; BARDINI, C.; SABENA, C. Perceiving the general: the multisemiotic dimension of student's algebraic activity. **Journal for Research in Mathematics Education**, p. 38, v. 5, p. 507-530, 2007.

RADFORD, L.; EDWARDS, L.; ARZARELLO, F. Introduction: beyond words, **Educational Studies in Mathematics**, v. 70, p. 91-95, 2009.

REGO, T. C. **Vygotsky, uma perspectiva histórico-cultural da educação**. 6. ed. Petrópolis: Editora Vozes, 1994.

ROTH, W-M. **Making use of gestures, the leading edge in literacy development**. Disponível em:
<<http://education2.uvic.ca/faculty/mroth/preprints/literacy1.pdf>> Acesso em: 16 abr. 2012.

SANTAELLA, L. **Semiótica aplicada**. São Paulo: Thomson, 2005.

TYTLER, R.; PRAIN, V.; PETERSON, S. Representational issues in students learning about evaporation. **Research in Science Education**, v. 37, p. 313-331, 2007.

VYGOTSKY, L. S. **Pensamento e linguagem**. 2. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2003. p.194.

WHEATLEY, G. H. Constructivist perspectives on science and mathematics learning. **Science Education**, v. 75, n. 1, p. 9-22, 1991.