Cognição corporificada e linguagem na sala de aula de matemática analisando metáforas na dinâmica do processo de ensino de gráficos de funções[1]

Janete Bolite Frant
PUC-SP (janeteb@pucsp.br)

Jorge Acevedo
Universidade de Barcelona (acevedoivan@hotmail.com)

Vicenç Font
Universidade de Barcelona (vfont@ub.edu)

Resumo

O objetivo deste artigo é oferecer uma reflexão teórica sobre um fenômeno que é observado na dinâmica dos processos de ensino e de aprendizagem sobre gráficos de funções na aula de cálculo. A teoria da Cognição Corporificada (Embodiment Cognition) nos parece frutífera para tal: O professor de matemática no intuito de facilitar ou simplificar o conteúdo sobre gráfico de funções, para os estudantes, utiliza em seu discurso, às vezes sem se dar conta, expressões que sugerem, entre outras, (1) metáforas orientacionais, p.e., "o eixo das abscissas é horizontal", (2) movimento fictivo, "o gráfico da função é o rastro de um ponto que se move sobre o gráfico", (3) metáforas ontológicas e (4) montagens conceituais. O impacto de tais metáforas, entretanto, pode não facilitar o aprendizado dos estudantes. Apresentamos para ilustração uma análise do ocorrido em um curso de bachillerato na Espanha.

Palavras-chave: Metáfora conceitual, gráfico de função real, aula de matemática

Embodiment cognition and language in mathematics classrooms: analysing metaphors within within the dynamics process of teaching to graph functions

Abstract

The purpose of this paper is to present a theoretical perspective on a phenomenon that is observed in the dynamic process of teaching and learning of graph functions in high school. Embodiment Cognition theory is a promising framework in this case. Mathematics teacher trying to facilitate or simplify student's work in mathematics uses expressions, even if he/she is not aware of, that suggest, among other ideas, (1) orientation metaphors, such as "the abscise axis is horizontal", (2) fictive motion, such as "the graph of a function can be considered as the trace of a point that moves over the graph", (3) ontological metaphors and (4) conceptual blending. However, the impact of teacher's metaphors may not facilitate students' mathematical learning. We will present, as illustration an analysis of a bachillerato course in Spain.

Key-words: conceptual metaphor, real function graphs, mathematics classroom

[1]Parte deste artigo foi apresentado e publicado em inglês no CERME 4 (Fourth Congress of the European Society for the Research on Mathematics Education), Working Group 1.

1. Introdução

Este artigo é parte de uma pesquisa mais ampla onde investigamos o fenômeno do uso de metáforas no discurso do professor de matemática, em particular quando está ensinando gráfico de funções em uma aula de cálculo.

O ensino de gráfico de funções vem sendo objeto de pesquisa há algum tempo, o cenário dos cursos de cálculo seja no Brasil, Espanha ou mesmo no restante do mundo apresenta um grande índice de repetência e/ou evasão dos alunos. Em 2000 o MEC apontava um índice de 80%[4], no panorama nacional e internacional várias propostas de reformas para o cálculo foram feitas, mas pelo que vemos em artigos e congressos ainda se faz necessário pesquisas nesta área.

Vimos que de alguns anos para cá, as pesquisas em Educação Matemática apontam para um crescimento das pesquisas que focalizam os contextos sociais e lingüísticos bem como para a importância da linguagem nos processos de ensino e aprendizagem.

Evidentemente que tais "modismos" não aparecem por acaso, hoje com vídeo e gravador podemos observar melhores os fenômenos ligados à linguagem, ao invés de anotações esporádicas escritas numa folha de papel podemos ver e ouvir quantas vezes forem necessárias um episódio de sala de aula. Entendemos práticas sociais como um sistema de relações estabelecidas que determina papéis, tarefas e hierarquias diferenciadas. Estas relações se estabelecem por processos essencialmente lingüísticos. Considerando que a sala de aula de matemática faz parte do contexto de práticas sociais dos sujeitos ali envolvidos, para nós, a aprendizagem de matemática ocorre de modo análogo à aprendizagem de coisas do cotidiano, via a linguagem.

Recentemente, vários autores (Font e Acevedo 2003; Johnson 1987; Lakoff e Núñez, 2000; Leino e Drakenberg, 1993; Núñez, 2000; Presmeg, 1992; 1997; Sfard, 1994, 1997; Bolite Frant et al. 2004; Barto 2004) discutem e mostram o papel relevante das metáforas nos processos de ensino e aprendizagem da matemática. Deste modo acreditamos que investigar o fenômeno do uso de metáforas no discurso do professor pode contribuir para a aula de matemática. Aqui vamos focar principalmente as interações do professor com a turma, momentos em que o professor está no quadro negro resolvendo um problema, e para ilustrar vamos analisar uma aula no ensino médio de uma escola espanhola sobre representação gráfica de funções.

Para operacionalizar nosso objetivo, levantamos algumas perguntas que queremos nos concentrar ao longo deste artigo:

- Que tipo de metáforas o professor utiliza para explicar gráficos de função no ensino médio?
- O professor está consciente deste uso em seu discurso e até que ponto monitora tal uso? Qual o impacto dessas metáforas na aprendizagem dos estudantes?
- Qual o papel das metáforas na negociação de significados?

[4]Http://www.inep.gov.br/download/censo/2000/superior/sinopse_superior-2000.pdf

2. Cognição Corporificada e Metáforas

Consideramos metáforas, no aspecto amplo, como o entendimento de um domínio em termos de outro.

Segundo Lakoff e Núñez (2000), a maior parte de idéias abstratas é de natureza metafórica, geram uma relação conceitual entre um domínio fonte e um domínio alvo através de um mapeamento que preserva inferências do domínio fonte no alvo. O fato das metáforas conectarem diferentes sentidos as torna essencial para que as pessoas produzam significados para matemática "...um grande número das idéias matemáticas, as mais básicas e as mais sofisticadas também, são metafóricas por natureza" (Lakoff e Núñez, p.364).

Como exemplo podemos olhar como compreendemos a passagem de tempo. Segundo Nunez 1999 p.46

Domínio Fonte **Espaço Físico**	**Domínio Alvo** **Tempo**
Coisas	**Tempo**
Seqüência de objetos	Ordem cronológica de tempo
Movimento horizontal de entrada na seqüência em uma direção	Passagem do tempo
Um objeto A atrás de um objeto B numa sequência	Tempo A antes do tempo B A aconteceu antes de B.

As inferências que podemos fazer sobre os objetos numa seqüência nos permitem fazer inferências sobre o tempo, assim entendemos presente, passado e futuro.

Observe, entretanto, que nem todos os mapeamentos conceituais nascem de uma experiência física direta ou de manipulação de objetos físicos. Sobretudo pontuamos que estamos conscientes que somente alguns aspectos do domínio fonte são revelados numa metáfora e, em geral, não sabemos exatamente que aspectos do domínio fonte são mapeados pelos estudantes.

Embora a metáfora conceitual esteja diretamente ligada ao sujeito que a produz, em salas de aula, professores utilizam metáforas conscientemente ou não quando tentam explicar um conteúdo matemático aos estudantes, isto é, tentam "facilitar" a compreensão do estudante. Nós investigamos as implicações desta prática "facilitadora".

3. Metodologia

A pesquisa apresentada é uma reflexão teórica baseada na análise de vários processos de ensino para a representação gráfica de funções no ensino secundário espanhol. Os episódios de sala de aula e as entrevistas mencionadas são parte de um material de uma pesquisa mais ampla e são usados como base para análise e resultado aqui apresentados.

Estas informações foram coletadas no local de trabalho dos diversos professores, participantes dessa pesquisa. Como dito anteriormente, em salas de aula de bacharelado[2] na Espanha que corresponde em idade a nosso último ano de Ensino Médio, mas cujo conteúdo programático abrange o início de Cálculo.

Três professores se voluntariaram e deram permissão para interferirmos em seu trabalho (observar as aulas, gravar as mesmas em vídeo, analisar materiais escritos, etc.). Os estudantes participaram a pedido do professor. A escolha dos professores e os alunos que foram gravados não se pautou em nenhum critério estatístico. O critério ficou baseado somente na vontade deles em cooperar e se deixar gravar em vídeo.

Neste artigo, vamos olhar particularmente as gravações realizadas nas sessões de aula do professor A. Dois outros professores (B e C) também foram filmados bem como um estudante que chamaremos de D.

Para analisarmos a dinâmica do processo de ensino dos professores eficazmente necessitamos do vídeo. Isto nos permitiu olhar tantas vezes quanto necessário, falas, gestos, escritos no quadro etc.

As aulas foram filmadas foram transcritas. Nós organizamos a transcrição em três colunas:

- Transcrições do discurso oral do professor e do estudante,
- O quadro-negro e
- Comentários sobre os gestos do professor.

Nosso foco estava sobre o discurso e a prática do professor. Assim, o discurso e a prática do aluno só aparecem quando interagem com o professor. Para nós, aprendizagem matemática significa ser capaz de efetivar uma prática e, sobretudo, de estabelecer uma reflexão discursiva sobre a mesma de modo que seja reconhecida como matemática pelos seus interlocutores. Com esta perspectiva, vemos o discurso do professor como um componente fundamental de sua prática cujo objetivo é criar uma prática com o estudante e, mais ainda, uma reflexão discursiva sobre esta que seja considerada como matemática.

Uma vez de posse das transcrições, optou-se por separá-los em unidades de análise e um caminho foi o de utilizar como unidade básica de análise o construto

---

[2]Na Espanha é o ultimo ano do ensino secundário, o Bachillerato.

"configuração didática-CD". Godino, Contreras e Font (2004) consideram que uma CD é estabelecida pelas interações entre professor e aluno numa atividade matemática. O processo de ensino para um conteúdo matemático ocorre num determinado tempo via seqüências de configurações didáticas. Embora o critério básico para determinar uma CD seja a realização de uma tarefa, o agrupamento em configurações didáticas é flexível e estabelecido pelos pesquisadores. A análise se apóia no modelo teórico usado pelos pesquisadores como fundamentação, a cognição corporificada.

Godino, Contreras e Font (2004) apontam quatro tipos de configurações teóricas: centrada no professor, adidática, pessoal e baseada no diálogo. As configurações empírico-didáticas que emergem no processo de ensino são na verdade próximas de uma dessas.

A falta de CDs adidáticas em nossas filmagens, e a presença de CDs baseadas-no-diálogo sugerem uma aula tradicional de matemática, onde figuram um professor, um quadro-negro como foco da discussão e vinte a trinta estudantes silenciosos.

A divisão da aula em configurações didáticas permitiu uma análise subseqüente de nível macroscópio de uma grande variação de CDs, enquanto uma análise microscópica, mais fina, foi feita escolhendo-se um número bem reduzido de CDs. Em nossa pesquisa, depois de definidas as CDs, focamos a análise no fenômeno relacionado ao uso de metáforas ali existentes.

4. Analisando os Dados

4.1 Em relação à primeira questão sobre o uso de metáforas orientacionais presentes nas explicações dos professores.

Vimos, por exemplo, o professor A que usava a palavra "horizontal" ao se referir a "paralelo ao eixo das abscissas"; "eixo horizontal" para flar do "eixo das abscissas". Tal fato não aparece somente em seu discurso mas é enfatizado em seus gestos. Somente em uma CD o professor não identificou o eixo das ordenadas por eixo vertical fazendo isso em todas as demais, muito embora no livro texto utilizado nunca apareça tal identificação.

> *Professor A:* …em x=0 aparece um mínimo e a derivada em x=0 é zero como esperávamos, porque agora a reta tangente é horizontal. [enquanto fala, os gestos de suas mãos indicam a posição horizontal da reta tangente no gráfico desenhado no quadro].

Encontramos também metáforas usadas para facilitar a compreensão dos estudantes da idéia de que "o gráfico é o rastro ou trajetória de um ponto que se move sobre o gráfico".

> *Professor A:* …se antes de zero está crescendo e depois de zero está decrescendo então temos um ponto de inflexão. Se antes de zero está crescendo e depois de zero está decrescendo, trata-se de um máximo. Se antes de 0 decresce e depois de zero cresce, um mínimo. [Gestos acompanharam esses comentários no gráfico do quadro].

No discurso do professor pudemos encontrar uma poderosa metáfora, o movimento fictivo, (Lakoff e Nunez 2000, Talmy 2000). O professor usa expressões "antes de zero" e "depois de zero" de tal modo que o ponto zero é entendido como um lugar numa trajetória (função). De acordo com os autores, isto é sempre presente no pensamento matemático (Lakoff e Nunez p. 38). Existe uma organização espacial sugerindo uma origem (de, desde), uma trajetória (por onde a função vai) e uma meta final (para, até). Os elementos essenciais neste esquema são um objeto trajetor[5] que se move, um caminho da origem ao ponto final (trajetória), e a posição do trajetor num determinado tempo.

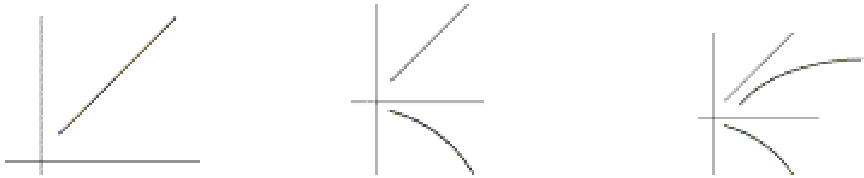
Font (2000) e Bolite Frant et al. (2004) revelaram que quando os professores enfatizam que o gráfico de uma curva é a trajetória de um ponto que se move, os estudantes podem pensar que um ponto A é sempre o mesmo depois do movimento. Assim como uma pessoa ou um carro que se move de um lugar à outro no espaço continuam sendo a mesma pessoa ou o mesmo carro.

Neste caso, vemos que para o professor somente parte de um domínio fonte ligado ao cotidiano (coisas que se movimentam no espaço) foi mapeado no domínio alvo matemático, enquanto os estudantes mapeavam uma cena maior. Em outras palavras, o professor tinha a idéia clara de quais características seriam selecionadas e mapeadas ao passo que os estudantes não.

Outro tipo de metáfora observada foi a ontológica que permite que eventos, atividades, emoções, idéias, etc. sejam consideradas como entes (objetos, coisas, etc..) e montagens conceituais. Por exemplo, uma mistura de metáforas ontológicas e dinâmicas como na transcrição abaixo.

> *Professor A:* Uma das coisas que estudamos para representar o gráfico de uma função é o seu comportamento no infinito. O que acontece com a função quando x tende ao infinito? O que acontece com o gráfico de uma função quando x tende ao infinito? Ela pode fazer assim, indo positivamente para o infinito [enquanto desenhava o gráfico da esquerda.]. Ela pode fazer assim, indo negativamente para o infinito [enquanto desenhava o gráfico do centro sobre o da esquerda.]. Ela pode também crescer e estabilizar num certo número, como aqui [desenhou o gráfico da direita sobre o do centro. Nos três gráficos, o professor A movimentou suas mãos, tais movimentos indicavam a continuação da parte do gráfico desenhado, sugerindo uma continuação indefinida.]

[5]Optamos em manter os termos utilizados pela lingüística cognitiva trajetor, fictivo dadas as suas características.



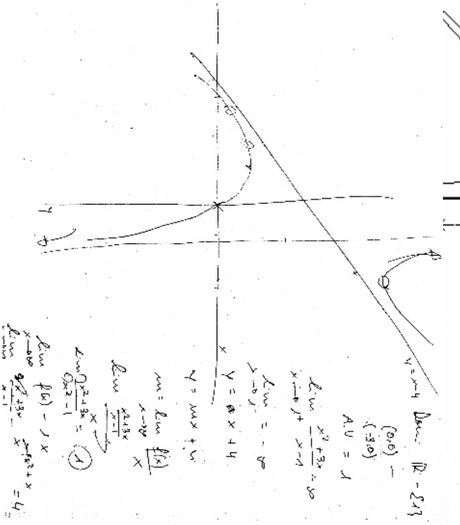
Para responder a segunda questão fizemos uma segunda entrevista com os professores que também foi gravada em vídeo para melhor se adequar a nossos propósitos. A conscientização de cada docente sobre a utilização das metáforas dinâmicas era bastante variada. O professor A era mais consciente do que os outros dois. Font e Acevedo (2003) observaram o caso do professor B que não tinha consciência de sua utilização e por isso não as controlava. Em conseqüência das entrevistas, esse profissional se deu conta do uso das mesmas e sentia que elas facilitavam a compreensão dos estudantes e não via que a possibilidade de causar dificuldades aos estudantes fosse importante. De fato, ele acreditava que o uso dessas metáforas não levava a nenhum erro conceitual entre seus estudantes.

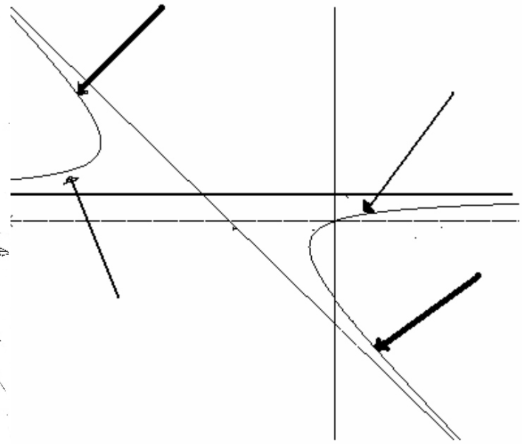
Em relação a terceira questão, entrevistamos vários alunos e gravamos as mesmas em vídeo. Questionários também foram usados e recolhemos e analisamos a produção escrita dos alunos durante o processo de ensino (por exemplo, as provas).

Um exemplo significante é o caso do aluno do professor C que tinha bom domínio sobre representações gráficas de funções. Pedimos a esse aluno que comentasse verbalmente sobre os passos iniciais (domínio, cortar os eixos, assíntotas e comportamento no infinito, estudo de máximos e mínimos, intervalos de crescimento ou decrescimento, estudo dos pontos de inflexão e concavidades) e a construção do gráfico na prova. Tanto o gráfico como seus passos anteriormente a prova estavam corretos.

Embora não aparecessem metáforas em sua prova escrita, elas apareciam como super presentes na explicação dada sobre a construção do gráfico. Por exemplo, em resposta a pergunta "Você poderia me dizer, agora, quando a função é crescente e quando é decrescente?" O estudante, corretamente, respondeu apontando para os intervalos e dizendo "aqui é crescente, pois ela vai para cima e decresce aqui pois ela vai para baixo".

ENTrevistador: Você poderia me dizer, agora, quando a função é crescente e quando é decrescente? [enquanto colocava a folha de papel onde o aluno desenhou o gráfico na posição horizontal]
ESTudante D: [hesitou por alguns segundos] Eu não entendi, você quer dizer que os eixos mudaram?
ENT: Não, os eixos não se modificaram eles continuam os mesmos.
EST D: Este é decrescente porque está indo para baixo e este crescente porque sobe, este outro decrescente porque desce e este é crescente porque sobe.[titubeou um pouco e apontou para a parte da curva com a seta fina como decrescente e com a seta grossa a decrescente].



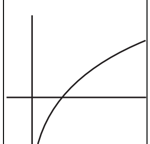


4.2 Metáfora e Negociação de Significados

Temos um exemplo do papel das metáforas na negociação de significados, que pode ser entendido como a conexão entre os significados pessoal e institucional no processo de ensino. Apesar de entendermos que a produção de significados está diretamente ligada ao sujeito que a produz, não existindo, portanto, "significados corretos ou errôneos" a idéia de negociação de significados está ligada a troca lingüística. Em outras palavras o professor tem uma expectativa para o significado que o aluno vai produzir e a essa expectativa podemos chamar de significado institucional.

Dividindo as sessões da aula do professor A em CD permite determinar uma que começa com a sugestão do professor de calcular da função e termina quando o professor propõe duas novas tarefas primeiro ele pede que os alunos resolvam uma atividade baseada no cálculo de domínios, em casa; e então sugere encontrar os pontos em que a função corta os eixos em sala.

Nesta CD, o professor A queria recordar o domínio de funções e as técnicas usadas para determinar estes domínios, coisas que já haviam sido estudadas, e usou três exemplos. Esta é uma CD do tipo "centrada no professor" com a intenção do professor de fazê-la do tipo "baseada no diálogo".

Transcrições da CD	*Quadro Negro*	Observações
Prof: Então vamos começar com o domínio. Lembrando que o domínio de uma função é o conjunto de valores da variável independente que tem uma imagem ... Ou, colocando de outro modo, eles são os valores para os quais posso encontrar imagens. Por exemplo, seja a função $f(x)=1/(x+1)$. O domínio desta função consiste do conjunto de números para os quais quando eu substituo o x para esses números eu posso calcular tudo, isto é eu encontro uma imagem. Prof: Isso pode sempre ser feito? Exceto por um número, qual? EST: -1 Prof: Então o domínio são os reais menos o -1. Quer dizer podemos encontrar uma imagem para qualquer número real exceto o -1. Prof: Existem funções mais complicadas como o logaritmo neperiano por exemplo. Prof: qual é o domínio para esta função [logaritmo neperiano]? Pensem sobre o gráfico e então .... digam qual é. EST: De zero a mais infinito. Prof: Sim, do zero até mais infinito é o domínio porque o logaritmo de números negativos não existe, o logaritmo de -1 menos um não existe. O zero ta incluído ou não? EST: Não Prof: Não …muito bem... Então o domínio dessa função é de zero até mais infinito. Lembram que o gráfico desta função faz algo assim. O gráfico desta função faz algo assim e o domínio vai de zero até mais infinito. Prof: Alguma dúvida? Prof: Um exemplo final, a raiz quadrada de x. Qual o domínio dessa função? Vamos lá!! EST:…(muito baixinho, oferece uma resposta incorreta) Prof: Ah sim! Prof: Exceto para os negativos … porque a raiz quadrada de números negativos não existe. Nós podemos dizer também que são os mesmos reais menos os negativos, mais fácil, todos os positivos. Podemos colocar assim, mais fácil, podemos colocar em forma de intervalo, de zero até infinito, zero está incluído neste caso, ele ta incluído.	$f\ x\quad 1/(x\quad 1)$ $f\ x\quad \ln x$ $f(x)\quad \ln x$ D(f) =(0,+ ∞)  D(f)=(0,+∞) $f(x)\quad \sqrt{X}$ D(f)=[0,+ ∞)	Ele mostra o x na formula, apontando.. Move suas mãos ao redor da fração 1/(x+1). O professor escreve no quadro “D(f)=(0,+∞) ”. Mostra o zero com os dedos. O professor desenha o gráfico e aponta para ele com a mão. O professor gesticula com as mãos seguindo o desenho do gráfico. Então aponta para o zero e se move pra direita para representar o intervalo (0,+ ∞). O professor escreve no quadro antes de zero

Inicialmente o professor introduziu a idéia via “o domínio de uma função é o conjunto de valores da variável independente que tem uma imagem”. Ou, colocando de outro modo, “eles são os valores para os quais posso encontrar imagens”. E, continuou “são os valores para os quais posso encontrar imagem”. A segunda observação tem um caráter mais funcional para encontrar o domínio do que a primeira, já que facilita um “jogo de linguagem” que permite ou favorece um significado comum (ao grupo) sobre o que é o domínio em questão. As características deste jogo de linguagem para a função $f(x)=1/(x+1)$:

(1) Introdução de um elemento genérico. O professor introduz o elemento x que admite operar sobre a fórmula da função como ele mostra e faz no caso “quando eu substituo o x (seus dedos ao redor do x na fórmula) para esses números eu posso calcular tudo (sua mão ao redor da fração), isto é eu encontro uma imagem”. Ele então aguarda que os estudantes mentalmente calculem os valores para os quais as operações indicadas na fórmula não possam ser efetuadas.

(2) Acordo da variação do elemento genérico. Os estudantes levantam algumas hipóteses sobre o domínio até que chegam a um acordo que é aceito pelo grupo todo incluindo o professor. Vários alunos, dizem ao mesmo tempo, -1 e o professor se satisfaz com essa resposta, encerrando a tarefa.

Com a função $f(x) = \ln x$, o jogo de linguagem acontece com pequenas e importantes diferenças. A primeira é que o elemento genérico é um ponto na parte negativa do eixo das abscissas. O professor traça o gráfico de $f(x) = \ln x$ e aguarda que os estudantes apliquem mentalmente a seguinte técnica:

1. Pensem em um ponto negativo
2. Tracem uma perpendicular ao eixo das abscissas passando por este ponto
3. Observe que esta reta não corta o gráfico da função log neperiano, e
4. Afirmem que este raciocínio é válido para qualquer negativo e para a origem (técnica apresentada na unidade anterior).

A segunda diferença é que quando os alunos respondem “de zero a infinito” o professor considera a questão ambígua e decide intervir questionando-os se o zero pertence ou não ao domínio e só então aceita a resposta.

É importante observar que ambas as respostas são expressas metaforicamente. Alunos e professor usam a expressão “de zero até o infinito positivo (mais infinito)”. Os alunos o fazem oralmente e o professor acrescenta a expressão escrita $[0,+\infty)$ *e gesticula na direção da parte positiva do eixo das abscissas movendo suas mãos da origem para a direita. Esta metáfora considera a semi-reta numérica como um caminho com um ponto de origem, o zero, e uma meta final, o infinito positivo.*

Este sincronismo da dinâmica da linguagem e dos gestos favorecem o *entendimento dos estudantes sobre o domínio, um caso de infinito atual*[6] uma vez que se trata de um intervalo semi-aberto que tem um início mas não tem fim. Neste caso, está sendo mapeado o conhecimento sobre processos que tem um começo e um fim para compreender processos infinitos, este caso, Lakoff and Núñez (2000 p.158) chamam esse mapeamento de Metáfora Básica do Infinito.

5. Considerações Finais

Como vimos, as metáforas conceituais se mostraram relevantes para analisar e melhorar a compreensão do discurso matemático em sala de aula. De um lado estão enraizadas em conceitos teóricos p.e., os valores acima da origem (eixo das ordenadas) são positivos. De outro, estão presentes na explicação do professor quando para propósitos de facilitar ou tornar conceitos teóricos em intuitivos ele usa metáforas relacionadas ao cotidiano dos alunos p.e., eixo vertical. Estão presentes também na forma com que os alunos pensam Os eixos cartesianos são baseados na orientação espacial de seus próprios corpos.

Encontramos, então, vários tipos de metáforas tanto no discurso do professor quanto do aluno. Fato muitas vezes inevitável e outras tantas inconsciente, mas fundamental para que se possa produzir e falar sobre objetos matemáticos.

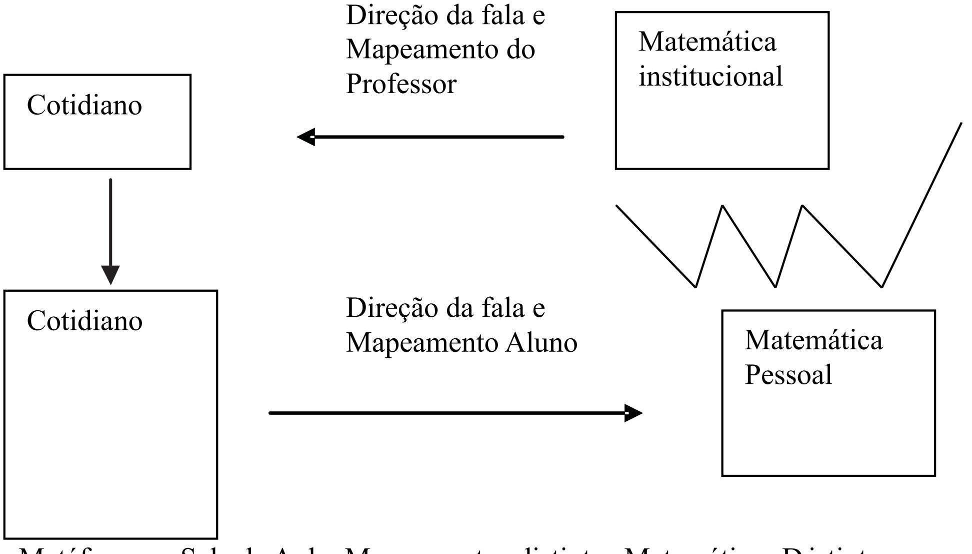
Assim como uma descrição em termos globais, a representação gráfica de funções também requer uma introdução de conceitos locais, tais como, por exemplo, crescimento e decrescimento num intervalo formulado precisamente em termos estáticos utilizando a teoria dos números. Estes conceitos locais (estáticos) são considerados muito difíceis para alunos do ensino médio e por isso muitos professores os deixam guardados optando pelo uso de explicações mais dinâmicas que segundo eles é mais intuitiva. Assim, a produção dos estudantes também mostra que o uso dessas metáforas no discurso do professor tem impactos significantes na compreensão dos mesmos. Em outras palavras a opção foi em enfatizar ou praticamente só colocar que uma função cresce quando o gráfico "sobe" sem enfatizar e muitas vezes sem sequer mencionar que, $f(x)$ real é crescente se para todo x e y pertencentes ao domínio de $f(x)$, $f(y)>f(x)$ sempre que $y>x$.

As metáforas, como vimos, tiveram um papel importante na negociação de

[6] Uma discussão sobre infinito atual e potencial pode ser encontrada em Lakoff e Nunez (2000).

significados em sala de aula e resultou num modelo que ora propomos que leva em conta a dinâmica dos discursos que ocorrem nesse espaço.

É importante notar que as metáforas em sala, especialmente na do tipo mais tradicional, podem ter duas direções diferentes, como veremos no modelo esquematizado abaixo. Por um lado estão as metáforas que o professor usa na crença de que elas facilitam a aprendizagem, e por outro as metáforas do estudante. O domínio fonte dos professores é a matemática (que quer ensinar) e o domínio alvo é o cotidiano porque eles os professores tentam pensar em um espaço comum para se comunicar com o estudante. Em outras palavras para buscar uma adesão dos estudantes os professores partem de algo que supõem ser da vida cotidiana do aluno. No entanto, o domínio "cotidiano" não é sempre o mesmo para os dois, aluno e professor, porque o professor usa somente parte do conceito cotidiano que será mapeado no domínio matemático. Enfim, o docente sabe exatamente que parte desse cotidiano quer e o aluno não. Os alunos, em geral, têm um domínio "cotidiano" mais amplo que será mapeado no domínio matemático e que não é o mesmo do professor.



Metáforas na Sala de Aula: Mapeamentos distintos Matemáticas D istintas.

Finalizando, sugerimos que o professor pense, sempre que possível, no uso das metáforas em suas aulas e se conscientize de seu impacto e da importância que este uso tem na produção de objetos matemáticos pelo aluno. Sobretudo, reflita que a tarefa de facilitar a aprendizagem pode estar dificultando este processo.

Referências Bibliográficas

BOLITE FRANT, J. et al. (2004). **Reclaiming visualization:** when seeing does not imply looking. TSG 28, ICME 10, Denmark [http://www.icme-organisers.dk/tsg28/]

FONT, V. (2000). **Procediments per obtenir expressions simbòliques a partir de gràfiques. Aplicacions a les derivades.** Tesis doctoral no publicada. Universitat de Barcelona.

FONT, V. e ACEVEDO, J. I. (2003). Fenómenos relacionados con el uso de metáforas en el discurso del profesor. El caso de las gráficas de funciones. **Enseñanza de las Ciencias**, 21, 3, 405-418.

GODINO, J. D., CONTRERAS, A. e FONT, V. (2004). **Análisis de procesos de instrucción basado en el enfoque ontológico-semiótico de la cognición matemática**. XX Jornadas del SI-IDM. Madrid.

JOHNSON, M. (1987). **The body in the mind:** The bodily basis of meaning, imagination, and reason. Chicago: University of Chicago Press.

LAKOFF, G. e NÚÑEZ, R. (2000). **Where mathematics comes from:** How the embodied mind brings mathematics into being. New York: Basic Books.

LEINO, A.L. e DRAKENBERG, M. (1993). **Metaphor:** An educational perspective. Research Bulletin 84, Department of Education, University of Helsinki.

NÚÑEZ, R. (2000). Mathematical idea analysis: What embodied cognitive science can say about the human nature of mathematics. In Nakaora T. e Koyama M. (eds.). **Proceedings of PME24** (vol.1, p. 3-22). Hiroshima: Hiroshima University.

PRESMEG, N. C. (1997a). Reasoning with metaphors and metonymies in mathematics learning. In L. D. English (Ed.), **Mathematical reasoning: Analogies, metaphors, and images** (p. 267-279). Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.

PRESMEG, N. C. (1992). Prototypes, metaphors, metonymies, and imaginative rationality in high school mathematics. **Educational Studies in Mathematics**, 23 (6), 595-610.

SFARD, A. (1997). Commentary: On metaphorical roots of conceptual growth. In L. D. English (Ed.), **Mathematical reasoning: Analogies, metaphors, and images** (pp. 339-371). Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.

SFARD, A. (1994). Reification as the birth of metaphor. **For the Learning of Mathematics**, 14(1), 44-54.