

## **A MATEMÁTICA NUMA AULA EXPERIMENTAL<sup>1</sup>**

### **THE MATHEMATICS IN AN EXPERIMENTAL CLASS**

**Alex Bellucco do Carmo<sup>1</sup>**  
**Anna Maria Pessoa de Carvalho<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Instituto de Física & Faculdade de Educação - USP, bellucco@fe.usp.br

<sup>2</sup>Faculdade de Educação - USP, ampdcav@usp.br

#### **RESUMO**

O presente trabalho – inspirado pela semiótica social – pretende verificar como as diferentes linguagens se articulam com a linguagem matemática, para construir os significados científicos em uma aula de laboratório diferente das convencionais. Utilizamos uma metodologia multimodal para analisar a discussão sobre as incertezas num gráfico a qual revelou importantes aspectos desta atividade.

**Palavras-chave:** Matemática, Semiótica Social, Laboratório e Ensino-Aprendizagem.

#### **ABSTRACT**

The present work – inspired by social semiotics – intend to verified how the different languages is associated to the math's languages, to construct the scientific meanings in a laboratorial class not conventional. We have used multimodal methodology to analyzed and to discuss about the graph's uncertainly, which revealed important aspects of that activity.

**Keywords:** Up to five words.

---

<sup>1</sup> Apoio: FAPESP

## INTRODUÇÃO

A matemática tem sido apontada pelos professores de Física como empecilho à aprendizagem dos conteúdos físicos – freqüentemente eles reclamam que a falta de uma base matemática impede que se avance nos conteúdos. Além do mais, qualquer curso de Física – seja em nível secundário ou superior – é elaborado em cima de uma base matemática (Pietrocola, 2002).

O Programa Internacional de Avaliação dos Alunos (PISA), que avalia alunos das escolas públicas e as principais escolas particulares de 41 países (incluindo as principais nações consideradas desenvolvidas), mostra que o Brasil obteve um baixo desempenho tanto no ano de 2000 quanto 2003, sendo que neste último que teve ênfase na matemática, o percentual de brasileiros em cada um dos seis níveis, na avaliação geral, foi o seguinte do menor para o maior: abaixo do nível 1 – 53,3%, no 1 – 21,9%, 2 – 14,1%, 3 – 6,8%, 4 – 2,7%, 5 – 0,9%, 6 – 0,3%. E ainda mais, de todos países – que são separados por desempenho – o Brasil se encontra no grupo com mais deficiências (INEP, 2004).

“Na área 1 da Matemática, ‘Espaço e Forma’, o Brasil teve a seguinte distribuição de seus alunos: Abaixo do 1 – 54,8%; 1 – 22,7%; 2 – 13,6%; 3 – 6,2 %; 4 – 2,0 %; 5 – 0,6 %; 6 – 0,1 %.

Na área 2, ‘Mudança e Relação’, a distribuição de alunos ficou assim: abaixo do nível 1 – 59,7% ; 1 – 16,9%; 2 – 11,4%; 3 – 6,6%; 4 – 3,3%; 5 – 1,2%; 6 – 0,7%.

Na área 3, ‘Quantidade’... 51,1% dos brasileiros ficaram abaixo do nível 1; 20,7% no 1; 15% no 2; 8,3% no 3; 3,4% no 4; 1,2% no 5 e 0,4% no nível 6.

A Área 4 abordou o tema ‘Incerteza’... um total de 43,5% dos brasileiros ficou abaixo do nível 1. No 1 – 29,1%; 2 – 17%; 3 – 7%; 4 – 2,6%; 5 – 0,7%; 6 – 0,2%.” (INEP, Op. Cit.).

Por outro lado, nos últimos anos diversas pesquisas têm reconhecido o papel da cultura e da natureza do conhecimento científico na aprendizagem de ciências, além da necessidade das diferentes linguagens para a construção dos significados científicos na escola (incluindo a matemática). Essas pesquisas mostram que para que a atividade de ensino seja significativa, os estudantes devem ser inseridos em contextos aproximados a uma investigação científica real, com suas diversas práticas, regras e valores (Capecchi 2004, Driver et. al. 1999, Gil Pérez et. al 1999, Lemke 1998, Márquez et. al., 2003, etc).

Na ciência, a semiótica social diz ser importante verificar quais significados a matemática permite-nos construir, e como as pessoas podem aprender a construir esses tipos de significados particulares. Pois, não se identifica o que é e o que não é matemática pelo seu simbolismo, mas pelos tipos de significados que ela permite construir. Dessa forma, os significados matemáticos nos permitiram integrar diferentes tipos de construção de significados: por tipo – significados categoriais ou tipológicos, que foram especializados pela linguagem natural – e por grau – significados das variações contínuas ou topológicos, que são melhores apresentados por gestos motores ou figuras visuais. A matemática, também, em toda sua abrangência requer a linguagem verbal para conectar as ferramentas matemáticas a específicos eventos reais. Porém, a semântica da linguagem natural é um sistema categorial que se dá por contrastes, ou seja, ela é ruim para fazer descrições precisas dos fenômenos naturais nos quais o grau como substância, ou variações

quantitativas, são importantes. Assim, a solução histórica a esse problema é suplementar os recursos gestuais e pictóricos por significados pelo grau como extensões da linguagem natural nas formas que reconhecemos como matemática (Lemke, 2002).

Ressaltamos que este descompasso entre ensino de ciências e a matemática pode se dar nas aulas ditas tradicionais, por não se considerar esses conhecimentos. Ou seja, os conteúdos matemáticos das ciências devem ser ensinados como um co-igual associado com a linguagem oral e escrita e as representações visuais na análise do fenômeno natural e social.

Dessa forma, a presente pesquisa pretende analisar uma seqüência de aulas de laboratório que contemple os conhecimentos produzidos pelas pesquisas mencionadas acima, tentando verificar se os significados matemáticos construídos se assemelham com os da ciência.

## **METODOLOGIA DE PESQUISA**

Trata-se de um estudo de caso sobre aulas de Física no primeiro ano do Ensino Médio. Foram registradas nove aulas duplas, cada uma com uma hora e quarenta minutos de duração, que utilizam uma metodologia de ensino por investigação, desenvolvida por um grupo de professores da escola pública média do Estado de São Paulo, em conjunto com pesquisadores do Laboratório de Pesquisa em Ensino de Física da FEUSP, com financiamento da FAPESP, tendo por objetivo a melhoria da qualidade do ensino no nível mencionado (Carvalho et. al., 1999).

Escolhemos para análise uma atividade específica desta seqüência de ensino que exige a utilização de recursos matemáticos – ou melhor, uma aula de laboratório aberto, que a partir de uma problemática, propõe-se a elaboração de um teste experimental, envolvendo a coleta de dados, formulação de uma tabela, elaboração de um gráfico e a extração da função matemática que representa o fenômeno. Esta atividade propicia o desenvolvimento das habilidades de manipular, questionar, organizar, comunicar e escrever, além de levar ao levantamento de hipóteses e ao desenvolvimento de um modelo teórico – que inclui a matematização do fenômeno em questão. Dessa forma, essa metodologia de ensino possui as características mencionadas na teoria apresentada.

Como o laboratório aberto ocupou um período de quatro aulas duplas, dividimos a seqüência de ensino em episódios e estes últimos em eventos conforme os aspectos da cultura científica identificados. O evento da seqüência que analisamos no presente trabalho é parte do episódio da passagem dos dados da tabela para o gráfico, ou seja, trata-se da discussão sobre as incertezas no gráfico.

Esses dados foram coletados no ano 2000, sendo aulas ministradas por uma professora que participa ativamente do grupo até os dias atuais, e com uma rica experiência na sala de aula (aproximadamente 25 anos).

## **Ferramentas de Análise**

Uma visão multimodal de comunicação utiliza a articulação dos diferentes modos semióticos de construção de significados ou linguagens – modo verbal, gestual, visual etc (Márquez et. al., 2003). Dessa forma, adotamos uma forma de análise baseada nesses conhecimentos.

Esses modos comunicativos podem cooperar ou se especializar para construir significados. No primeiro caso, dois ou mais modos respaldam um mesmo significado. No segundo, dois ou mais modos trazem um significado diferente a um conceito ou fenômeno, realizando funções distintas (Cappechi, 2004; Lemke 1998, Márquez et. al., Op. Cit). Pretendemos verificar como ocorrem essas relações entre os modos para a construção dos significados matemáticos no segmento de aula selecionado.

Uma vez que os modos semióticos podem se especializar, fica difícil desenvolver um esquema de análise geral. A saída a essa situação é considerar as três funções semióticas generalizadas apresentadas por Halliday na Gramática Sistêmico-Funcional, que estão presentes em qualquer construção de significados (Lemke, 2002):

Representacional – são representações dos estados de envolvimento, das relações (abstratas) entre os participantes e processos (fazer e acontecimentos) envolvendo tais participantes;

Orientacional – indica a posição que o construtor do significado está falando para o real e para os ouvintes potenciais e interlocutores, e para o conteúdo representacional;

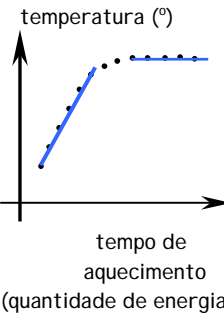
Organizacional – define relações entre todo e partes em múltiplas escalas de organização no ‘texto’ lingüístico.

Essas funções dizem respeito à aspectos mais gerais da construção do significado, identificando os tipos de funções que esses modos podem exercer no processo, sem deixar de observar suas características específicas (Capecchi, Op. Cit.). Elas também podem ser estendidas aos significados matemáticos (Lemke, 1998). Dessa forma, constituem um meio eficaz para estudar a articulação dos modos semióticos incluindo suas relações de cooperação e especialização, além da construção de significados por tipo e por grau feita pela matemática.

Portanto, usaremos essas ferramentas para analisar um episódio de ensino de uma aula de laboratório aberto.

### **ANÁLISE – DISCUSSÃO SOBRE AS INCERTEZAS NO GRÁFICO**

Seguem as transcrições do evento com a análise em termos das relações entre os modos, e a indicação de suas funções de significado. As transcrições foram separadas em colunas para compreender as características multimodais da comunicação relacionadas à ciência. Na primeira coluna está a linguagem oral, na segunda encontram-se os aspectos visuais, e na terceira os gestos. Nos casos em que há simultaneidade do emprego dos modos de construção de significados, introduzimos negrito, sublinhado e/ou itálico para indicar essa característica comunicativa. Dividimos o evento em duas partes conforme o foco da discussão.

Linguagem Oral	Visual	Gestual
<p>23. P: por que será... que não dá uma reta exata?</p> <p>24. A17: porque a temperatura... é:::... variada?</p> <p>25. P: como variada?</p> <p>26. A17: ah:::... num tem:::... é:::... ela num segue... <u>os números certinhos...</u> ela... ela... pula de um número pra outro...</p> <p>27. A22: ela sobe e desce...</p> <p>28. P: mas porque... que ... ela sobe e desce... será::: que... se a gente conseguisse condições melhores de trabalho... ((comentários de alunos)) mais reta...((comentários de alunos)) que será... que será que... pode ter influenciado... a nossa medida... pra num ficar uma reta bonitinha... se tem toda a cara de que aquilo devia ser uma reta?((alunos fazem comentários relacionados à discussão e há também conversa))</p> <p>29. A7: professora num é ( ) fatores caóticos ...</p> <p>30. P: ah ... ah ... gente ele tá falando em fatores caóticos ...</p> <p>31. A7: aprendi no computador professora ... é tudo assim ... fatores caóticos ...</p> <p>32. P: ((48'30'')) quê que a gente... quê que a gente pode ter... ahn... facilitado... ou ajudado um pouquinho... a que num ficasse tudo alinhadinho? ((2'')) será que... na hora de olhar o termômetro...</p> <p>33. A17: não...</p> <p>34. P: a gente teve precisão...o suficiente na leitura?</p> <p>35. A22: é::</p> <p>36. A?: não...</p> <p>37. P: será que num deu umas aproximadas na hora de ver o termômetro</p> <p>38. A4: não... a gente não ...</p> <p>39. A17: a gente leu exatamente... (onde estava)...</p> <p>40. A5: ((49'')) professora eu acho que o que tá errado é a ( )</p> <p>41. P: a física trabalha em cima de dados da realidade e a gente vai ver a posição teórica</p> <p>42. A4: por isso que não existe explicação pra isso professora ...</p>	<p>Gráfico na lousa com pontos marcados conforme a professora observou nos trabalhos dos alunos</p> 	<p><u>Simula reta horizontal</u></p>

<p>43. P: lógico que existe explicação ... por que os nossos pontos num ficaram exatamente alinhados?... será que na hora de falar que ‘já ‘ no tempo... ((há muita conversa na sala e P dá bronca)) será:... ahn... a hora da leitura cês tão garantindo que foi perfeito...</p> <p>44. A17: foi ...</p> <p>45. P: ninguém mudou de posição na hora de tirar o termômetro? o termômetro não mudou... porque a gente tinha combinado que não ia MUDAR... então acredito que ninguém ficou mexendo o termômetro dentro d'água... se alguém mexeu... isso pode ter influenciado...agora... será que a posição DA PESSOA ler ... que mudou?</p> <p>46. A4: claro ... ((50')) ((bate o sinal e a professora interrompe a aula / intervalo de 5' / alunos demoram para voltar e há muita agitação na sala ~8'))</p>		
--	--	--

P requer (função orientacional) uma explicação mais completa do porque os pontos não formam uma reta perfeita (T.23). A17 esboça uma explicação com base nas suas observações (T.24), porém P insiste em estimular uma explicação mais rigorosa (função orientacional) no turno 25 – “como variada?”. Nos dois turnos seguintes A17 e A22 continuam a explicar com base em suas observações, sendo que o primeiro usa um gesto especializado para amparar sua fala, já que esta última não é tão boa para expressar a natureza dos significados que ele deseja passar (topológicos) – “ela num segue... os números certinhos... ela... ela... pula de um número pra outro...”.

Essas explicações ainda estão longe da científica, logo P convida novamente seus alunos a elaborar uma explicação mais completa (T.28), valorizando a fala de A22 – “mas porque... que... ela sobe e desce...” – criando um ambiente participativo, mas ao mesmo tempo fixando a idéia de que os pontos devem ser aproximados a uma reta – “... que será que... pode ter influenciado... a nossa medida... pra num ficar uma reta bonitinha...” (função orientacional).

A7 traz os conhecimentos adquiridos em outro contexto (T.29 e T.31) e P repete sua fala para a turma, mas na seqüência retoma seu raciocínio iniciado no turno 28, mostrando mais uma vez qual o foco que ela deseja manter ao repetir a mesma pergunta – “quê que a gente pode ter... ahn... facilitado... ou ajudado um pouquinho... a que num ficasse tudo alinhadinho?” – além de acrescentar mais um elemento a discussão (o termômetro), com o objetivo de discutir possíveis imprecisões nas medidas (função orientacional).

Nos turnos subseqüentes (T.33, T.35 e T.38), os alunos se recusam a falar sobre as imprecisões por provavelmente considera-las como erro. Dessa forma, P – a representante da cultura científica – diz que a posição teórica da física vai explicar essas diferenças (T.41 e T.43). Neste ultimo turno, ela ainda questiona seus alunos sobre as possíveis imprecisões nos procedimentos de medida – “a hora da leitura cês tão garantindo que foi perfeito...”. E A17 continua a negar medidas imprecisas – “foi...” (função representacional).

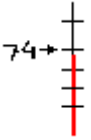
A professora insiste nesta discussão (função orientacional) inserindo dúvidas nos seus comentários – “ninguém mudou de posição na hora de tirar o termômetro? o termômetro não mudou... porque a gente tinha combinado que não ia MUDAR... então acredito que ninguém ficou mexendo o termômetro dentro d'água... se alguém mexeu... isso pode ter influenciado... agora... será que a posição DA PESSOA ler ... que mudou?”. A4 diz que sim, mas o sinal toca e os estudantes saem para o intervalo de 5 minutos (vale lembrar que se trata de uma aula dupla). Assim, o evento continuou depois desse período.

Durante todo o evento o gráfico na lousa exerceu uma função organizacional, uma vez que servia para mostrar o tema da discussão (“por que as medidas não deram uma reta perfeita?”), e também, para fixar em torno de qual problemática dever-se-ia centrar as atenções, além de fixar as características topológicas do fenômeno.

#### Resumo do Evento A – Identificando diferenças nas medidas

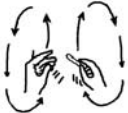

Funções de significado	Verbal		Gestos / Ações
	Oral	Escrita	
<b>Representacional</b>	A.17 e A.22 argumentam que não dão números certinhos (T.24 e T.27)  P chama atenção para imprecisões nas medidas (T.32/41/43)	Gráfico na lousa com pontos marcados conforme a professora observou nos trabalhos dos alunos	A.17 Simula reta horizontal
<b>Orientacional</b>	P insiste numa explicação mais rigorosa (T.25/28/45)  P valoriza a fala dos alunos, mas fixa os pontos importantes (T.28/32)		
<b>Organizacional</b>		Gráfico sistematiza o conhecimento é o ponto de partida para a discussão	

Ao voltar do intervalo, houve uma mudança no foco da discussão, que se iniciou no evento anterior:

Linguagem Oral	Visual	Gestual
<p>1. P: ((grande agitação na sala, professora procura retomar o tema)) ((63'18'')) primeira coisa ... teve gente que <i>arredondou</i> e não tá querendo falar isso ... <u>cê tem o tracinho do termômetro aqui ... se o mercúrio tava - - vamos considerar esta marca 74 - - se o mercúrio tava QUASE no 74</u> ... mas não era exatamente 74 ... falou que era ((64')) ... isso muitas vezes acontece ... a diferença sendo pequenininha a gente arredonda pra cima</p>	<p>P segura um termômetro na mão</p> <p><b>Desenha</b></p> 	<p><u>Vai até a lousa</u></p>
<p>2. P: outro problema que pode ter acontecido ... nós temos um problema de sincronia ... um tava vendo o relógio ... o outro tava vendo o termômetro ... então ... entre o cara falar “já” e o outro ler ...</p> <p>3. A12: e o outro escrever...</p> <p>4. A?: é imprecisão ... né</p> <p>5. P (a): pode ter dado uma diferencinha ... é uma IMPRECISÃO ... não é um ERRO ... ((estudantes comentam ~9''))</p> <p>5. P (b): cês sabem que tem uma coisa chamada TEMPO de reação?</p> <p>6. A: ahn</p> <p>7. P: tem uma coisa ... nosso organismo humano é limitado ... a gente gasta algum TEMPO pra reagir ... entre o de você ver e você for tomar alguma atitude leva sempre algum tempo ... mesmo que seja pequeno ... ((estudantes comentam enquanto P está falando))</p>		

Os alunos não assumiram que arredondaram as medidas, logo, percebendo o receio deles em errar, P retoma a discussão mostrando que isto é normal (T.1), e utiliza concomitantemente a sua fala e um desenho para expressar essa idéia de uma forma visual (função representacional), que é mais eficiente do que a linguagem oral, além de servir de pano de fundo para as explicações posteriores (função organizacional). Na seqüência, ela continua mostrando outra forma de imprecisão comum nas medidas que envolvem mais de uma pessoa – a sincronia. E tem sua fala complementada corretamente por A12 no turno seguinte, mostrando seu entendimento.

No turno 4, um aluno usa o termo correto da ciência para explicitar esse fenômeno – imprecisão. P aproveita a fala do aluno (função orientacional) para mostrar que isto é diferente de erro (função representacional), criando um ambiente participativo. Nos turnos seguintes, ela explica como o tempo de reação humano pode influenciar nessa imprecisão.

Linguagem Oral	Visual	Gestual
<p>8. P: ((65<sup>o</sup>)) outra coisa ... como é que a água esquentada?</p> <p>9. Alunos: no fogo ...</p> <p>10. P: que PROCESSO que ela esquentada?</p> <p>11. A24: as moléculas se agitam ...</p> <p>12. P: ahn...</p> <p>13. A24: as moléculas se agitam ...</p> <p>14. P: as moléculas se agitam ...</p> <p>15. A1: então ... as quentes vão pra cima ...</p> <p>16. P: <u>ai ... sobem as que tão mais quentes ... descem as que estão mais frias ... a água toda tá com a mesma temperatura ao mesmo tempo?</u></p> <p>17. As: não ...</p> <p>18. P: não... pode ter acontecido de o termômetro ter <b>recebido água ... uma hora um pouco mais quente ... outra hora um pouco mais fria...</b> por causa da convecção?</p> <p>19. A4: claro ...</p> <p>20. A7: pode ...</p> <p>21. A: é::...</p> <p>22. P: a diferença seria grande?</p> <p>23. As: não...</p> <p>24. A: sim ...</p> <p>25. P: <i>a diferença que a gente tem aqui é grande?...não...</i></p> <p>26. S: num falei?</p>	<p>Mostra termômetro</p>	<p><u>Gestos</u></p>  <p><b>Gesticula</b></p>  <p><i>Aponta gráfico na lousa e faz gesto de negação com a mão</i></p>

No turno 8, P continua a discussão sobre o que pode ter influenciado a medida com a pergunta: “... como é que a água esquentada?” (função orientacional). Isto também contribui para retomar a atividade criando um contexto para a discussão (função organizacional). E com o objetivo de obter uma resposta mais precisa do que a do turno 9, ela enfatiza o processo de aquecimento (T.10). Assim, A24 e A1 complementam respectivamente: “as moléculas se agitam...” e “então... as quentes vão pra cima...”. Estes alunos já haviam estudado o modelo cinético dos gases e convecção, dessa forma, puderam usar seus conhecimentos para atender a demanda de P (função orientacional).

P continua a valorizar as respostas dos alunos (T.14 e T.16), criando um ambiente participativo (função orientacional), além de revisar o que foi falado (função organizacional). Neste último turno, ela utiliza um gesto para expressar o fenômeno de convecção, que traz um significado adicional a sua fala, terminando com uma pergunta que indica o fato que P deseja mostrar (função representacional), e deseja que os alunos entendam (função orientacional). O gesto ainda mostra como a posição das moléculas da água varia no espaço, possibilitando um melhor entendimento dos alunos (T.17) – articulando os significados tipológicos (a fala) com os topológicos (o gesto), que é uma característica dos significados matemáticos – que no caso ainda não foram formalizados.

Para ilustrar as idéias em questão, P mostra o termômetro (função representacional) e faz um gesto que mostra espacialmente como a água mais ou menos quente pode ter entrado em contato com o bulbo, de forma a dar diferenças na medida (T.18), remetendo ao fenômeno estudado anteriormente (convecção) através de uma pergunta. Neste caso também há uma especialização dos gestos, que articulam os significados tipológicos da fala (água quente ou fria) com os topológicos – que mostram de que forma a água se movimenta dentro do frasco. Ela obtém um feedback de seus alunos (T.19, T.20 e T.21) que evidencia seus entendimentos. Quanto a diferença ser grande ou não, P recorre ao gráfico na lousa (função organizacional), mostrando (função representacional) que as diferenças nos pontos são pequenas (resultado experimental) – novamente o gráfico como recurso visual, se mostra mais eficiente para deixar claro os significados topológicos em questão, dando uma visão mais clara dos conteúdos que estão sendo explicados.

#### Resumo do Evento B– Identificando o que causou diferenças nas medidas

Funções de significado	Verbal		Gestos / Ações
	Oral	Escrita	
<b>representacional</b>	<p>P. mostra que arredondamentos são comuns na ciência, comenta sobre imprecisão na leitura e sobre a sincronia na tomada de dados(T.1)</p> <p>A. usa o termo científico imprecisão (T.4)</p> <p>P enfatiza a diferença entre erro e imprecisão (T.5)</p> <p>A.24 e A.1 trazem uma explicação mais elaborada para o aquecimento (T.11/13/15)</p> <p>P enfatiza como pode ter ocorrido as variações na leitura por causa da convecção (18)</p>	<p>P desenha na lousa a escala do termômetro com a leitura imprecisa</p>	<p>P mostra um termômetro</p> <p>P usa um gesto para ilustrar a convecção (T. 16)</p> <p>P mostra o termômetro e faz um gesto que mostra como a água se movimentou no frasco (T.18)</p> <p>P mostra no gráfico que as diferenças não são grandes(T.25)</p>

<p><b>Orientacional</b></p>	<p>A.12 completa a fala de P, mostrando o seu entendimento e a existência de um ambiente participativo</p> <p>P usa o termo usado por A. para dar a explicação (T.5)</p> <p>P. usa perguntas que mantêm o foco da discussão (T.8/10)</p> <p>P usa a palavras dos alunos para focar a discussão (T. 16)</p> <p>Alunos parecem entender ao responder a questão de P (T.17)</p> <p>Alunos aparentam compreender (T.19/20/21)</p>		<p>Gesto de P indica com a discussão deve seguir (T.16)</p>
<p><b>Organizacional</b></p>	<p>P. retoma o tema com perguntas (T.8)</p> <p>P revisa as idéias em questão (T. 16)</p>		<p>Gráfico mantém o foco da discussão (T.25)</p>

## DISCUSSÃO

Como é observado na análise os diversos modos comunicativos são importantes na construção dos significados sobre o aquecimento da água, e sobre as incertezas nas medidas. Os gestos, desenhos e objetos usados possibilitam articular as características tipológicas que foram usadas para descrever o fenômeno – como, por exemplo, quente e fria – com a topologia da natureza (movimentação das moléculas de água no espaço).

O gráfico é usado em todo o evento para organizar as observações em torno de suas características (função organizacional). E é empregado também por todos que participaram da discussão para apoiar suas asserções sobre o que aconteceu durante o aquecimento da água, como pode ser observado na fala do aluno 22, na primeira parte da transcrição, no turno 8: “ela sobe e desce...”. Além de ser usado para indicar como ocorre o fenômeno, apoiado ao conhecimento desenvolvido em outras aulas (convecção), no qual alguns alunos acompanham o raciocínio da professora (T.19, T.20 e T.21). O conteúdo organizacional foi fixado também pelas constantes perguntas da professora, que tinham por objetivo retomar a atividade (“que será que... pode ter influenciado... a nossa medida... pra num ficar uma reta bonitinha... se tem toda a cara de que aquilo devia ser uma reta? “, “outra coisa... como é que a água esquentou?” etc).

Durante toda a atividade foi importante também o trabalho que a professora desenvolveu para chamar a atenção dos estudantes para as características relevantes ao aquecimento da água (função representacional), e para manter o foco da discussão (orientacional). No primeiro aspecto, pontuando o que é importante olhar (termômetro, diferenças, pontos não formam uma reta precisa etc), e no segundo, convidando os alunos a participar (“quê que a gente... quê que a gente pode ter... ahn... facilitado... ou ajudado um pouquinho... a que num ficasse tudo alinhadinho?”, “a gente teve precisão...o suficiente na leitura”, etc), além de valorizar a fala deles (“pode ter dado uma diferencinha ... é uma IMPRECISÃO ... não é um ERRO ...”, “as moléculas se agitam ...”, etc), mas ao

mesmo tempo direcionando a conversa para os aspectos importantes: “mas porque... que ... ela sobe e desce... será::: que... se a gente conseguisse condições melhores de trabalho... ((comentários de alunos)) mais reta...((comentários de alunos)) que será... que será que... pode ter influenciado... a nossa medida... pra num ficar uma reta bonitinha... se tem toda a cara de que aquilo devia ser uma reta?”. Dessa forma, foi estabelecido um ambiente participativo, no qual os estudantes poderiam contribuir dentro dos limites estabelecidos pela professora.

Finalizando, mais dados precisam ser analisados, mas os resultados preliminares começam a mostrar que este tipo de aula dá condições aos estudantes trabalhar as diversas linguagens da ciência, mais a linguagem matemática, possibilitando-os construir os significados típicos desta última, enriquecendo muito a atividade de ensino. Isto é evidenciado nas participações dos estudantes que começam a utilizar recursos semióticos que indicam tanto variações por tipo quanto por grau, que é uma característica dos significados matemáticos.

## REFERÊNCIAS

- CARVALHO, A.M.P.; SANTOS, E.; AZEVEDO, M.C.; DATE, M.; FUJII, S. & NASCIMENTO, V.B. *Termodinâmica: um ensino por investigação*. São Paulo: Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, 1999.
- CAPECCHI, M.C.M.; SCOTT, P. & CARVALHO, A.M.P. Modos de significação nas aulas de física. *Comunicação Oral / Semana da educação*, FEUSP, 2003.
- CAPECCHI, M.C.M. *Aspectos da Cultura Científica em Atividades de Experimentação nas Aulas de Física*. Tese (Doutorado). Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, 2004.
- DRIVER, R.; ASOKO, H.; LEACH, J.; MORTIMER, E. & SCOTT, P. Construindo o conhecimento científico na sala de aula. *Química na Nova Escola*, n.9, maio, p.31-40, 1999.
- GIL PÉREZ, D.; FURIÓ MAS, C.; VALDÉS, P.; SALINAS, J.; MARTÍNEZ-TORREGROSA, J.; GUIASOLA, J.; GONZÁLEZ, E.; DUMAS-CARRÉ, A.; GOFFARD, M. & CARVALHO, A.M.P. ¿Tiene sentido seguir distinguiendo entre aprendizaje de conceptos, resolución de problemas de lápiz y papel y realización de prácticas de laboratorio? *Enseñanza de las ciencias*, v.17, n.2, p.311-320, 1999.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA (2004). Melhora desempenho brasileiro no Pisa. Disponível em: [http://www.inep.gov.br/imprensa/noticias/outras/news04\\_51.htm](http://www.inep.gov.br/imprensa/noticias/outras/news04_51.htm); acessado em 11/07/2005.
- LEMKE, J. Multiplying Meaning: visual and verbal semiotics in scientific text. In: Martin, J. e Veal, R. (eds.), *Reading Science*. Londres, Routledge, 1998.
- LEMKE, J.L. “Mathematics in the Middle: Measure, Picture, Gesture, Sign, and Word”. In Anderson, M., Saenz-Ludlow, A., Zellweger, S. & Cifarelli, V., (Eds.). *Educational Perspectives on Mathematics as Semiosis: From Thinking to Interpreting to Knowing*. pp. 215-234. Ottawa: Legas Publishing. 2002.
- MÁRQUEZ, C. IZQUIERDO, M. & ESPINET, M. Comunicación Multimodal en la Clase de Ciencias: El Ciclo Del Agua. *Enseñanza de las Ciencias*, v.21, n.3, p. 371-386, 2003.
- PIETROCOLA, M. A matemática como estruturante do conhecimento físico. *Caderno Brasileiro do Ensino de Física*, v.17, n.1, p.93-114, 2002.