

ANDRÉA HORTA MACHADO

Aula de Química  
discurso e conhecimento

Este exemplar corresponde à redação  
final da Tese defendida por  
Andréa Horta Machado  
e aprovada pela Comissão Julgadora.  
Data: 25 / 03 / 1999

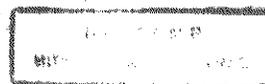


Profª Dra Ana Luiza B. Smolka

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
FACULDADE DE EDUCAÇÃO  
DEPARTAMENTO DE METODOLOGIA DE ENSINO

1999

9911658



UNIDADE	BC
N.º CHAMADA:	
Ex.	
BC/37761	
229/99	
D	<input checked="" type="checkbox"/>
R\$ 11,00	
DATA 03/06/99	
N.º CPD	

CM-00123929-3

**CATALOGAÇÃO NA FONTE ELABORADA PELA BIBLIOTECA  
DA FACULDADE DE EDUCAÇÃO/UNICAMP**

M18a Machado, Andréa Horta.  
Aula de química : discurso e conhecimento / Andréa Horta  
Machado. -- Campinas, SP : [s.n.], 1999.

Orientador : Ana Luiza Bustamante Smolka.  
Tese (doutorado) - Universidade Estadual de Campinas,  
Faculdade de Educação.

1. Química (Segundo grau) – Estudo e ensino. 2. Ensino -  
Metodologia. 3. Aprendizagem. 4. Reações químicas. 5.  
Linguagem – Estudo e ensino. I. Smolka, Ana Luiza  
Bustamante. II. Universidade Estadual de Campinas.  
Faculdade de Educação. III. Título.

Tese apresentada como exigência parcial para obtenção do  
Título de **Doutor em Educação** na Área de Concentração:  
Metodologia de Ensino, à Comissão Julgadora da Faculdade  
de Educação da Universidade Estadual de Campinas, sob a  
orientação da Profa. Dra. Ana Luiza Bustamante Smolka

**Comissão Julgadora**

*Amale*  
*Andréia de Almeida*  
*João Almeida*  
*Rodrigues Ror*  
*Raulo Pinheiro*

## Resumo

O objetivo deste trabalho é buscar compreender e dar visibilidade às relações entre a construção do conhecimento químico e o discurso. Assim, analisa-se, a partir das contribuições da perspectiva histórico cultural, cinco momentos discursivos de aulas da disciplina de Química Geral, oferecida no primeiro ano do Colégio Técnico da UFMG.

A principal questão investigada relaciona-se às condições concretas de elaboração do conhecimento na sala de aula de química. Como estas condições interferem, marcam, diversificam ou constituem o processo de construção de conhecimentos químicos? Como os alunos e a professora participam do processo de elaboração coletiva do conhecimento? Que objetos de conhecimento estão sendo elaborados e como?

Assumindo que é na dinâmica das interações que a significação se produz, enfocamos os processos de enunciação na aula de química, procurando relacionar construção de conhecimento e produção de sentido. As análises dos momentos discursivos tornaram visíveis: 1. modos de apropriação das palavras e do conhecimento historicamente construído; 2. modos de elaboração conceitual relacionados a restrições de sentido nas relações de ensino, e 3. modos de participação dos sujeitos na elaboração de formas de pensamento químico. Com base nessas análises, discutimos a relação constitutiva pensamento/linguagem, bem como as implicações desse modo de compreender conhecimento e discurso para as relações de ensino.

## **Abstract**

This study aims at the understanding of some relationships between chemical knowledge and discourse. Taking as points of departure the contributions of the historico-cultural perspective, it analyses discursive moments taken from a General Chemistry class at a Brazilian public highschool.

The study's main question is related to the actual conditions of knowledge elaboration in a chemistry classroom. How do these conditions interfere, mark, diversify or constitute the process of knowledge construction in chemistry? How do students and teacher participate in this collective process? What objects of knowledge are being constructed and how?

Assuming that signification and meaning are produced within the interactive dynamics, we focused on the uttering processes which happened in a series of chemistry lessons, attempting to relate knowledge construction and sense production. The analyses of discursive moments turned visible: 1. modes of appropriation of words and historically constructed knowledge; 2. modes of conceptual elaboration related to sense restriction within teaching relationships; and 3. modes of participation of subjects in the elaboration of forms of chemical thinking. Based on these analyses, we discussed the constitutive relation between thinking and language, and the implications of such a way of conceiving and understanding knowledge and discourse to the teaching of chemistry.

## Sumário

Capítulo 1 – Salas de Aula .....	15
• Sala de aula de ciências: construtivismo e construção de conhecimento.....	18
Capítulo 2 – Perspectiva histórico- cultural: inspiração para análises.....	34
Capítulo 3 – Aulas de Química: o que interessa investigar?.....	48
• Aula de Química: objeto de investigação.....	48
• Aula de Química: conhecimento químico e discurso.....	52
Capítulo 4 - Aulas de Química: analisando o movimento discursivo.....	62
• A atmosfera do já-dito.....	64
• Posições dos sujeitos e modos de apropriação das palavras e do conhecimento.....	74
• Voz alheia, voz própria alheia, voz própria.....	86
• Elaborando uma forma de olhar para e de falar sobre o fenômeno.....	93
• Elaborando uma forma química de pensar.....	99
Capítulo 5 – Do ensino da Química - ou de como se pode ensinar/aprender um certo modo de conhecer o mundo.....	110
• O que pode ter visibilidade a partir do conhecimento químico?.....	115
• Aspectos fenomenológicos do conhecimento Químico.....	121
• Aspectos teóricos do conhecimento Químico.....	124
• Aspectos representacionais do conhecimento Químico.....	125
Anexos.....	138
Referências Bibliográficas.....	144

## MUITAS VOZES

Ferreira Gullar

MEU POEMA  
É UM TUMULTO:  
A FALA  
QUE NELE FALA  
OUTRAS VOZES ARRASTA EM ALARIDO.

(ESTAMOS TODOS NÓS  
CHEIOS DE VOZES  
QUE O MAIS DAS VEZES  
MAL CABEM EM NOSSA VOZ:

SE DIZES PERA  
ACENDE-SE UM CLARÃO  
UM RASTILHO DE TARDES E AÇÚCARES  
OU  
SE AZUL DISSERES  
PODE SER QUE SE AGITE  
O EGEU  
EM TUAS GLÂNDULAS)

A ÁGUA QUE OUVISTE  
NUM SONETO DE RILKE  
OS ÍNFIMOS  
RUMORES DE CAPIM  
O SABOR  
DO HORTELÃ  
(ESSA ALEGRIA)  
A BOCA FRIA DA MOÇA  
O MARUIM  
NA POÇA  
A HEMORRAGIA  
DA MANHÃ  
TUDO ISSO EM TI  
SE DEPOSITA  
E CALA.

ATÉ QUE DE REPENTE  
UM SUSTO  
OU UMA VENTANIA  
(QUE DISPARA O POEMA)  
CHAMA ESSES FÓSSEIS À FALA

MEU POEMA É UM TUMULTO,  
UM ALARIDO:  
BASTA APURAR O OUVIDO.

Muitas vozes  
erreira Gullar  
Meu poema é um  
tumulto: a fala  
que nele fala  
outras vozes  
arrasta em  
alarido. (estamos  
cheios de  
vozes que o  
poema já se arrasta  
em massa  
dizendo  
de vozes  
arrasta

**MEU POEMA  
É UM TUMULTO:  
A FALA  
QUE NELE FALA  
OUTRAS VOZES ARRASTA EM ALARIDO.**

PARA

ANA LUIZA SMOLKA  
ELIZABETH CLARCK  
LILAVATE ROMANELLI  
NIVIA SCHEMBRI  
THÄIS ABI SÂMARA

que me ajudam a compreender  
que a visibilidade é algo que nem sempre  
se consegue através do que os olhos podem ver,  
do que os modelos podem imaginar  
ou do que as palavras podem falar.

erreira Gullar  
leu poema é um  
muito: a fala  
ne nele fala  
utras vozes  
rasta em  
arido. Nos  
dos nos  
vozes  
mais de vez  
nem  
z se dizes  
end-se  
aio um  
estilho de

**(ESTAMOS TODOS NÓS  
CHEIOS DE VOZES  
QUE O MAIS DAS VEZES  
MAL CABEM EM NOSSA VOZ:**

Ana Luiza Smolka, pela acolhida, a interlocução, os mails, os sonhos...é muito difícil encontrar alguém como a Ana, com sua generosa capacidade de acolher o crescimento das pessoas que estão à sua volta. Com ela venho aprendendo a conviver com o diferente, a respeitar as formas de pensar/falar do outro. Foi para mim um presente muito especial ter a oportunidade de constituir esta relação de orientação, amizade e confiança!

Meus alunos de 1995 e 1996 que constituem grande parte do que está aqui.

Eduardo Mortimer, com quem venho trabalhando nos últimos anos. Voz presente e muito importante para minha formação como professora e pesquisadora.

Lilavate Romanelli, com quem essa caminhada pelas aulas de química começou. Como professora, orientadora, colega de trabalho, amiga... voz sempre presente.

Luciene, Aline e Adriana, que contribuíram com o trabalho paciente e dedicado de fazer as transcrições das aulas que analisei!!

Lila, Luiz Adolfo e Rosemeire, por terem disponibilizado seu tempo para leituras, comentários, correções e sugestões do texto que apresentei para o exame de qualificação.

Roxane Rojo e Roseli Schnetzler, pelas contribuições delicadas e generosas que ofereceram na qualificação.

Família Machado - Adriana, José Luiz, Eduardo, Rosemeire e, principalmente, Hermeto e Maria de Lourdes que, na sua imensa generosidade de pais, cotidianamente ofereceram o apoio efetivo para que eu pudesse me dedicar a este trabalho evitando idas ao banco, compras, gerenciamentos domésticos. E, sobretudo, por serem responsáveis por uma atmosfera de muita paz espiritual!

Adriana, o agradecimento especial pelo envolvimento nas transcrições e na programação visual do texto final da Tese.

Família Hiratuka, Eliane, Célio e Rodrigo. A acolhida tão fundamental, o carinho, o sossego, o acesso irrestrito à internet, a comida japonesa, o Bob, as caronas para o aeroporto e rodoviária, os momentos de lazer, as longas conversas sobre bebês e outras coisas mais. Principalmente por me possibilitarem o privilégio de tê-los como minha querida família campineira!

O grupo dos paradidáticos que, na interlocução com a Deborah, Luciana, Rúbia e Adalberto, constituiu um grupo de trabalho inesquecível. Meus agradecimentos por sempre compreenderem minha presença restrita.

O FoCo, Kátia, Dalva, Nilma, Ademilde, Raquel, Flávia, Luis Adolfo pela força e compreensão. Especialmente à Penha, ao Adson e ao Flávio que "seguravam as barras" e providenciavam tudo para que as coisas funcionassem na minha ausência e na ausência do Duzão.

Meus colegas do Setor de Química do Coltec, Lilian, Gilberto, Ana Luisa, Ronaldo, Marcos, Paulo, Eduardo, Édila, Haroldo, e os eventuais substitutos que assumiram meus encargos didáticos para que eu pudesse ter um tempo maior de dedicação a este trabalho, meu agradecimento de coração.

Prof. Árvuna Castelli que inicialmente colocou à minha disposição o material para o registro das aulas.

Aos amigos de/para sempre Lízia e Rai

Capes, instituição que possibilitou o auxílio financeiro para a elaboração deste trabalho.

Uma das vozes  
Arreira Gullar  
eu poema é um  
muito: a fala que  
le fala outras  
vezes arrasta em  
Arido. (estamos  
do nos cheio de  
que o mais  
é assim este  
na sua voz: se  
espera Acende  
um clarão um  
de tarde e  
açúcares ou se

**SE DIZES PERA  
ACENDE-SE UM CLARÃO  
UM RASTILHO DE TARDES E  
AÇÚCARES**

# Capítulo 1 Salas de Aula

Questões relacionadas à sala de aula me acompanham há muito tempo. Se eu for buscar a gênese disso, talvez eu a encontre no fato de ter estudado em uma excelente escola durante o ensino médio e de ter me decepcionado muito no curso universitário. Isso gerou em mim um inconformismo. Como aluna vivi, por um lado, durante o ensino médio, a oportunidade de aprender profundamente e com prazer. Por outro lado, durante a graduação em Química, convivi com um processo ensino-aprendizagem que desconsiderava o que já havia aprendido anteriormente, quem eu era e porque tinha chegado ali. O meu curso de Química na universidade foi uma experiência desestimulante em relação ao aprender. Assim, pude vivenciar processos de aprendizagem com marcas muito diferentes. Sob o meu ponto de vista, talvez isso tenha influenciado o fato de hoje, em meu trabalho de doutoramento, eu estar ainda me dedicando às questões da sala de aula.

Este papel tão fundamental que a sala de aula teve na minha constituição como aluna, professora, pesquisadora e como Andréa nos dá algumas pistas sobre sua importância nas elaborações e no desenvolvimento dos sujeitos.

Venho trabalhando com professores de Química e Ciências de diversos níveis de ensino e em diversas localidades do Brasil. Tenho tido também contatos pessoais com professores de outras áreas de conhecimento e sempre que discutimos sobre questões de ensino, o

cotidiano da sala de aula é destacado. Afinal de contas, como professores, temos uma tarefa cotidiana: "dar" aula! E todos pretendemos que nossos alunos aprendam "mais e melhor", não é?

Minha proposta inicial de investigação para o doutorado tem início em um trabalho anterior que deu origem a minha dissertação de mestrado (Machado, 1992). Naquele momento trabalhei com uma perspectiva teórica muito utilizada por pesquisadores na área de Educação Química na década de 80, a Teoria da Aprendizagem Significativa de David P. Ausubel.

Ausubel, psicólogo cognitivista americano, elaborou uma teoria que admitia que a aprendizagem significativa ocorre através da "ancoragem" de um novo conhecimento a um conceito já existente na estrutura cognitiva do sujeito. Para que um novo conceito a ser apreendido faça sentido para o aluno é fundamental a existência de conceitos anteriores relevantes na estrutura cognitiva do sujeito. Segundo ele sua teoria poderia se resumir em "saiba o que seu aluno já sabe e ensine-o de acordo".

O referencial teórico proposto por Ausubel pareceu oferecer uma explicação muito razoável para questões relativas ao processo ensino aprendizagem, pelo menos para uma professora de Química recém formada e na docência há muito pouco tempo. Na verdade, naquela época, eu nem sabia bem o que era um referencial teórico e muito menos porque as idéias de Ausubel eram criticadas por alguns e utilizadas por outros pesquisadores. Assisti a várias discussões a esse respeito e, confesso, achava um absurdo alguém pensar em colocar em questão a "primeira solução que tinha encontrado para meus problemas em relação a ensinar Química"!

Trabalhei com as idéias de Ausubel, apresentei minha dissertação de mestrado, mas fiquei interessada em aprofundar um pouco mais algumas questões relacionadas à elaboração de significados. Quais são os processos envolvidos nesta ancoragem de conceitos? Como podemos compreender os movimentos desses conceitos na sala de aula? Os alunos elaboram suas explicações para os fenômenos químicos e, muitas vezes, estas são muito diferentes daquelas elaboradas pela ciência, mas seria de se esperar que fosse de outra forma?

Estas questões referem-se então a uma questão epistemológica mais geral da construção do conhecimento. Mas, de que lugar falo aqui sobre essas questões epistemológicas?

Falo sobre essas questões como professora: alguém que tem o papel social de possibilitar aos alunos o contato com os modos através dos quais o conhecimento químico pode possibilitar que se fale/pense sobre o mundo, dando visibilidade aos materiais, suas transformações e sua constituição. Como pesquisadora, interessada em buscar o que não está imediatamente visível na construção do conhecimento químico na escola. E ainda, e talvez principalmente, como uma pessoa que busca considerar que a visibilidade é algo que nem sempre se consegue através do que os olhos podem ver, do que os modelos podem imaginar ou do que as palavras podem falar.

## Sala de aula de ciências: Construtivismo e Construção de Conhecimento

Meu processo de elaboração, na tentativa de compreender a aprendizagem de conceitos científicos em sala de aula, foi inicialmente constituído por muitas vozes "construtivistas". Meus primeiros contatos mais sistematizados com as questões da sala de aula foram marcados por esta forma de falar/pensar sobre o processo ensino-aprendizagem. Minha prática também baseia-se em muitos desses pressupostos, apropriados por pessoas que elaboraram materiais didáticos para o ensino de Química. As atividades que até então venho desenvolvendo em sala de aula, e que são objeto de análise neste trabalho, foram concebidas no início da década de 80, quando a novidade destas idéias borbilhava entre nós.

Essas vozes construtivistas vêm constituindo, na Educação em Ciências, um marco muito importante que tem orientado a reestruturação de currículos, a proposição de programas de formação de professores e a realização de pesquisas sobre a aprendizagem de conceitos científicos na sala de aula. Muito do que se faz hoje em termos de pesquisa -o levantamento bibliográfico que realizei deixa isto muito claro - tem esta referência teórica<sup>1</sup>.

Assim, considero fundamental fazer uma reflexão sobre como as formas de falar e de pensar sobre o processo de aprender e ensinar ciências nas salas de aula vêm sendo elaboradas ao longo da última década, sob a perspectiva

---

<sup>1</sup>Há um artigo publicado pelo Prof. Richard White em 1997 que mostra alguns dados sobre as pesquisas em ensino de ciências (White, 1997).

construtivista que foi sendo apropriada pela comunidade de pesquisadores em Educação em Ciências. Vou procurar considerar como os educadores em ciências "construtivistas" falam sobre a elaboração - neste caso sobre a construção - de conceitos científicos nas salas de aula.

Considerar o construtivismo na Educação em Ciências coloca-me diante do problema de sua diversidade. De qual "construtivismo" estou falando?

Para delimitar meu foco vou recorrer ao recorte proposto por Tobin, Tippins e Gallard (1994). Para eles, numa análise das implicações do construtivismo na Educação em Ciências, é interessante que se faça uma distinção entre o construtivismo como uma referência teórica, uma teoria de aprendizagem de conceitos científicos, e como método, considerando-se suas implicações pedagógicas.

Apesar da diversidade assumida pelo construtivismo como uma teoria da aprendizagem, pelo menos dois pressupostos podem ser reconhecidos como gerais:

1. *o conhecimento não é transmitido, mas construído ativamente pelos indivíduos;*
2. *aquilo que o sujeito já sabe influencia na sua aprendizagem.*

Esses pressupostos têm sido compartilhados por muitos pesquisadores e acabaram configurando-se de forma a abarcar uma variedade de visões e abordagens. Parece que por serem muito gerais e admitirem um relativo consenso, possibilitaram que muitos considerassem o construtivismo "como uma grande teoria, aplicável a todas as instâncias e não simplesmente como uma visão de aprendizagem que possui um valor parcial" (Osborne, 1996).

A busca de elementos que auxiliassem os pesquisadores na compreensão do processo de construção de conceitos científicos teve como referenciais teóricos, principalmente, a epistemologia de Piaget sendo influenciada também pela teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel e pelas idéias de construtos pessoais de Kelly.

Esses autores tiveram em perspectiva aspectos cognitivos da construção de conhecimento, assumindo essa construção como uma atividade individual. A partir desses pontos de vista o processo de construção de conceitos em sala de aula seria o resultado da interação dos sujeitos com os objetos de conhecimento, enquanto o meio social concebido como algo que "influencia" o processo. Assim, um novo conceito seria ancorado ou assimilado a conceitos ou esquemas conceituais já existentes na estrutura cognitiva do sujeito. Essa ancoragem, ou assimilação, envolveria a transformação do conhecimento já existente por um novo. Não haveria, portanto, a possibilidade da coexistência de diferentes esquemas conceituais relacionados a diferentes contextos.

Ensinar ciências se configuraria como um processo no qual a exposição dos alunos a situações de conflito seria o caminho adequado para possibilitar a superação das concepções prévias e a construção de conceitos científicos.

As pesquisas em ensino de ciências tiveram um grande desenvolvimento durante a década de 80<sup>2</sup>. As contribuições oferecidas pelos autores que já citei para a compreensão do processo de construção

---

<sup>2</sup>Há um artigo interessante publicado em 1988 por pesquisadores da Monash University, na Austrália, que apresenta uma análise do desenvolvimento das pesquisas em Educação em Ciências naquela universidade durante as décadas de 70 e 80.

de conceitos científicos foram estabelecendo um referencial norteador para a proposição de programas de pesquisa.

Esse referencial focalizava muito os esquemas e estruturas conceituais. Assim, em termos de pesquisa, estes eram os objetos centrais. Inicialmente, então, as investigações tiveram o objetivo de compreender como os alunos concebiam tópicos ou conceitos específicos em Ciências.

Para Millar (1989), apesar de dispersos geograficamente, esses trabalhos configuraram o que ele chamou de Movimento das Concepções Alternativas (MCA) que produziu - e ainda produz - muitos trabalhos.

Os interesses, em geral, estavam em realizar levantamentos para revelar o que os alunos concebiam sobre vários fenômenos físicos, químicos e biológicos (Pfundt & Duit, 1994; Driver, Guesne & Tiberghien, 1985). Metodologicamente colocava-se uma questão: como ter acesso ao que se estruturava nas mentes dos sujeitos?

Nesse contexto os pesquisadores utilizavam muito entrevistas e outras técnicas interpretativas para investigar e descrever como os estudantes compreendiam vários fenômenos naturais, trazendo para a pesquisa a proposição de uma abordagem qualitativa. Os testes de associação de palavras e de mapeamentos de conceitos também foram muito utilizados. A escolha desses métodos para investigação derivava da consideração de que existiriam conexões estáveis entre as idéias inseridas em algum tipo de estrutura (Millar, 1989).

A constatação básica que se pode depreender desses trabalhos foi que as concepções trazidas pelos alunos para as salas de aula de ciências eram muito diferentes daquelas "cientificamente aceitas" e que isso dificultaria a aprendizagem dos conceitos científicos, evidenciando as

dificuldades dos estudantes para internalizar os modelos explicativos da ciência e aplicá-los corretamente (Osborne, 1996).

O Movimento das Concepções Alternativas foi importante porque levou a pesquisa em Educação em Ciências para a sala de aula, colocando-a em contato com as necessidades dos professores e destacando detalhes específicos do ensino de alguns conteúdos. Isso representou um desafio para o paradigma corrente na pesquisa em Educação em Ciências que, até então, tratava o processo de aprendizagem como uma caixa preta olhando apenas os inputs e os outputs. Millar (1989) aponta que, provavelmente, esse tipo de pesquisa tenha tido ressonância com mudanças de enfoque na pesquisa educacional mais geral, que ocorria na época, de um desenho mais quantitativo para abordagens mais qualitativas. Havia também um interesse de focalizar as investigações nas salas de aula. Talvez isto tivesse favorecido o rápido desenvolvimento desse programa de pesquisa.

Para Osborne (1996), o construtivismo na Educação em Ciências parece ter se colocado em contraponto a duas características dominantes nas reformas curriculares dos anos 60 e 70: uma epistemologia apoiada em um empirismo ingênuo e um modelo de desenvolvimento cognitivo que apontava para a existência de estágios que limitavam as capacidades das crianças. Osborne aponta um artigo escrito em 1978 pela Prof<sup>a</sup>. Rosalind Driver como um marco no início de uma mudança de posição em relação à Educação em Ciências (Driver e Easley, 1978). Esse mesmo artigo é citado pela Professora Joan Solomon como sendo memorável no sentido de ter "criado ferramentas para a acelerada ascensão do construtivismo na Educação em Ciências". Para a

autora a circulação e a grande incorporação do discurso construtivista na Educação em Ciências ocorreu porque este trazia em seu corpo de conhecimentos um novo vocabulário que possibilitava uma conexão com as teorias educacionais e filosóficas contemporâneas, o que poderia ser valioso na época (Solomon, 1997).

Sob meu ponto de vista é importante considerar "quem" eram estes pesquisadores que começaram a fazer circular esse discurso. De que ponto de vista teórico-metodológico falavam?

A questão da busca de caminhos para empreender mudanças na prática docente, a partir das investigações realizadas sob a referência do construtivismo, parece revelar um pouco de onde falam os pesquisadores em Educação em Ciências. Talvez essa necessidade de incorporar os conhecimentos obtidos com as pesquisas na prática docente tenha uma relação estreita com o fato de muitos dos pesquisadores nessa área atuarem, ou já terem atuado, em salas de aula. Podemos supor, pelo menos, que quase todos são ligados a universidades e tenham uma sensibilidade para o trabalho com professores do ensino médio e fundamental. O provável, portanto, é que tenham uma ligação estreita com os "fazereres da sala de aula". Isto me leva a imaginar que é possível que as idéias construtivistas tenham sido tão amplamente incorporadas porque ofereciam uma importante contribuição para resolver uma questão fundamental para nós professores: o que fazer na sala de aula. Talvez esteja aí o seu sucesso enquanto método.

As idéias teóricas construtivistas ofereceram suporte para muitas mudanças na sala de aula, principalmente no que se refere à organização dos conteúdos e à proposição de atividades para os alunos,

dois pontos fundamentais para o nosso cotidiano de professores. Por seus princípios gerais e de consenso relativamente fácil puderam ser incorporados por aqueles que talvez tenham tido sua formação em outra área, como a Química, a Física e a Biologia. Este argumento pode ser reforçado pelo trabalho elaborado por Gunstone (1988) que relata como algumas teorias de aprendizagem, como a de Ausubel e a de Gagné, tiveram uma fácil aceitação entre os pesquisadores da Universidade de Monash, devido à sua aparente simplicidade. Osborne (1996) argumenta na mesma linha considerando que a aceitação das pesquisas desenvolvidas a partir de pressupostos construtivistas pode estar relacionada ao fato de que essas pesquisas revelaram algo que teve muito significado para o cotidiano dos professores.

As evidências empíricas propiciadas pelas pesquisas realizadas dentro do Movimento das Concepções Alternativas ofereceram subsídios para que alguns pesquisadores chegassem a propor modelos construtivistas para o ensino de Ciências (Driver e Bell, 1986). Essa necessidade de buscar interrelação entre o construtivismo como referência teórica e como método parece, entretanto, ter constituído a base para muitos problemas.

As derivações pedagógicas desse construtivismo na Educação em Ciências configuraram algumas propostas de ensino que buscaram o engajamento ativo dos alunos em seu processo de aprendizagem. Isso concretizou-se em atividades através das quais o conhecimento científico pudesse ser construído. Essas atividades focalizavam os sujeitos, solicitando-os a articularem e utilizarem seu raciocínio em um conjunto de exercícios estruturados e freqüentemente propostos para serem realizados

em grupo. A necessidade de se dar voz aos alunos, nas discussões com o grupo e com o professor, foi muito enfatizada por essas propostas. Além disto elas foram também muito marcadas por uma organização conceitual constituída de forma hierárquica. Alguns materiais apresentavam, inclusive, mapas conceituais mostrando possíveis interrelações entre conceitos.

Uma contribuição para esta questão foi dada pela publicação de um trabalho por Posner e Strike, em 1982, que teve uma grande repercussão na comunidade internacional. Naquele artigo os autores propuseram um modelo de ensino que tinha como objetivo facilitar as mudanças de concepções dos alunos de forma a aproximá-las das concepções científicas. O modelo de mudança conceitual foi inicialmente proposto para explicar "as dimensões substantivas do processo pelo qual os conceitos centrais e organizadores das pessoas mudam de um conjunto de conceitos a outro, incompatível com o primeiro" (Posner e Strike, 1982, p.211).

A partir das idéias sobre mudança conceitual algumas propostas de ensino foram elaboradas procurando incorporar as condições propostas pelo modelo nas salas de aula de ciências e acompanhar as mudanças conceituais dos alunos.

A abordagem das pesquisas que propunham acompanhar a ocorrência de mudança conceitual em função de um processo de ensino envolveriam, em geral, a realização de pré e pós testes para fazer levantamentos de concepções dos estudantes antes e após o processo de ensino. Os resultados desses trabalhos não foram muito animadores pois o que se constatou foi que a mudança conceitual não era percebida na

intensidade que se imaginava.

Parece que podemos perceber uma certa contradição. Em seu modelo teórico, o construtivismo concebe a aprendizagem como um movimento interno e individual, apenas facilitado pela situação social mais imediata. Na concretização desse modelo, entretanto, centra suas propostas em atividades em grupo, em geral em torno de um fenômeno físico, químico ou biológico, valoriza a interação e o diálogo do estudante com seus colegas e com o professor.

Críticas feitas a esse construtivismo apontam problemas epistemológicos e filosóficos. Apesar disso, alguns autores concordam que, como método, o construtivismo contribuiu muito para trazer modificações para as aulas de ciências.

Para Matthews (1992) - com as ênfases na compreensão como um dos objetivos do ensino de ciências; no engajamento dos alunos em sua aprendizagem; no diálogo, na conversa, na argumentação, e na justificativa entre professores e alunos - o construtivismo possibilitou a mudança de uma característica marcante de muitas aulas de ciências: a aprendizagem por memorização e repetição, contribuindo para uma crítica ao "didatismo" (Osborne 1997).

As possibilidades abertas pelas novas estratégias propostas para a abordagem de conceitos científicos levaram, na opinião de Solomon (1994a), a uma melhor compreensão sobre o pensamento científico dos alunos. Entretanto, num texto no qual repensa a Educação em Ciências, O'Loughlin (1992), critica a pedagogia centrada no aluno, derivada das concepções construtivistas. Para ele as principais questões referem-se à falta de discussões sobre a natureza dos processos comunicativos

envolvidos na aprendizagem ativa e sobre as relações de poder entre alunos e professores em uma sala de aula construtivista.

A sala de aula de ciências, a partir desses pontos de vista teóricos e metodológicos, poderia ser descrita como espaço no qual indivíduos se engajam ativamente, em conjunto com seus pares, na busca de compreender e interpretar fenômenos por si próprios (Driver, Asoko, Leach, Mortimer & Scott, 1994).

O papel do outro, quer pensemos no professor ou nos alunos, seria o de estimular diferentes perspectivas para a reflexão, o que facilitaria a atribuição individual do significado. Em um texto no qual discute as relações intersubjetivas na construção de conhecimentos, Góes (1997) aponta que na perspectiva dessa abordagem

*"atribui-se ao professor um papel de encorajador e facilitador, e recomenda-se a intensificação de experiências cooperativas entre parceiros. Entretanto, a atribuição de um papel de influência ao outro e às condições contextuais apoia-se na noção de que os efeitos do meio social apenas modulam um processo que é próprio do sujeito. Assim, os processos intersubjetivos não são concebidos como instância efetivamente constitutiva, pois é privilegiada a idéia de construção individual"*  
(Góes, 1997, p.13).

A questão da atribuição de sentido às novas informações envolveria a capacidade dos esquemas conceituais relacionarem um novo conceito à sua estrutura. Assim, os sentidos se constituiriam a partir da existência de conceitos ou esquemas na mente dos sujeitos e da natureza e organização das novas informações apresentadas. Na Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, por exemplo, um novo conceito só fará sentido para o aluno se este já possuir um conceito mais geral em sua

estrutura cognitiva. Ou seja, o que constitui o significado é a relação entre um conceito e outro. Tudo se dá no interior da mente dos sujeitos. Esta idéia de significação assume também que, a partir do momento que ocorra a interação entre uma nova idéia e idéias já existentes na estrutura cognitiva do sujeito, o significado se estabelece. Esse novo significado não seria apenas uma superposição dos dois iniciais, seria um outro, porém com uma estabilidade estrutural devida à interrelação com outros conceitos.

Para Smolka (1993), na perspectiva do construtivismo o conhecimento apresenta um caráter representativo e assume atribuição de significados/sentidos aos objetos de conhecimento. Assim, o significado é concebido como aquilo que é assimilado pelo sujeito.

Outro aspecto que a perspectiva construtivista destaca em sua forma de pensar o processo ensino aprendizagem de ciências está relacionado às "diferenças de compreensão". Nessa perspectiva existem as concepções cientificamente aceitas e as concepções alternativas. A esse respeito é interessante o comentário feito por Edwards e Mercer (1987) sobre as diferenças de compreensão. Para eles, tradicionalmente, as divergências por parte das crianças com relação às compreensões "corretas", têm sido interpretadas por investigadores e professores como algum tipo de fracasso individual. A "culpa" pode ser atribuída à criança (pouco esforço para escutar, aprender, ou concentrar-se, ou talvez às limitações de sua inteligência ou desenvolvimento cognitivo). Se este não for o motivo, provavelmente, o será o professor com um ensino pouco adequado às necessidades dos alunos. É pouco freqüente que este problema seja identificado como algo inerente ao movimento discursivo que

ocorre na sala de aula.

As proposições pedagógicas construtivistas acabaram por estabelecer uma expectativa de que se uma sala de aula de ciências fosse organizada tendo em vista seus pressupostos a aprendizagem se daria de forma harmônica, resultando no estabelecimento de relações significativas entre os conceitos e, portanto, melhorando a qualidade do processo. Uma das primeiras análises da minha sala de aula<sup>3</sup> evidenciou uma contradição muitas vezes presente nas propostas construtivistas de ensino. Por um lado, a busca da valorização das contribuições dos alunos. Por outro, a existência de um planejamento anterior, marcado pela organização conceitual hierárquica, que acaba por determinar aquelas contribuições que devem ser valorizadas. Apesar de o material utilizado abrir espaço para a manifestação dos alunos e para a discussão de suas idéias, as idéias a serem consideradas legítimas durante o processo de discussão pareciam já estar, de fato, pré-estabelecidas.

Góes (1997) nos oferece, ainda, outra contribuição importante para refletirmos sobre esta questão do funcionamento assimétrico entre professor e aluno.

Para esta autora a interpretação construtivista tende a tomar esse funcionamento assimétrico "como um problema a ser contornado com cuidado ou até mesmo como um obstáculo para a construção individual." Isto pode levar a prescrições que consideram a mediação do professor algo que deve ser evitado ao máximo pois "as aprendizagens dependem, essencialmente da capacidade espontânea, individual e auto-estruturante do sujeito cognoscente."

É interessante pontuar que esta valorização da voz dos alunos

implica, nessa visão construtivista do processo de aprendizagem de conceitos científicos, que a linguagem tenha a função de representar os conceitos e expressá-los quando necessário, permitindo a comunicação dos sujeitos. A este respeito Góes (1997) faz o seguinte comentário:

*"em relação à participação dos processos de linguagem no conhecimento, a reprodução da palavra do outro passava a ser alvo de desconfiança, a ser indício de disfuncionamento do processo. A noção de produção era tornada incompatível com a de reprodução. Tal tendência carregou, a nosso ver, um risco: na rejeição de um modelo de (quase) silenciamento do sujeito, configurou-se um modelo de (quase) silenciamento do outro."*

(Góes, 1997, p.13)

No final da década de oitenta e início da década de noventa, alguns pesquisadores começaram perceber que essa abordagem, que considerava o processo de construção de conhecimento como fundamentalmente individual, era insuficiente para dar conta da complexidade das relações envolvidas no processo de aprendizagem. Assim, alguns trabalhos procuraram incorporar, de diversas maneiras, a dimensão social à análise do processo de ensino

É interessante perceber o movimento de incorporação do social e da linguagem pelos pesquisadores. Glasson e Lalik (1993) desenvolveram um trabalho de pesquisa sobre as crenças e práticas de professores a partir de um referencial de análise que chamaram de "construtivista social". Neste trabalho os pesquisadores consideram que Vygotsky foi o autor que mais adequadamente considerou os fatores

sociais na aprendizagem, explicando 'a importância da interação entre linguagem e ação quando os estudantes aprendem em contextos sociais'. Entretanto a apropriação que estes autores fazem da obra de Vygotsky os faz conceber que a linguagem facilita a construção dos significados e pode ser utilizada para "estimular a atividade cognitiva adaptativa. Os estudantes usam a linguagem para representar suas compreensões, bem como os processos pelos quais desenvolveram estas compreensões" (Glasson e Lalik, 1993).

A linguagem seria um "veículo através do qual os estudantes negociariam o significado de suas experiências". Assim, assume-se o social e aponta-se a perspectiva de Vygotsky como importante, mas concebe-se a linguagem sem incluir sua dimensão constitutiva.

Em relação a esse aspecto o trabalho de Edwards e Mercer (1987) também oferece uma contribuição. Para estes autores a construção do conhecimento em sala de aula depende essencialmente de um processo comunicativo de negociação social, no qual os significados e a linguagem do professor vão sendo apropriados pelos alunos, na construção de um conhecimento compartilhado.

O livro "Talking Science: Language, Learning and Values" publicado por Lemke em 1990 foi também fundamental para trazer a discussão das questões de linguagem envolvidas na aprendizagem de ciências. Para Lemke ensinar ciências está relacionado à novas formas de falar sobre os conteúdos científicos.

Para alguns autores aprender ciências começou a ser visto como um processo de "enculturação" (Driver, Asoko, Leach, Mortimer & Scott, 1994), ou seja, a entrada numa nova cultura, diferente da cultura

de senso comum. Sob este ponto de vista no processo ensino-aprendizagem as concepções prévias do estudante e sua cultura cotidiana não seriam substituídas pelas concepções da cultura científica. A aprendizagem envolveria a ampliação do universo cultural dos sujeitos possibilitando a reflexão sobre as possíveis interações entre as duas culturas. Assim, a construção de conhecimentos científicos não implica a diminuição do status dos conceitos cotidianos, e sim a análise consciente das suas relações (Mortimer, 1994).

O trabalho elaborado por um grupo de pesquisadores da Universidade de Londres (Ogborn, Kress, Martins e McGillicuddy, 1996) pretendeu iniciar a sistematização de uma linguagem que possibilite descrever e comparar diferentes casos de explicações nas salas de aula de ciências tendo em vista: o que são explicações, quando são tidas como necessárias, o que envolve sua construção, como se transformam em conhecimento e seus diferentes estilos. Os autores buscaram relacionar o trabalho específico de explicar idéias científicas com questões de fronteira na área da comunicação. Assim, buscaram analisar e descrever como a linguagem, ação, gestos e relações pessoais articulam-se nos atos de comunicação.

Estes autores, em seus trabalhos, propuseram categorias de análises importantes para a compreensão de diversos aspectos relacionados à linguagem e à constituição social da sala de aula de ciências. Ao observarmos como construíram suas análises é possível perceber que, mesmo intencionando trabalhar com uma perspectiva social do processo de elaboração conceitual, parecem trabalhar a partir de uma concepção de linguagem que privilegia sua dimensão comunicativa.

...das vozes  
...reira Gullar Me  
...ema é um  
...multo: a fala que  
...e fala outras  
...zes arrasta em  
...rido. (estamos  
...s nos chãos de  
...s que o ar  
...m, cativar er  
...s vozes: se dizes  
...ra Acendese um  
...rao um rastro  
...tarde e  
...icares ou

OU  
SE AZUL DISSERES  
PODE SER QUE SE AGITE  
O EGEU  
EM TUAS GLANDULAS)

SE AZUL

## Capítulo 2

### Perspectiva histórico-cultural: inspiração para análises

Foi buscando respostas para algumas questões sobre a aprendizagem de conceitos em sala de aula que li, por sugestão da minha orientadora de mestrado – a Professora Rosália Aragão, "*A criança na fase inicial da escrita - a alfabetização como processo discursivo*"<sup>1</sup>. Pode parecer uma leitura um tanto quanto estranha para uma professora de Química mas, revendo algumas anotações que fiz, posso perceber que com a leitura desse livro comecei a encontrar alguns elementos para uma abordagem do processo ensino-aprendizagem, certamente diferente daquela que conhecia até então, que me deram a sensação de serem muito interessantes. Identifiquei-me com o que a autora discute sobre o processo de alfabetização, principalmente com questões que estavam envolvidas em sua busca por estudar a sala de aula " ...na diversidade dos métodos, na diferença das práticas, na variedade das técnicas, na dispersão dos interesses, na atribuição de valores, na contingência de situações e momentos, o que importa realmente?" (Smolka, 1988)

Naquele momento eu já havia lido, algumas vezes, pelo menos duas obras de Vygotsky: "A Formação Social da Mente" e "Pensamento e Linguagem", mas suas idéias pareciam incompreensíveis. Essas leituras

---

<sup>1</sup>SMOLKA, A. L. B. "A criança na fase inicial da escrita - a alfabetização como processo discursivo". São Paulo: Cortez/UNICAMP, 198

foram muito importantes e marcaram a reorientação para ampliar e aprofundar meu entendimento sobre as relações entre discurso e conhecimento na construção de conceitos químicos na sala de aula. Inicialmente o que mais me chamava atenção era a possibilidade de considerar o plano social para compreender a sala de aula. Quanto mais lia os textos mais descobria possibilidades e me identificava com as idéias propostas.

Foi assim minha aproximação com a abordagem histórico-cultural, cujas idéias utilizo como inspiração para análises e reflexões sobre o aprender/ensinar Química.

A abordagem histórico-cultural tem como fundamento as idéias de Lev Semionovich Vygotsky (1987, 1988) e seus colaboradores (Luria, 1985, 1987, 1994; Leontiev, 1978; Vygotsky, Luria e Leontiev, 1989) e nos desdobramentos de sua obra em função de sua divulgação no Ocidente (Wertsch, 1985, 1991, 1998; Hickman, 1987; Moll, 1990 e 1996; Bronckart, 1985; Caderno CEDES, 1991; Oliveira, 1995; Morato, 1996; Rojo, 1998).

Vygotsky nasceu em 1896 e produziu sua obra na URSS pós revolução. Sua produção foi subitamente interrompida por seu falecimento prematuro, em 1934, que a deixou inacabada. Este fato é fundamental pois nos coloca diante de uma obra aberta. Nas palavras de Morato (1996)

*"Vygotsky parece nos dizer que não há, pelo menos para ele, uma solução final para o projeto intelectual a que se propôs, a saber, entender a natureza da consciência humana cuja chave para a compreensão relaciona linguagem e pensamento à completa vida social do homem".*  
(Morato, 1996)

A perspectiva histórico-cultural tem oferecido subsídios para a investigação em diferentes áreas tais como a psicologia, a neurolingüística, lingüística aplicada, a educação, entre outras. Pretendo aqui destacar algumas idéias de autores que consideram essa abordagem e que me parecem inspiradoras para uma análise das relações entre a construção do conhecimento químico e do movimento discursivo na sala de aula.

Relacionada à questão da construção do conhecimento a perspectiva histórico-cultural, segundo Smolka (1997), assume que os processos psicológicos emergem relacionados aos modos de vida dos indivíduos em interação considerando que a linguagem e a cognição constituem-se mutuamente.

Para Morato (1996) uma das teses radicais de Vygotsky que pode ser considerada como algo bem estabelecido sobre a relação pensamento/linguagem seria o fato de que "não há possibilidades integrais de conteúdos cognitivos ou domínios do pensamento fora da linguagem, nem possibilidades integrais de linguagem fora de processos interativos humanos" (Morato, 1996, p.9).

O processo de elaboração de conhecimentos é concebido como produção simbólica e material e constitui-se na dinâmica interativa das relações sociais envolvendo a linguagem e o funcionamento interpessoal. Isto significa dizer que a perspectiva histórico-cultural assume que é na interação com o outro que o sujeito se constitui e que se dá a elaboração conceitual. "O processo de conceitualização é concebido como prática social dialógica (mediada pela palavra) e pedagógica (mediada pelo outro)" (Fontana, 1996, p.3).

Assim, a perspectiva histórico-cultural nos propõe a

problematização de aspectos relacionados aos processos de significação, à questão da linguagem e à constituição da subjetividade (Smolka, 1997).

Vale explicitar que o movimento interativo considerado nesta perspectiva envolve os sujeitos e o objeto de conhecimento. Na perspectiva construtivista, para fazer um contraponto, a interação considerada é a relação entre o sujeito e o objeto de conhecimento. Este deslocamento propõe uma mudança na forma de olhar para a sala de aula pois destaca a questão da mediação do outro no processo de construção do conhecimento.

O papel mediador do outro destaca-se não só na construção de conhecimento mas, fundamentalmente, na constituição do sujeito. Essa constituição do sujeito ocorre inicialmente através da incorporação pela criança das formas de ação já consolidadas na experiência humana. Vamos considerar como exemplo um estudo de Vygotsky sobre o apontar nos bebês que nos auxilia a compreender essa questão. Nas palavras de Góes (1993):

*"Inicialmente, diante de um objeto inacessível, a criança apresenta os movimentos de alcançar e agarrar. Esses movimentos são naturalmente interpretados pelo adulto e, através da ação deste, o objeto é 'alcançado' pela criança. Com isso os movimentos da criança afetam a ação do outro e não o objeto diretamente. A atribuição de significado que o adulto dá à ação da criança permite que esta passe a transformar o movimento de agarrar em gesto de apontar. O gesto forma-se pela mudança de função e de estrutura dos movimentos, que deixam de conter os componentes do agarrar. Uma ação dirigida ao objeto transforma-se num sinal para o outro agir em relação ao objeto. E o gesto, com seu caráter comunicativo, é criado na interação. Desse modo a criança passa a ter controle de uma forma de sinal (ainda que rudimentar) a partir das relações sociais."* (Góes, 1993.)

A partir destas considerações admite-se que o desenvolvimento da criança vai sendo estabelecido nos planos da interação. Vygotsky denomina esse processo de gênese das funções intrapsicológicas a partir do social – funções interpsicológicas - como processo de internalização<sup>2</sup>. O processo de internalização implica uma reconstrução individual das formas de ação realizadas no plano subjetivo, reconstrução essa que permite uma contínua e dinâmica configuração do funcionamento individual. Nesse movimento no qual se elaboram as funções inter e intrapsicológicas, a criança vai aprendendo a organizar os próprios processos mentais e suas ações por meio de palavras e outros recursos semióticos.

A questão da internalização aponta para questões relacionadas à constituição do sujeito. Segundo Smolka (1997) autores cognitivistas caracterizam o sujeito como aquele "que realiza operações lógicas e processa informações; constrói conceitos claros mediante estratégias ativas de formação e comprovação de hipóteses, cuja evolução se poderia descrever em termos de estruturas cada vez mais poderosas e reversíveis". Diferentemente, a contribuição de Vygotsky nos dispõe um sujeito semiótico, cultural, constituído nas relações com os outros. Um "homem produzido nas relações sociais, situado histórica e culturalmente, definido pela emergência do signo e por uma consciência que se caracteriza pela natureza semiótica, forjada necessariamente na e pela linguagem" (Smolka, 1997, p.36).

---

<sup>2</sup> Apesar de ser um construto fundamental na obra de Vygotsky, vários autores apontam a necessidade de discutir o conceito de internalização mais profundamente (Góes, 1992; Pino, 1992; Smolka, 1992).

A atividade cognitiva desse sujeito é assim caracterizada pela mediação, pelo outro e pelo signo. É importante destacar que essa mediação não está restrita a outros sujeitos presentes fisicamente, mas inclui "efeitos da incorporação de experiências nas relações sociais, vividas em diferentes contextos e de diferentes modos"(Góes, 1997).

*"...assim como a interação social é impossível sem o signo, é também impossível sem o significado...A interação social pressupõe a generalização e o desenvolvimento do significado verbal; a generalização torna-se possível somente com o desenvolvimento da interação social."*

(Vygotsky, 1987, p.48)

A palavra, signo por excelência, assume um papel fundamental na explicação do surgimento de formas mediadas de ação e da origem da ação individual configurando-se como mediadora da compreensão de conceitos por parte dos sujeitos e principal agente de abstração e generalização.

Vygotsky (1987) estudou a formação de conceitos e os diferencia como conceitos cotidianos ou conceitos científicos a partir do processo de sua formação. Em ambos os casos a palavra tem um papel fundamental.

No caso dos conceitos cotidianos, que se formam na vivência com o objeto, a palavra vai mediar essa vivência dentro de um sistema de generalizações relacionadas ao vivido, ao evocado e ao percebido. Na formação dos conceitos científicos a palavra marca a relação com outros conceitos, numa rede de palavras já significadas. O conceito científico é formado ao se inserir em relações de níveis de generalidade, num sistema

organizado hierarquicamente e é então considerado sistematizado (Góes, 1997).

Por exemplo, átomo é um conceito científico? Para Vygotsky isto não depende somente da palavra, mas dela em um sistema de relações. Eu sou filha de pai químico, pode ser que essa palavra circulasse em meu cotidiano. Então é possível que ,para mim, a significação da palavra átomo tenha sido elaborada nessas interações informais com meu pai. Na escola o processo de significação para a palavra átomo foi vivenciado de uma forma sistematizada, dentro de uma rede de relações diferenciada, destacada.

A linguagem assume nesta perspectiva um papel constitutivo na elaboração conceitual e não meramente uma dimensão comunicativa ou de instrumento. Ou seja, sob este ponto de vista a linguagem não existe apenas como veículo para comunicar mensagens, os termos não têm apenas a função de comunicar idéias claras.

A consideração da linguagem em sua dimensão constitutiva é uma contribuição fundamental do trabalho de Vygotsky porque muda radicalmente a perspectiva do olhar dos pesquisadores para a compreensão da relação entre a linguagem e a elaboração de conceitos científicos no contexto da sala de aula.

Para a análise das relações pensamento linguagem e o processo de aprender/ensinar Química nas salas de aula a consideração das idéias de Vygotsky deixam ainda uma lacuna. Na opinião de Wertsch (1991) a análise de Vygotsky dos processos interpsicológicos focalizou principalmente a interação pesquisador-sujeito pesquisado, não aprofundando a questão da relação entre as várias formas de ação mediada

e seus contextos históricos, culturais e institucionais.

O fato do trabalho de Vygotsky não abordar as relações entre os processos inter/intramentais e os contextos culturais históricos e institucionais tem sido tema de propostas de avanço nas elaborações (Smolka e Wertsch, 1993). É neste contexto que as idéias de M.M. Bakhtin, semiólogo, escritor e filósofo soviético (1992, 1993; Volochinov, 1992) têm sido incorporadas na discussão da relação entre o discurso e a construção de conhecimentos em salas de aula.

Gostaria de iniciar esta incursão através das idéias de Bakhtin destacando algumas daquelas que têm sido fonte inspiradora para reflexões e análises sobre a elaboração de conceitos químicos na sala de aula.

Em sua Teoria da Enunciação Bakhtin considera as interações verbais orais e escritas relacionando-as com as condições concretas de vida levando em consideração a elaboração e a transformação sócio-histórica da língua (Smolka, 1988).

Na abordagem dos aspectos institucionais Bakhtin considera a linguagem, assim como Vygotsky, em sua dimensão constitutiva. Este é um ponto fundamental para nossas análises, a perspectiva de que é no discurso e pelo discurso que os conhecimentos são elaborados. Nas palavras de Bakhtin:

*"A consciência adquire forma e existência nos signos criados por um grupo organizado no curso de suas relações sociais. Os signos são alimento da consciência individual, a matéria de seu desenvolvimento, e ela reflete sua lógica e suas leis. A lógica da consciência é a lógica da comunicação ideológica, da interação semiótica de um grupo social. Se privarmos a consciência de seu conteúdo semiótico e ideológico, não sobra nada."*  
(Bakhtin, 1992, p. 35 e 36)

Em seus trabalhos Bakhtin propõe a utilização de uma unidade de análise a qual ele denomina "enunciação". Para Bakhtin a enunciação é produto do ato de fala e não pode ser considerada individual no sentido estrito do termo. A enunciação:

*"é determinada da maneira mais imediata pelos participantes do ato de fala, explícitos ou implícitos, em ligação com uma situação bem precisa; a situação dá forma à enunciação, impondo-lhe esta ressonância em vez daquela, por exemplo a exigência ou a solicitação, a afirmação de direitos ou de prece pedindo graça, um estilo rebuscado ou simples, a segurança ou a timidez, etc. A situação e os participantes mais imediatos determinam a forma e o estilo ocasionais da enunciação. Os estratos mais profundos da sua estrutura são determinados pelas pressões sociais mais substanciáveis e duráveis a que está submetido o locutor"*

(Bakhtin, 1992, p.114)

Nas palavras de Bakhtin:

*"Enquanto um todo, a enunciação só se realiza no curso da comunicação verbal, pois o todo é determinado pelos seus limites, que se configuram pelos pontos de contato de uma determinada enunciação com o meio extraverbal e verbal (isto é, as outras enunciações)"*

(Bakhtin, 1992, p.125)

*"A enunciação é de natureza social"*

(Bakhtin, 1992, p.109)

Na abordagem bakhtiniana para a significação e a construção de sentidos, a noção de dialogia é também inspiradora. Segundo Clark e Holquist (1998) o dialogismo "constitui uma óptica mestra para perceber todas as categorias radicadas na linguagem, e Bakhtin pressupõe que

todos os aspectos da vida humana estão assim enraizados."

Para Bakhtin, a construção de sentido é dialógica por natureza. Isto significa que não podemos analisar as enunciações apenas na perspectiva de quem as produz, mas também na perspectiva do(s) interlocutor(es), esteja(m) ele(s) fisicamente presente ou não.

Estamos então sendo chamados a considerar as condições de produção das enunciações. Nas palavras de Bakhtin:

*"Todo signo, como sabemos, resulta de um consenso entre indivíduos socialmente organizados no decorrer de um processo de interação. Razão pela qual as formas do signo são condicionadas tanto pela organização social de tais indivíduos como pelas condições em que a interação acontece. Uma modificação destas formas ocasiona uma modificação do signo"*  
(Bakhtin, 1992, p.44)

Uma outra idéia trazida por Bakhtin, e fundamental para a compreensão do processo de significação, é a noção de vozes. Para Bakhtin, essa noção não se refere apenas aos sons emitidos na fala, mas envolve um fenômeno muito mais geral das perspectivas dos sujeitos envolvidos e de suas visões de mundo. Essa noção nos ajuda a entender o sentido de se assumir que só nas interações que as enunciações podem ser compreendidas (Wertsch e Smolka, 1993).

A dialogia envolve, na compreensão de Smolka (1993), um "encontro de vozes que se realiza e acontece de diversos modos: seja no diálogo face a face, seja no inescapável, constitutivo "concerto polifônico" quando, nas palavras que falamos, ressoam as palavras dos outros". A construção do entendimento está, portanto, relacionada às muitas formas

como duas ou mais vozes entram em contato. Isto quer dizer que nas interações de uma sala de aula as vozes do livro didático, do professor, dos colegas, das experiências, do senso comum, encontram-se e confrontam-se.

Assim, na perspectiva de Bakhtin, toda compreensão é ativa. O que é compreendido relaciona-se indissolúvelmente com uma resposta. É a resposta que favorece a compreensão de maneira dinâmica e interessada. Desta forma o processo de compreensão "determina uma série de interrelações complexas, de consonâncias e multissonâncias com o compreendido, enriquece-o de novos elementos" (Bakhtin, 1993, p.90 e 91).

*"Para cada palavra da enunciação que estamos em processo de compreender, nós formularemos, por assim dizer, um conjunto de nossas próprias palavras-resposta. Quanto maior seu número e seu peso, mais profunda e mais substancial será nossa compreensão.*

*Assim, cada um dos elementos significativos distinguíveis de uma enunciação e a enunciação como entidade completa são traduzidos em nossas mentes para um outro contexto ativo e reativo... A compreensão empenha-se em combinar a palavra do falante com uma contrapalavra".*

(Bakhtin, 1992)

Para Wertsch (1991) o enfoque de Bakhtin sugere que "o que será incorporado em um enunciado, ou pressuposto por ele, são as vozes que antes estiveram explicitamente representadas no funcionamento interpsicológico. A questão é como uma voz se coloca em contato com

outra, modificando assim o significado do que se disse ao tornar-se cada vez mais dialógica ou polifônica".

Poderíamos dizer então que a investigação do processo de construção de conceitos químicos envolve o acompanhamento do movimento discursivo no sentido de buscar tornar visíveis as marcas desse processo de dialogização que vai se constituindo neste espaço histórico-cultural que é a sala de aula.

É interessante perceber que as idéias da abordagem histórico-cultural são pontos de partida importante para a busca de perguntas e respostas. Muitas das idéias de Vygotsky têm merecido a problematização, o redimensionamento, a ampliação e aprofundamento através dos trabalhos de muitos pesquisadores. Como bem colocam Tunes (1995) e Góes (1997) não temos constituída uma teoria pedagógica fundamentada numa abordagem histórico-cultural.

Bakhtin, por sua vez, tem uma obra que não aborda diretamente questões da escola. Mas ele é, na opinião de Clark e Holquist (1998), um pensador que se sentia fascinado pela plenitude das diferenças do mundo. Preocupava-se com a variedade, a não-recorrência e a desconrespondência. Para Boris Schnaiderman, na introdução que escreveu para este livro de Clark e Holquist, na obra de Bakhtin há uma concepção do homem e da vida, em termos de comunicação. Vou citar aqui um trecho da voz de Bakhtin destacado por Schnaiderman:

*"A vida é dialógica por natureza. Viver significa participar de um diálogo: interrogar, escutar, responder, concordar etc. Neste diálogo o homem participa todo e com toda a sua vida: com os olhos, os lábios, as mãos, a alma, o espírito, com o corpo todo, com as suas ações. Ele se põe todo na palavra, e esta palavra entra no tecido dialógico da existência humana, no simpósio universal."*

Algo mais pertinente para tratar de aulas de Química? Assim, as idéias destes autores, não configuram neste trabalho um referencial fechado que será "aplicado" aos dados. Configuram-se, juntamente com as idéias de outros autores, inspiração para as análises que serão apresentadas a seguir.

Quando vozes  
Arreira Gullar  
eu poema é um  
muito: a fala que  
le fala outras  
vezes artasta em  
arido. (estamos  
do nos cheio de  
que o mais  
mal saber  
no sa vozise  
pera Acende  
um claro um  
guinho de  
ucates ou

**A ÁGUA QUE OUVISTE  
NUM SONETO DE RILKE  
OS ÍNFIMOS  
RUMORES DE CAPIM**

## Capítulo 3 | Aulas de química: o que interessa investigar?

Gostaria muito que este trabalho pudesse oferecer contribuições para aquele que já venho desenvolvendo juntamente com o Grupo de Formação Continuada de Professores de Química e Ciências FaE/CECIMIG/UFMG - FoCo. Mas gostaria, além disso, e talvez, antes disso, de propiciar aos professores de química alguns elementos para a reflexão, disponibilizando a minha sala de aula, e muitas vezes sobre a linguagem, sobre o processo de elaboração conceitual, sobre as relações entre o discurso e a construção de conhecimento em aulas de química.

### Aula de Química: objeto de investigação

A minha relação com a aula de química como objeto de investigação iniciou-se já na graduação.

Durante o quinto período do curso de Química enfrentei uma "crise existencial". Naquele momento estava muito insatisfeita com o processo ensino-aprendizagem ao qual estava sendo submetida. Pensava que estudar química me tirava do mundo e eu gostaria de estudar algo que me possibilitasse estabelecer mais relações com a vida. A única alternativa que percebia era fazer novamente o vestibular. Algumas pessoas do Departamento de Química, inconformadas com o fato de eu querer

abandonar o curso, sugeriram-me que eu fosse procurar a Professora Lilavate I. Romanelli, que estava desenvolvendo um trabalho de pesquisa em Educação Química, no Colégio Técnico da UFMG.

A Professora Lilavate tinha sido minha professora, e uma professora muito especial. Nosso contato foi muito significativo. Conheci o trabalho que vinha desenvolvendo pois ele parecia estabelecer relações com questões importantes para mim. Nossa aproximação resultou em uma mudança fundamental em minha vida profissional.

Tive o privilégio de começar a desenvolver um trabalho de Iniciação Científica sobre concepções de alunos (Romanelli, 1987; Machado, 1988 e Rubinger, 1988). Além das tarefas relacionadas à pesquisa eu também participava das aulas do projeto de ensino que estava em desenvolvimento "Projeto de Ensino de Química no Segundo Grau – o PQNo". Paralelamente, estudávamos alguns textos que envolviam uma perspectiva construtivista para o ensino de ciências<sup>1</sup>.

Meu envolvimento com este trabalho foi fundamental para que a aula de química fosse transformando-se de motivo de insatisfação em objeto de reflexão, análise e investigação.

Quando finalizei meu curso de licenciatura iniciei minha docência, em uma escola da Rede Particular de Belo Horizonte. Trabalhei lá durante um ano e, neste período, levei a experiência do PQNo para a minha sala de aula.

No ano seguinte, já envolvida pelas questões relacionadas ao processo ensino-aprendizagem, iniciei meu curso de Pós-Graduação em

---

<sup>1</sup>A elaboração deste projeto deu origem ao material didático que utilizei nas aulas que são objeto de investigação neste trabalho.

Educação – Metodologia de Ensino, na Faculdade de Educação da UNICAMP. Minha dissertação envolveu diretamente a análise do processo ensino-aprendizagem do conceito de equilíbrio químico e a aula de química configurou-se ainda mais como objeto de investigação. Paralelamente ao meu curso de mestrado, participei como bolsista de um trabalho de pesquisa com o grupo então coordenado pela professora Roseli Schnetzler. O trabalho envolvia o acompanhamento da aplicação de um projeto de ensino de química – o PROQUIM - em escolas públicas de Campinas (Schnetzler e outros, 1990).

Após finalizar o mestrado, ingressei imediatamente no Doutorado. Inicialmente interessei-me por trabalhar com formação de professores. Mas, após um ano no doutorado, fiz um concurso para trabalhar no Colégio Técnico da UFMG - Coltec. Foi um retorno ao lugar de professora.

Tendo em vista minha formação e minha experiência anterior com a metodologia que já vinha sendo desenvolvida trabalhei com turmas do primeiro ano. No Colégio Técnico os alunos têm a opção de fazer cursos técnicos em Química, Instrumentação, Eletrônica e Patologia Clínica. Durante o primeiro ano a disciplina de Química Geral era obrigatória para todos<sup>2</sup> e por isso era organizada em função de abordar os conteúdos básicos da química. Assim, os tópicos abordados diferiam um pouco dos conteúdos de um currículo tradicional de química do primeiro ano.

A abordagem que utilizava em minhas aulas foi proposta no

---

<sup>2</sup>O currículo foi reestruturado para atender a solicitações do MEC em relação às escolas de ensino técnico

material escrito no início da década de 80 e que tem como referência pressupostos construtivistas e vem sendo utilizado no primeiro ano desde 1985 (Romanelli e Justi, 1998). Esse material apresenta duas características fundamentais: a valorização do trabalho em grupo e uma abordagem conceitual dos conteúdos químicos.

Em termos metodológicos, foi elaborado de forma a valorizar o trabalho em grupo propiciando aos alunos a oportunidade de entrar em contato com diversos fenômenos químicos e de buscar compreendê-los.

As turmas de primeiro ano são compostas por, no máximo, 36 alunos, divididos em seis grupos. Em geral as aulas envolvem, inicialmente, a observação de um fenômeno ou a realização de alguma atividade prática seguida da discussão por cada grupo de alunos em torno de algumas questões propostas pelo material. Ao longo das discussões acompanho os grupos, propondo outras questões, fornecendo novos elementos para a discussão, enfim encaminhando o grupo. Ao final proponho uma discussão de fechamento com toda a turma durante a qual procuro ouvir a exposição das conclusões dos grupos e retomando alguns pontos que me pareceram importantes

Em termos da abordagem do conteúdo químico, o material valoriza a hierarquização de conceitos em uma cadeia de pré-requisitos organizada de forma a abordar, primeiramente, os conceitos mais gerais e mais inclusivos.

A organização dos conceitos se dá em seis unidades e tem como tema central o conceito de substância. Assim, na unidade 1 os alunos estudam as propriedades das substâncias; na unidade 2, "de que as substâncias são constituídas"; na 3, aspectos quantitativos das

substâncias; na unidade 4, transformações das substâncias; na unidade 5 discutem outros modelos para o átomo e na unidade 6, como os átomos formam as substâncias.

O Colégio Técnico é uma escola diferenciada. Nossas condições de trabalho oferecem não só a possibilidade de desenvolvermos projetos de pesquisa como também projetos que envolvam os alunos. Eu pretendia continuar meu trabalho de doutorado que, então, envolvia a investigação de uma sala de aula de química. Como havia acabado de ser admitida, estava sobrecarregada com muitas aulas e, estando em estágio probatório, só poderia obter uma licença em, no mínimo, dois anos. Isto me levou a optar por escolher a turma que iria trabalhar de forma que facilitasse o meu cotidiano e não interrompesse meu trabalho de doutorado. Assim, o fato de trabalhar nesta escola, e possuir as condições básicas, como ter uma câmara à minha disposição, possibilitou-me direcionar o trabalho de investigação para minhas próprias de aula.

## Aula de Química: conhecimento químico e discurso

O processo de analisar uma aula de química vai sendo elaborado a partir de escolhas. Isto configura uma série de implicações para os modos de obter as informações e construir as análises.

Muitos estudos já foram feitos em Educação em Ciências que pretenderam compreender "como se aprende ciências". Tais estudos partiram de pressupostos variados e, tendo em vista as diversas opções teóricas eleitas pelos pesquisadores, algumas opções metodológicas para o

desenvolvimento das pesquisas foram delineadas.

Assim, por exemplo, alguns estudos envolveram uma abordagem metodológica que previa a realização de pré e pós testes, para acompanhar o que os alunos sabiam sobre determinado conceito antes de aprenderem sobre ele e o que sabiam ao final do processo. Outros estudos utilizavam testes de associação de palavras buscando investigar idéias relacionadas a determinados conceitos.

Grande parte da pesquisa em Educação em Ciências que abordava a questão da construção de conhecimento em sala de aula buscava, de certa forma, investigar o que os alunos teriam aprendido sobre determinados conceitos. Ou seja o objeto de investigação estaria centrado em perceber em que medida o processo de ensino teria sido organizado de forma a propiciar uma aprendizagem mais significativa.

Uma das escolhas que fiz foi a de olhar para minhas aulas, falar/pensar sobre elas, a partir de uma perspectiva histórico-cultural. O que essa abordagem nos possibilita em termos teórico-metodológicos que amplia as possibilidades de compreensão da dimensão empírica do objeto de investigação?

Uma contribuição importante da abordagem histórico-cultural está no fato de possibilitar o estabelecimento de fundamentos teóricos que consideram a relação essencial entre os processos psíquicos e seus contextos históricos, culturais e institucionais.

Investigando o processo de elaboração do conceito de cultura em uma sala de aula, a partir de uma perspectiva histórico-cultural, Fontana (1996) aponta outras características de uma investigação desta natureza:

*"No caso dos processos de elaboração conceitual na escola, as condições concretas da atividade da criança dizem respeito às relações de conhecimento produzidas na sala de aula e que, consideradas em sua especificidade, caracterizam-se como "relações de ensino". Sua finalidade - ensinar/aprender é explícita para seus participantes (um adulto e um grupo de crianças), que ocupam lugares sociais diferenciados e organizados hierarquicamente na instituição escolar."*

(Fontana, 1996, p. 29)

A partir da perspectiva histórico-cultural assumo então que é na dinâmica das interações que a significação se produz. Isto coloca em destaque como objeto de investigação o movimento discursivo e enfoca os processos de enunciação como lugar de construção de conhecimento e produção de sentido. A linguagem fica então destacada como constitutiva dos sujeitos e de suas relações (Smolka, 1993).

O objetivo é, então, buscar compreender e dar visibilidade ao movimento discursivo na sua relação com o ensino e o processo de elaboração conceitual em circunstâncias concretas da sala de aula.

*"Em nenhum momento a situação extraverbal é apenas uma causa exterior da enunciação: ela não funciona de fora como uma força mecânica. Ao contrário, a situação entra na enunciação como um elemento constitutivo necessário a sua estrutura semântica. A comunicação cotidiana dotada de significação é composta portanto de duas partes: a parte verbal realizada e a parte implícita/implicada"*

(Todorov, 1988, p.41).

A principal questão que pretendo focalizar relaciona-se às condições concretas de elaboração do conhecimento na aula de química. Como estas condições interferem, marcam, diversificam ou constituem o processo de construção de conhecimentos químicos? Como os alunos e a professora participam do processo de elaboração coletiva do conhecimento? Que objetos de conhecimento estão sendo elaborados? Que processos de significação e sentido se estabelecem (Smolka, 1995 e Góes, 1995)?

As questões colocadas neste trabalho pretendem apontar para uma busca de elementos que nos ajudem a compreender essas relações entre o discurso e a construção do conhecimento nas aulas de química.

A opção metodológica de acompanhar o movimento discursivo e como este movimento vai constituindo o processo de elaboração conceitual apoia-se na noção de dialogia proposta por Bakhtin. Para ele a construção de sentidos é dialógica por natureza, o que significa que não podemos analisar as enunciações apenas na perspectiva de quem as produz, mas também na perspectiva do(s) interlocutor(es), esteja ele fisicamente presente ou não. A construção do entendimento está, portanto, relacionada às muitas formas como duas ou mais vozes entram em contato. É só nas interações que as enunciações podem ser compreendidas (Wertsch e Smolka, 1993).

Fontana (1996), investigando o processo de elaboração do conceito de cultura, aponta que a opção por desenvolver um trabalho empírico na sala de aula implica assumir este espaço para o desenvolvimento de uma análise microgenética do processo de elaboração conceitual.

Mas, o que vem a ser uma análise microgenética?

Hickmann e Wertsch (1978) colocam a análise microgenética como a busca de "um caminho para documentar empiricamente a presença (ou não) e o grau de transição do funcionamento interpsicológico para o funcionamento intrapsicológico, durante a solução conjunta de situações-problema entre adulto e criança."

O que pretendo é investigar o processo que ocorre enquanto alunos e professora participam conjuntamente de algumas situações que ocorrem na sala de aula. No meu caso essas situações envolvem, freqüentemente, fenômenos químicos para os quais os alunos devem buscar explicações, no nível dos modelos, para a constituição e transformações dos materiais. A solução conjunta é buscada exatamente no movimento discursivo dos sujeitos. É na interação que os sentidos vão se constituindo socialmente e constituindo, individualmente, as formas de compreender tal ou qual fenômeno, suas articulações com os modelos e as representações. Metodologicamente esses processos de constituição podem tornar-se visíveis a partir da análise e interpretação de sutilezas das falas, dos gestos, dos silêncios, das intonações, das valorizações e desconsiderações.

Trata-se de estudar o movimento de elaboração de formas de pensar/falar sobre os fenômenos químicos, que implica articular o que se pode observar, o que se imagina que explique o observável, o que se representa do mundo dos fenômenos e do mundo das partículas.

A análise do movimento discursivo implica inicialmente o registro das interações verbais e não verbais de forma que seja possível captar não só o que se fala mas, também, outros movimentos que

constituem as condições de produção discursiva. A opção mais pertinente para registrar as interações foi utilizar o vídeo durante as aulas e transcrevê-los posteriormente. O foco desta investigação vai privilegiar o verbal.

Em algumas de minhas turmas - aquelas que estavam participando deste trabalho - a presença do vídeo era uma rotina. Os alunos freqüentemente revezavam-se para montar o equipamento e controlar o microfone. O uso da câmera em sala de aula parecia-me ser bem incorporado pelos alunos e por mim.

A utilização do vídeo para o registro da dinâmica da sala de aula nos remete a uma questão interessante. O vídeo nos permite, ao mesmo tempo, um certo distanciamento e um mergulho profundo e intenso no que ocorreu.

Por um lado, percebo um certo distanciamento no sentido temporal. Registramos o ocorrido e temos a possibilidade de retornar a ele tempos depois. Acessamos a um tempo que já foi. Esse distanciamento propicia um certo espaço de segurança. Estou trazendo neste momento essa questão da segurança porque no caso deste trabalho, no qual analiso minhas próprias aulas, ela se faz muito presente. Não foi nada fácil, inicialmente, rever minhas aulas.

Por outro lado, percebo que o vídeo possibilita uma profunda imersão no que ocorreu. O vídeo registra "quase" tudo. Registra a minha intonação, um pouco áspera às vezes. Registra meus olhares "49" - como costumava dizer um velho amigo - tão repressores! Com o vídeo posso perceber<sup>3</sup> que mexo muito com as mãos<sup>3</sup> (principalmente se colocar no

---

<sup>3</sup>E isso, como diria Ernani Maletta - meu professor de canto, não fica bem no "palco".

FF). Mas percebo também que já elaborei algumas habilidades para dialogar com os alunos e esses olhares, mãos e tons as constituem. É assim que estou sendo e me tornando professora! E isso é que o vídeo, em muitos casos, possibilita explicitar.

Considerando a sala de aula lugar de construção de conhecimento, farei a análise de alguns momentos discursivos de uma de minhas turmas durante algumas aulas da disciplina de Química Geral<sup>4</sup>. O objetivo geral das atividades<sup>5</sup> é o de discutir a noção de reação química como uma transformação que envolve a formação de novas substâncias e que pode ser ou não acompanhada de evidências perceptíveis.

Na análise do processo de elaboração do conhecimento químico procurarei orientar minha atenção para as formas de apreensão e utilização da palavra pelos alunos na dinâmica das interlocuções na sala de aula tendo como focos as condições de produção dos sentidos em circulação e as condições de produção dos espaços de elaboração.

Ao iniciar meu trabalho de análise da dinâmica discursiva da sala de aula uma questão se colocou: que critério utilizar para recortar os registros dessas aulas de tal forma dar mais visibilidade aos movimentos discursivos nos processos de elaboração do conhecimento químico?

Minha opção fundamentou-se nas diferentes formas de organização das aulas tendo em vista evidenciar diferentes condições de elaboração do conhecimento que são determinadas em função das atividades propostas pelo material didático que utilizo. Esse recorte dos

---

<sup>4</sup>Apresento em anexo um esquema que oferece ao leitor uma idéia da localização desses momentos discursivos em relação ao programa como um todo.

<sup>5</sup>Veja em anexo as atividades do material didático que foram desenvolvidas nas aulas sob análise.

dados, feito em função da forma de organizar o trabalho pedagógico, vai possibilitar que se dê visibilidade a diferentes posições na relação entre os protagonistas e a diferentes objetivos do trabalho com o conteúdo químico.

Neste sentido pode-se considerar que a análise vai destacar formas didáticas de restrição/produção de sentidos que constituem as relações de ensino e que vão contingenciar, de certa forma, o discurso e a construção de conhecimento. Nas palavras de Bakhtin:

*"A situação social mais imediata e o meio social mais amplo determinam completamente e, por assim dizer, do seu interior, a estrutura da enunciação."*

(Bakhtin, 1981)

Assim, proponho uma análise que considere a dinâmica discursiva de momentos diferenciados da organização do trabalho ao longo de uma unidade do material didático:

- abertura da aula e da unidade de ensino na qual apresento o tema para todos os alunos da turma;
- a realização de atividades práticas;
- a discussão de questões propostas pelo material por um grupo de alunos com e sem a presença da professora;
- discussão final de fechamento das atividades realizadas e das questões discutidas pelos grupos.

As seqüências que caracterizo como momentos discursivos são definidas em função do que estou considerando como um conjunto de enunciações que constituem um processo de elaboração conceitual relacionado a uma idéia química específica. Isto inclui trechos de aulas nos quais há uma iniciação (que pode ser uma questão colocada para a discussão, uma pergunta de um aluno, uma fala da professora) e alguma finalização que aponta para uma certa elaboração, ainda que parcial, de um conhecimento químico. Isto acarreta, muitas vezes, o inconveniente de uma análise de trechos de transcrições um pouco mais longos do que o que seria confortável para o leitor.

Os registros considerados foram retirados das transcrições das aulas de uma turma e o grupo de alunos em questão é sempre o mesmo. Assim, nas transcrições, P corresponde a professora; T a mais de um aluno; A, a algum aluno não identificado. A1, A2, A3, A4, A5 e A6 correspondem sempre aos mesmos alunos.

O SABOR  
DO HORTELÃ  
(ESSA ALEGRIA)  
A BOCA FRIA DA MOÇA  
O MARUIM  
NA POÇA  
A HEMORRAGIA  
DA MANHÃ  
TUDO ISSO EM TI  
SE DEPOSITA  
E CALA.

## Capítulo 4 Aulas de química: analisando o movimento discursivo

Estamos nos meses de julho e agosto de 1996.

A turma tem 35 alunos com idade entre 14 e 16 anos que vêm de escolas públicas e particulares da Região Metropolitana de Belo Horizonte. Uma parte deles vem da Escola de Ensino Fundamental do Centro Pedagógico da UFMG. Para estarem ali aqueles que não estudavam na escola da UFMG enfrentaram um concorrido "vestibular". O Exame de Seleção do Colégio Técnico é organizado de forma que são estabelecidos determinados números de vagas associadas a diferentes faixas de renda familiar.

São quatro aulas por semana, cada uma delas com 50 minutos, assim nos encontramos duas vezes por 1 hora e 40 minutos. Chego um pouco mais cedo e começo a fazer a montagem da câmera e do microfone. Os alunos que chegam mais cedo colaboram. O início da aula é pontual. Geralmente, explico as coordenadas do dia, faço a chamada, dou alguns avisos. Nas turmas deste ano uso um tempo das aulas para acompanhar os trabalhos que os grupos vinham desenvolvendo com a leitura de um livro paradidático e a elaboração de projetos de investigação.

A sala é uma sala ambiente, com seis mesas para o trabalho em grupo, duas pias, bancadas nas paredes, armários para guardar o material, um quadro, ventiladores de teto e estantes para os alunos colocarem suas mochilas. Usamos várias bandejas plásticas nas quais

dispomos os materiais para cada aula. Assim, cada professor pode seguir no seu ritmo. Temos um técnico que nos dá o suporte que precisamos no preparo do material.

Tenho quatro turmas num total de 16 horas semanais de aula, realizo filmagens em duas delas e ouço a reclamação das outras duas por não estarem incluídas! Além disto, coordeno o primeiro ano, recebo alunos da Prática de Ensino de Química, tenho uma bolsista de iniciação científica e participo de um projeto de pesquisa.

Não poderia dizer que as aulas de Química nesta turma (e em minhas outras turmas) seja prototípica de uma aula de Química que tradicionalmente ocorrem nas escolas pois podemos perceber aqui algumas características pouco comuns: o material didático utilizado é alternativo; a escola possui condições de espaço físico e pessoal para a realização de atividades experimentais até sofisticadas; a professora além de ter cursado o bacharelado e a licenciatura plena em Química, é mestre e na época do registro das aulas era doutoranda em Educação; a escola está dentro da Universidade o que coloca uma demanda de trabalho para o professor que envolve a concepção, o planejamento e a condução das aulas de forma bastante independente que ainda inclui a professora em diversas outras atividades e por isso a carga didática é bem mais reduzida que a carga horária normalmente assumida pelos professores.

É neste cenário que ocorreram as aulas que vamos analisar.

## A Atmosfera do já dito

O primeiro momento discursivo que vou analisar corresponde ao início de uma aula na qual uma nova unidade será introduzida. Nele temos a professora<sup>1</sup> trabalhando com toda a turma.

O material didático é composto por seis unidades temáticas. A unidade que será introduzida é a quarta, e aborda as transformações químicas. É interessante ler o que as autoras escrevem na introdução do material para compreender um pouco o "já dito" desta aula:

*"Estudamos nas Unidades anteriores que as substâncias apresentam várias propriedades, que são constituídas de diferentes elementos químicos, que podem formar soluções, que é importante conhecer a quantidade de uma substância presente em uma solução ou em qualquer outro sistema e que esta quantidade pode ser expressa de diferentes maneiras.*

*Nesta Unidade vamos estudar o que acontece quando diferentes substâncias, quando puras ou em soluções, interagem entre si".*

(Romanelli e Justi, 1998, p.103)

---

<sup>1</sup>Neste trabalho o leitor perceberá que, em alguns momentos, a referência a mim oscila entre o "eu" e "a professora". Houve uma opção em não alterar estes registros diferenciados que marcam lugares diferentes. O lugar da professora e da pesquisadora

1. P: (...) Então, é o que eu vou retomar aqui com vocês, só pra gente localizar, né, porque faz tempo, porque a gente tá entrando numa unidade nova, que é, dar uma localizada pra ver pra onde é que a gente tá indo, o que é que a gente já viu. Na última aula eu discuti com vocês aquela coisa do nível fenomenológico, lembra disso? Eu discuti com vocês a questão de medir né, e observar, não foi? Então a gente trabalhou quais as propriedades, quais foram as propriedades que a gente trabalhou aqui? Quais?
2. T: densidade...
3. P: densidade.
4. T: ponto de fusão...
5. P: ponto de fusão.
6. T: ponto de ebulição...
7. P: ponto de ebulição.
8. T: solubilidade...
9. P: solubilidade. Né, todo mundo lembrou disso aí né? Na unidade 02, o que é que a gente trabalhou?
10. T: constituição....
11. P: unidade 02: constituição das substâncias. E aqui qual foi o nível que a gente trabalhou, hein? Ou quais foram os níveis?
12. T: microscópico?
13. P: microscópico. Lembra o que nós fizemos na unidade 2?
14. T: mol.
15. P: unidade 02 não foi mol não. Pode abrir aí, consultar pra lembrar. O que que nós fizemos lá na unidade 02. Tô querendo retomar a linha de raciocínio que nós estamos fazendo aqui ó. Né porque nesses dias de férias todo mundo esqueceu tudo.
16. A: constituição.
17. P: constituição. Mas o que nós discutimos?
18. A: modelos.
19. P: os modelos. Um modelo basicamente, né? Que era qual?
20. A: ...é constituída de partículas e espaços vazios..
21. P: então a Paula tá lembrando o modelo que a gente trabalhou, né? A substância é constituída de partículas e espaços vazios, essas partículas se movimentam e tem associada a elas uma energia cinética. Lembram disso? A gente chama esse modelo de cinético-molecular. Então trabalhamos o modelo. Então já estamos mudando de nível aqui, né? Só isso aqui que a gente trabalhou? Só ficamos neste nível? Foi?
22. T: Não.
23. P: Não? Porque não? Porque não? Nós trabalhamos com fenômenos na unidade 02? Trabalhamos ou não?
24. T: inaudível
25. P: É? mas nós trabalhamos com fenômenos, não trabalhamos? Quais foram os fenômenos?
26. T: eletrólise da água.
27. P: eletrólise da água foi um. O que mais? E, tá danado. Eletrólise da água foi um. Que mais?
28. T: inaudível
29. P: Hã?
30. T: Daquele sólido branco ... do açúcar

31. P: o aquecimento do açúcar, isso! Qual mais? Fala A6.  
 32. A: do açúcar.  
 33. P: decomposição do açúcar.  
 34. A: inaudível  
 35. P: fala  
 36. A: Daquele azul é...  
 37. P: que azul?  
 38. A: permanganato  
 39. P: o permanganato do potássio. A dissolução do permanganato de potássio, o que mais?  
 40. A: .da seringa  
 41. P: O da seringa foi lá na unidade 03 já....  
 42. A: açúcar .... permanganato..  
 43. P: Permanganato nós trabalhamos, qual mais?  
 44. T: Inaudível  
 45. P: que pozinho? O sulfato de cobre.  
 46. A: Isso.  
 47. P: é mas isso já foi na unidade 03. Da unidade 02: álcool e água. Lembram? 50 mililitros de água mais 50 ml de álcool era diferente de 100 ml. Outro fenômeno. Então foi: álcool mais água, decomposição do açúcar, eletrólise da água, a dissolução de um grão de permanganato sem agitação. Ainda teve mais uma, que foi pegar um grãozinho de permanganato, dissolver num béquer de 50 ml, pegar 5, transferir, transferir, transferir e fazer a conta de quantas partículas deveriam ter naquele um ml final. Lembram disso? Lembraram? A partir destes fenômenos que a gente foi construindo esse modelo. Não foi? Então a gente trabalhou no nível microscópico e no macroscópico, não foi? Mas também trabalhamos com as representações. Então, aqui na segunda unidade nós já começamos a circular nos três níveis. Vocês estão acompanhando bem esta discussão que eu estou fazendo desde a outra aula, tá? Ajuda alguma coisa?  
 48. T: Ajuda.

A análise deste momento discursivo da aula de química possibilita a visibilidade a algumas questões importantes para a compreensão das relações discurso conhecimento.

A primeira delas relaciona-se às restrições de sentido e as condições de produção do discurso e do conhecimento. Minha análise pretende focar a discussão sobre os "níveis do conhecimento químico". Resolvi propor essa discussão porque sempre me intrigou a dificuldade que os alunos apresentam com a solicitação "justifique". Ora, como "justifique" neste caso significa "explique porque", pensei que uma discussão envolvendo os níveis do conhecimento químico poderia

possibilitar mais um elemento para nortear suas reflexões: se preciso justificar algo em química pode ser que precise me remeter ao mundo microscópico<sup>2</sup> ou ao mundo dos modelos e das teorias.

A opção por restringir os sentidos e direcionar a discussão para essas questões vai determinar e provocar as respostas que pretendo ter de volta da turma para levar o discurso adiante. Ao considerar os níveis do conhecimento químico estou orientando o discurso para algo que ainda não foi dito, mas que é neste momento solicitado a surgir. Nas palavras de Bakhtin:

*"O discurso (...) está imediata e diretamente determinado pelo discurso-resposta futuro: ele é que provoca esta resposta, pressente-a, e baseia-se nela. Ao se constituir na atmosfera do "já-dito", o discurso é orientado ao mesmo tempo para o discurso-resposta que ainda não foi dito, discurso porém, que foi solicitado a surgir e que já era esperado. Assim todo diálogo é vivo."*

(Bakhtin, 1993, p.89)

E nessa atmosfera do já-dito procuro recuperar também alguns aspectos conceituais e epistemológicos. Assim os alunos vão me oferecendo as respostas que eu já tinha provocado e pressentido. Vão disponibilizando suas lembranças: densidade, ponto de fusão, ponto de ebulição, solubilidade, constituição, microscópico, mol, modelos, partículas e espaços vazios.

Nesta tensão conhecimento/níveis de conhecimento algumas

---

<sup>2</sup>Tenho procurado discutir essa questão dos níveis do conhecimento químico e recentemente, graças a interações com os professores Eduardo Mortimer e Lilavate Romanelli, redimensionei um pouco minha concepção sobre o que seria incluído nesses níveis. Atualmente consideraria o nível "microscópico" como o nível teórico e o "macroscópico" como o fenomenológico.

palavras são fundamentais na opinião da professora e marcam a direção das lembranças e do aprofundamento da discussão.

Retomar o conhecimento químico já disponível e compartilhado em relação ao modelo cinético-molecular, possibilitar a discussão dos níveis do conhecimento químico, dirigir o movimento das lembranças para o nível dos fenômenos. As lembranças vêm devagar e evocam fenômenos solicitados pela professora: eletrólise da água, decomposição do açúcar, dissolução do permanganato de potássio...e outros que não são do interesse imediato: a compressão da seringa, o sulfato de cobre ...isto é da unidade 3! A cabeça da professora funciona tendo em vista a organização das unidades. Ela sabe quais fenômenos foram trabalhados na unidade 2. A dos alunos não: eles se lembram dos fenômenos.

A professora trata de considerar aqueles fenômenos que os alunos lembraram e ela também lembra um outro importante para a organização lógica do material. Mas, não é só a lógica do conhecimento que importa mas também a abordagem que foi feita e a articulação dos níveis do conhecimento químico.

Aqui poderíamos perguntar: qual é a relevância de se retomar esta forma de organizar o conhecimento? Este é um modo de funcionamento que dá visibilidade à função do discurso pedagógico. A professora evoca lembranças dos alunos para fazer com que essas lembranças funcionem de uma forma conceitualmente organizada, o que envolve uma certa lógica e uma certa hierarquia. Bakhtin pode nos ajudar a compreender este movimento como constitutivo da dialogicidade do discurso:

*"A dialogicidade interna do discurso não está apenas no objeto que ela encontra no discurso alheio. Todo discurso é orientado para a resposta e ele não pode esquivar-se à influência profunda do discurso da resposta antecipada".*

(Bakhtin, 1993, p.89)

É interessante observar que, como professora, eu falo de um lugar de quem possui um conhecimento. Eu não falo por mim mas retomo muitas vozes. Eu retomo para situar, para ver como estamos indo, para reconsiderar os conteúdos que já discutimos antes, para evocar os fenômenos químicos com os quais interagimos, para apontar para uma forma de pensar que acredito ser interessante para aprender química neste nível de escolarização: articulando os níveis do fenômeno, da teoria e das representações.<sup>3</sup>

A estratégia que uso, entretanto, não depende muito da resposta dos alunos. Na verdade eu já sei onde quero chegar. O modo como faço isso inclui o retomar a lembrança, não só para retomar os conceitos mas também para evidenciar como penso com/sobre estes conceitos. O trabalho com o conhecimento químico se dá nessa relação. Esta observação de que os professores fazem perguntas cujas respostas já conhecem é uma característica do discurso da sala de aula (Mehan, 1985). Segundo Edwards (1996), cada vez que o professor faz uma avaliação da resposta dos alunos (e não vice-versa) seu papel como especialista e como autoridade é corporificado e reafirmado.

Este momento discursivo evidencia um modo de participação da professora que se constitui nesta atmosfera do já-dito. Este modo de

---

<sup>3</sup>Ao final deste texto apresento uma discussão mais aprofundada sobre os níveis do conhecimento químico.



funcionamento estabelece um discurso que trabalha com o conhecimento historicamente construído. Historicamente construído e legitimado naquele espaço de interlocução, com aquelas experiências que foram compartilhadas e sobre as quais foram elaborados alguns conhecimentos químicos.

Historicamente construídos também porque conhecimentos da cultura química selecionados para serem ali considerados.

Este modo de participação da professora é constituído de forma assimétrica: o já-dito é retomado em função de uma deliberação que envolve destacar alguns pontos importantes para a (re)constituição de uma certa forma de pensar. Aí ganha visibilidade o lugar do outro que dirige a atenção conjunta do grupo, destaca os aspectos significativos e possibilita um funcionamento conjunto na busca de explicitar a linha de raciocínio abordada pelo material didático. É esta uma das funções do discurso pedagógico!

A perspectiva adotada na análise deste momento discursivo possibilita-me problematizar uma outra, que também procura enfocar a retomada de assuntos já trabalhados em aulas de ciências. Em seu livro "Common Knowledge", Derek Edwards e Neil Mercer discutem os modos através dos quais o conhecimento, principalmente o que constitui os currículos escolares, é apresentado, recebido, compartilhado, controlado, compreendido ou não. Suas investigações estão centradas na crença de que toda educação está essencialmente relacionada ao desenvolvimento de uma compreensão compartilhada e que essa compreensão acontece porque "quando duas pessoas se comunicam, existe realmente a possibilidade de que, reunindo suas experiências, cheguem a um novo nível de

compreensão mais alto do que o que possuíam antes" (Edwards e Mercer, grifo meu).

Para analisar os movimentos que estão envolvidos na elaboração de um conhecimento compartilhado os autores recorrem às noções de contexto e continuidade, aspectos que consideram importantes no sentido de explicar como se utiliza a conversação para criar conhecimento e compreensão na aula. Para os autores "a criação do conhecimento nas aulas é um processo no qual, para conseguir o êxito, os temas têm de surgir e continuar, têm-se que finalizar as explicações, aceitar e repassar, e a compreensão tem que ser consolidada." (Edwards e Mercer). Assim, a continuidade é importante para o funcionamento da dimensão comunicativa da linguagem na sala de aula. Essa continuidade está muito relacionada ao contexto a tal ponto que "a conversação em si cria seu próprio contexto; o que dizemos em um momento dado dentro de uma conversa cria os fundamentos dos significados da conversa que se segue".

A noção de contexto é discutida por Edwards e Mercer como "algo mental mais que lingüístico ou situacional: quer dizer, como uma propriedade das compreensões gerais que surgem entre as pessoas que se comunicam, não como uma propriedade do sistema lingüístico que utilizam ou das coisas que tenham feito ou dito realmente, nem tão pouco das circunstâncias físicas nas quais estas pessoas se encontrem". Assim, utilizam o termo contexto para se referirem a "tudo o que os participantes em uma conversação conhecem e compreendem – além do que está explícito enquanto falam – ao que lhes ajuda a dar sentido ao que se diz" (Edwards e Mercer).

Sob o ponto de vista do conhecimento compartilhado de Edwards e Mercer, as referências explícitas às experiências e falas em uma aula têm a função de certificar que os alunos "havia desenvolvido uma compreensão conjunta de aspectos importantes do que se havia dito e feito (...). O sucesso desta compreensão compartilhada poderia, então, converter-se na base de ensino posterior e servir de contexto mental compartilhado para o que se seguir." (p. 101 e 102). Sob este ponto de vista a retomada das experiências e do "já dito" seria uma forma de participação na qual o professor olharia para o passado buscando garantir que uma compreensão compartilhada foi efetivamente estabelecida. Ou seja, a função da retomada seria garantir a compreensão do que já foi dito e a clareza das comunicações futuras.

Olhando para as colocações de Edwards e Mercer a partir de uma perspectiva bakhtiniana algumas questões se colocam: será mesmo possível se ter este "sucesso da compreensão compartilhada"? É possível conseguir-se esta unicidade de compreensão? Se essa compreensão compartilhada não for alcançada, onde estaria a falha? O ensino posterior não poderia então prosseguir? Que pressupostos estariam por detrás dessa expectativa da compreensão garantida?

Uma das idéias que dá suporte para esta expectativa seria a consideração do "ouvinte como alguém que só pode compreender passivamente, e não como aquele que responde a réplica de maneira ativa" (Bakhtin, 1993, p. 89). Isto porque, se assumimos a possibilidade da réplica, assumimos também a possibilidade da polissemia. Assim, a unicidade de sentido, e portanto de compreensão compartilhada efetivamente estabelecida, se esvai.

Então, do ponto de vista bakhtiniano, a fala da professora não estaria simplesmente tentando abrir espaços para verificar se o que disse foi compreendido. Parece que o que se constitui é um movimento discursivo que vai propiciando uma resignificação do já-dito, experienciado, vivido, compartilhado. Isto revela uma forma de trabalhar com o conhecimento que vai tecendo as relações entre aquelas atividades/ações/tarefas cotidianas e uma articulação com um todo, uma certa forma de pensar e de falar do mundo a partir de um ponto de vista químico. A compreensão da Prof<sup>a</sup> Sônia Kramer sobre a perspectiva de Bakhtin nos ajuda nesta questão:

*Segundo Bakhtin, para o locutor importa o signo sempre flexível e variável, enquanto para o receptor o essencial não é reconhecer a forma usada, mas compreendê-la num contexto preciso, captando sua significação numa enunciação particular, percebendo seu caráter de novidade.*  
(Kramer, 1993, p.72)

A perspectiva assumida por Edwards e Mercer revela também uma concepção de linguagem como ação e comunicação e de discurso numa perspectiva pragmática. O processo de construção do conhecimento é concebido numa perspectiva teleológica, com uma complexidade crescente de aperfeiçoamento constante.

Caberia aqui pensarmos também na perspectiva pedagógica do trabalho do professor. Do ponto de vista de Edwards e Mercer a restrição do sentido, ou seja, a busca da garantia da compreensão, é a tarefa do professor. Do ponto de vista bakhtiniano estas restrições de sentido seriam uma das possibilidades que pode ser concretizada no/pelo

discurso pedagógico.

A partir da perspectiva de Bakhtin penso que a importância do "já dito" e do "como foi dito" no processo de elaboração conceitual vai além desta perspectiva comunicativa. Sua importância está no fato de que o discurso, ao se constituir nesta atmosfera, é orientado para o discurso resposta, que ainda não foi dito. Assim, estas retomadas vão constituir uma certa forma de falar/pensar sobre o conhecimento químico. Vão destacar os aspectos importantes, esperar respostas e possibilitar as ressignificações buscando perceber o caráter de novidade no já-dito.

Poderíamos aqui dizer, com Bakhtin, que neste trecho da aula que analisamos "a palavra de outrem se apresenta não mais na qualidade de informações, indicações, regras, modelos, etc. – ela procura definir as próprias bases de nossa atitude ideológica em relação ao mundo e de nosso comportamento" (Bakhtin, 1993, p.142). Assim, estas retomadas vão constituir uma parte importante do processo de elaboração do conhecimento químico.

## Posições dos sujeitos e modos de apropriação das palavras e do conhecimento

A análise agora refere-se a um trecho da transcrição de uma aula na qual um grupo de alunos vai discutir, sem a presença da professora, sobre o fenômeno da queima de uma fita de magnésio metálico.

A atividade proposta pelo material didático tem como título

"Aspectos facilmente perceptíveis na interação de substâncias". Inclui a realização de 5 testes que correspondem a transformações químicas que são acompanhadas por diferentes evidências tais como, a liberação de gás, a liberação de energia luminosa, a formação de sólido, o aquecimento e a mudança de cor.

O objetivo da atividade é evidenciar que este tipo de transformação envolve a formação de novas substâncias e que pode ser acompanhada de aspectos facilmente perceptíveis ou evidências. Assim, este é um momento diferenciado do movimento discursivo interessante para examinarmos os modos de funcionamento dos pares na elaboração de conhecimentos na sala de aula de Química.

Neste momento as discussões vão sendo configuradas em torno de um fenômeno químico que está sendo demonstrado pela professora. Do livro texto vem a seguinte instrução:

### Teste 5

- *Seguindo as instruções de seu professor aqueça, diretamente na chama do bico de gás, um pedaço de fita ou limalha de magnésio.*
- *Verifique o que acontece e anote suas observações na Tabela 1*

**Tabela 1**

Teste	Substâncias ou soluções	Características das substâncias ou soluções	Observações
5			

Assim, há uma demanda pelo preenchimento da Tabela 1 que solicita que os alunos fiquem atentos ao que vai ocorrer e registrem suas observações. Os cadernos, nos quais os alunos registram o que é solicitado pelo livro texto, são recolhidos regularmente para que a professora possa acompanhar o andamento da turma e constituem uma parte das avaliações. Os cadernos portanto "valem nota". Assim, há uma preocupação em registrar caprichosamente o que ocorre.

A dinâmica que a professora propõe para esta parte envolve, primeiramente, a observação da fita de magnésio (prateada) e a descrição das características do material. Em seguida a fita de magnésio é colocada na chama. O material resultante (um pó branco) é recolhido e circula nos grupos para ser observado.

1. P: Gente, dá uma observada aqui na fita de magnésio.
  2. A3: Passa pra cá, passa pra cá..
  3. A6: Tá vendo, é tipo um ferrinho.
  4. A3: Características das substâncias ou soluções.
  5. A2: Como é que é a limalha de magnésio?
  6. A3: É uma fita prateada, não...
  7. A6: Prateada...
  8. A3: Sólida...
  9. A5: Meu caderno acabou, como é que eu vou fazer?
  10. A2: Como que a gente vai falar... essa fita ela é, assim, ela não dobra, assim, igual barbante que cai.
  11. A5: Rígida e maleável.
  12. A3: Coloca que ela é fita prateada, sólida e flexível, tá bom de mais.
  13. A3: Sólida.
  14. A3: Podemos ver a experiência agora, estou achando muito interessante.
  15. A1: O que que vai acontecer quando aquecer, fala A6?
  16. A6: Vai liberar luz.
  17. A3: Pára , com isso!
  18. P: Alguém tem uma bandeja aí?
  19. A2: A6, Cê tem que esquecer tudo que você aprendeu no ano passado.
  20. A3: Não, ela tem que lembrar prá estudar esse ano.
- PROFESSORA MOSTRA QUEIMANDO A FITA DE MAGNÉSIO

21. P: Eu fico cega, faço isso aqui 4 vezes por dia e nem olho mais. Ai!
22. A: Pingou!
23. P: Pois é, não era para acontecer isso não...
- ALUNOS OLHAM O POZINHO NA MÃO DE UMA ALUNA
24. P: É isso, beleza.
25. A3: A6, lembra do ano passado.
26. A3: Houve produção de luz, eu acho melhor.
27. A3: Produção, eu acho melhor...
28. A4: Produção de luz .. é produzindo, não é liberando.
29. A6: Houve uma reação que liberou luz.
30. A4: Produziu luz.
31. A6: Não, o resultado final..
32. A5: O que tá liberando? Ah, não é fumaça é resultado da combustão de gases.
33. A: Mas então, fumaça não é um gás?
34. A3: Que que é fumaça então?
35. A5: Pega qualquer coisa, assim, um pedaço de ferro e coloca em cima da vela. Vai formar uma fumaça preta. Se você colocar o dedo vai ver...
36. A3: Ah! Tá.
37. A6: É o resultado da reação.
38. A3: Houve uma reação onde houve liberação de luz e a formação de um sólido branco
39. A5: Um sólido branco bem diferente...
40. A3: Isso não tem mais a ver com decomposição? Ah decomposição..
41. A2: E o gás?
42. A3: É a mesma coisa cê já pegou bombril? Coloca fogo e fica rodando
43. A5: É diferente né?
44. A4: Formação de quê?:
45. A2: De um sólido branco.
46. A6: Ô gente consistiu em reação...
47. A5: Inaudível
48. A2: Bruno c
49. A5: Inaudível
50. A3: ô gente tem que acabar isso aqui.. e lavar
51. A6: ô gente, existiu reação
52. A6: .... em que consiste uma reação. Porque fica todo mundo falando reação, reação, reação..... em que consiste uma reação. Todo mundo tá falando que é reação
53. A1: O quê que quer dizer?
54. A3: Reação é tipo assim, o contrário, não o contrário da mistura.... ao invés de formar separado, quer dizer, em reação química. A gente não pode dizer com certeza que não pode ser separado não.
55. A2: Duas substâncias formam uma outra.
56. A6: Exatamente nisso que consiste uma reação.
57. A6: Uma reação é ela formar uma diferente e não formar a mesma.
58. A5: Se você pegar por exemplo, uma Lívia e uma Rose, no final não vai ser uma Lívia mais uma Rose, vai ser outra. Tipo isso.
59. A6: Pegar a Lívia e o Renato .....

60. A5: Deixa de ser o que era, deixa de ser o que era, deixa de ser o que era no estado normal passa a ser outra completamente nova.

61. A3: Exatamente. A gente já tinha visto, a gente viu que formava uma substância completamente diferente. Acho que tem a ver sim.

62. A6: É só que através de decomposição, aqui é como se fosse o processo contrário, como se estivesse somando.

63. A3: Na decomposição você decompõe dois e forma dois completamente diferente. Pegando esses dois diferentes formando um completamente diferente daqueles outros dois.

A análise do movimento discursivo envolvido na realização do teste da fita de magnésio torna visível relações importantes entre discurso e conhecimento na aula de química. Relações fundamentais que são percebidas a partir da perspectiva de Bakhtin sobre a dimensão constitutiva da linguagem que acaba por considerar que é no discurso e pelo discurso que os conhecimentos são elaborados. Assim, nas palavras de Bakhtin:

*"A consciência adquire forma e existência nos signos criados por um grupo organizado no curso de suas relações sociais. Os signos são alimento da consciência individual, a matéria de seu desenvolvimento, e ela reflete sua lógica e suas leis. A lógica da consciência é a lógica da comunicação ideológica, da interação semiótica de um grupo social. Se privarmos a consciência de seu conteúdo semiótico e ideológico, não sobra nada."*  
(Bakhtin, 1992, p. 35 e 36)

A primeira abordagem feita pelos alunos para a atividade proposta envolve inicialmente a caracterização da fita de magnésio a partir de termos bem cotidianos: ferrinho, fita prateada, não dobra. Ao longo das

interações, os termos vão sendo elaborados e a decisão que resulta no registro escrito já considera uma linguagem diferenciada: sólida e flexível.

Após a observação da queima da fita de magnésio um momento de discussão (a partir do turno 26) também evidencia entrelaçamentos entre o discurso e a produção de conhecimento. Pode-se perceber que a aluna A3 (no turno 26) questiona a utilização da palavra "liberou" e sugere uma ("produziu") mais precisa e adequada do seu ponto de vista, o que é incorporado também pelo aluno A4.

No caso de uma transformação química poderíamos entender que o uso da palavra "produziu" seria mais pertinente, na concepção da aluna A3, tendo em vista que os "produtos" de uma transformação química devem ser "produzidos". Entretanto, no caso da luz que foi observada, o que ocorre é mesmo a liberação de energia luminosa. A energia, neste caso não foi produzida, mas foi transformada. O uso destes termos indica que os alunos já estão imersos num determinado discurso no qual estes conceitos têm uma formação específica. Esta esfera de pertinência de determinados termos, que são fundamentais na elaboração do conhecimento químico, nos dá pistas de que já há um certo nível de elaboração conceitual.

Podemos também perceber relações constitutivas entre produção de conhecimento e discurso nas discussões que vão envolver o aprofundamento da discussão sobre a idéia de transformação química que é provocada pela interação com o fenômeno e pelo movimento discursivo que vai sendo constituído no grupo.

A palavra "reação" vai aparecer primeiro no grupo pela voz de A6, no turno 29 "Houve uma reação que liberou luz", no contexto da

discussão do que se observa na queima da fita de magnésio. Assim, nesta elaboração do conhecimento sobre a transformação química as condições de produção do discurso vão envolver muitas vozes, o embate de diferentes referências, pontos de vista, conhecimentos e experiências dos sujeitos. Constituindo-se uma arena de disputas, de lugares diferentes, na qual a voz de um vai provocando respostas, comentários e constituindo um movimento de elaboração do conceito de reação química.

Assim, por exemplo, no turno 40, A3 vai trazer uma questão que vai um pouco além do que se pretendia que fosse discutido pelos alunos naquele momento trazendo uma voz que parece estar relacionada a uma experiência escolar com as classificações das reações químicas "A3:Isso não tem mais a ver com decomposição? Ah decomposição". A6 retoma, no turno 62, a idéia de decomposição que havia sido trazida por A3 no turno 40. A fala de A3 tenta retomar esta questão e o faz de forma bem apropriada. Aqui, ao que parece ecoa uma voz do ensino tradicional de Química que, freqüentemente, aborda o tema reações químicas optando por classificá-las. Assim, esta voz é recuperada e está envolvida no processo de significação que se estabelece.

Considerando os processos de significação, ou a produção do conhecimento relacionada ao processo de significação e a constituição do sujeito, esses sujeitos que fala traz vozes alheias. Poderíamos aí perceber um movimento de apropriação – Voz alheia/voz própria alheia/voz própria – do conhecimento, das práticas. O que acontece em termos da construção de conhecimento acontece na significação, no trabalho com a linguagem, na elaboração conceitual – todas instâncias implicadas, interrelacionadas e mutuamente constitutivas – de tal forma que as palavras acabam sendo

pertinentes.

Esses sujeitos, usando ainda palavras que são alheias e buscando uma elaboração conceitual, parecem ter um nível de elaboração mais refinado, evidenciado pelos termos que usam e pelas relações que estabelecem. E estão lançando mão disto na construção de um discurso apropriado, no sentido de próprio e pertinente.

A fala de A3, no turno 54, recupera um outro conceito já trabalhado anteriormente ("mistura") inserindo-o em um novo contexto. Neste momento o conceito de mistura funciona como um ponto de referência para a compreensão do conceito de reação química. Nas palavras de Bakhtin

*"Compreender a enunciação de outrem significa orientar-se em relação a ela, encontrar o seu lugar adequado no contexto correspondente. A cada palavra da enunciação que estamos em processo de compreender, fazemos corresponder uma série de palavras nossas, formando uma réplica. Quanto mais numerosas e substanciais forem, mais profunda e real é nossa compreensão."*

(Bakhtin, 1988, p.131 e 132, grifo do autor)

Nos turnos 54 a 63 tem-se então a visibilidade do processo de elaboração do conceito de reação química que se adensa numa busca de compreensão tendo em vista o fenômeno observado. Bakhtin pode nos ajudar a acompanhar melhor o desenrolar deste processo de compreender.

*"Toda compreensão concreta é ativa: ela liga o que deve ser compreendido ao seu próprio círculo, expressivo e objetal e está indissoluvelmente fundido a uma resposta, a uma objeção motivada - a uma aquiescência"*

(Bakhtin, 1993, p.90)

Nestes turnos, o que deve ser compreendido - o conceito de transformação química - se liga ao fenômeno específico de uma transformação. Esta ligação determina "uma série de inter-relações complexas, de consonâncias e multissonâncias com o compreendido, enriquece-o de novos elementos (Bakhtin, 1993, p.91).

Na análise deste momento discursivo é possível destacar-se a heterogeneidade dos modos específicos de participação dos sujeitos na produção de sentido e de conhecimento, dos lugares de saber, de conhecimento, das diferentes posições.

Segundo Góes (1993) na literatura encontra-se muitas vezes a referência à contribuição do outro como "ação partilhada, ajuda, estabelecimento de ponte (bridging), criação de estrutura de suporte (scaffolding), transferência de responsabilidade ou controle, etc." Entretanto é possível também analisarmos essas contribuições do outro como modos específicos de participação dos sujeitos.

A3, por exemplo, assume/é colocada em uma posição que a autoriza a:

- sintetizar o que vai ser registrado por escrito - no turno 12, "Coloca que ela é fita prateada, sólida e flexível, tá bom de mais.";
- indicar o que o grupo vai fazer - no turno 14, " Podemos ver a experiência agora, estou achando muito interessante";
- autorizar a fala de A6 – no turno 20, " Não, ela tem que lembrar prá estudar esse ano";
- definir o que é uma reação química a partir da solicitação de A1 – no turno 54, " Reação é tipo assim, o contrário, não o contrário da

mistura... ao invés de formar separado, quer dizer, em reação química. A gente não pode dizer com certeza que não pode ser separado não."

A6, por sua vez, assume/é colocada em uma posição a partir da qual:

- sabe qual é o fenômeno que vai observar - no turno 16, "Vai liberar luz", mas é aconselhada a esquecer - no turno 19, "Cê tem que esquecer tudo que você aprendeu no ano passado";

- considera que o fenômeno é uma reação química - no turno 29, "Houve uma reação que liberou luz", mas não tem tanta confiança de que sabe do que está falando - no turno 54,"...em que consiste uma reação..".

A participação de A2 se dá de modo diferente. No turno 5, por exemplo, ela pergunta como é a fita de magnésio, apesar deste material estar ali disponível para ser observado. No turno 19 pergunta "como que a gente vai falar", para depois dar sua descrição. É um modo de funcionamento que necessita do respaldo, da confirmação do outro para constituir sua própria percepção. Um modo de funcionamento que tende a não valorizar sua própria experiência. A desvalorização da experiência também ecoa na fala dela com relação ao outro no turno 19, quando sugere que A6 também apague sua experiência esquecendo o que aprendeu no ano anterior.

O aluno A5 parece participar como um "operacionalizador". A questão principal que vai sendo discutida pelo grupo implica uma elaboração do conceito de transformação química. Em vários turnos (35,

58, 60) A5 faz um esforço de concretização, de exemplificação, para contribuir na significação do conceito pretendido.

Os destaques das posições de A3 e A6 vão dar visibilidade a uma questão que faz parte da constituição do grupo. A3 é uma aluna que se destaca por sua postura "professoral". O grande sonho de A3 é ser professora! Ela tem prestígio no grupo e suas sugestões são, em geral, aceitas e consideradas. Não é bem assim com A6. A aluna A6 estava fazendo a disciplina Química Geral pela segunda vez. Ela não fora reprovada em química mas, pela forma como o colégio se organiza, teve que repetir todas as disciplinas. Ela não tem tanto prestígio no grupo e muitas vezes, em outros trechos, podemos perceber que ela precisa insistir um pouco mais com suas opiniões e suas posições.

A assimetria de A3 em relação ao grupo também pode ser percebida entre os turnos 32 e 38. Neste caso A3 funciona como a professora que não permite que certas dúvidas desviem a atividade do planejamento previsto. O aluno A5, no turno 32, coloca a fumaça como resultado da combustão de gases. A3 coloca a questão da fumaça e com uma explicação rápida dada por A5 encerra o assunto. A intervenção de A3 no turno 36 impede que esse "ruído", que é a fumaça, seja considerado.

Este trecho é importante por evidenciar uma confusão constante entre os alunos que, nós professores, sempre tentamos evitar (conscientemente ou não): o fenômeno sempre tem mais coisas do que aquelas que "contamos" quando o representamos nas equações químicas. Assim, por exemplo, na queima da vela que também está sendo observada pelos alunos, a fumaça preta é notável, suja os dedos, mas não há lugar para ela no registro da equação química.



A fumaça fica fora da representação, que apenas considera o magnésio, o oxigênio, o óxido de magnésio formado (sólido branco formado) e a energia luminosa.

Além disso dá visibilidade à dificuldade que os alunos têm com o fato de que a passagem de um nível do conhecimento químico para outro envolve mais do que uma simples transposição, mudança de planos ou isomorfia. Essa passagem envolve uma desconstrução/reconstrução do fenômeno, o qual passa por uma "limpeza" antes de ser representado na forma de equação. A maioria de nós professores, em geral, desconsidera essa dificuldade. A3 parece se dar conta disso, ao evitar entrar na discussão sobre a fumaça e ao cortá-la no turno 38, definindo o que deve ser observado. O discurso sobre a química se constrói também determinando o que deve ou não ser observado e o que é ou não é relevante em cada fenômeno.

Poderíamos dizer que, nesta análise, tornamos visíveis os modos específicos de participação dos alunos e como esses modos de participação vão constituindo o conhecimento significativo que é elaborado. Esses modos de participação implicam uma assimetria.

Ao observar interações entre crianças (também sem a participação da professora) Góes (1995) aponta que, em geral, se considera que, convencionalmente, caracteriza-se como simétrica a relação entre "iguais". Entretanto, assim como a pesquisadora, podemos perceber que "ao participarem da elaboração de conhecimentos, os parceiros determinam o lugar da criança na rede de relações pessoais, concedem ou

negam lugares de prestígio. Criam e consolidam assimetrias que emergem dos antagonismos, disputas, avaliações, ajudas e cumplicidades" (Góes, 1995, p.27 e 28)

## Voz alheia, voz própria alheia, voz própria

O momento discursivo que vou agora analisar refere-se a um trecho da transcrição de uma aula que ocorreu depois daquela na qual os alunos realizaram uma série de transformações químicas, incluindo a queima da fita de magnésio, que apareceu na discussão anterior.

Neste momento um grupo de alunos discute a questão 4, propostas pelo material didático, sem a presença da professora.

Vou apresentar as quatro primeiras questões para que o leitor tenha uma idéia do que o grupo já havia discutido anteriormente.

### **Questões**

- 1. Como você pode explicar o que observou no Teste 1?*
- 2. O que você acha que ocorreria se adicionasse mais água ao tubo que contém o sistema resultante do Teste 1?*
- 3. No Teste 2 você observou uma efervescência causada por um gás. Como surgiu este gás?*
- 4. Por que você não pode afirmar que é ar o gás que você viu surgir no teste 2?*

1. A3: Porque você não pode afirmar que é ar o gás que você viu no teste 02?
2. A2: Tá, o que desprende do gás, né?
3. A4: Acho que é porque...acho que seria o ar se houvesse.....aquecimento.
4. A2: Ah eu não sei.
5. A4: ..... igual tá aqui. Igual você falou, né?. ..é.
6. A3: A gente tinha discutido da outra vez que talvez as substâncias simples é... que se juntaram e deram exatamente o ar. A gente já viu em outras experiências que quando a gente começava a aquecer havia liberação de gás. Quando...quando você aquecia o sistema , a água.... de um tanto de coisas .... que tinha a ver com o ar e tal.....eu acho assim que seria o ar, só se desprenderia se o sistema fosse aquecido. Só que o sistema não foi aquecido.
7. A4: Mas..... não entendi porque....
8. A6: Eu acho que como nós estamos tratando de reação química.... acho que liberou foi alguma coisa que sobrou da reação.
9. A5: Porque não seria o ar?
10. A6: Alguma coisa que não podia estar presente na substância que ficou formada..
11. A3: Vocês estão tentando explicar exatamente porque não foi o ar. Eu tô explicando se fosse ar seria assim. Eu não estou dizendo .....
12. A6: Teria que haver aquecimento para haver liberação de ar?
13. A4: Teria que ter aquecimento.
14. A3:... não estou falando que tem ar lá não.[a professora chega no grupo e observa a discussão] Estou falando assim, que se fosse ar quando aquecesse ia desprender, mas como desprende gás
15. P: Sem aquecimento [a professora sai].
16. A3: .....sem aquecimento então não é ar é um outro gás..
17. A2: Tá.
18. A4:Cê entendeu?
19. A5: Então é um outro gás qualquer que não podia estar na nova substância formada
20. A3:... foi um gás qualquer que não é o ar.
21. A5: Porque, ar só se desprende com aquecimento?
22. A4: Não.
23. A5: Em qualquer substância?
24. A3: Ô eu coloquei assim: o ar só se desprenderia se o sistema fosse aquecido, como ele não foi e houve desprendimento de gás, logo, ele não é o ar.
25. A4: É.
26. A2: Entendi, agora eu entendi.
27. A4: Entendi perfeitamente.
28. A3: Ô gente, não dita não....
29. A4: .... o .. ar só se desprenderia....
30. A3: O ar só se desprenderia se o sistema fosse aquecido, como ele não foi e houve desprendimento, logo, ele não é o ar.[os outros alunos do grupo escrevem a resposta.

A discussão começa com a retomada de uma questão que havia sido deixada em aberto na aula anterior "A3: Por que você não pode afirmar que é ar o gás que você viu no teste 2 ?". A questão é recolocada pela aluna A3, no turno 1 mas, na verdade, é lida do livro texto. É a voz do livro didático que impõe uma questão para ser discutida e que aponta um certo rumo para a discussão. Esta questão, em especial, tem a função de destacar uma idéia freqüentemente apresentada pelos alunos. É muito comum que estes considerem que o gás liberado na reação já estava no sistema como tal. Com esta concepção alguns alunos imaginam que o papel de uma reação química deste tipo é apenas o de "liberar" o gás e não que tal gás origina-se de uma reorganização dos átomos das substâncias iniciais sendo, portanto, uma nova substância, inexistente no sistema inicialmente.

No turno 6 a aluna A3 formula um argumento chave para o desenrolar do momento discursivo, colocando sua opinião:

A3: "A gente tinha discutido da outra vez que talvez as substâncias simples é que se juntaram e deram exatamente o ar. A gente já viu em outras experiências que quando a gente começava a aquecer havia liberação de gás. Quando você aquecia o sistema , a água.... de um tanto de coisas .... que tinha a ver com o ar.....eu acho assim que seria o ar, só se desprenderia se o sistema fosse aquecido, só que o sistema não foi aquecido."

A enunciação de A3 é muito interessante e dá visibilidade à questão da polifonia discutida por Bakhtin. Ela recupera a voz dos colegas "A gente tinha discutido da outra vez" e tenta trazer algum elemento do conteúdo que possa auxiliar na formulação de seu raciocínio. Nesta

recuperação da voz do grupo ecoa a voz das discussões anteriores que envolveram outras atividades "...que talvez as substâncias simples é que se juntaram e deram exatamente o ar". Esta colocação, tendo em vista o que já se havia discutido, parece remeter ao processo de eletrólise da água no qual se discutiu o conceito de substâncias simples a partir da decomposição de uma substância composta. A voz da professora, das experiências anteriores também são retomadas: "**A gente** já viu em outras experiências". Desta vez alguns fatos oferecem subsídios para discutir a questão: "quando a gente começava a aquecer havia liberação de gás. Quando você aquecia o sistema , a água.... de um tanto de coisas .... que tinha a ver com o ar". Há aqui um embate, um entrelaçamento e uma articulação de vozes que vão constituir a voz de A3 "...**eu acho** assim que seria o ar, só se desprenderia se o sistema fosse aquecido, só que o sistema não foi aquecido." A opinião de A3 não é uma opinião qualquer, é respaldada pelo próprio grupo, pelo professor, pelo livro didático e pela atividade experimental, vozes que foram incorporadas na sua própria voz. Nas palavras de Bakhtin:

*"O processo de luta com a palavra de outrem e sua influência é imensa na história da formação da consciência individual. Uma palavra, uma vez que é nossa, mas nascida de outrem, ou dialogicamente estimulada por ele, mais cedo ou mais tarde começará a se libertar do domínio da palavra do outro."*

(Bakhtin, 1993, p.147e 148)

Candela (1995) apresenta uma discussão sobre as fontes legítimas de conhecimento em sala de aula que considero pertinente

colocar à disposição para análise do turno 6. Em sua abordagem a autora propõe que na interação discursiva os participantes constroem o caráter dessas fontes e sua relevância particular no estabelecimento dos fatos. Candela analisa em seu trabalho como os professores e os alunos estabelecem as fontes de conhecimento relevantes para a ciência e o papel que lhes atribuem na construção dos fatos. Enfoca os recursos que os participantes elaboram discursivamente para estabelecer os fatos científicos e considera, especialmente, como os professores e alunos estabelecem a evidência empírica e o papel que atribuem a ela como recurso para a construção dos fatos científicos na sala de aula.

É interessante considerar esta análise como um ponto de vista para a interpretação do processo de dialogização do discurso da aluna A3 no sentido de evidenciar a incorporação de vozes que se constituem como fontes legítimas de conhecimento e, portanto, respaldam sua opinião.

Na dinâmica das atividades desenvolvidas em nossa sala de aula a discussão em grupo é valorizada como fundamental para o processo de aprender. Outro ponto também valorizado é a realização de atividades práticas que envolvem a observação. Neste sentido é possível perceber que a aluna A3 recorreu à opinião majoritária do grupo ("**A gente** tinha discutido") e à evidência empírica ("**A gente já viu em outras experiências**") estabelecendo-os como fontes de conhecimento privilegiadas para legitimar seu próprio conhecimento (Candela, 1995, p.89).

Retomando a perspectiva Bakhtiniana podemos trazer de volta o que ele fala sobre a relação entre acento apreciativo e a significação de uma enunciação: "Para compreender a evolução histórica do tema e das

significações que o compõem é indispensável levar em conta a apreciação social" (Bakhtin, 1988, p.135). Ou seja, é fundamental considerar-se o que tem sentido e importância aos olhos de um determinado grupo.

O turno 8 coloca em evidência a voz da aluna A6 "Eu acho que como nós estamos tratando de reação química.. acho que liberou alguma coisa que sobrou da reação" que parece apontar para um aspecto interessante. Ela introduz um novo tema – que tenta avançar para o sentido mais amplo da pergunta feita pelo livro texto: relacionar o desprendimento de gás com a formação de uma nova substância durante uma reação química. Seu comentário faz sentido tendo em vista que realmente o objetivo desta atividade é discutir que em uma reação química ocorre a formação de novas substâncias. No turno 9, entretanto, o aluno A5 recupera a voz do livro didático mas colocando-a sob suspeita "A5: Por que não seria o ar?" e, principalmente, dá prosseguimento à linha de argumentação que vinha sendo desenvolvida pela aluna A3. Assim, de certa forma, desconsiderando a contribuição da colega A6 que, no turno 10, "Alguma coisa que não podia estar presente na substância que ficou formada." volta a tentar introduzir sua linha de argumentação. É importante lembrar aqui que a aluna A6 não era muito aceita pelo grupo. Como ela estava fazendo novamente a disciplina freqüentemente se antecipava às discussões e, por isso, era deixada um pouco de lado.

No turno 11 a aluna A3 argumenta sobre a direção que a proposta de A6 estaria tomando, mas evocando a voz do grupo, talvez no sentido de amenizar um pouco o confronto e a rejeição que se configurará em seguida "A3: **Vocês** estão tentando explicar exatamente porque não foi o ar. Então, explicar se fosse ar seria assim. Eu não estou dizendo .....

A voz de A3 parece mesmo ter um grande poder pois ecoa no turno 12 "A6: Teria que haver aquecimento para haver liberação de ar?" a aluna A6 parece ter assumido a direção proposta por A3, mas o que se observa é que a aluna A6 se cala.

No turno 13 a voz de A3 também ecoa "Teria que ter aquecimento ", desta vez na voz de A4. Esta idéia do aquecimento foi proposta no turno 6 a agora é retomada pelos dois alunos. Aqui é interessante perceber como A3 assume, de certa forma e em certa medida o papel da professora em uma discussão que se realiza sem a presença desta. É A3 quem, no turno 1, inicia a discussão lendo a questão proposta pelo livro. Após as tentativas dos alunos A2 e A4 de formularem algumas explicações formula um argumento que vai direcionar o processo de elaboração do grupo. No turno 11 coloca uma assimetria " **vocês** estão (...)" e turno 14 insiste em separar o que ela pensa do que o grupo pensa.

Entre turno 16 ao turno 24 parece não se envolver como a discussão pelo grupo para no turno 24 fecha a discussão.

No turno 28 assume uma fala que é muito mimha: "Ô gente, não dita não....". Meus alunos têm uma vontade enorme que eu termine as discussões "ditando a resposta correta", ponto que sempre gera conversas e resistências das duas partes. Porém, no turno 30, a aluna assume o ditar e termina repetindo a resposta. É interessante perceber também que A3 assume meu papel de certa forma e em certa medida porque, se consideramos um momento discursivo no qual eu esteja discutindo com um pequeno grupo poderemos perceber que, raramente, eu deixo de retornar as questões colocadas para que os próprios alunos reflitam e respondam. A aluna é mais positiva em suas respostas do que eu sou nas minhas.

## Elaborando uma forma de olhar para e de falar sobre o fenômeno

Uma das dinâmicas que utilizava em minhas aulas envolvia uma discussão com toda a turma após os grupos terem respondido algumas questões propostas pelo material. O objetivo destas discussões é fechar o assunto e pontuar algumas questões que muitas vezes passam despercebidas pelos grupos. É um momento importante também porque possibilita o confronto de diferentes perspectivas para uma mesma situação.

Este momento discursivo que vamos analisar agora corresponde a um trecho da transcrição de uma dessas aulas.

As discussões baseiam-se nos registros que os alunos deveriam ter feito na Tabela 1 e nas respostas elaboradas para as 10 questões propostas pela Experiência 7 "Aspectos Facilmente Perceptíveis na Interação das Substâncias".

O trecho em questão refere-se à discussão da forma de registro do fenômeno do Teste 1 que envolve a interação entre o nitrato de chumbo (solução transparente e incolor) e o bicromato de potássio (solução transparente e alaranjada), formando um sólido amarelo intenso que é o bicromato de chumbo o que pode ser representada pela equação



1. P: Vamos para as discussões destas questões. Relembrando só o objetivo geral né, dessa parte aí que vocês fizeram vocês trabalharam com .... eu tô achando que eu vou fazer estas duas coisas viu. É, nós vamos trabalhar nesta primeira experiência com aspectos facilmente perceptíveis né, este título, ele é.....experiência 06 na apostila d'ocês aí. Bom, então estamos trabalhando com aspectos facilmente perceptíveis nas transformações, né? As análises que vocês fizeram aí, estão todas baseadas em observações do mesmo sistema em dois momentos diferentes, tá certo?
2. A: Certo.
3. P: Então vocês têm um sistema inicial, que eu vou chamar de Si, e um sistema final, tá certo? Eu vou registrar aqui graficamente neste sentido. O que tiver antes da seta vai ser o sistema inicial e depois o que a gente observou, né? Então, no caso do teste 01, o que foi observado? Grupo 01. Como era o sistema antes, o que que vocês observaram? Que modificação?
4. A: As duas soluções transparentes e depois mistura sólido amarelado com líquido alaranjado.
5. P: As duas soluções eram transparentes no teste 01, gente?
6. A: Não.
7. A: Ah não! A outra era alaranjada.
8. P: O que a gente colocou em contato aí, hein? O que foi, grupo 01. O teste consistia em quais substâncias inicialmente?
9. A: Nitrato de chumbo...
10. P: Nitrato de chumbo, né? Qual é a fórmula dele?
11. A:  $Pb(NO_3)_2$
12. P: Dois, em contato com o que?
13. T: Com o bicromato de potássio.
14. P: Bicromato de potássio, qual que é a fórmula?
15. A:  $K_2Cr_2O_7$
16. P:...  $Cr_2O_7$ . Esse  $Pb(NO_3)_2$  era o líquido incolor?
17. A: Isso.
18. P: E aqui, o bicromato era o que?
19. A: Alaranjado.
20. P: Alaranjado líquido. Era uma solução?
21. T: É.

Início a discussão com todos os alunos da turma colocando que, naquele momento, estávamos trabalhando com aspectos facilmente perceptíveis nas transformações e que as análises feitas por eles estavam todas baseadas em observações do mesmo sistema em dois momentos diferentes. Essa colocação explicita o enfoque que pretendia dar ao tema de reações químicas: uma transformação que envolve modificações entre os estados inicial e final de um sistema. Aponta também que as

observações feitas terão um papel importante na elaboração do conhecimento químico sobre as transformações.

No turno 3 começo a explicitar a relação entre o que se observa e como se registra utilizando a linguagem química: "então vocês têm um sistema inicial, que eu vou chamar de Si, e um sistema final tá certo? Eu vou registrar aqui graficamente neste sentido. O que tiver antes da seta vai ser o sistema inicial e depois o que a gente observou, né?".

Estou utilizando uma idéia fundamental do registro através de equações químicas que orienta as observações. Se o registro considera antes da seta o sistema inicial e depois da seta o sistema final, trata-se então de focalizar aí as observações. Este princípio é fundamental para a elaboração do conceito de transformação química que estou naquele momento pretendendo destacar. Aqui cabe reconsiderar as idéias de Vygotsky sobre o papel da palavra na formação de conceitos:

*"Todas as funções psíquicas superiores são processos mediados, e os signos constituem o meio básico para dominá-las e dirigi-las. O signo mediador é incorporado à sua estrutura como uma parte indispensável, na verdade a parte central do processo como um todo. Na formação de conceitos esse signo é a palavra, que em princípio tem o papel de meio na formação de um conceito e, posteriormente, torna-se o seu símbolo."*

(Vygotsky, 1987, p.48)

A atenção dos alunos foi dirigida para observar em todos os fenômenos características dos sistemas iniciais e finais e ir deles ao signo, num processo de abstração progressiva. O registro através das equações

químicas possibilitou a introdução do signo como meio que materializava as idéias que estavam sendo elaboradas. Mais tarde este registro vai tornar-se o símbolo do conceito de transformação química.

No turno 4 a fala do aluno já demonstra uma organização do olhar para o fenômeno considerando o sistema inicial e final "A: As duas soluções transparentes **e depois** mistura sólido amarelado com líquido alaranjado". Apesar desta primeira abordagem ser sinal da incorporação da voz da professora que focaliza as observações e o registro em antes e depois, a observação do aluno, centrada em dispor o fenômeno como solicitado, descuida-se daquilo que mais salta aos olhos: o aspecto visual das soluções. Assim, no turno 5, interfiro procurando orientar novamente o olhar para o fenômeno "P: as duas soluções eram **transparentes** no teste 01, gente?" No turno 7, o aluno recoloca a observação "A: Ah não! A outra era **alaranjada**".

É interessante perceber aqui que, no turno 4, o aluno refere-se às duas soluções como "transparentes" o que era absolutamente pertinente. As soluções de bicromato de sódio e nitrato de chumbo são transparentes. Mas a de bicromato não é incolor. No turno 5 eu utilizo "inadequadamente" a palavra "transparente" com o sentido de incolor, rephraseando o que foi anteriormente dito pelo aluno. Entretanto isto não impede que o olhar do aluno seja redirecionado.

Em algumas discussões que tenho feito com professores de Química e Ciências sobre as relações entre a linguagem e construção de conhecimentos a questão "da clareza da mensagem" que o professor "transmite" está sempre associada à "escolha de palavras mais precisas". O significado é percebido como algo inerente à palavra.

Em um levantamento que realizei de forma mais sistemática com esses professores (Machado e Moura, 1996) evidenciou-se que tinham para si um modelo do processo de comunicação na sala de aula que envolve um emissor (o professor), os receptores (os alunos) e a mensagem (o conteúdo a ser transmitido). A concepção de língua como um sistema externo aos sujeitos ao qual se recorre para expressar o que se pensa. Assim, para esses professores, quanto mais clara for a mensagem que se quer transmitir, mais garantida estará a comunicação. Logo, se o professor pretende ensinar bem, tem que ser claro e ajustar sua linguagem à dos alunos. Por sua vez, para aprender bem os alunos têm que ter as condições necessárias para compreender: disponibilidade, motivação, prestar atenção, possuir os pré-requisitos.

Poderíamos aqui retomar a discussão que Bakhtin faz sobre a questão da língua e sua relação com as necessidades enunciativas concretas, que nos possibilita redimensionarmos nossa forma de pensar sobre o processo de comunicação. Para Bakhtin nas necessidades enunciativas concretas "o centro de gravidade da língua não reside na conformidade à norma da forma utilizada, mas na nova significação que uma forma adquire no contexto" (Bakhtin, 1992, p.92). Pensando no receptor Bakhtin não considera que a ele cabe decodificar a mensagem apenas reconhecendo o que foi utilizado pelo locutor como forma familiar conhecida. Para Bakhtin "o essencial na tarefa de descodificar não consiste em reconhecer a forma utilizada, mas compreendê-la num contexto concreto preciso, compreender sua significação numa enunciação particular". Ou, "trata-se de perceber seu caráter de novidade e não somente sua conformidade com a norma". (Bakhtin, 1992, p.92)

Em relação a esta forma de pensar sobre a expressão, que a concebe como uma exteriorização do que se constrói interiormente no sujeito, Bakhtin também nos coloca uma outra posição, para ele:

*"o conteúdo a exprimir e sua objetivação externa são criados, como vimos, a partir de um único e mesmo material pois não existe atividade mental sem expressão semiótica, conseqüentemente, é preciso eliminar de saída o princípio de distinção qualitativa entre o conteúdo interior e a expressão exterior. Além disso, o centro organizador e formador não se situa no interior, mas no exterior. Não é a atividade mental que organiza a expressão mas, ao contrário, é a expressão que organiza a atividade mental, que a modela e determina sua orientação."*

(Bakhtin, 1992, p.112, grifo do autor)

Ou seja, a linguagem não é apenas um veículo que transporta um conteúdo. A função comunicativa é uma das funções da linguagem e não podemos negar que no processo de construção de conhecimentos em sala de aula há uma dimensão que implica transmissão de conteúdos. Mas é fundamental ampliarmos nossa concepção de linguagem e considerar sua dimensão constitutiva de nossas formas de pensar e do processo de significação. As palavras de Candela (1996) também podem iluminar esta questão:

*"a construção de significados, em uma situação de interação entre muitos indivíduos como é a sala de aula, é um processo complexo, desigual e combinado, que evolui tanto para a construção de alguns significados compartilhados como de outros complementares e também alternativos. No processo, são aperfeiçoadas formas de comunicação. Mas aparecem também incompreensões e construções paralelas"*

Um outro aspecto importante para o registro das equações químicas é também considerado pela professora: deve-se registrar todas as substâncias participantes do sistema separadamente. Então a referência passa de "as duas soluções" para "quais substâncias". É interessante ressaltar que a representação por equações químicas preserva inclusive esse aspecto do fenômeno, ao representar o estado físico das substâncias. Ou seja, é importante para o registro essa passagem das soluções para as substâncias mas a própria representação, em algum momento, pode recuperar essa idéia de que trata-se de soluções. Há, neste sentido, uma certa tradução da linguagem descritiva do fenômeno para a linguagem sintética da equação. Essa tradução é seletiva pois simplifica ao traduzir, não inclui tudo, não inclui a fumaça, a cor, a luz. Mas, pedagogicamente, parece importante que os alunos percebam essa possibilidade de transitar entre esses dois gêneros: a descrição do fenômeno e a equação química.

Mas, ao que parece apenas dizer **quais** são as substâncias não é ainda suficiente. Então, no turno 10 " Nitrato de chumbo, né? **Qual é a fórmula** dele?", solicito que as fórmulas sejam consideradas e são elas que registro no quadro. O "em contato com" do turno 12 é registrado no quadro como sendo representado pelo + .

A discussão que se estabelece do turno 16 ao turno 21 coloca em evidência algumas características perceptíveis das substâncias do sistema inicial: líquido incolor, alaranjado, solução.

É interessante perceber que neste momento explicitam-se alguns significados de uma equação química e que este registro se faz em relação a aspectos do fenômeno que se quer no momento destacar. Aqui o registro do fenômeno orienta uma certa forma de olhar para ele e destaca

como importantes as suas características - incolor, transparente, solução - e seus registros - qual é a fórmula.

Este momento discursivo também torna visível as formas através das quais os processos verbais vão organizando e estruturando a atividade mental e o processo de elaboração conceitual dos adolescentes. Vejamos as palavras de Vygotsky que consideram que o processo de formação de conceitos é

*" (...) função do crescimento social e cultural global do adolescente, que afeta não apenas o conteúdo, mas também o método de seu raciocínio. O novo e significativo uso da palavra, a sua utilização como um meio para a formação de conceitos, é a causa psicológica imediata da transformação radical por que passa o processo intelectual no limiar da adolescência."*

(Vygotsky, 1987, p.70)

O conceito de transformação química passou a orientar a observação, descrição e registro do fenômeno. Em seus estudos sobre a formação de conceitos em adolescentes Vygotsky já apontava que

*"um conceito não se forma pela interação de associações, mas mediante uma operação intelectual na qual as funções elementares participam de uma combinação específica. A palavra dirige essa operação intelectual para centrar ativamente a atenção, abstrair determinados traços, sintetizá-los e simbolizá-los por meio de um signo."*

(Vygotsky, 1987, p.70)

Neste caso, a partir do conceito de transformação química como uma transformação que envolve a formação de um novo material, que

pode ou não ser acompanhado por evidências perceptíveis, a ação dos alunos foi orientada. Eles deveriam observar os sistemas antes e depois da interação das substâncias. A partir da dinâmica discursiva na qual a professora registra, aceita contribuições, solicita outras, dirige o foco das atenções, as relações entre o que se destaca do fenômeno para ser registrado vai se configurando. No caso das equações químicas há uma estreita relação entre o registro e uma certa forma de pensar o fenômeno.

Este tipo de destaque vai apontando para o fato de que a equação química não é um mero conjunto de fórmulas mas, ponto de partida e de chegada de uma certa forma através da qual a Química pode falar do mundo.

## Elaborando uma forma química de pensar

Este momento discursivo segue-se imediatamente ao momento apresentado anteriormente. Refere-se à discussão das interações entre uma solução de bicarbonato de sódio (NaHCO<sub>3</sub>) e uma solução de ácido clorídrico (HCl) realizadas no Teste 2, que pode ser representado pela seguinte equação:



Este teste é proposto no material com o objetivo de discutir a formação de gás como uma evidência de transformação química.

22. P: Até aí tudo bem, gente? Então isso é semelhante pra todos, né? Então vamos lá para o 2. O tema do 2 o que que era?
23. A: Bicarbonato de sódio mais...
24. P: Então vai, fala pra nós.
25. A: Bicarbonato de sódio Na...
26. P: Bicarbonato de sódio, que é o bicarbonato de sódio?
27. A:  $\text{NaHCO}_3$
28. P:  $\text{NaHCO}_3$ , bicarbonato é esse grupo aqui ó  $\text{HCO}_3$ , mais o que?
29. A: Ácido clorídrico, HCl
30. P: Que é? HCl que que vocês observaram?
31. A: O sistema permaneceu incolor havendo liberação de gases.
32. P: Então vamos devagar. Como é que era o aspecto desse?
33. T: Incolor.
34. P: O  $\text{HCO}_3$ , era uma solução incolor, o HCl era..
35. T: Incolor.
36. P: Era uma solução incolor, permaneceu uma solução incolor.
37. A: Permaneceu incolor
38. P: Permaneceu uma solução incolor.
39. A: E a gente viu.. Aparecimento de bolhas, tipo assim, nas paredes ficou assim como se estivesse...
40. P: Isso pode ser, por exemplo, a projeção do líquido nas paredes do tubo. Então, se tinha bolha isso é indício de que formou o que, hein?
41. T: Gás
42. P: Aí é que tá. Eu já estou discutindo gente estas questões que estão aí, né? Aí é que tá, que gás é esse?
43. T: X
44. P: X, qual que pode ser, hein?
45. T: Oxigênio, pode ser....
46. P: Porque que pode ser o oxigênio?
47. T: Porque tem átomos de oxigênio ali.
48. P: Porque tem átomos de oxigênio.
49. T: Pode ser hidrogênio...
50. P: Que mais que pode ser?
51. T: Gás carbônico
52. P: Pode ser gás carbônico, pode ser hidrogênio, pode ser oxigênio, né? Porque que vocês estão falando isso?
53. T: Porque tem a fórmula.

A análise deste momento discursivo vai dar visibilidade a algumas pistas que evidenciam a dimensão constitutiva da linguagem química na formação do pensamento químico.

É interessante perceber que no momento inicial minha fala é bem geral "O tema do 2 o que que era?". Diferentemente da pergunta com a qual iniciei a discussão no momento discursivo anterior, "Como era o sistema antes, o que que vocês observaram?", falo sobre "tema" e não me refiro especificamente a "substâncias" ou "sistemas". Esta diferença é fundamental e vai possibilitar que minha voz pareça ecoar na fala do aluno "bicarbonato de sódio **mais...**". É interessante observar esta evidência da incorporação de uma certa forma de falar sobre o fenômeno. Na fala do aluno "mais" já refere-se ao registro que vinha sendo por mim utilizado.

A primeira vez que utilizei explicitamente esta forma de registro, no turno 4, a fala de um dos alunos explicita seu modo de pensar: "As **duas soluções** transparentes e **depois** mistura sólido amarelado com líquido alaranjado.". No caso que estou analisando já se parece incorporar na voz do aluno um aspecto fundamental do registro por equações químicas: é importante registrar separadamente cada substância presente no sistema e o "mais" significa "em contato com".

Esta é uma característica da linguagem química, na qual + (mais) significa "em contato com" ou "interagindo com". Ou seja, um símbolo significando um processo. Semelhantemente, na representação por equações químicas uma seta  $\longrightarrow$  significa "produzindo" ou "transformando em" e uma dupla seta  $\rightleftharpoons$  significa "transformando em e atingindo o estado de equilíbrio químico".

Esta característica da linguagem química pode ser entendida por um lado como uma dificuldade para os alunos. Mortimer (1998) comentando sobre a linguagem científica aponta como uma característica semelhante a esta a qual estou referindo-me o processo de nominalização no qual processos são substituídos por nomes. Um exemplo utilizado pelo autor ilustra bem o que é esse processo de nominalização: "quanto tempo uma reação química leva para completar-se", transforma-se, através da nominalização, em "rapidez de uma reação química". Para o autor essa característica pode "constituir-se numa dificuldade para o aluno que está acostumado a designar coisas por nomes e processos por verbos. Ao usar a linguagem científica, ele começa a habitar um estranho mundo no qual os processos se transformam em nomes ou grupos nominais e os verbos não expressam mais ações e sim relações." (Mortimer, 1998, p.104)

Por outro lado essas características da linguagem científica em geral e da linguagem química em particular, vão constituir uma certa forma de pensar sobre o mundo. Nas representações das transformações químicas por equações químicas um símbolo substitui uma frase que, em geral, significa processos. Por sua vez esses processos implicam uma série de relações conceituais nem sempre elementares. Vamos analisar mais detidamente algumas relações envolvidas na equação química a seguir:



No movimento de significação desta equação química estão envolvidas uma série de idéias e interrelações entre conceitos. A noção de elementos químicos e suas representações por símbolos; a concepção

particular da matéria; a idéia de que são interações entre átomos que formam as substâncias; as leis de Proust e Lavoisier; a idéia de que todas as espécies estão em um mesmo recipiente, mas podem ser isoladas; a idéia de que o fato de representarmos os reagentes e produtos não implica, no fenômeno da transformação química, que a reação seja completa. Enfim, poderíamos aqui fazer um exercício buscando explicitar mais e mais interrelações evocadas pela representação de uma transformação química por uma equação química.

Alguns aspectos importantes relacionados a como as representações orientam nossas ações e pensamentos são também levantados pelo Prof. Laszlo em seu livro "A Palavra das Coisas" e dizem respeito, fundamentalmente, à polissemia da linguagem química e sua relação com a forma de pensar. Para Laszlo "as fórmulas químicas são o ponto de partida de raciocínios icônicos, simples e potentes." (Laszlo 1995, p.70).

As equações químicas, como signos que são, não traduzem mecanicamente um conjunto de evidências empíricas. Elas sintetizam e materializam toda uma forma de pensar. As representações sob a forma de equações devem ser concisas e rápidas. O fato de as equações serem esquemáticas implica que ficam muito aquém do conjunto de enunciados que fornecem uma descrição completa dos fenômenos envolvidos. Assim podemos dizer que a questão das equações químicas é semelhante a do instantâneo fotográfico: "visto que congelamos artificialmente uma determinada situação, quando tudo está em agitação desordenada, mesmo na ausência da ruptura ou formação de ligações, que pode privilegiar?" (Laszlo, 1995, p.64)

Que instrumento rico para discutir os limites e as possibilidades das abordagens para os fenômenos químicos!

Mesmo com todos esses argumentos, que apontam para a linguagem química como instrumento privilegiado para a elaboração de uma forma de pensar em química, há aqueles que se dedicam a estabelecer regras e procedimentos para montar e desmontar fórmulas de compostos, a dar os nomes mais malucos (segundo a IUPAC, é claro) a quinhentas mil substâncias às quais, muito provavelmente, jamais tiveram ou terão acesso.

Parece que, neste momento discursivo, eu também perco a oportunidade de aprofundar esta discussão com os alunos. Este, provavelmente, é um daqueles momentos de tensão entre dar voz aos alunos e seguir o planejamento. Talvez orientada pelo tema da atividade "aspectos facilmente perceptíveis na interação de substâncias" eu faça a opção de, no turno 54, tentar recolocar o fenômeno e apontar para uma outra forma de pensar, aquela que eu programara em meu planejamento.

Neste momento discursivo que estou analisando a articulação entre o mundo dos fenômenos e das representações nesta dinâmica de significar as equações químicas adquire visibilidade.

Uma questão colocada pela professora no turno 42 "P: aí é que tá. Eu já estou discutindo gente estas questões que estão aí, né? Aí é que tá, que gás é esse?" revela o apelo do planejamento que a leva tentar cumprir a tarefa de discutir mais explicitamente as questões propostas pelo material, mas acaba colocando uma outra questão que não estava prevista "que gás é este?". Ao colocar essa questão parece que a professora sinalizou de alguma forma para os alunos que eles já teriam à sua

disposição os elementos necessários para, pelo menos, levantarem hipóteses a partir dos registros que vinham fazendo.

Assim do turno 43 até o turno 52 estabelece-se uma discussão entre os possíveis gases formados na transformação. Os alunos colocam como possibilidade o oxigênio ( $O_2$ ), o hidrogênio ( $H_2$ ) e o gás carbônico ( $CO_2$ ).

O turno 53, que explicita a forma de pensar dos alunos, coloca uma questão de fundamental importância: é a linguagem química que está constituindo o pensar dos alunos para resolver uma questão proposta.

Ao discutir a ação mediada o Prof. James Wertsch, no livro *Mind as Action*, nos oferece uma referência interessante sobre a tensão existente entre o agente e os instrumentos culturais, que, no nosso caso, se coloca na questão de prever que gases podem ser formados na transformação química que ocorre quando as soluções de bicarbonato de sódio e o ácido clorídrico entram em contato.

Para Wertsch, meios mediacionais específicos, como as equações químicas, oferecem certas possibilidades que viabilizam a resolução do problema. Para ele "a força dos meios mediacionais nestes casos vem do fato de que, utilizando-os, nós reduzimos um problema conceitual muito abstrato em operações concretas" (pág.5, cap.2) Para prever que gases poderiam ser formados precisamos conhecer o princípio da conservação dos átomos e as possíveis fórmulas de gases que poderiam resultar de recombinações dos átomos existentes inicialmente. Assim, é possível prever "porque tem a fórmula". Este exemplo evidencia que sem as ferramentas culturais da representação das substâncias por meio de fórmulas químicas e das reações químicas por meio de equações não seria

possível resolver este problema.

Olhando novamente o momento discursivo poderíamos perguntar: o aluno resolveu o problema sozinho? Com Wertsch eu diria que "o aluno e a ferramenta cultural da equação química que ele empregou resolveram juntos.

umas vozes  
erreira Gullar  
eu poema e um  
muito: a taia qu  
le fala outras  
res arrasta em  
arido. (esta nos  
dos a de no  
es que e  
vez a  
nos a v  
es po a m  
um p  
stira  
uacos  
ura

**ATÉ QUE DE REPENTE  
UM SUSTO  
OU UMA VENTANIA  
(QUE DISPARA O POEMA)  
CHAMA ESSES FÓSSEIS À FALA**

## Capítulo 5

# Do ensino da Química - ou de como se pode ensinar/aprender um certo modo de conhecer o mundo

Nos anos de 1996 a 1998, juntamente com o Prof. Eduardo Mortimer e a Prof<sup>a</sup> Lilavate Romanelli, participei da elaboração de uma Proposta Curricular<sup>1</sup> para a Secretaria de Estado da Educação de Minas Gerais. A elaboração dessa proposta nos levou a rever nossos conhecimentos e nossas experiências como professores, pesquisadores e autores de materiais didáticos para estabelecermos orientações curriculares para o Ensino Médio. Nossas discussões nos levaram então a considerar que na constituição de um pensamento químico, pelo menos no âmbito do ensino médio, seria interessante considerar-se alguns aspectos que dizem respeito a relação entre contextos/conceitos, conteúdos e a sua forma de articulação nos diversos níveis de conhecimento químico. O processo de elaboração da proposta curricular foi ocorrendo simultaneamente ao desenvolvimento deste trabalho de investigação no qual busco compreender algumas relações entre a construção do conhecimento químico e o discurso. Certamente, nossas proposições para a organização curricular entrelaçaram-se com as questões trazidas pelas idéias da perspectiva histórico-cultural. Penso que desse entrelaçamento de vozes é possível problematizar alguns aspectos e elaborar outros.

---

<sup>1</sup> A elaboração desta Proposta Curricular é uma das ações do Programa - Piloto de Inovação Curricular e Capacitação Docente para o Ensino Médio da Secretaria de Estado da Educação de Minas Gerais

Quando se trata de discutir sobre as relações entre discurso e construção de conhecimentos em Química parece fundamental explicitar que estou tendo em vista uma certa forma de pensar e de falar que pretendo que seja elaborada nas relações de ensino. Como professora do ensino médio, trabalhando com uma determinada proposta, há portanto uma orientação que privilegia e circunscreve determinados sentidos e não outros, ou quaisquer outros.

A elaboração é uma forma de trabalhar que vai sendo constituída numa tensão que envolve limites e possibilidades de sentidos. Assim se pretendemos que os alunos compreendam o conceito científico de calor, estaremos pretendendo delimitar os sentidos da palavra calor como um "processo de transferência de energia de um sistema a uma temperatura mais alta para um sistema a uma temperatura mais baixa" . No contexto da elaboração do conceito científico de calor os sentidos cotidianos da palavra, que a associam diretamente à temperatura ou à substância, tendem a ser resignificados. Entretanto é perfeitamente possível que como química eu me refira a um "casaco quentinho" apesar de conhecer o conceito científico de calor. Isto ilustra bem a esfera de pertinência do uso da palavra, que vai envolver uma delimitação de sentidos.

A elaboração conceitual, ao mesmo tempo que vai se constituindo em uma necessária limitação de sentidos vai também promovendo possibilidades de novos sentidos.

Neste contexto cabe perguntar: que sentidos considero interessantes para destacar, do ponto de vista da Química, de forma a propiciar a elaboração desse pensamento químico, desse modo de pensar e

de falar sobre o mundo? Que elementos, que aspectos, que relações, podem ser referidos e privilegiados por essa forma de pensar?

Se estou falando de aula de química estou já restringindo, e muito, os sentidos a serem considerados. A Química como ciência tem um campo de sentidos histórico, cultural e discursivamente construído.

Segundo Candela (1995) os estudos etnográficos que vêm sendo realizados pelos pesquisadores em sociologia do conhecimento científico têm considerado que, para os cientistas, a ciência realiza-se nas práticas discursivas cotidianas e é uma reflexão e um debate sobre alternativas explicativas. Assim, a partir destes estudos é possível admitirmos que a ciência seja uma construção social que envolve versões diferentes sobre temas abordados, uma certa organização do discurso, uma certa maneira de falar, argumentar, analisar, observar e validar conhecimentos.

Entendendo ciência como discurso é possível considerarmos que a linguagem científica, e a linguagem química em especial, pode possibilitar aos sujeitos uma nova maneira de pensar/falar sobre o mundo. A linguagem científica possui características próprias, diferentes da linguagem comum, que foram historicamente estabelecidas ao longo do desenvolvimento da ciência como forma de registrar e ampliar o conhecimento científico (Mortimer, 1998).

Como professores os sentidos que elegemos para tratarmos em nossas aulas não são uma transposição direta daqueles conhecimentos produzidos pelos químicos. O conhecimento que se considera nas aulas de química é mediado por uma série de instâncias que vão constituindo um discurso científico escolar. Estamos então falando de um discurso químico

pedagógico que assume determinadas funções. Ao estar situado em uma sala de aula este discurso não será "um discurso químico qualquer" e muito menos será "o mesmo discurso" de outras aulas de química.

O discurso químico escolar, como qualquer outra forma (ou gênero) de discurso, é constituído por enunciações e é de natureza social.

Vou me apoiar em Bakhtin para aprofundar esta afirmação:

*"Na verdade, qualquer que seja a enunciação considerada, mesmo que não se trate de uma informação factual (a comunicação, no sentido estrito), mas da expressão verbal de uma necessidade qualquer, por exemplo a fome, é certo que ela, na sua totalidade, é socialmente dirigida. Antes de mais nada, ela é determinada da maneira mais imediata pelos participantes do ato de fala, explícitos ou implícitos, em ligação com uma situação bem precisa; a situação dá forma à enunciação, impondo-lhe esta ressonância em vez daquela, por exemplo a exigência ou a solicitação, a afirmação de direitos ou a prece pedindo graça, um estilo rebuscado ou simples, a segurança ou a timidez, etc. A situação e os participantes mais imediatos determinam a forma e o estilo ocasionais da enunciação. Os estratos mais profundos de sua estrutura são determinados pelas pressões sociais mais substanciais e duráveis a que está submetido o locutor."*

(Bakhtin, 1992, p.113 e 114)

Com essa constituição social e características distintas da linguagem comum a linguagem científica, e mais especificamente a linguagem química, acabam constituindo limites e possibilidades de sentido tão específicas que merecem considerações e análises mais profundas em relação à organização e características deste conhecimento químico e sua relação com a elaboração de um pensamento químico. Como

a Química, enquanto campo historicamente instituído de conhecimento, possibilita enxergar o mundo?

É importante considerarmos que para alguém ser um "iniciado" em Química não é suficiente que seja capaz de identificar ou saber decifrar a simbologia química. É fundamental que se compreenda o tipo de pensamento próprio deste campo de conhecimento e as especificidades metodológicas próprias da produção do conhecimento químico (Maldaner, 1997).

Quais seriam as especificidades desta forma de pensar/falar do mundo possibilitadas pelo conhecimento químico? Poderíamos iniciar nossa reflexão com o que diz Laszlo:

*"Os químicos, tão atentos que são às modificações do aspecto da matéria, que, tal como Proteu muda de textura e de cor, se transforma à vista desarmada por dissolução, efervescência ou evaporação, não têm como preocupação primeira os fenômenos óbvios. Herdeiros neste domínio dos alquimistas, esforçam-se por passarem da observação sensível às causas escondidas".*

(Laszlo, p.27)

Passar da observação sensível às causas escondidas. É fundamental termos isto em vista se estamos pretendendo formar o pensamento químico. O que seria interessante ter como referência?

## O que pode ter visibilidade a partir do conhecimento químico?

Em seu trabalho Maldaner (1997) considera a necessidade as superação das propostas tradicionais de ensino de química que centram sua abordagem em torno de conteúdos descontextualizados, a partir de uma lógica do conhecimento sistematizado. Considera também a importância de superarmos as formas de organização do trabalho escolar propostas pelo construtivismo, que em sua opinião, poderiam ser consideradas progressistas, mas não se mostram suficientes, principalmente por serem descoladas do meio social mais amplo.

Ao que parece, fundamentalmente, as propostas de ensino têm desconsiderado a perspectiva da interrelação entre os fatos químicos e sua inserção e funcionamento no mundo. Como os fatos químicos constituem e são constituídos nas esferas sociais, econômicas, ambientais, políticas e em outras esferas? O que o conhecimento químico pode possibilitar que se torne visível nestes contextos?

Sob meu ponto de vista uma referência importante para a formação do pensamento químico seria esta tensão entre o conceitual e o contextual. O trabalho nessa tensão entretanto não pode perder de vista alguns aspectos importantes, relacionados à especificidades dos modos de compreender elaborados e possibilitados pelo conhecimento químico.

Na proposta curricular que elaboramos esquematizamos essas especificidades do conhecimento químico utilizando dois triângulos que se referem a temas de interesse da Química e aos níveis de conhecimento químico. As representações desses dois triângulos teriam como função

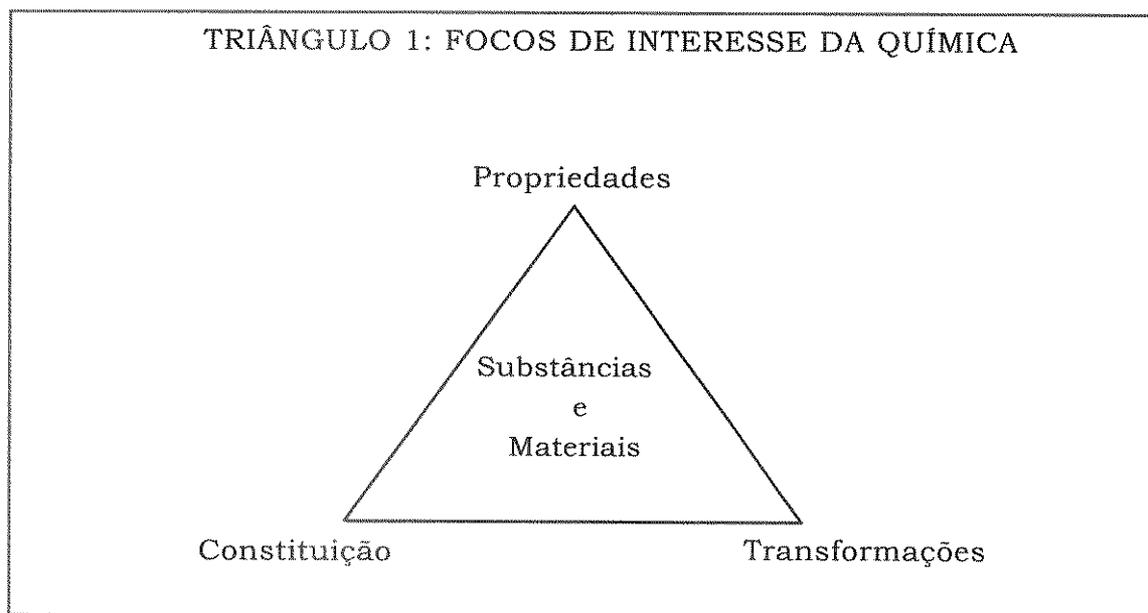
destacar e relacionar os recortes do conteúdo e os níveis de abordagem à serem considerados no ensino da Química. Não quero com isto dizer que esta seja a única forma de pensar possível, mas penso que considerar esses recortes e, principalmente, a possibilidade de relação entre eles é fundamental para que os alunos compreendam um pouco sobre como a química pode possibilitar que se elaboram formas de compreender o mundo.

Considerar os limites e as possibilidades de sentido em uma aula de Química implica buscar os aspectos do mundo que podem ter visibilidade a partir do olhar da Química.

O uso do conhecimento químico para a compreensão e o controle das substâncias e suas transformações é relativamente recente e tornou-se fundamental para o desenvolvimento da sociedade ocidental a partir da revolução Industrial. O desenvolvimento do pensamento químico está relacionado à necessidade de resolver novos problemas e atender a novas demandas surgidas a partir das novas atividades que foram surgindo. O conhecimento químico possibilita hoje que a humanidade esteja inserida em um contexto altamente tecnológico. Possibilita então uma interferência no curso das relações sociais, econômicas, ambientais, dentre outras (Maldaner, 1997).

Os principais objetos de investigação neste campo do conhecimento são os materiais, as substâncias, suas propriedades, sua constituição e suas transformações.

O triângulo apresentado a seguir (Triângulo 1) representa estes objetos de interesse da Química colocando no centro os materiais e as substâncias e em cada um de seus vértices aspectos diferentes do conhecimento químico a eles relacionados.



Fonte: Minas Gerais. SEEMG, 1998

Este triângulo aponta para algumas considerações interessantes no que diz respeito a temas do conteúdo químico a serem destacados e, portanto, já aponta para limites e possibilidades de sentido.

O conhecimento das substâncias e dos materiais diz respeito a suas propriedades, tais como dureza, ductibilidade, temperaturas de fusão e ebulição, solubilidade, densidade e outras passíveis de serem medidas e que possuem uma relação direta com o uso que se faz dos materiais. No sentido de compreender os comportamentos dos materiais alguns conhecimentos químicos são fundamentais: aqueles que envolvem os diversos modelos que constituem um mundo de partículas, as propostas para conceber sua organização e suas interações. Esses conhecimentos oferecem subsídios importantes para a compreensão, o planejamento, a execução das transformações dos materiais. Estas são interrelações fundamentais para que se possa ter ferramentas conceituais para compreender fenômenos químicos.

Poderíamos entender que estes aspectos diferenciados das substâncias, sua constituição, suas propriedades, suas transformações referem-se a diferentes perspectivas a serem consideradas para o estudo e a investigação das substâncias e dos materiais.

Se formos considerar os currículos e livros didáticos de química mais utilizados no Brasil poderemos constatar que, em geral, os tópicos do conteúdo selecionados são os mesmos do nosso triângulo. Em geral as abordagens que são feitas buscam abarcar estes temas de forma ampla incluindo inúmeros detalhes sobre cada um e às vezes optando por enfatizar determinados aspectos. É possível perceber, por exemplo, na abordagem do tema equilíbrio químico que pouco se fala sobre aspectos qualitativos. Não se discute mais profundamente características fundamentais como a questão dos aspectos dinâmicos. Destaca-se como tema privilegiado os cálculos da constante de equilíbrio e o Princípio de Le Chatelier. Aqui então cabe um questionamento. O que seria importante ser discutido sobre o estado de equilíbrio químico de forma a buscar contribuir para a formação do pensamento químico? O que seria importante destacar dentro destes aspectos colocados pelos dois triângulos discutidos anteriormente?

Ao resolvermos abordar o tema transformações químicas, por exemplo, podemos optar por incluir determinados aspectos e excluir outros. Ou seja vamos optar por restringir sentidos ou por propiciar determinados campos de sentido dentro dos quais os alunos poderão compreender o que venha a ser uma transformação química. Podemos, por exemplo, classificar as transformações químicas como síntese, análise, dupla troca, simples troca. Ou preferir encaminhar a discussão pelo

reconhecimento da reação química como uma transformação que envolve a formação de novos materiais e que pode ser ou não acompanhada de evidências, ou ainda compreender as transformações envolvidas quando se faz pão.

Assim a organização das abordagens que faremos para os conteúdos é também uma outra forma de limitar e possibilitar que determinados sentidos circulem na sala de aula. Para cada um desses focos de interesse da química destacados propusemos a utilização de um referencial que nos permita analisar as diversas possibilidades de abordagem, como discutiremos a seguir.

É importante comentar que estes limites e possibilidades de sentidos vão se estabelecer não somente por uma determinação curricular ou por uma opção individual do professor. É preciso considerar-se que são histórico e culturalmente determinados. Elas vão sendo construídas ao longo da história da constituição da Química como objeto de estudo na escola, da constituição desse sujeito professor, de suas experiências como aluno, de sua formação inicial, de seu ambiente de trabalho, de sua opção por um livro didático e de inúmeras outras questões. Entretanto elas não impossibilitam, como pudemos constatar em alguns momentos das análises que realizei neste trabalho, que sentidos outros sejam elaborados e circulem nas aulas de química. A escolha de determinados contextos, conteúdos e formas de abordagem vai de certa forma e em certa medida orientar o que "vai ser dito". Vai ser parte fundamental das condições de produção desses discursos sobre o mundo a partir dos pontos de vista da Química.

Como professora de química sempre me preocupei com a



## Aspectos fenomenológicos do conhecimento químico

"Inspiro. O mundo está repleto de odores. Estes informam um olfato treinado: ameaçadores, porque tóxicos, característicos desta ou daquela substância? Na presença de um frasco aberto, o químico começa por agitar o ar sobre o frasco a fim de sentir e identificar o cheiro que dele se liberta."(Laszlo, p.17)

Os aspectos fenomenológicos do conhecimento químico incluem a dimensão macroscópica considerada por Jonhstone. Tópicos do conhecimento passíveis de visualização concreta, bem como de análise ou determinação das propriedades dos materiais e de suas transformações.

Na concepção que adotamos no texto elaborado para a Proposta Curricular de Química do Estado de Minas Gerais (Minas Gerais.SEEMG, 1998) ampliamos os aspectos do conteúdo que estariam incluídos nesse nível do conhecimento químico.

*"O aspecto fenomenológico refere-se aos fenômenos de interesse da química, sejam aqueles concretos e visíveis, como a mudança de estado físico de uma substância, sejam aqueles a que temos acesso apenas indiretamente, como as interações radiação-matéria que não provocam um efeito visível mas que podem ser detectadas na espectroscopia. Os fenômenos da química também não se limitam àqueles que podem ser reproduzidos em laboratório. Falar sobre o supermercado, sobre o posto de gasolina é também uma recorrência fenomenológica. Neste caso o fenômeno está materializado na atividade social. É isso que vai dar significação para a Química do ponto de vista do aluno. São as relações sociais que ele estabelece através da Química que mostram que a Química está na sociedade, no ambiente. A abordagem da Química do ponto de vista fenomenológico também pode contribuir para promover habilidades específicas tais como controlar variáveis, medir, analisar resultados, fazer gráficos etc."*

(Minas Gerais.SEEMG, 1998)

Assumindo essas concepções de fenômeno e de experimento é possível ultrapassar a dimensão do laboratório e incluir como parte do conhecimento químico vivências e ocorrências químicas do mundo social, possibilitando que a forma como os conceitos químicos estão funcionando nas relações sociais, inclusive como mediadores dessas relações, seja experienciada pelos alunos.

Sob meu ponto de vista, para falar sobre as substâncias e sobre materiais é possível considerar o nível fenomenológico/macrocópico quando pretendemos trabalhar com os fenômenos no que eles têm de mais visível e mensurável. Considerar esse nível fenomenológico acarreta algumas implicações. Sob o ponto de vista que estamos tomando como referência a primeira consideração diz respeito à construção discursiva dos fenômenos.

Penso que este trabalho oferece elementos empíricos ricos para refletirmos sobre a concepção de que os fenômenos têm existência própria. Nas análises do trecho que denominei "Elaborando uma forma de olhar para e falar sobre o fenômeno" fica visível o movimento de constituição entre o "que se observa" e o "que se registra" das transformações químicas. Isto significa dizer que os alunos não compreendem o que seja uma transformação química apenas porque têm acesso "visual" a ela. Não basta então "fazer" o experimento ou acompanhar uma demonstração feita pelo professor. Esta compreensão sobre o fenômeno químico se dá no trabalho na/pela/com a linguagem.

Poderíamos ainda retomar a questão "do que se vê" e do "fato científico" a partir da conclusão apresentada por Candela (1995) em seu trabalho de doutoramento intitulado "Ciencia en el Aula: Retórica y

Discurso de los Alumnos". Neste trabalho Candela analisa aulas de Ciências e argumenta que a evidência empírica é uma construção social e discursiva. Para ela:

*"A 'evidência empírica' não é simplesmente algo externo ao processo social, como um critério para provar hipóteses e resolver disputas, ainda que seja precisamente este o status dado a ela pelos participantes em vários momentos do discurso. Esta é uma fonte de conhecimento socialmente negociada que está sujeita a descrições alternativas e a disputas no discurso das aulas (e no discurso da ciência)"*

(Candela, 1995, p.90)

Trabalhar com o nível dos fenômenos pode ser então uma oportunidade de possibilitar a circulação de sentidos que se referem à forma específica de elaboração do conhecimento químico no que diz respeito ao fazer, às manipulações, ao movimento de tentar abarcar o funcionamento do mundo tendo em vista fatos químicos.

Mas, para a construção de uma forma química de falar/pensar sobre o mundo a abordagem do nível dos fenômenos não é suficiente. É fundamental que passemos às causas escondidas.

## Aspectos teóricos do conhecimento químico

"O químico tem uma relação íntima com a matéria. Sabe como os átomos, através do calor, modificam suas posições da argila à cerâmica. Vê o vidro como um líquido viscoso." (Lazlo, p.18)

Para Johnstone, no nível microscópico do conhecimento químico encontram-se informações de natureza atômico-molecular, envolvendo, portanto, explicações baseadas em termos abstratos como átomo, molécula, íon, elétron. Os conhecimentos químicos relacionados nesse nível possuem a função de explicar e fazer previsões relacionadas ao nível macroscópico/fenomenológico. No caso deste nível do conhecimento químico alguns autores preferem considerá-lo como submicroscópico, numa indicação de que se trata de algo de dimensões menores do que um "microscópio ótico" possa ter alcance.

Em nosso texto para a Proposta Curricular de Minas Gerais consideramos que seria mais amplo considerar que, neste nível, estariam incluídos os aspectos teóricos do conhecimento químico.

*"O aspecto teórico relaciona-se a informações de natureza atômico-molecular, envolvendo, portanto, explicações baseadas em modelos abstratos e que incluem entidades não diretamente perceptíveis, como átomos, moléculas, íons, elétrons etc."*

(Minas Gerais.SEEMG, 1998, p. 10)

Se nossa intenção é lidar com o nível explicativo dos fenômenos temos que recorrer ao nível teórico, aos modelos e às suas representações. Entretanto, para que a interpretação do fenômeno ou resultado experimental faça sentido para o aluno, é desejável manter uma

tensão entre teoria e experimento, percorrendo constantemente o caminho de ida e volta entre os dois aspectos.

A consideração dos aspectos teóricos do conhecimento químico possibilita abordar uma característica importante na produção do conhecimento químico, que envolve uma tensão entre teoria e experimento, pensamento e realidade. A atividade experimental é impossível sem uma interpretação. Mesmo que nossos alunos ainda não tenham acesso a uma determinada teoria científica envolvida na interpretação de um fato químico ela poderá envolver suas idéias de senso comum (Minas Gerais.SEEMG, 1998)

## Aspectos representacionais do conhecimento químico

"O químico reconhece-se nas fórmulas que está sempre a garatujar. Estas figuras, simultaneamente ficções e modelos, são mágicas: relacionam-se com o objeto molecular, que estranhamente se assemelha a imaginações antes consideradas delirantes." (Laszlo, p.18)

Os conteúdos químicos de natureza simbólica estão agrupados no nível representacional, que compreende informações inerentes à linguagem química, como fórmulas e equações químicas. O aspecto representacional inclui ferramentas simbólicas para representar a compreensão resultante dos processos de idas e vindas entre teoria e experimento.

A consideração do nível representacional implica retomar algumas considerações sobre a relação pensamento/linguagem e algumas palavras de Vygotsky podem nos ajudar a compreender um pouco mais sobre ela.

*"(...) a relação entre o pensamento e a palavra não é uma coisa mas um processo, um movimento contínuo de vaivém do pensamento para a palavra, e vice-versa. Nesse processo, a relação entre o pensamento e a palavra passa por transformações que, em si mesmas, podem ser consideradas um desenvolvimento do sentido funcional. O pensamento não é simplesmente expresso em palavras; é por meio delas que ele passa a existir. Cada pensamento tende a relacionar alguma coisa com outra, a estabelecer uma relação entre as coisas. Cada pensamento se move, amadurece e se desenvolve, desempenha uma função, soluciona um problema. Esse fluxo de pensamento ocorre como um movimento interior através de uma série de planos."*

(Vygotsky, 1987, p.108)

Nas análises do momento discursivo que denominei "Elaborando uma forma química de pensar" a questão dessa dimensão constitutiva da linguagem química adquire visibilidade. Diferentemente da concepção usualmente estabelecida de que para entender as equações químicas os alunos devem aprender antes uma série de conceitos, é possível se pensar que a equação química, e a linguagem química, sejam instrumentos para a elaboração do pensamento químico. Ou seja, com e pela linguagem química, no movimento de significação destas representações, uma certa forma de pensar vá se constituindo. Nesse trabalho, nesse exercício do pensamento que se dá na e pela linguagem, uma certa lógica vai se construindo.

No trabalho social e simbólico de produção de signos e sentidos o sujeito se coloca (e é colocado) em uma tensão constante na qual ele não é simplesmente um produto das circunstâncias, mas também

seu transformador. Assim , "a linguagem não é só meio e modo de (inter/oper) ação, é também produto histórico, objetivado; é constitutiva/constituidora do homem como sujeito da e na linguagem" (Smolka, 1995).

Em relação a essa dimensão constitutiva da linguagem poderíamos aqui trazer ainda algumas palavras de Bakhtin:

*"A consciência adquire forma e existência nos signos criados por um grupo organizado no curso de suas relações sociais. Os signos são o alimento da consciência individual, a matéria de seu desenvolvimento, e ela reflete sua lógica e sua leis. A lógica da consciência é a lógica da comunicação ideológica, da interação semiótica de um grupo social"*

(Bakhtin, 1992, p.36).

Nas análises realizadas procurei mostrar as relações entre a palavra e a elaboração de uma forma de olhar para os fenômenos das transformações químicas destacando a dimensão constitutiva da linguagem. Sob meu ponto de vista o que se nota é a fundamental necessidade das interrelações entre a linguagem e o mundo dos fenômenos e teorias. Esta relação mundo/linguagem/pensamento é uma questão epistemológica básica na construção do conhecimento nas aulas de química. O que penso ser essencial é que se compreenda que a partir da perspectiva histórico-cultural a linguagem química não é importante apenas porque vai registrar o fenômeno de uma forma mais concisa e simplificada, mas que ao registrar o fenômeno desta forma vai configurar os limites e as possibilidades de um certo lugar de observação deste fenômeno. Então, a partir dessas considerações, eu poderia apontar aqui

que este "ensinar nomenclatura" de compostos, este "aprender a representar fórmulas estruturais" de forma mecânica, como se faz, pouco pode contribuir para a formação do pensamento químico neste sentido que estou considerando.

Sob o meu ponto de vista estas sugestões de recorte de conteúdos e de abordagens dos níveis de conhecimento químico e da articulação entre estes dois triângulos apresentados anteriormente podem ser ainda mais fundamentadas a partir de algumas idéias da abordagem bakhtiniana da incorporação de vozes.

Para Bakhtin a noção de vozes está relacionada a perspectivas de mundo e a construção do entendimento está relacionada às muitas formas como duas ou mais vozes entram em contato.

Quando destacamos como importante o estabelecimento de relações entre os três elementos do triângulo: fenomenológico, teórico, representacional ou ainda dos aspectos referentes as propriedades, constituição e transformação das substâncias e dos materiais estamos assumindo a importância de se propiciar a elaboração de uma forma de pensar em química que considere perspectivas diferenciadas que, articuladas irão constituir certas formas de falar/pensar sobre os fenômenos químicos. E mais, sobre a inserção histórico-cultural de questões relativas ao conhecimento químico.

Assim, considero fundamental esta articulação. Mas o que a escola/livro didático/professor têm feito? Trabalhado descontextualizadamente somente os níveis representacional e teórico. E principalmente o nível representacional, incluindo aí os aspectos matemáticos desse nível. A escola privilegia os níveis teórico e representacional, mas não discute a

questão dos modelos, a polissemia das representações, as função das representações matemáticas. A ausência dos fenômenos e seus contextos nas salas de aula pode fazer com que os alunos tomem por "reais" as fórmulas das substâncias, as equações químicas e os modelos para a matéria.

Ao longo das análises que realizei neste trabalho, momentos discursivos diferenciados estiveram em foco. Foi possível perceber que esses momentos discursivos diferenciaram-se em termos da natureza das interações e das questões que se tornaram visíveis. Considero que esta é uma questão que nos leva a pensar sobre as condições de produção do discurso. Seria interessante, como professores, repensarmos algumas propostas que temos feito em nossa organização do trabalho pedagógico.

Considerando possíveis implicações pedagógicas das idéias da perspectiva histórico-cultural é importante compreender alguns aspectos relacionados à organização do trabalho pedagógico nas aulas de Química. Gostaria de destacar a importância de abrirmos espaços para os trabalhos em grupo, da diversificação da natureza das atividades que propomos aos nossos alunos e da proposição de uma abordagem que considere as relações do contexto social mais amplo nas discussões sobre conceitos químicos.

O estatuto teórico do outro na perspectiva histórico-cultural nos oferece subsídios importantes para a fundamentar a opção pela utilização do trabalho em grupo nas aulas de química. Esta opção já vem sendo feita, principalmente por materiais que propõe inovações pedagógicas.

O trabalho em grupo é efetivamente uma recomendação para

a organização do trabalho em aula em materiais que adotam uma perspectiva construtivista como suporte teórico. Neste sentido, como aponta Góes (1997), de acordo com suas suposições sobre a construção do conhecimento, na perspectiva construtivista, os processos entre sujeitos têm um papel de modular os processos próprios do sujeito. O trabalho em grupo não é concebido como uma instância efetivamente constitutiva dos processos de significação. Parece-me que as razões que fundamentam essa opção merecem uma análise mais detida.

As análises que realizei das discussões dos alunos em grupo, sem a minha presença como professora, tornaram visíveis a riqueza e a importância desta forma de organizar o trabalho na aula de química. Foi possível notar a dimensão constitutiva da linguagem atribuída por Vygotsky às relações interpessoais, em especial às interlocuções. Assim, as observações empíricas do momento discursivo que denominei "Voz alheia, voz própria alheia, voz própria" tornam visíveis o fato de que:

*"é da fala para o outro que emerge a fala para si, é da organização/regulação inter-pessoal que emerge a organização/regulação intra-pessoal. A mediação é, portanto, condição e interpretação da vida mental dos indivíduos, desde que, para Vygotsky (...) a linguagem natural é polissêmica, sendo o contexto e as relações intersubjetivas condições absolutamente indispensáveis para que os processos cognitivos sejam relacionados aos fatos de linguagem."*

(Morato, 1996, p.100)

Podemos então dizer que os pares são participantes fundamentais nas elaborações conceituais e que "(...) é na dinâmica dos

processos interpessoais, nas trocas dialógicas com outras pessoas em torno de objetos, nas instâncias de produção e compreensão da palavra, que o aluno desenvolve o significado desta" (Góes, 1997, p. 21).

As análises que fiz envolvendo o trabalho em grupo possibilitaram dar visibilidade ainda para a questão da assimetria que se coloca dentro do próprio grupo.

Os modos de participação dos alunos e dos professores no processo ensino-aprendizagem são os mais diversos. Em geral, as interações professor-aluno no contexto pedagógico são marcadas por uma assimetria. No processo de elaboração de conceitos científicos em sala de aula "o professor busca eleger certos sentidos, canalizando aí seu esforço de elaboração, e transformar o funcionamento conceitual do aluno, na direção do conhecimento sistematizado". Essa dinâmica envolve o professor, os pares e os objetos de conhecimento. "Configuram-se, pois, instâncias interativas em que o agente mediador 'promove' conhecimentos, não só em sintonia com as formas de funcionamento da criança, mas também (e talvez principalmente) impondo-se a tal funcionamento " (Góes, 1997, p. 22). Nossas análises mostraram entretanto que essa assimetria também pode ser estabelecida entre pares.

A consideração do conhecimento como socialmente constituído envolve a relação entre o sujeito e o objeto, mediada pelo outro:

*"A mediação não se restringe a outros sujeitos fisicamente presentes, estende-se aos efeitos da incorporação de experiências nas relações sociais, vividas em diferentes contextos e de diferentes modos. A tese de constituição social abrange uma certa noção de objeto configurada nas práticas sociais e nos significados circulantes.*

*Basicamente, o conhecer tem gênese nas relações sociais, é produzido na intersubjetividade e é marcado por uma rede complexa de condições culturais."*

(Góes, 1997, p. 14)

Esse modo de conceber mediação e objeto pode subsidiar nossa proposta da organização do trabalho pedagógico e da organização do conhecimento químico tendo em vista os aspectos que chamamos de contextuais. Esses aspectos envolvem a consideração do movimento do conhecimento químico nos contextos sociais, culturais e ambientais. A partir desta proposta de organização penso ser possível

"privilegiar a resolução de problemas abertos, nos quais o aluno deverá considerar não só aspectos técnicos como também sociais, políticos, econômicos e ambientais, o que resulta numa demanda por abordagens interdisciplinares no Ensino Médio. Nossa preocupação, ao ressaltar esses aspectos, não é formar mini-cientistas, mas cidadãos. A Química pode fornecer ao aluno instrumentos de leitura do mundo e, ao mesmo tempo, desenvolver certas habilidades básicas para ele viver em sociedade."

(Minas Gerais.SEEMG, 1998)

A partir de todas estas considerações é possível conceber que a elaboração conceitual é uma forma de construção histórico-cultural do conhecimento, um modo de trabalhar que implica um certo modo de trabalhar no mundo, no discurso, com idéias, palavras e conceitos. A partir de uma perspectiva discursiva os modos de compreender esse movimento de construção do conhecimento podem ser redimensionados, ao transformar as compreensões que temos de suas raízes. As implicações pedagógicas desse outro olhar teórico para as questões envolvidas na construção de conhecimentos químicos são significativas e importantes.

Ao longo das análises dos momentos discursivos das aulas de química feitas neste trabalho, algumas questões sobre a relação entre a construção do conhecimento químico e o discurso na sala de aula tiveram visibilidade e possibilitam algumas reflexões sobre esse "aprender e ensinar química", objetos de minha investigação e de meu trabalho cotidiano.

Um artigo publicado em 1994 um grupo de pesquisadores, liderados pela Profa. Rosalind Driver, já apontava um redimensionamento fundamental a ser considerado em nossas percepções sobre o aprender ciências:

*"(...) Aprender ciências não é uma questão de simplesmente ampliar o conhecimento dos jovens sobre os fenômenos - uma prática talvez denominada mais apropriadamente como estudo da natureza - nem de desenvolver ou organizar o raciocínio do senso comum dos jovens. Aprender ciências requer mais do que desafiar as idéias anteriores dos alunos, através de eventos discrepantes. Aprender ciências requer que crianças e adolescentes sejam introduzidos numa forma diferente de pensar sobre o mundo natural e de explicá-lo."*

(Driver, Asoko, Leach, Mortimer e Scott, 1994)

Esta "introdução a uma forma de pensar sobre o mundo natural e de explicá-lo " enseja uma reflexão mais profunda sobre o que estaria aí envolvido. Que movimentos, que processos, constituem a construção desta forma de pensar? Como é possível desenvolver isto nos alunos? As aulas de ciências necessitam redimensionamentos? Se aprender ciências implica a elaboração de novas formas de pensar, o que

implicaria o ensinar ciências?

Apoiada na investigação que realizou em aulas de ciências

Candela (1995) propõe que:

*"(...) a construção do conhecimento científico para professores e alunos implica, além de apropriar-se dos padrões temáticos (...) a apropriação dos recursos discursivos, das maneiras de falar, de argumentar, debater e legitimar esse conhecimento e em particular, os fatos científicos"*  
(Candela, 1995, p.15)

Concordo com a afirmação de Candela que construir conhecimentos científicos envolve a apropriação de discursos. Mas, o que está envolvido nessas relações constitutivas entre a construção do conhecimento e o discurso?

Penso que meu trabalho de investigação propicia elementos empíricos para aprofundar nossa compreensão sobre a constituição destas formas de pensar/falar sobre o mundo natural e de compreendê-lo.

Uma das contribuições mais relevantes, sob meu ponto de vista, está no fato de que as idéias de Vygotsky e Bakhtin, inspiradoras de minhas análises, nos permitem elaborar e explicitar algumas relações constitutivas entre o discurso químico e a elaboração de uma certa forma de falar/pensar sobre o mundo através da Química. Este fato redimensiona o status das aulas de química, do discurso químico escolar, dos professores de química. A partir destas possibilidades o que podemos redimensionar em relação aos fazeres das aulas de Química?

Cabe aqui considerar a proposta feita por Mortimer (1998) em relação à inspiração das idéias de Bakhtin para as salas de aula:

*"Implementar uma perspectiva dialógica em sala de aula não significa apenas dar "voz" ao aluno e à aluna. Significa também, contemplar as vozes da linguagem cotidiana e dos contextos sociais e tecnológicos onde a ciência se materializa, na construção do discurso científico escolar de sala de aula. Uma aula expositiva ou um texto também podem ser profundamente dialógicos, desde que explicitamente contemplem essas outras vozes que não apenas as da linguagem científica. Essa perspectiva também se aplica à atividade experimental, que pode, dessa maneira, ser caracterizada como um diálogo entre teoria e prática."*

(Mortimer, 1998, p.117)

Concordando com o Prof. Eduardo Mortimer, mas ampliando um pouco mais o espectro do olhar para as implicações das idéias de Vygotsky e Bakhtin para nossa compreensão sobre a aula de química, e entrelaçando minha voz na voz de Bakhtin, poderia dizer que aula de Química é muito mais do que um tempo durante o qual o professor vai dedicar-se a ensinar química e os alunos a aprenderem alguns conceitos e desenvolverem algumas habilidades. Com os olhos da perspectiva histórico-cultural, aula de Química é espaço de construção do pensamento químico e de (re) elaborações de visões de mundo e, nesse sentido, é espaço de constituição de sujeitos que assumem vozes, perspectivas, posições nesse mundo. Sujeitos que aprendem várias formas de ver, de conceber e de falar do mundo.

Desse ponto de vista aula de química é espaço de participação em um diálogo: interrogar, escutar, responder, concordar etc. É participar todo e com toda a sua vida: com os olhos, os lábios, as mãos, a alma, o espírito, com o corpo todo, com as suas ações. É participar desse diálogo,

podendo conhecer um certo modo de pensar e de falar do mundo, compreendendo que existem muitos modos de conhecer e de dizer. É se por todo na palavra, e com esta palavra entrar no tecido dialógico da existência humana, no simpósio universal.

Muitas vozes  
erreira Gullar  
Meu poema é um  
muito a fala que  
ele fala outros  
vozes e a esta um  
arido. Assim nos  
dos rios e onde  
de a terra e a  
e vai a si. De  
nada e a se  
as pa e a  
um e a  
si a e a  
um e a

**MEU POEMA É UM TUMULTO,  
UM ALARIDO:  
BASTA APURAR O OUVIDO.**

## Anexo 1

### Atividades da unidade 4 e momentos discursivos

<b>Atividade</b>	<b>Dinâmica Proposta</b>	<b>Momento Discursivo</b>
Início da Unidade	Professora e toda a turma	MD1
Experiência 8 introdução	Professora e toda a turma	
Realização do Teste 1	Grupo sem a professora	
Realização do Teste 2	Grupo sem a professora	
Realização do Teste 3	Grupo sem a professora	
Realização do Teste 4	Grupo sem a professora	
Realização do Teste 5	Demonstração pela professora	MD2
Discussão das questões	Grupo sem a professora	MD3
Discussão das questões	Professora e toda a turma	MD4 e MD5

### Momentos Discursivos analisados

MD1 - A atmosfera do já-dito

MD2 - Posições dos sujeitos e modos de apropriação das palavras e do conhecimento

MD3 - Voz alheia, voz própria alheia, voz própria

MD4 - Elaborando uma forma de olhar para e de falar sobre o fenômeno

MD5 - Elaborando uma forma química de pensar

## Anexo 2

### Unidade 4

#### Quando as substâncias se transformam

#### INTRODUÇÃO

Estudamos nas Unidades anteriores que as substâncias apresentam várias propriedades, que são constituídas de diferentes elementos químicos, que podem formar soluções, que é importante conhecer a quantidade de uma substância presente em uma solução ou em qualquer outro sistema e que esta quantidade pode ser expressa de diferentes maneiras.

Nesta Unidade vamos estudar o que acontece quando diferentes substâncias, quando puras ou em soluções, interagem entre si.

#### EXPERIÊNCIA 8

#### ASPECTOS FACILMENTE PERCEPTÍVEIS NA INTERAÇÃO DE SUBSTÂNCIAS

##### Introdução

Em nossa vida diária, milhares de substâncias se interagem a cada momento. Você já procurou explicar, por exemplo, o que acontece quando cozinhamos um ovo, quando colocamos um comprimido de sonrisal em água ou quando a gasolina é usada como combustível?

Ao final desta Experiência você terá mais argumentos para discutir estes fenômenos.

##### Material

. 1 bico de gás; 1 clipe; 1 estante para tubos de ensaio; 1 pinça de madeira; 4 tubos de ensaio; fita ou limalha de magnésio;

soluções de: ácido clorídrico, HCl; bicarbonato de sódio, NaHCO<sub>3</sub>; bicromato de potássio, K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>; hidróxido de amônio, NH<sub>4</sub>OH; hidróxido de sódio, NaOH; nitrato de chumbo, Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>; sulfato de cobre pentahidratado, CuSO<sub>4</sub>.5H<sub>2</sub>O.

## Procedimento

1. Reproduza a Tabela 1 em seu caderno.
2. Antes de cada teste observe as substâncias que você vai usar e anote suas características na Tabela 1.

### Teste 1

- .Misture em um tubo de ensaio 3 gotas da solução de nitrato de chumbo e 3 gotas da solução de bicromato de potássio.
- .Verifique o que acontece e anote suas observações na Tabela 1.

### Teste 2

- .Misture em um tubo de ensaio 3 gotas da solução de bicarbonato de sódio e 3 gotas da solução de ácido clorídrico
- .Verifique o que acontece e anote suas observações na Tabela 1.

### Teste 3

- .Num tubo de ensaio adicione 3 gotas da solução de sulfato de cobre.
- .Acrescente a esta solução 6 gotas da solução de hidróxido de amônio observando o que acontece a cada gota acrescentada. Anote suas observações na Tabela 1.

### Teste 4

- .Num tubo de ensaio adicione 5 gotas da solução de hidróxido de sódio.
- .Acrescente a esta solução 5 gotas da solução de ácido clorídrico. Verifique o que acontece e anote as suas observações na Tabela 1.

### Teste 5

- .Seguindo as instruções de seu professor aqueça, diretamente na chama do bico de gás, um pedaço de fita ou limalha de magnésio.
- .Verifique o que acontece e anote suas observações na Tabela 1.

Tabela 1

Teste	Substâncias ou soluções	Características das substâncias ou soluções	Observações
1			
2			
3			
4			
5			

## Questões

1. O que você acha que ocorreria se adicionasse mais água ao tubo que contém o sistema resultante do Teste 1?
2. Como você pode explicar o que observou no Teste 1?
3. No Teste 2 você observou uma efervescência causada por um gás. Como surgiu este gás?
4. Por que você não pode afirmar que é ar o gás que você viu surgir no Teste 2?
5. Você pode afirmar que a substância responsável pela cor do sistema resultante do Teste 3 é o sulfato de cobre? Por quê?
6. Aconteceu alguma modificação nas substâncias do Teste 4? Como você pode saber?
7. Discuta com seu grupo o Teste 5 e descreva as interpretações propostas para o que foi observado.
8. O que aconteceu em comum quando todos os testes foram realiza-dos?
9. Qual foi a principal modificação observada em cada teste?
10. Como você já deve ter concluído os componentes dos sistemas ao final de cada teste eram diferentes dos componentes iniciais. Como você poderia comprovar isto, por exemplo, nos testes 1 e 5?

## Considerações Finais

Em todos os testes realizados nesta Experiência você pode observar a ocorrência de alguma modificação nos componentes dos sistemas iniciais.

No teste 1, quando você misturou as soluções de nitrato de chumbo (incolor) e bicromato de potássio (laranja) imediatamente formou-se um sólido amarelo. Esta substância amarela era diferente daquelas anteriormente presentes no sistema, fato que pode ser comprovado utilizando-se a propriedade solubilidade. A formação de um sólido quando duas soluções são misturadas é um fenômeno comum em Química. Os sólidos formados desta maneira são conhecidos como PRECIPITADOS.

No teste 2, quando você misturou as soluções incolores de bicarbonato de sódio e ácido clorídrico, observou o desprendimento de uma substância gasosa. Como esta substância gasosa é menos densa que o meio líquido onde ela se formou e é muito pouco solúvel nesse meio as bolhas subiram até a superfície e se dispersaram pelo ar. Pode-se concluir que estas bolhas não eram de ar dissolvido nas diferentes soluções aquosas pois o ar dissolvido na água só se desprende se ela for aquecida, antes de atingir o seu ponto de ebulição.

No teste 3, quando você misturou as soluções de sulfato de cobre (azul) e hidróxido de amônio (incolor), observou inicialmente a formação de um precipitado azul claro. Esta substância azul clara se formou como precipitado porque sua solubilidade era menor que a das duas substâncias originais. Com a adição de mais um pouco de solução de hidróxido de amônio neste sistema ocorreu uma outra transformação. Desta vez o resultado foi um líquido azul escuro. A substância responsável por esta última cor não era o precipitado obtido anteriormente, pois ele não era solúvel naquele meio, além de ser de tonalidade diferente. Por outro lado, esta substância também não era o sulfato de cobre, pois a intensificação da cor azul devido ao sulfato de cobre só seria possível se maior quantidade desta substância fosse adicionada ao sistema, aumentando sua concentração. Sendo assim, podemos concluir que a substância responsável pela cor azul escura é uma substância diferente. Podemos concluir também que esta outra substância é bastante solúvel neste meio porque apareceu dissolvida ao invés de se apresentar como um precipitado.

No teste 4, contrariando todas as expectativas, nenhuma modificação visual pode ser observada quando você misturou as soluções incolores de hidróxido de sódio e ácido clorídrico. Entretanto, quando você segurou o tubo na região correspondente à que continha o líquido sentiu o aquecimento deste. Este aquecimento também pode ser uma indicação de que ocorreu uma transformação dos componentes das soluções originais quando elas entraram em contato. Desta transformação resultou a liberação de uma certa quantidade de energia na forma de calor, nitidamente percebida neste caso.

No teste 5, quando a fita de magnésio (acinzentada) foi aquecida em presença do ar atmosférico você pode observar o aparecimento de um pó branco. E, mais ainda, pode observar que, enquanto essa transformação se processava, o sistema emitia uma intensa luz branca que persistia mesmo quando este era afastado da chama. O aparecimento desta luz indica a liberação de uma grande quantidade de energia. Você certamente já esteve diante de uma luz branca igual a esta, pois este fenômeno é exatamente o mesmo que acontece nos flashes descartáveis de máquinas fotográficas. Se você observar bem um flash queimado verá que, em seu interior, ele se apresenta esbranquiçado. Isto ocorre devido à presença da mesma substância branca que você obteve no final deste teste.

Como você pode constatar, em cada um dos testes ocorreram modificações nas substâncias componentes das soluções originais que levaram à **FORMAÇÃO DE NOVAS SUBSTÂNCIAS**. Quando em algum sistema ocorre uma modificação que leva à formação de uma ou mais nova(s) substância(s) dizemos que neste sistema ocorreu uma **TRANSFORMAÇÃO** ou **REAÇÃO QUÍMICA**.

A formação de uma ou mais nova(s) substância(s), isto é, a ocorrência de uma reação química, pode ser acompanhada por fatos como os observados nos testes desta Experiência. Assim, aparecimento de um precipitado, mudança de cor da solução, desprendimento de um gás, variação de temperatura do sistema e emissão de luz são **EVIDÊNCIAS** de uma reação química uma vez que evidenciam, isto é, indicam a ocorrência da mesma.

## Referências Bibliográficas

- AUSUBEL, D.P. **Educational psychology**: a cognitive view. New York: Holt, Rinehart and Winston Inc., 1968.
- BAKHTIN, M.M. **Estética da criação verbal**. São Paulo: Martins Fontes, 1992.
- BAKHTIN, M.M. **Questões de literatura e de estética**: a teoria do romance. 3 ed. São Paulo: Unesp/Hucitec, 1993. 439p.
- BAKHTIN, M.M., HOLQUIST, M., EMERSON, C. **The dialogic imagination**. Austin: University of Texas Press, 1981.
- BRONCKART, J. P. Vygotsky aujourd'hui. Paris: Delechaux & Niestlé, 1985.
- CANDELA, A. **Ciencia en el aula**: retórica y discurso de los alumnos. México: Centro de Investigación y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico/Departamento de Investigaciones Educativas, Nacional, 1995. (Tese, Doutorado).
- CLARK, K., HOLQUIST, M. **Mikhail Bakhtin**. São Paulo: Perspectiva, 1998. 381p.
- DRIVER, R., BELL, Students' thinking and learning of science : a constructivist view, **Studies in Science Education**, [s.l.], n. 67, p.443-456, 1986.
- DRIVER, R., EASLEY, J. Pupils and paradigms; a review of literature related to concept development in adolescent science students. **Studies in Science Education**, [s.l.], v.5, p.61-84, 1978.
- DRIVER, R. et al. Students thinking and learning of science: a constructivist view, **School Science Review**, [s.l.], v.67, n.240, p.445-456, 1985.
- DRIVER, R., ASOKO, H., LEACH, J., MORTIMER, E., SCOTT, P. Constructing scientific knowledge in classroom. **Educational Researcher**, [s.l.], v.23, n.7, p.5-12, 1994.

- EDWARDS, D., MERCER, N. **Common knowledge**: the development of understanding in the classroom. London: Routledge, 1987.
- EDWARDS, D. Em direção a uma psicologia do discurso da educação em sala de aula. In: COLL, C., EDWARDS, D. (org.) **Ensino, aprendizagem e discurso em sala**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996. 222p.
- FONTANA, R.A.C. Elaboração conceitual: a dinâmica das interlocuções na sala de aula. In: SMOLKA, A. B., GÓES M.C.R. (org.) **A linguagem e o outro no espaço escolar**: Vygotsky e a construção do conhecimento. Campinas: Papirus, 1993.
- FONTANA, R.A.C. **A mediação pedagógica na sala de aula**. Campinas: Autores Associados, 1996. 176p.
- GLASSON, G.E., LALIK, R.V. Reinterpreting the learning cycle from a social constructivist perspective: a qualitative study of Teachers' Beliefs and practices. **Journal of Research in Science Teaching**, [s.l.], v.30,n.2, 1993.
- GÓES, M.C.R. Os modos de participação do outro no funcionamento do sujeito. **Educação e Sociedade**, Campinas, n.42, p.337-341, 1993.
- GÓES, M.C.R. A construção de conhecimentos : examinando o papel do outro nos processos de significação. **Temas em Psicologia**, [s.l.], n.2, p.23-29, 1995.
- GÓES, M.C.R. As relações intersubjetivas na construção de conhecimentos. In: SMOLKA, A.L.B., GÓES, M.C.R. **A significação nos espaços educacionais**, Campinas: Papirus, 1997.
- GUSTONE, R.F., WHITE, R.T., FENSHAM, P.J. Developments in style and purpose of research on learning of science. **Journal of Research in Science Teaching**, [s.l.], v.25, n.7, p.513-529, 1988.
- HICKMANN, M. **Social and functional approaches to language and thought**. New York : Academic Press, 1987.
- KRAMER S. **Por entre as pedras**: arma e sonho na escola. São Paulo: Ática, 1993. 213p.
- LASLO, P. **A palavra das coisas ou a linguagem da química**. Lisboa: Gradiva, 1995. 283p.

- LEONTIEV, A. **O desenvolvimento do psiquismo**. Lisboa, Horizonte Universitário, 1978.
- LURIA, A. R., YUDOVICH, F.I. **Linguagem e desenvolvimento intelectual na criança**. Porto Alegre : Artes Médicas, 1985.
- LURIA, A. R. **Pensamento e linguagem**: as últimas conferências de luria. Porto Alegre: Artes médicas, 1987.
- LURIA, A.R. **Desenvolvimento cognitivo**: seus fundamentos culturais e sociais. São Paulo: Ícone, 1994.
- MACHADO, A. H. **Equilíbrio químico**: concepções e distorções no ensino e na aprendizagem. São Paulo: Uncamp/FAE, 1992. (Dissertação, Mestrado).
- MACHADO, A.H., ROMANELLI, L., RUBINGER, M.M.M., JUSTI, R.S. Sondagem da estrutura cognitiva dos alunos em relação ao conceito de reações químicas. In: REUNIÃO ANUAL DA SBPC, 40, São Paulo: USP, 1988. **Anais...** São Paulo: USP, 1988.
- MILLAR, R. Constructive criticisms. **International Journal of Science Education**, [s.l.], v.11, p.587-596, 1989.
- MINAS GERAIS. Secretaria de Estado da Educação de Minas Gerais. **Pressupostos gerais e objetivos da proposta curricular de química**: programa piloto de inovação curricular e de capacitação docente para o ensino médio. [Belo Horizonte]: [s.n.], 1998. 33p.
- MOLL. L.C. **Vygotsky and education**. Cambridge: Cambridge University Press, 1990.
- MORATO E. **Linguagem e cognição**: as reflexões de L.S. Vygotsky sobre a ação reguladora da linguagem. São Paulo: Plexus, 1996.138p.
- MORTIMER, E.F. **Evolução do atomismo em sala de aula**: mudança de perfis conceituais. São Paulo: USP/FAE, 1994. (Tese de Doutorado).
- MORTIMER, E.F., MACHADO, A.H. A linguagem numa aula de ciências. **Presença Pedagógica**, [s.l.], v.2, n.11, 1996.
- MORTIMER, E.F. Sobre chamas e cristais : a linguagem cotidiana, a linguagem científica e o ensino de ciências, In: CIENCIA, ÉTICA E CULTURA NA EDUCAÇÃO, 1998, São Leopoldo. **Anais...** [s.l.]: UNISINOS, 1998. 270p.

- OLIVEIRA, M.K. DE **Vygotsky**: aprendizado e desenvolvimento um processo sócio-histórico. São Paulo: Scipione, 1993.111p.
- O'LOUGHLIN, M. Rethinking science educational: beyond piagetian constructivism toward a sociocultural model of teaching and learning. **Journal of Research in Science Teaching**, [s.l.], v.29, n.8, p.791-820, 1992.
- OGBORN, J., Kress, G., Martins, I., McGillicuddy, K. **Explaining science in the classroom**. Buckingham: Open University Press, 1996. 152 p.
- OSBORNE, J. F. Beyond constructivism. **Science Education**, [s.l.], v.80, n.1, p.53-82, 1996.
- PFUNDT, DUIT, **Bibliography**: Students' alternative frameworks and science education. 4. ed. Kiel : Institute for Science Education, 1994.
- PINO, A. As categorias do público e do privado na análise do processo de internalização. **Educação e Sociedade**, Campinas, v.42, p.328-335, 1992.
- POSNER, G.J. et al. Accommodation of a scientific conception: toward a theory of conceptual change, **Science Education**, [s.l.], v.66, n.2, p.211, 1982.
- ROJO, R.H.R. Contribuições do pensamento de Vygotsky para a pesquisa (em LA) hoje. In: Smolka, A .L.B.S. (org.) **Centenário de nascimento de Piaget, Freinet, Vygotsky, Jakobson**. Campinas: Unicamp/FE, 1998. p. 65-76.
- ROMANELLI, L., MACHADO, A.H., RUBINGER, M.M.M. Pesquisas em Educação Química : COLTEC/UFGM. In: ENCONTRO REGIONAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA, 1, 1987, Belo Horizonte. **Anais...** [Belo Horizonte]: [s.n.], 1987.
- ROMANELLI, L.I., JUSTI, R. **Aprendendo Química**. Ijuí: UNIJUÍ, 1998.
- RUBINGER, M.M.M., MACHADO, A.H., ROMANELLI, L., JUSTI, R.S. Diagnóstico de concepções e habilidades necessárias e relacionadas ao aprendizado do mol. In: REUNIÃO ANUAL DA SBPC, 40, 1988, São Paulo. **Anais...** São Paulo: USP, 1992.

- OSMOLKA, A.L.B. Internalização: seu significado na dinâmica dialógica. **Educação e Sociedade**, [s.l.], n.42. p.328-335, 1992.
- SMOLKA, A.L.B. GÓES, M.C.R. **A linguagem e o outro no espaço escolar**. Campinas: Papyrus , 1993.
- SMOLKA, A.L.B. Construção de conhecimentos e produção de sentidos: significação e processos dialógicos. **Temas em Psicologia**, [s.l.], n.1, 7 - 15, 1993.
- SMOLKA, A.L.B. A concepção de linguagem como instrumento: um questionamento sobre práticas discursivas e educação formal: discutindo possibilidades e limites na perspectiva histórico-cultural. **Temas em Psicologia**, [s.l.], n.2, p.11-21, 1995.
- SMOLKA, A.L.B. Esboço de uma perspectiva teórico metodológica no estudo de processos de construção de conhecimento. In: SMOLKA, A.L.B., GÓES, M.C.R. **A significação nos espaços educacionais**. Campinas: Papyrus, 1997.
- SOLOMON, J. The rise and fall of constructivism. **Studies in Science Education**, [s.l.], p1-19, 1994.
- TOBIN, K.G., TIPPINS D., GALLARD, A.J. Research on instructional strategies for teaching science. In: Gabel, D. (ed.) **Handbook of Research on science teaching and learning**. New York : Macmillan, 1994. p.45-93.
- TUNES Os conceitos científicos e o desenvolvimento do pensamento verbal. **Cadernos CEDES**, [s.l.], n.35, p. 29-39, 1995.
- VALSINER. **Vygotsky, uma síntese**. São Paulo: Loyola, 1996. 479p.
- VOLOSHINOV, V.N. **Marxismo e filosofia da linguagem**. São Paulo: Hucitec, 1992. 196p.
- VYGOTSKY, L.S. **Pensamento e linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 1987.
- VYGOTSKY, L.S. **Formação social da mente**. São Paulo: Martins Fontes, 1988. 168p.

- VYGOTSKY, L.S., LURIA, A.R., LEONTIEV, A.N. **Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem**. São Paulo: Ícone, 1989.
- WERTSCH, J.V., SMOLKA, A.L.B. Continuando o diálogo: Vygotsky, Bakhtin e Lotman. In: DANIELS, H. (org.) **Vygotsky em foco: pressupostos e desdobramentos**. Campinas: Papirus, 1993.
- WERTSCH, J.V. **Culture, communication and cognition: Vygotskian perspectives**, Cambridge: Cambridge University Press, 1985.
- WERTSCH, J.V. **Voices of the mind: a sociocultural approach to mediated action**. Cambridge: Harvard University Press, 1991.
- WERTSCH, J.V. **Mind as Action**. Cambridge: Harvard University Press, 1998.