



Cognição e linguagem: Explorações sobre comunicação e desenvolvimento na sala de aula

Luciano Meira
lrlmeira@ufpe.br
Departamento de Psicologia
Universidade Federal de Pernambuco, Brasil

O estudo das relações entre cognição e linguagem tem como um de seus focos de investigação a emergência de processos comunicativos em práticas culturais específicas, tais como a escola. Em particular, a análise dos variados contextos discursivos nos quais a comunicação em sala de aula se dá tem grande valor na caracterização de situações de aprendizagem, entendida aqui como um processo de produção de significados. Do ponto de vista de perspectivas sócio-históricas, estudos sobre comunicação na sala de aula enfocam, adicionalmente, o uso de signos como um processo de *produção de sentido*, rejeitando a dicotomia cognitivo/simbólico veiculada pelo conceito de representação (Rico, 1996). Como disse Bakhtin (1995): “O conteúdo a exprimir e sua objetivação externa são criados (...) a partir de um único e mesmo material, pois não existe atividade mental sem expressão semiótica” (p.112).

Segundo Gomes (1998), os seguintes pressupostos sustentam estudos de comunicação na perspectiva defendida acima:

“1. As ações que emergem no curso de uma atividade e os significados atribuídos pelos atores às situações não podem ser considerados apenas como resultado de estruturas cognitivas (Meira, 1993); 2. A compreensão de —e o engajamento em— determinadas ações, está relacionado à interpretação e utilização da fala e de outros recursos semióticos, sendo a organização escolar um espaço particular para a emergência de novos significados; enfim, 3. A regulação da atividade em sala de aula supõe um discurso que é regulado pelo outro social (na maioria dos casos, o professor), na implementação de formas ‘viáveis’ de comunicação...” (p. 3)

Com base em pressupostos deste tipo, e mais amplamente numa perspectiva sócio-histórica do desenvolvimento, apresento neste artigo uma análise dos modos pelos quais os significados de

situações escolares são produzidos enquanto momentos de uma prática comunicativa realizada na e pela linguagem, e não como uma construção intelectual individual. Busca-se, portanto, interpretar o processo dinâmico de *significação* de noções matemáticas e científicas a partir da análise de aspectos particulares do discurso produzido em sala de aula. Para tanto, discuto brevemente a seguir desenvolvimentos recentes em minha pesquisa sobre o conceito de Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP), enfocando principalmente as relações entre linguagem e o desenvolvimento de conhecimentos matemáticos e científicos na sala de aula, em particular acerca do conceito de taxa de variação.

Zonas de Desenvolvimento Proximal

De acordo com van der Veer & Valsiner (1996), o conceito de ZDP em Vygotsky emergiu primeiramente no contexto de suas reflexões em defectologia (algo como o estudo das “dificuldades de aprendizagem”), enfatizando relações entre desempenho na resolução de problemas e desenvolvimento cognitivo, e apenas mais tarde foi ampliado para a discussão de questões relativas à interação social, imitação e mediação semiótica (principalmente no que diz respeito às formas pelas quais cognição e linguagem se constituem mutuamente).

Nesta última fase de desenvolvimento do conceito de ZDP, Vygotsky passou a enfatizar os aspectos simbólicos e discursivos de atividades diversas, ainda associando-as às formulações interacionais mas distanciando-se definitivamente da comparação de desempenhos. Esta é a fase de menor elaboração teórica do conceito em Vygotsky, embora seja ao mesmo tempo aquela que carrega a contribuição mais original e interessante. Alguns autores contemporâneos, entre os quais destaco as contribuições de Wertsch (1991) e Valsiner e van der Veer (1993), têm estendido substancialmente a orientação supostamente pretendida por Vygotsky nesta formulação tardia do conceito. Neste sentido, alinho a concepção de ZDP apresentada neste artigo com a sugestão de Wertsch (1985), segunda a qual a ZDP “não é uma propriedade da criança ou do funcionamento interpsicológico tomados isoladamente” (p. 71). Parece razoável propor, então, que a ZDP não é algo mensurável que podemos submeter a testes experimentais, nem simplesmente algo relacionado a eventos interacionais que determinam mudanças cognitivas.

Em artigos recentes (Meira & Lerman, 2001; Meira, 2004), dos quais este é uma breve compilação, tenho focado o paradigma da mediação semiótica e aspectos selecionados da questão interacional. Nestes artigos, proponho o desenvolvimento de um modelo de análise de atividades instrucionais e da interação entre professores e alunos na sala de aula, cujas bases conceituais enfatizam as noções de *dialogicidade* e *tempo* na emergência e manutenção da ZDP como um campo semiótico do desenvolvimento cognitivo.

Campos semióticos

Entendo a ZDP como um campo semiótico, um espaço simbólico de significação, no qual a interação e a comunicação promovem o desenvolvimento guiado pela aprendizagem. Neste sentido, ZDPs emergem, ou não, momento-a-momento, como parte da microcultura da sala de aula e outros contextos de aprendizagem. Esta perspectiva nos conduz à análise da variedade de discursos emergentes entre os participantes de situações instrucionais, em particular na sala de aula. Proponho que na terceira fase da evolução deste conceito, Vygotsky o concebeu de forma coordenada com as noções de dialogicidade e de "campos temporais" criados através da fala. Na passagem a seguir, por exemplo, Vygotsky dá indícios da interação entre desenvolvimento e a forma pela qual a linguagem (e mais particularmente, a fala) é capaz de situar temporalmente o indivíduo:

“[A] criança, com o auxílio da fala, cria um campo temporal que lhe é tão perceptivo e real quanto o visual. A criança que fala tem, dessa forma, a capacidade de dirigir sua atenção de uma maneira dinâmica. Ele [sic] pode perceber mudanças na sua situação imediata do ponto de vista de suas atividades passadas, e pode agir no presente com a perspectiva do futuro.”
(Vygotsky, 1991, p. 40)

Este tipo de formulação constitui a base do modelo teórico e da investigação empírica que proponho, cujos princípios resumo a seguir:

- i. ZDPs são campos semióticos, constituídos na linguagem e no discurso. Sua emergência depende essencialmente da produção discursiva em contextos dialógicos (de comunicação e do pensamento; Holquist, 1990), incluindo-se desde o diálogo propriamente dito (em cenários de interação face-a-face) a atividades discursivas "solitárias" com interlocutores internalizados ou virtuais (como na brincadeira infantil ou na reflexão auto-regulada).
- ii. Através do discurso, o campo experiencial do indivíduo é marcado por relações temporais entre o passado, o presente e o futuro. Não se trata, entretanto, de um discurso sobre o tempo, ou da contigüidade temporal dos eventos, ou do óbvio distanciamento temporal que a linguagem permite. Trata-se da integração, através da linguagem, de perspectivas recobradas de ações passadas (sua motivação), perspectivas correntes sobre o campo experiencial da ação (suas condições), e prospecções acerca de sua direção (objetivos da ação). Em outras palavras, é como se, ao falar, estivéssemos continuamente produzindo narrativas ou breves histórias experienciais com começo (no passado), meio (no presente) e fim (no futuro).

- iii. A linguagem, portanto, tem função constitutiva na emergência de ZDPs, dado que utilizemos este conceito para "ênfatizar o processo de construção da estrutura futura das funções [mentais] com base na experiência presente da criança." (Valsiner & van der Veer, 1993, p. 44) Na perspectiva oferecida aqui, a investigação empírica da emergência e manutenção da ZDP é tornada possível através da identificação de marcações lingüísticas do contexto temporal dos eventos no discurso dos indivíduos em interação. Estas marcações, não necessariamente estabelecidas pelo tempo/flexão verbal, revelam relações entre eventos ocorridos no passado (factual ou construído imaginativamente), a realidade atual (o presente) e realidades possíveis ou projetadas (o futuro).

Mais particularmente, o modelo envolve a análise dos enunciados produzidos em diálogos na sala de aula, em termos das relações temporais construídas pelos falantes. Para isso, faço uso de estratégias analíticas próprias da Lingüística Cognitiva, com as quais é possível explorar o caráter semântico dessas relações temporais (Croft, 1998). Nesta perspectiva, não existe uma interpretação única atribuível à relação entre flexão verbal e os aspectos temporais do enunciado. Croft (1998) propõe que, apesar do tempo gramatical situar eventos no tempo (cronológico), a flexão verbal por si só pode obscurecer (ou mesmo não contemplar) a estrutura temporal interna dos eventos, essencial para sua significação. Esta diferença entre tempo gramatical/flexão verbal e o chamado “contorno temporal dos eventos” é ilustrada na passagem a seguir acerca do uso do presente perfeito:

“O tempo presente pode ser usado para eventos passados através do ‘presente histórico’ (e.g., ‘Aí esse rapaz vem até mim e me pede um isqueiro’), que transfere o caráter imediato do presente para a narrativa; ou para eventos ‘agendados’ no futuro (e.g., ‘O trem parte em dez minutos’), no qual a flexão no presente carrega a suposta certitude de eventos futuros.”
(Croft, 1998, p. 69)

Portanto, a análise das marcações temporais num diálogo busca explicitar o ponto de vista dos sujeitos acerca dos eventos em curso, em termos de seus contornos temporais. Frente à contínua emergência da fala em um diálogo, por exemplo, tais contornos são gradualmente definidos (ou seja, adquirem uma forma específica de expressão) a partir dos significados que os interlocutores (ou um único indivíduo num diálogo “consigo mesmo”) constroem colaborativamente acerca do evento em curso. Nesse processo, os indivíduos fazem emergir contextos de ação e comunicação através dos quais, enquanto analistas, podemos acessar as relações entre um tempo verbal efetivamente empregado pelo sujeito e os aspectos temporais do evento.

A principal hipótese de trabalho no modelo de análise proposto aqui é que a emergência de ZDPs

co-ocorre com seqüências conversacionais (no caso de diálogos propriamente ditos) cujos enunciados contenham marcações lingüísticas explícitas (do ponto de vista dos interlocutores, e capturáveis pelo investigador na análise) de relações entre eventos passados e futuros, como forma do indivíduo justificar a realidade presente. Esta hipótese reflete o papel atribuído por Vygotsky ao signo na criação de um sistema psicológico unificado que inclua elementos do passado, do presente e do futuro na trajetória desenvolvimental do indivíduo, oferecendo as condições para a emergência de duas das mais fundamentais funções mentais: a intencionalidade e a representação simbólica da ação intencional (Vygotsky, 1987). Finalmente, a hipótese proposta alinha-se com a proposição de Valsiner & van der Veer (1993), segundo a qual: “O conceito de ZDP foi utilizado por Vygotsky como forma de enfatizar o processo de construção da estrutura futura das funções mentais através das experiências presentes da criança.” (p.44)

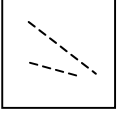
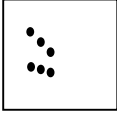

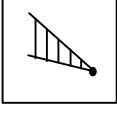
Um exemplo

O estudo de caso apresentado a seguir, realizado a partir de um extrato reproduzido de Amin, Leitão & Falcão (em preparação), investiga a atividade de três alunos de ensino médio numa tarefa com sensores de calor conectados a um software de representação gráfica de dados. O objetivo da tarefa era testar hipóteses acerca das características de resfriamento de líquidos diversos. No fragmento apresentado, o problema em discussão trata das variações termométricas entre o topo e a base de uma mesma coluna de água (inicialmente a 50°C) contida em um recipiente cilíndrico de vidro. Os alunos realizaram o mesmo experimento três vezes (aparentemente para testar repetidamente suas previsões), com o objetivo de comparar os gráficos gerados por um sensor colocado na superfície da coluna de água e um segundo sensor localizado no fundo do mesmo recipiente. Durante aproximadamente trinta minutos, e ao longo dos três experimentos, os alunos disputaram acirradamente acerca de qual região do recipiente (fundo ou superfície) deveria apresentar a taxa de resfriamento mais acentuada.

Durante as discussões, os alunos construíram quatro concepções acerca do problema em foco. As concepções identificadas podem ser representadas como no Quadro 1 (A a D) abaixo, e correspondem às seguintes idéias: (A) Direcional- Haveria um resfriamento gradativo do líquido tanto na superfície quanto na base da coluna, com um destes dois pontos apresentando temperaturas relativas consistentemente maiores que o outro. Esta concepção constituiu uma premissa básica de todo o trabalho desenvolvido pelos alunos, embora eles variassem em suas posições acerca de qual dos pontos de medição apresentaria as maiores temperaturas; (B) Comparativa- Comparação ponto-a-ponto entre temperaturas específicas registradas pelos dois sensores disponíveis; (C) Comparativa/Processual- Adiciona-se à comparação ponto-a-ponto uma perspectiva processual que inclui considerações sobre o tempo de resfriamento (com noções mais ou menos implícitas de taxa de

variação); e (D) Comparativa/Processual Convergente- Representa a idéia pela qual as taxas de resfriamento nos dois pontos considerados são diferentes e fazem os gráficos de temperaturas convergirem para um estágio final de equilíbrio térmico do líquido no recipiente, em relação ao ambiente.

Quadro 1

<i>Concepção</i>		<i>Falas típicas dos alunos ao longo dos três experimentos (Exp)</i>
(A)	 <i>Direcional</i>	Exp1- “Esse ((topo)) vai resfriar bem mais rápido que esse ((fundo)).” Exp2- “Esse ((topo)) está sempre perdendo calor.”
(B)	 <i>Comparativa</i>	Exp1- “Ela ((a água)) estaria mais aquecida no topo.” Exp2- “Aqui ((topo)) não deveria ser o lugar mais quente?” Exp3- “É mais fria no topo?”
(C)	 <i>Comparativa Processual</i>	Exp2- “Com o tempo o fundo vai estar mais aquecido.” Exp3- “A diferença ((de temperatura entre o topo e o fundo)) está ficando menor.” Exp3- “Eventualmente o fundo estará mais frio.”
(D)	 <i>Comparativa Processual Convergente</i>	Exp3- “Vai ser mais frio no topo que no fundo durante toda a coisa ((o experimento)) até ele alcançar// até que os dois ((sensores)) tenham a mesma temperatura.”

Embora estas concepções não estivessem presentes no discurso dos alunos de forma linear, da supostamente mais elementar (A) para a mais complexa (D) —se tomássemos esta questão estritamente do ponto de vista dos conceitos físicos envolvidos—, o fato é que a concepção que identificamos como Direcional (A) foi observada de forma explícita apenas nos dois primeiros experimentos realizados, a Comparativa (B) esteve presente nos três experimentos, a forma Comparativa/Processual (C) foi observada apenas nos experimentos 2 e 3, e a forma Comparativa/Processual Convergente (D), potencialmente mais sofisticada, surgiu apenas no terceiro e último experimento. Dessa forma, o discurso dos alunos pareceu especializar-se gradualmente em direção a um tratamento mais explícito e coordenado do conceito de taxa de variação.

Finalmente, podemos agora argumentar que é justamente no terceiro experimento, quando os alunos parecem incluir mais acentuadamente o conceito de taxa de variação em suas falas, que o discurso revela uma maior frequência de marcas temporais que projetam o futuro do evento em tela (o resfriamento do líquido) em termos de suas características passadas e presentes. Observe, por

exemplo, o trecho a seguir no qual dois dos alunos disputam posições conflitantes acerca do problema e sua solução (concepção D):

Max: Perdeu 1 (°C) e agora o ((sensor)) mais no fundo teve uma taxa de decrescimento realmente grande, por muito.

Hellena: Certo.

Max: Mas não deveria ser uma diferença tão grande.

Hellena: Bem, tudo o que eu queria dizer é que vai ser mais frio no topo que no fundo durante toda a coisa ((o experimento)) até ele alcançar// até que os dois ((sensores)) tenham a mesma temperatura.

Max: Mas se essa taxa de decrescimento continua, não vai ser.

Hellena: É sim, esse ((topo)) ainda é mais frio que esse ((fundo)).

Max: Mas esse ((fundo)) está perdendo ((calor)) a 1 e esse ((topo)) está perdendo a um terço ((comparando as taxas de variação de temperatura, em °C, entre os sensores no topo e fundo do recipiente, respectivamente)).

Hellena: Esse ((fundo)) estará sempre ficando mais frio, esse ((topo)) estará sempre ficando mais frio até chegarem na temperatura ambiente.

De acordo com o modelo de análise proposto, a fala de Hellena indica o caráter narrativista, genético e teleológico de sua concepção sobre o evento: algo que ocorre ao longo do tempo (“*durante toda a coisa*”) desde o início do experimento num momento passado, mantém-se de forma sistemática no presente (“*estará sempre ficando mais frio*”), e alcança um futuro preditível (“*até chegarem na temperatura ambiente*”). Essa característica singular do discurso de Hellena é pouco visível nos trechos do protocolo identificáveis com as demais concepções (A, B e C), como mostra os exemplos apresentados no Quadro 1. Proponho, então, que esse tipo de discurso temporalmente situado faz emergir, na interação, um campo semiótico propício à aprendizagem e ao desenvolvimento conceitual pretendido por esta atividade.

Considerações finais

O principal objetivo do programa de pesquisa do qual deriva este artigo é rever/reconceber o conceito de Zona de Desenvolvimento Proximal em Vygotsky, do ponto de vista teórico e de sua investigação empírica, a partir do que acredito ser a metodologia de análise deste autor. Assim, proponho que a ZDP não se refere a um equipamento cognitivo do indivíduo, sendo melhor concebida como um campo semiótico estabelecido dialogicamente e envolvendo indivíduos, suas práticas e as circunstâncias de sua atividade. Esta perspectiva entende a ZDP como um fenômeno emergente, cuja

manutenção depende de formas específicas de diálogo, verificáveis aqui pela análise lingüístico-cognitiva de diálogos na sala de aula, podendo eventualmente também envolver a investigação da ação gestual, da produção de registros e da manipulação de artefatos pelos indivíduos em interação (ver Goodwin, 2000, e Jordan & Austin, 1995, para discussões sobre Análise Interacional e campos semióticos da ação). Quando mantida, a ZDP responde, teoricamente e na investigação empírica, por um campo semioticamente mediado de interação que promove o desenvolvimento guiado pela aprendizagem. Finalmente, proponho o estudo deste campo através de ferramentas analíticas que enfocam, entre outros componentes não discutidos neste artigo, o diálogo em termos da forma como os indivíduos em interação marcam discursivamente relações entre o passado, o presente e o futuro.

Em particular, o episódio analisado acima buscou revelar o processo pelo qual a comunicação na sala de aula pode oferecer suporte ao desenvolvimento do aluno na medida em que o professor e/ou pares, não necessariamente mais capazes, constroem lingüisticamente com e/ou para o outro (aluno ou professor), relações entre o passado e o futuro no fluxo da contínua emergência do presente. A realização de todo o potencial explanatório dos construtos discutidos aqui requererá o aprofundamento de seus pressupostos e implicações através do estudo cuidadoso e detalhado da interação em situações dialógicas específicas e diversificadas. Este artigo apenas ilustra brevemente alguns dos problemas teóricos e metodológicos do estudo das relações entre cognição e linguagem.

Referências

- Amin, T., Leitão, S. & Falcão (in preparation). Semiotic articulation of process and content in a high-school science activity. In M. Lyra, C. Lightfoot & J. Valsiner (Eds.), Challenges and strategies for studying human development in cultural contexts.
- Bakhtin, M. (1995). Marxismo e Filosofia da Linguagem. São Paulo: Hucitec.
- Croft, W. (1998). The structure of events and the structure of language. In M. Tomasello (Ed.), The new psychology of language. New Jersey: Erlbaum.
- Goodwin, C. (2000). Action and embodiment within situated human interaction. Journal of Pragmatics, 32, 1489-1522.
- Holquist, M. (1990). Dialogism: Bakhtin and his world. New York: Routledge.
- Jordan, B. & Austin, H. (1995). Interaction analysis: Foundations and practice. The Journal of the Learning Sciences, 4(1), 39-103.
- Meira, L. (2004). Zonas de Desenvolvimento Proximal nas salas de aula de ciências e matemática. Revista Vetor, no. 3.
- Meira, L. & Lerman, S. (2001). The Zone of Proximal Development as a symbolic space. Social Science Research Papers, 13, 1:1-40.
- Rico, L. (1996). The role of representation systems in the learning of numerical structures. Proceedings of the 20th of PME, Universidade de Valência, Espanha.
- Valsiner, J., & van der Veer, J. (1993). The encoding of distance: The concept of the “zone of proximal development” and its interpretations. In R. Cocking & K. Renninger (Eds.), The development and meaning of psychological distance (pp. 35-62). Hillsdale: Erlbaum.
- Van der Veer, R., & Valsiner, J. (1996). Vygotsky: Uma síntese. São Paulo: Edições Loyola.
- Vygotsky, L. (1991). A formação social da mente: O desenvolvimento dos processos psicológicos superiores. São Paulo: Martins Fontes.
- Vygotsky, L. (1987). Thinking and speech. In R. Rieber & A. Carton (Eds.), The collected works of L. S. Vygotsky (v. 1). New York: Plenum Press.

- Wertsch, J. (1991). Voices of the mind: A sociocultural approach to mediated action. Cambridge: Harvard University Press.
- Wertsch, J. (1985). Vygotsky and the social formation of mind. Cambridge: Harvard University Press.
- Wertsch, J. (1984). The zone of proximal development: some conceptual issues. In: B. Rogoff e J. V. Wertsch (Eds.) Children's Learning in the 'Zone of Proximal Development',. San Francisco: Jossey-Bass.

ASPECTOS COGNITIVOS E LINGÜÍSTICOS NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA: DISCURSO E NEGOCIAÇÃO DE SENTIDOS

Maria da Conceição Ferreira Reis Fonseca – UFMG – mcfrfon@uai.com.br

No último SIPEM – Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática, realizado em Santos (SP), em novembro de 2001, meu nome foi indicado, junto com o do professor Luciano Meira e o do professor Amarildo Melquíades, para compormos uma mesa redonda em que procuraríamos apresentar e discutir desafios e contribuições da reflexão sobre relações entre cognição e linguagem nos processos de ensino e aprendizagem da Matemática.

Cada um de nós três parece ter um modo diferente de abordar questões relativas aos aspectos cognitivos e lingüísticos na Educação Matemática, ou, ainda, perspectivas metodológica ou conceitualmente diferentes de abordar os aspectos cognitivos e lingüísticos nas questões relativas à Educação Matemática.

Talvez, por isso, o Grupo de Trabalho que propôs esta sessão nos tenha indicado, a nós três, e, dessa forma, cabe-nos aqui apresentar tais perspectivas, e discutir com os educadores (professores, pesquisadores, alunos de graduação, autores ou editores, orientadores e gestores) como essas abordagens iluminam o fenômeno educativo e nele repercutem.

Processos cognitivos e lingüísticos numa perspectiva discursiva

Um aspecto que caracteriza o meu trabalho e o de parte dos professores-pesquisadores que participam do GT 9 “Processos Cognitivos e Lingüísticos na Educação Matemática” é a abordagem das relações entre conexão e linguagem sob uma perspectiva discursiva. (cf. CARRIÃO,2003; CARVALHO,2003; FONSECA,2003; TAVARES & PINTO,2003; TOMAZ,2003;)

Com efeito, no trabalho que tenho realizado como professora, formadora de professores e pesquisadora, especialmente no acompanhamento de experiências na Educação Matemática de Jovens e Adultos, como no trabalho dos colegas citados e de outros mais, há

algum tempo se tem procurado compreender as situações de ensino-aprendizagem – vivenciadas, observadas, propostas, orientadas, analisadas – como arena de negociação de sentidos. Uma questão que se coloca imediatamente, e que parece remeter a aspectos cognitivos, refere-se, pois, à concepção de significação que se pretende adotar. E essa seria, talvez, uma primeira marca de identificação da abordagem discursiva que conferimos às relações entre cognição e linguagem na Educação Matemática: a concepção de significação que nos propomos assumir deve ser tal que a considere *histórica* e, portanto, constituindo sujeitos.

Quando admitimos que a significação – pensada aqui no contexto do ensino e da aprendizagem da Matemática – é histórica, não nos referimos ao sentido temporal, historiográfico. Queremos, isto sim, reconhecer a significação como determinada pelas condições sociais de sua existência: “*Sua materialidade é esta historicidade*” (GUIMARÃES, 1995, p.66). Essa concepção de significação mobiliza conceitos como discurso, enunciação, sujeito, posição do sujeito na construção da noção de sentido, “*tratado como discursivo e definido a partir do acontecimento enunciativo*” (Ibidem. p.66), na medida em que o ensino e a aprendizagem da Matemática (particularmente os processos de ensino-aprendizagem da Matemática Escolar) se realizam num contexto de interação verbal, no qual língua e ideologia em contato produzem efeitos de sentido entre locutores (ORLANDI, 1992, p.20).

Por isso, para inclusão da *história* na construção do sentido¹ do ensinar e aprender Matemática e da Matemática que é aprendida, é preciso considerar seu aspecto *interacional* (do ensino-aprendizagem e da Matemática) e também seu aspecto *interdiscursivo*. A interação se conforma no jogo interlocutivo que articula os enunciados proferidos pelos sujeitos que a ele se dispõem numa situação discursiva específica. O interdiscurso, por sua vez, é a relação de um discurso com outros discursos. Essa relação não se dá a partir de discursos empiricamente particularizados, mas são as próprias relações entre discursos que dão a particularidade que constitui todo o discurso. Para ORLANDI (1992) “*o interdiscurso é o conjunto do dizível, histórica e lingüisticamente definido. (...) Ele se apresenta como séries de formulações distintas e dispersas que formam em seu conjunto o domínio da memória*”(p.89,90)

¹ A inclusão da história para a abordagem da questão do sentido tem sido preocupação para muitos estudiosos da linguagem. A análise do discurso se constituiu a partir da inclusão dessa preocupação.

Assim, quando nos dispomos a analisar, propor, realizar, avaliar situações de ensino-aprendizagem da Matemática numa perspectiva discursiva, somos obrigados a perceber que os enunciados que nelas são proferidos, em seu conteúdo, sua forma e sua oportunidade, mobilizam relações entre textos diferentes, ou seja, são permeadas pela intertextualidade. E é justamente aí que se dá o lugar de sua historicidade específica: a enunciação que se realiza na (e que realiza a) situação de ensino-aprendizagem da Matemática se relaciona com “*a enunciação de outros textos efetivamente realizados, alterando-os, repetindo-os omitindo-os, interpretando-os*” (GUIMARÃES, 1995, p.68). Dessa maneira, entendemos que “*pela interdiscursividade e sua necessária intertextualidade, o sentido não é formal, mas tem uma materialidade, tem historicidade.*” (Ibidem. p.68)

A malha das condições de produção de sentido para o edifício matemático e sua construção será então composta pelas relações entre discursos *de* e *sobre* Matemática que conformam as posturas que se assumem em relação a esse conhecimento, a seu ensino e a sua aprendizagem. Nesses discursos explicitam-se modos de se relacionarem conhecimento, ambiente, sujeitos e lugar histórico que se materializam nas escolhas e omissões, nas formas de expressão e de supressão, na identificação, atendimento, preocupação ou arquivamento das necessidades e na mobilização e alargamento das possibilidades que serão objeto e justificativa da interação que constitui o processo de ensino e aprendizagem da Matemática, particularmente se esse processo se dá no contexto escolar.

A significação, portanto, se envolve processos cognitivos individuais, é, no entanto, forjada na trama – tecida por uma consciência histórica – das negociações de sentido entre aprendizes, professores e materiais didáticos ali disponíveis, confrontados com outros tantos personagens e enredos que habitam ou visitam a sala de aula (ou outros contextos de aprendizagem), impregnados de textos diversos, cujo principal portador é a memória que ali se faz coletiva.

É por isso, ao compreender os processos de ensino-aprendizagem da Matemática como arena de negociação de significados, e, como tal, estratégia de constituição do sujeito, vemo-nos obrigados, como postula a professora Magda Soares – e, sem dúvida, por influência dela – a tomá-los como *fenômenos de interação verbal*, que se realizam em sua enunciação (SOARES, 1998, p.72).

As análises que fazemos das enunciações que se forjam nas (e que forjam as) situações de ensino-aprendizagem da Matemática, entretanto, não querem circunscrevê-las à

situação específica em que emergem, mas procurarão sempre relacioná-las ao interdiscurso, pois é essa relação que lhes confere historicidade. “*A historicidade de sua relativa autonomia*”, diria GUIMARÃES (1995,p.69). Mais do que como meras referências a conceitos ou procedimentos de Matemática que se quer aprender ou ensinar, queremos compreender a enunciação, e os enunciados que a compõem, como esforços de produção de sentido da Matemática que se ensina e se aprende numa situação específica, mas também de produção de sentido do próprio aprender Matemática. Isso nos impõe ultrapassar uma compreensão da contribuição dos enunciados apenas num nível *informativo*, restrito à possibilidade de expressar conteúdos e procedimentos da Matemática que se procura aprender, ensinar, mobilizar, questionar, avaliar... Não vemos nossos sujeitos como locutores que “colocam a língua em funcionamento” para expressar aquilo que compreendem, querem compreender ou querem fazer compreender sobre esse ou aquele tópico de Matemática. Educadores e educandos são compreendidos, sim, como indivíduos cognoscitivos, mas que ocupam posições de sujeito naquele acontecimento enunciativo, “*e isto, por si só, põe a língua em funcionamento por afetá-la pelo interdiscurso, produzindo sentidos*” (Ibidem. p.69).

A enunciação será, deste modo, um acontecimento de linguagem perpassado pelo *interdiscurso* (que se dá como espaço de *memória* no acontecimento). É um acontecimento que se dá porque a língua, a matemática, a cognição funcionam ao serem afetadas pelo interdiscurso. É, portanto, quando o indivíduo se encontra interpelado como sujeito e se vê como identidade que ele exercita os processos de significação, dando-lhe expressão.

O sentido da Matemática, aqui indissociável do sentido que se constrói no processo de ensino-aprendizagem, incorpora então os efeitos dessa enunciação. Ele mesmo se constitui como efeito dos interdiscursos, que mobilizam personagens, cenários e enredos da Matemática Acadêmica, das representações e propósitos da instituição escolar, das demandas da vida social, das histórias individuais compartilhadas. Assim, o sentido não é só efeito da circunstância enunciativa, nem é só memória. “*O sentido são efeitos da memória e do presente no acontecimento: posições de sujeito, cruzamento de discursos no acontecimento*” (GUIMARÃES, 1995, p.70).

A natureza interacional e interdiscursiva das situações de ensino-aprendizagem da Matemática.

Assim, ao assumir a natureza interacional e interdiscursiva das situações de ensino-aprendizagem da Matemática voltamo-nos para uma perspectiva, digamos, menos psicolinguística do que sociolinguística; perspectiva essa que nos leva, porém, a BAKHTIN, cuja obra é marcada pela compreensão da interação verbal como fenômeno *essencialmente social*. A enunciação é vista por BAKHTIN (1992) como “*produto da interação de dois indivíduos socialmente organizados*” (p.112), cujos conteúdo, significação, forma e estilo são definidos “*pela situação imediata, pelos participantes e pelo contexto mais amplo que constitui o conjunto das condições de vida de uma determinada comunidade linguística, as pressões sociais mais substanciais e duráveis a que estão submetidos os interlocutores*” (COSTA VAL, 1996, p.92) .

Dessa maneira, podemos dizer que, em nosso trabalho, identifica-se uma mesma preocupação: a de considerar o fenômeno linguístico como fenômeno *discursivo*, ou seja, de tomar as situações de ensino-aprendizagem da Matemática como espaços de interação entre sujeitos e entre discursos.²

Interlocução e interdiscursividade, tomadas como constitutivas dos enunciados que analisamos, são modos de percebermos neles ‘*as palavras dos outros*’ (AUTHIER-REVUZ, 1982, p.140), que ecoam naquilo que é dito e no que é calado, num contexto de aula de Matemática ou numa outra situação de ensino-aprendizagem.

O ‘*outro*’ com quem interagem os sujeitos e cujos discursos permeiam a enunciação que ali se processa são seus colegas e professor, presentes à situação discursiva. São também aqueles que falam nos livros e outros recursos didáticos, trazidos à cena, naquele ato. Mas são também outros tantos alunos e professores com quem interagiram diretamente em sua trajetória escolar ou indiretamente pelos relatos de familiares, amigos, colegas, literatura, mídia em geral; são também modelos de alunos e professores, de Escola e livros didáticos, e de uma concepção do que seja ‘*Matemática*’, muitas vezes identificada com a *Matemática*

² Tenho tomado a concepção de *discurso* assumida por COSTA VAL (1996), para quem “*os discursos, e os enunciados de que se compõem, são realizações da língua que se remetem às representações de texto e de frase que integram o conhecimento linguístico do sujeito e que ele acredita partilhadas pelos seus interlocutores.*” (p.94)

Escolar, ou ainda, com a *Matemática Acadêmica*. Todos esses modelos são construções culturais, marcadas pela inserção histórica dos sujeitos e dos discursos.

Assim, cada enunciado ali proferido revela “*ecos e lembranças de outros enunciados, aos quais está vinculado no interior de uma esfera comum da comunicação verbal*” (BAKHTIN, 1997, p.316), esfera que, no nosso caso, se conforma na atividade de ensinar e aprender Matemática e que baliza as possibilidades de interdiscursividade.

Perspectiva discursiva: o *outro* e a constituição do sujeito

Se a interação proporcionada pela (e que constitui a) situação de ensino e aprendizagem da Matemática forja um contexto de interlocução, isso leva, ainda, a considerar os enunciados então proferidos “*acima de tudo como uma resposta a enunciados anteriores*” (Ibidem. p.316) dentro dessa esfera de comunicação.

É por isso que numa abordagem discursiva não se pode deixar de considerar o papel dos *outros*, para os quais os enunciados se elaboram. Segundo BAKHTIN (1997), “*os outros para os quais meu pensamento se torna, pela primeira vez um pensamento real (e, com isso real para mim), não são ouvintes passivos, mas participantes ativos da comunicação verbal*”(p.320). Dessa maneira, ao inserir-se no jogo interlocutivo numa situação de ensino-aprendizagem da Matemática, proferindo um enunciado, o professor ou o aprendiz espera dos *outros* com quem interage uma resposta, “*uma compreensão responsiva ativa*”; seus enunciados se elaboram como que “*para ir ao encontro dessa resposta*” (Ibidem. p.320).

Assim, numa investigação, ou na proposição ou na realização de uma intervenção, ou em sua avaliação, devemos considerar o fato de os enunciados serem *dirigidos a alguém*, de estarem *voltados para um destinatário*, como elemento *constitutivo* desses enunciados. O que se diz, o como se diz e o quando e o quanto se diz supõem uma *concepção padrão do destinatário* (que pode ou não coincidir *em pessoa* com aqueles a quem o enunciado responde) (BAKHTIN, 1997, p.321).

Ao formular um enunciado numa situação discursiva específica de ensino-aprendizagem da Matemática, tanto o educador como o educando consideram seu interlocutor, presumindo o grau de informação que ele [o interlocutor] tem da situação, seus conhecimentos especializados nessa área da comunicação cultural que é o ensino-aprendizagem de Matemáticas e, especialmente, da Matemática Escolar, as opiniões e as

convicções, e mesmo os preconceitos desse interlocutor (tomados, naturalmente, do ponto de vista do responsável pelo enunciado) sobre a Matemática, sobre o aprender Matemática, sobre a Escola – e, no caso do trabalho que desenvolvo, sobre a Educação de Pessoas Jovens e Adultas (EJA), e sobre essas pessoas adultas aprendendo Matemática numa Escola de EJA. Nessa concepção padrão do destinatário, constitutiva da enunciação, também se evidencia o caráter social da cognição na medida em que o que autoriza aprendiz e professor, sujeitos da interação, a mobilizar, veicular, reestruturar os conhecimentos da Matemática de que dispõem, integrando-os ao discurso que na dada situação se realiza, é sua participação no jogo dialógico, são as posições que cada sujeito assume nas relações dialógicas que constituem esse jogo: a quem se dirige, como o locutor percebe e imagina seu interlocutor, em que *esfera da vida social* nasce e circula esse enunciado.

Inseridos no jogo interlocutivo que compõe uma determinada atividade de ensino-aprendizagem de Matemática, os enunciados de aprendizes e professores não são indiferentes aos demais enunciados produzidos no âmbito daquela interlocução específica – nem tampouco a tantos outros que não são “pronunciados” ali, mas que se supõem naqueles que o são –. Os enunciados “*conhecem-se uns aos outros, refletem-se mutuamente*”. (BAKHTIN, 1997, p.316).

Nesse sentido é que “*ecos e lembranças de outros enunciados*” (Ibidem. p.316), reconhecidos nos enunciados produzidos por alunos e professores na situação de aprendizagem da Matemática, levam-nos a considerá-los como respostas a enunciados anteriores, dentro dessa esfera da comunicação verbal. A palavra “*resposta*” é tomada aqui, no sentido lato, como BAKHTIN (1997) a emprega: *respondendo* os enunciados que o antecedem naquela esfera, o enunciado ora proferido “*refuta-os, confirma-os, completa-os, baseia-se neles, supõe-nos conhecidos e, de um modo ou de outro, conta com eles*” (p.316). Dessa maneira, os enunciados marcam a posição que o aluno ou o professor assume naquela situação discursiva, em relação a uma dada questão, porque a correlacionam com outras posições.

A enunciação da compreensão que se quer promover, adquirir, construir, questionar, conferir, avaliar, numa situação de ensino-aprendizagem da Matemática, integra-se, portanto, na constituição do aluno e do professor como sujeito nas relações dialógicas que se estabelecem em situações como essa. Isso, porque essa enunciação se insere na “*trama da textura social*” (SMOLKA, GOES & PINO, sd), lugar da constituição do sujeito: “o

indivíduo se torna sujeito configurado pelo outro e pela palavra, pelo discurso” (COSTA VAL, 1996, p.97).

Na medida em que influem na conformação da interação que cada aluno e seu professor estabelecem com os outros participantes da dinâmica de ensino-aprendizagem, oportunizada pela Escola por exemplo, os enunciados ali proferidos informam e revelam a consciência e o conhecimento de mundo do aluno e também do professor, *“produto sempre inacabado deste mesmo processo no qual o sujeito internaliza a linguagem e constitui-se como ser social”* (GERALDI, 1996, p.19). Na reflexão sobre essa enunciação, contemplamos não um sujeito pronto, que ensina ou aprende Matemática e fala do quer ensinar ou do que quer aprender ou aprendeu; mas um sujeito que constrói seus enunciados, e se constrói, *“nas suas falas e nas falas dos outros”* (Ibidem. p.19).

Palavras Chaves: Interlocução. Interdiscursividade. Constituição do sujeito

Referências Bibliográficas:

- AUTHIER-REVUZ, Jacqueline. Hétérogénéité montréalaise et hétérogénéité constitutive: éléments pour une approche de l’autre dans le discours. DRLAV, Paris, Centre de Recherche de l’Université de Paris VIII, n.26, p.91-151, 1982.
- BAKHTIN, Mikhail (Volochinov). *Marxismo e Filosofia da Linguagem*. 6 ed. São Paulo: Hucitec, 6ed., 1992.
- BAKHTIN, Mikhail. *Estética da criação verbal*. São Paulo: Martins Fontes, 1997.
- CARRIÃO, Airton. A constituição do gênero discursivo da Matemática Acadêmica. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 2, 2003, Santos (SP). *Anais do II SIPEM*. São Paulo, Sociedade Brasileira de Educação Matemática, 2003, p. 1-14 . (publicação eletrônica)
- CARVALHO, Dione Luchesi. A Linguagem Matemática Escolar na reminiscências de alunas adultas. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 2, 2003, Santos (SP). *Anais do II SIPEM*. São Paulo, Sociedade Brasileira de Educação Matemática, 2003, p. 1-17 . (publicação eletrônica)

- COSTA VAL, Maria da Graça F. *Entre a oralidade e a escrita: o desenvolvimento da representação de discurso narrativo escrito em crianças em fase de alfabetização*. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 1996. (Tese, Doutorado em Educação)
- FONSECA, Maria da Conceição F.R. Negociação de significados, estratégias retóricas e gênero discursivo: análise de interações na Educação Matemática de alunos adultos da Escola Básica. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 2, 2003, Santos (SP). *Anais do II SIPEM*. São Paulo, Sociedade Brasileira de Educação Matemática, 2003, p.1-18. (publicação eletrônica)
- GERALDI, J. Wanderley. Discurso e sujeito. In: *Linguagem e Ensino: exercícios de militância e divulgação*. Campinas: Mercado das Letras – ALB, 1996.
- GUIMARÃES, Eduardo. *Os limites do sentido: um estudo histórico e enunciativo da linguagem*. Campinas, S.P.: Pontes, 1995.
- ORLANDI, Eny P. *As formas do silêncio*. Campinas, S.P.: Editora da Unicamp, 1992.
- SMOLKA, Ana L.B. *Linguagem e conhecimento na sala de aula: modos de inscrição das práticas cotidianas na memória coletiva e individual*. In: *ENCONTRO SOBRE TEORIA E PESQUISA EM ENSINO DE CIÊNCIAS: LINGUAGEM, CULTURA E COGNIÇÃO: REFLEXÕES PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS, 1, 1997, Belo Horizonte. Anais.... Belo Horizonte: Cecimig, UFMG, 1997, p.69-85*.
- SMOLKA, Ana Luísa B., GOES, Maria Cecília R. & PINO, Angel. *The constitution of the subject: a persistent question*. In: WERTSCH, J. (Ed.). *Sociocultural studies of the Mind*. Cambridge: Cambridge University Press (no prelo, cópia mimeo.).
- SOARES, Magda. *Linguagem e escola: uma perspectiva social*. São Paulo: Ática, 1986.
- SOARES, Magda. *Letramento: um tema em três gêneros*. Belo Horizonte: Autêntica, 1998.
- TAVARES, Cristina Ferreira de Sá & PINTO, Márcia Maria Fusaro. Linguagem, interação discursiva e produção de significados para os conjuntos numéricos. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 2, 2003, Santos (SP). *Anais do II SIPEM*. São Paulo, Sociedade Brasileira de Educação Matemática, 2003, p.1-14 . (publicação eletrônica)

TOMAZ, Vanessa Sena. Novos significados dos processos de significação do conhecimento matemático em práticas pedagógicas interdisciplinares. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 2, 2003, Santos (SP). *Anais do II SIPEM*. São Paulo, Sociedade Brasileira de Educação Matemática, 2003, p.1-21. (publicação eletrônica)



PROCESSO DE IMPERMEABILIZAÇÃO

Amarildo Melchiades da Silva
 Universidade Federal de Juiz de Fora
 xamcoelho@terra.com.br

O Objetivo deste texto é apresentar um dos aspectos investigados em nossa tese de doutorado intitulada “Sobre a dinâmica da produção de significados para a Matemática” (Silva, 2003), o qual denominamos processo de impermeabilização. Essa pesquisa nos permitiu identificar e caracterizar aspectos da dinâmica do processo de produção de significados e foi desenvolvida numa sala de aula de um programa de Pós-Graduação em Educação Matemática onde estava sendo ministrada a disciplina Álgebra Linear para uma turma de dezoito alunos. O desencadeamento do processo de investigação aconteceu através da proposição do seguinte problema aos alunos:

“ \mathbb{R}^2 é o conjunto dos pares ordenados de números reais:

$$\mathbb{R}^2 = \{(x, y) \text{ tal que } x, y \in \mathbb{R}\}$$

Investigue se é possível existir um espaço vetorial real (isto é, \mathbb{R} é o corpo dos escalares) onde \mathbb{R}^2 é o conjunto de vetores desse espaço e que tenha dimensão 3.”

Após a apresentação do problema, a turma foi dividida em grupos de três alunos. Parte da aula era destinada às reuniões dos grupos para a discussão de um encaminhamento para a solução do problema, a outra parte, destinava-se à apresentação desses encaminhamentos à turma.

Durante, aproximadamente, dois meses, os alunos produziram significados através do encaminhamento de uma resolução para o problema. É importante ressaltar que durante todo o processo, o professor não disse uma palavra no sentido de esclarecer nenhum aspecto do conteúdo matemático envolvido. Durante as aulas, por exemplo, ele buscou manter-se calado, evitando todo o gesto, toda expressão facial, que sugerisse concordância ou discordância com o que era dito pelos alunos. Gestos como balançar a cabeça em sinal de afirmação

ou negação de acordo com a fala dos alunos ou responder às perguntas, não aconteceram. Em geral suas intervenções foram, ou de encaminhamento dos trabalhos do dia e da aula seguinte ou, de esclarecimentos sobre o que os alunos e alunas estavam querendo dizer. Em termos de informações sobre o conteúdo matemático envolvido no problema, os grupos tinham à sua disposição, os livros de Álgebra Linear para pesquisar e as informações trazidas pelos outros grupos em decorrência das apresentações e discussões travadas em sala de aula.

Nossa análise foi desenvolvida com base no Modelo Teórico dos Campos Semânticos (MTCS) proposto por Lins(1999, 2001), cujos termos-chave para o que discutiremos a seguir são os de significado e produção de significados.

O significado de um objeto, segundo o MTCS deve ser entendido como aquilo que o sujeito pode e efetivamente diz sobre um objeto no interior de uma atividade³. Como consequência, dizer que um sujeito produziu significados é dizer que ele produziu ações enunciativas a respeito de um objeto no interior de uma atividade. Produzir significados não se refere a tudo o que numa dada situação o sujeito poderia ou deveria dizer de um objeto e sim o que ele efetivamente diz sobre aquele objeto no interior daquela atividade. Os objetos, por sua vez, são constituídos enquanto tal através do que o sujeito diz que eles são.

Assim, nossa análise foi desenvolvida observando o processo de produção de significados desses alunos, entendido como o processo determinado pelas ações enunciativas desses sujeitos frente a um resíduo de enunciação – o problema proposto.

Para ilustrar o tema que nos propomos a discutir apresentaremos alguns pontos da produção de significados de um dos sujeitos de pesquisa cujo pseudônimo é Ades. Foi analisando sua produção de significados que identificamos o que chamaríamos de processo de impermeabilização na dinâmica do processo de produção de significados.

Antes, porém, observemos que quando nos dicionários procuramos pela palavra impermeável encontramos referências do tipo: que não se deixa penetrar, atravessar, atingir. Logo, impermeabilização pode ser entendida como ato ou efeito de se tornar impermeável. Este termo serviu-nos como referência para explicar o que estávamos observando em nossa análise dos dados coletados e que depois veio a ser formulado com base no MTCS, como veremos a seguir.

³ A noção de atividade aqui é tomada no sentido proposto por Leontiev.

Na primeira fala de Ades, a respeito do problema proposto, a partir do que ele tinha discutido em seu grupo e com base nas produções de significados do outros grupos, ele comenta:

Ades: [...] Aí eu também pensei no seguinte: quando você pega dois vetores paralelos, você considera que é o mesmo vetor. Tanto é que você faz soma, regra do paralelogramo, etc., fazendo a transposição do vetor. Então, o vetor paralelo a ele mesmo, a um outro vetor é o mesmo vetor. Assim sendo todos os vetores / se você tem dois vetores paralelos que tão formando o plano, por exemplo, no fundo da sala, e você transpõe esse vetor, mexe pra cá, por exemplo, você tem um outro plano. [...] O conjunto das classes de equípolência, não seria R^3 ? [...] O conjunto das classes de equípolência seria o R^3 . E daí me veio a idéia de que o espaço seria uma expansão do plano, né? Na medida em que você não considera ser diferentes; na medida que você considera os dois vetores paralelos, como sendo o mesmo vetor, então o que você está fazendo é uma expansão do próprio plano. Então o espaço seria uma expansão do próprio plano.

Em sua fala, vemos que, ao dizer espaço, ele está se referindo ao IR^3 e, por plano, ele está se referindo a IR^2 . Porém, sua maneira de operar fica mais clara quando o professor, ao ouvi-lo falando de IR^3 , questiona:

Prof: Que é o R^3 , o quê?

Ele responde:

Ades: Que é possível você obter o espaço vetorial R^2 ; não, péra aí [Olhando para o enunciado do problema na lousa].... R^3 a partir de R^2 , que seria esse plano.

Nesse momento, surge a primeira evidência – que depois seria confirmada em outras falas - de que sua leitura do problema proposto seria obter IR^3 a partir de IR^2 . Isto é, no enunciado do problema – investigue se é possível existir um espaço vetorial real onde IR^2 é o conjunto de vetores desse espaço e que tenha dimensão 3, – ele lê: obter IR^3 a partir de IR^2 . Assim, sua produção de significados se voltava para responder a esta questão.

Uma reconstituição de seus argumentos parece seguir, em resumo, a seqüência: dois vetores paralelos são o mesmo vetor e dois vetores paralelos formam um plano; donde, dois vetores paralelos a outros dois vetores paralelos formam planos paralelos; daí fixado um plano e tomando um outro plano paralelo, obtém-se o IR^3 .

Notamos, assim, que no processo de produção de significados de Ades o objeto IR^2 é o plano; IR^3 é o espaço; vetor é constituído em objeto como segmento orientado; classe de equivalência refere-se a um conjunto de planos a partir da variação de uma coordenada e o objeto “um espaço vetorial IR^2 ” parece referir-se a um conjunto de planos.

Porém, vemos que, apesar de operar dessa maneira, ele deixa transparecer que não considera o problema resolvido; ele diz: “Eu não consigo caracterizar bem, mas é assim que eu vejo. Exatamente isso que eu quero fazer, essa ligação de um com outro eu não consigo fazer, desde que a gente aprenda algebricamente, né?”

Ao longo das aulas observamos que Ades vai ratificando sua maneira de operar. Por exemplo, quando é perguntado por uma colega, sobre o que seria para ele o R3, ele diz:

Ades: É a expansão do R2. [...] Então crio planos paralelos. Na hora que eu criei esses planos paralelos é só a gente pensar no conjunto de todos esses planos paralelos eu tenho o R3. [...] é por aí que eu tô pensando, quer dizer, quando você vai definir R3? Quando você estabelece uma distância a esse plano original, vamos dizer assim. Porque embora se você tá imaginando que eles existem, né?, você tem como referência só o R2. A partir do R2 você pode definir o R3. É só você estabelecer outro ponto. Aí você tá definindo, né?. Vão dizer que você tem a parede como referência só e tem uma mosquinha voando. Você vai definir a posição dessa mosquinha em relação à parede. Daí você tá falando de espaço, você não eliminou a parede. Você tem que ter a parede. Agora, não precisa ter outra parede na mosquinha, né? Cê tem uma coordenada, você definiu o espaço ali, em função daquela sua parede que é o R2, entendeu? Porque é assim que eu tô pensando.

A produção de significados de Ades vai determinando na turma uma certa direção para a qual era legítimo falar de planos, espaço (geométrico), vetor como segmento orientado e isto levou várias pessoas a se voltarem para esta direção. Nesse momento, essas pessoas falaram de expansão de planos, de giros de planos, vetores no espaço, retas, entre outras coisas.

Num determinado momento, Betty – uma aluna do curso - introduziu na discussão, outros objetos, tais como operações não-usuais, espaço vetorial, base, transformações lineares, isomorfismo, bijeção; determinando uma outra direção diferente daquela determinada por Ades.

Observamos que a intervenção de Betty causou um corte visível na produção de significados dos sujeitos naquela sala de aula. De imediato, aqueles que estavam falando na direção de Ades silenciaram, em particular o próprio Ades. Alguns sujeitos que já se encontravam mudos, continuaram mudos. E outros, que já esboçavam uma fala na direção dos interlocutores² de Betty, começaram a se pronunciar.

A produção de significados de Betty foi um divisor de águas entre o que estava sendo dito, antes de sua intervenção, e o que passou a ser dito, depois de sua intervenção. A efeito de ilustração, vejamos uma das produções de significados de Betty:

Betty: [...] eu defino o meu espaço [ela escreve na lousa: $V = (\mathbb{R}^2, +, *)$]. Seria o meu espaço procurado, cujo conjunto de vetores sejam R2 e tenha dimensão três. E eu quero verificar o quê? [Ela mesma responde] Se ele tem dimensão três. Pra isso o que que eu preciso?

² O interlocutor deve ser identificado como sendo uma direção na qual a pessoa produz significado. Isto é, interlocutores são modos de produção de significado. (cf. SILVA, 2003, p.51)

Encontrar uma base de vetores que eu não sei quem é [ela escreve na lousa: $\beta = \{(), (), ()\}$], que gere todo esse conjunto [referindo-se a V]. Então, quer dizer, se tiver três vetores e esses vetores forem L.I., eu consigo ver que este espaço tem dimensão três. Então, se existir uma bijeção com o R^3 [ela esboça o diagrama da figura 2], eu consigo encontrar essa base. [...]

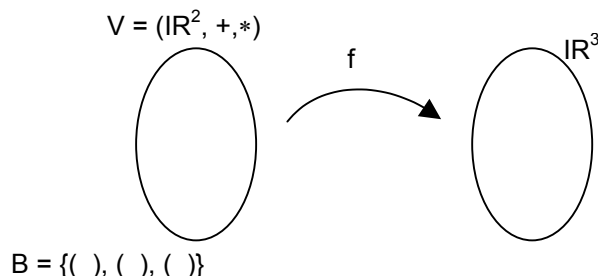


Figura 2

Com o tempo, observamos que alguns sujeitos de pesquisa que falavam na direção dos interlocutores de Ades tentavam produzir significados na direção dos interlocutores de Betty sem conseguir, às vezes, ir muito longe falando. Apesar do silêncio de Ades, quando olhamos o transcorrer das aulas, vemos que sua produção de significados não foi alterada por uma possível “contaminação” das ações enunciativas de Betty. Na entrevista que realizei com o seu grupo, um mês e meio após a proposição do problema, ele comentou:

Ades: [...] Pra mim ficou bem mais claro que é possível, né? Tô começando a ver com mais clareza a relação que existe entre o R^2 e o R^3 . Pra mim, na verdade, eu venho de outra área, eu vejo de outra maneira, né? O primeiro conflito com elas duas, que são mais matemáticas, é com / não / a partir de propriedades você consegue ver. Você demonstrou a propriedade, então aquilo é verdade. Eu vejo isso de outra maneira, eu tento compreender aquilo de uma forma mais visual ou mais interpretativa, talvez, né? Eu quero enxergar que aquilo é possível. E foi nesse sentido que eu comecei a caminhar. Agora, essa semana eu vou me empenhar em transformar isso que eu tentei formular, agora, que eu chamo de ver, em operações. Porque, realmente, se você não conseguir escrever isso de uma forma inteligível, fica muito difícil, você explicar ou convencer alguém de que aquilo é verdade, né? Pra mim, ficou bem mais claro a questão de como aparece o R^3 no R^2 . A princípio, tava aparecendo uma coisa meio mágica, meio desconexa, não? Porque, se você pode acrescentar ao R^3 , você dá mais uma dimensão, sem adulterar ou deturpar aquele vetor que era dois. De repente, ele tem mais uma dimensão, que passa a ser três. Então, isso pra mim ficou mais claro, quer dizer, que é possível. Só não consegui ainda colocar isso dentro de uma linguagem matemática explícita.

Na continuação, ele comenta:

Ades: É, porque, eu pensei um pouquinho nesse sentido; quando você tem dois vetores, se você pega a soma vetorial desses dois vetores, você vai ter um terceiro vetor, que vai ser coplanar, por exemplo, vai tá no mesmo plano. Se você dá uma terceira coordenada, você joga esse plano pra cima. Você continua tendo R^2 , num espaço três. Porque essa terceira coordenada representa a terceira dimensão. Então, pra mim, ficou mais claro. Eu, ainda, não tô conseguindo demonstrar, mas ficou mais claro que, na medida que eu tenho aquela sobreposição de planos, que a gente chegou a comentar lá / eu tô insistindo na mesma tecla. Pode tá completamente errado, mas eu continuo insistindo naquilo. Você começa a formar o espaço, entendeu? Então, na medida que você tá na terceira coordenada, você tá

acrescentando planos. E sempre, esse plano no espaço vetorial dois. A hora que você acrescenta a terceira, você gerou um R^3 .

Observo, assim, que sua maneira de operar estava sendo mantida, que sua leitura do problema proposto ainda era a mesma: obter IR^3 a partir de IR^2 . E sua tentativa de resolução passava por colocar suas idéias numa linguagem matemática explícita. A última produção de significados de Ades acontece no dia em que o professor apresenta a solução para o problema proposto. O professor diz:

Prof: [...] Eu vou abrir o jogo pra vocês: é, a Betty tá certa, a resposta é sim e tudo o que ela disse é mais do que suficiente; a não ser mostrar, por exemplo, que existe a bijeção, né? Entre o R^2 e o R^3 . E aí você pega o livro do Halmos e tá lá, né? Mesmo que você não queira acompanhar a demonstração, no livro do Halmos, tá lá.

Após o professor fazer tal afirmação um diálogo entre eles ainda acontece com Ades tentando defender seu ponto de vista e, a partir do que o professor diz, ele comenta:

Ades: Bom, voltando ao convencional, que é a única coisa que eu posso ver, né? Na hora que eu coloco mais uma forma de estender esse plano, né? Quando estende, quando eu consigo estender esse plano, que é aquela idéia de um monte de planos do lado do outro (inaudível) dimensão, ou deslocar o plano. Eu vejo mais como deslocar o plano. Na hora que eu desloco o plano, eu estendo isto pra uma visão de espaço.

Note que Ades diz: “Bom, voltando ao convencional, que é a única coisa que eu posso ver, né?” Ele parece sugerir que o professor está falando de “outro lugar”, que não aquele que ele está falando. E ao dizer isso, ele pode estar dizendo que de onde ele fala também é legítimo; tanto é que ele continua falando:

Ades: Ó professor, deixa só falar uma coisa sobre aquele problema que você colocou, pra não voltar depois. A diferença entre um plano e o espaço, no caso, é que você teria, vamos dizer assim, no espaço mais / o mesmo ponto no plano, poderia representar vários pontos no espaço, entendeu? Se você tem um 2,3, (ele se refere ao par (2,3)) no plano, se você coloca outra dimensão que vai pro R^3 , aquele 2,3, pode ser (2,3,2), (2,3,1), (2,3,4), e você passa a ter uma reta, certo? Ou não?

Observe que, na fala anterior, Ades procura uma nova maneira de explicar o que ele diz ser a diferença do plano e do espaço. O problema proposto pelo professor ainda é, para ele, obter o IR^3 a partir do IR^2 .

Esse diálogo nos faz acreditar que, apesar de o professor apresentar a resposta do problema proposto, Ades ainda acreditava na sua resolução do problema

proposto. Os objetos que ele constituía ainda eram os mesmos da sua primeira fala. O objeto dimensão foi explicitado a certa altura da sua produção de significados como a quantidade de informação necessária para localizar um ponto no plano ou no espaço. Sobre dimensão dois, ele diz: “Você tem um comprimento e uma largura e se limita a aquilo. Você descreve um par de coordenadas, por exemplo, e daí, acaba”. Sobre dimensão três, ele diz: “Que eu consigo diferenciar três aspectos, vão dizer, naquilo que eu tô fazendo, naquilo que eu tô vendo, né?”

Em resumo, Ades produziu significados, do início ao fim, na direção de um mesmo interlocutor, independente de tudo o que ele ouviu em sala de aula. É possível que sua leitura do problema proposto tenha contribuído para esse estado de coisas. Ao entender que o problema a ser solucionado seria obter IR^3 a partir de IR^2 – isso era o novo –, ele passou a operar nessa direção. A meu ver, o problema assim entendido já havia sido resolvido, por ele, na primeira aula, quando ele diz: “o espaço seria uma expansão do plano”. A questão passou a ser, então, apresentar uma justificativa plausível para o professor e a turma. Por algum motivo, o que ele dizia não era satisfatório como resposta ao problema.

A questão de saber o porquê dessa atitude já não é mais possível, tendo apenas caráter especulativo. Poderia ser porque ele acredita que suas justificações não eram suficientes para satisfazer o professor. Ou ele entendia que naquele espaço a justificativa aceitável deveria ser outra e não aquela que ele tinha produzido. Poderia ser ainda pelo fato dele não ter encontrado nenhuma oposição à sua fala – a não ser a divergência com as colegas de grupo. Isto pode tê-lo feito acreditar na legitimidade do que estava dizendo.

Em nossa investigação a produção de significados de Ades representou o caso mais típico e extremo do que denominamos de processo de impermeabilização. Isto é, com o termo impermeabilização, queremos designar esse processo no qual o sujeito não compartilha novos interlocutores, diferentes daqueles para o qual ele estava voltado. O processo de não se propor a produzir significados numa outra direção. Como no caso apresentando, a despeito de tudo o que foi dito em sala de aula, em nenhum momento, ele [Ades] produziu significados em outra direção diferente daquela em que estava operando inicialmente.

Para concluir, gostaríamos de observar que o processo de impermeabilização ocorreu na produção de significados de outros sujeitos de pesquisa além de Ades e nos sugeriu que existem diferentes motivações para sua ocorrência. Por exemplo, uma pessoa pode estar impermeável ou por acreditar na legitimidade do que diz, não entendendo que haja

necessidade de dizer de outra forma; ou por não produzir significados em outras direções – isto é, por estar, naquele momento, frente a um limite epistemológico –, ou ainda, por entender que não seja legítimo falar naquela direção.

Palavras-chave: significado, produção de significados, impermeabilidade.

Referências Bibliográficas:

LEONTIEV, A. N. O Desenvolvimento do psiquismo. São Paulo: Moraes, s.d.

LINS, R. C. Por que discutir teoria do conhecimento é relevante para a Educação Matemática. In: Bicudo, M. A. V. (org.). Pesquisa em Educação Matemática: concepções e perspectivas. São Paulo: Editora da UNESP, 1999. p.75-94.

LINS, R. C. The production of meaning for algebra: a perspective based on a theoretical model of semantic fields. In: SUTHERLAND, R. et al. (Ed.). Perspectives on school algebra. London: Kluwer Academic Publishers, 2001. p.37-60.

SILVA, A. M. Sobre a dinâmica da produção de significados para a matemática. 2003. 243p. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.