

ANDRELA GARIBALDI LOUREIRO PARENTE

**INTERAÇÕES SOCIAIS E O DISCURSO SOBRE O VISÍVEL E O
INVISÍVEL EM AULAS DE QUÍMICA.**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
NÚCLEO PEDAGÓGICO DE APOIO AO DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO**

2004

ANDRELA GARIBALDI LOUREIRO PARENTE

**INTERAÇÕES SOCIAIS E O DISCURSO SOBRE O VISÍVEL E O INVISÍVEL EM
AULAS DE QUÍMICA.**

Dissertação apresentada ao *Curso de Mestrado em Educação em Ciências e Matemáticas* do Programa de Pós-graduação em Ciências e Matemáticas do Núcleo Pedagógico de Apoio ao Desenvolvimento Científico da Universidade Federal do Pará, como requisito parcial para o título de Mestre em Educação em Ciências e Matemáticas, orientada pelo professor *Dr. José Moysés Alves*.

BELÉM

2004

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E MATEMÁTICAS
NÚCLEO PEDAGÓGICO DE APOIO AO DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO -NPADC

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**INTERAÇÕES SOCIAIS E O DISCURSO SOBRE O VISÍVEL E O INVISÍVEL EM
AULAS DE QUÍMICA.**

Andreia Garibaldi Loureiro Parente

Orientador: Prof. Dr. José Moisés Alves

Este exemplar corresponde a redação final da Dissertação defendida por Andreia Garibaldi Loureiro Parente e aprovada pela comissão julgadora.

07 de maio de 2004.

Assinatura: _____

Comissão julgadora:

Dr. José Moisés Alves (UFPA)

Dra. Terezinha Valim Oliver Gonçalves (UFPA)

Dra. Andréa Horta Machado (UFMG)

BELÉM, 2004

AGRADECIMENTOS

À *minha família...* pelo carinho, pela paciência, pela solidariedade, pelas palavras de incentivo e por estarem sempre ao meu lado me fazendo sentir segura diante das decisões que precisei/preciso tomar.

Aos *professores do mestrado*, que ao proporcionarem momentos de reflexão em suas aulas, nos ajudavam a mudar de rota, traçar caminhos, e a perceber que a pesquisa é uma construção coletiva.

Aos amigos *Everaldo Almeida, Josete Dias, Jesus Brabo, Lourivaldo Santos, Sued Oliveira, Wilton Pessoa*, que sempre se mostraram dispostos a ajudar.

Aos *colegas professores* e funcionários do CPADC/Abaetetuba e NPADC/Belém.

As professoras Terezinha Valim Oliver Gonçalves, Vanda Porpino Lemos e Andréa Horta Machado pelas contribuições prestadas a esta pesquisa.

A tia Marilda Maués pela leitura cuidadosa que fez na versão final da dissertação.

Aos *alunos* que me fizeram aprender.

Raimunda Parente

Te vejo não só como uma mãe que é vista por sua filha...

Te vejo não só como uma mãe que ensina sua filha...

Te vejo não só como uma professora que é vista por sua aluna...

Mas te vejo como uma mãe, que à sua filha, também, ensinou a ser professora.

Apesar do tempo curto, e com tarefas a cumprir, dedicaste teu precioso tempo para compartilhar os direcionamentos deste trabalho, sendo, na maioria das vezes, o primeiro leitor do que eu escrevia, Obrigada *Osvando Alves*.

Com várias cores pintou muitos textos... lembro-me muito bem do primeiro... combinou vermelho, amarelo e verde... Numa cor e noutra, me mostrou falhas, me proporcionou caminhos, me colocou diante de questões instigantes... Com você, *prof. Moysés Alves*, aprendi a olhar minhas aulas e a ver detalhes que jamais veria sozinha.

SUMÁRIO

Resumo.....	vi
Abstract.....	vii
Capítulo 1- Vygotsky, Bakhtin e a sala de aula.....	pág. 01
1.1 Iniciando o diálogo.....	pág. 01
1.2 Vygotsky e Bakhtin.....	pág. 04
Capítulo 2- Aulas de ciências e de química em foco.....	pág. 21
Capítulo 3- O visível e o invisível.....	pág. 34
Capítulo 4- A pesquisa.....	pág. 42
4.1 Local e sujeitos da pesquisa.....	pág. 42
4.2 A aula.....	pág. 43
4.3 Análise microgenética.....	pág. 47
4.4 Procedimento de análise.....	pág. 49
Capítulo 5- Interações sociais e o discurso em aulas de química.....	pág. 51
5.1 Discussão do Grupo 2.....	pág. 51
5.2 Discussão da professora com o Grupo 2.....	pág. 56
5.3 Discussão com a turma toda.....	pág. 72
5.4 Como os aspectos visíveis e invisíveis apareceram na explicação da modificação da palha de aço?.....	pág. 76
5.5 Para outros diálogos.....	pág. 80
Referência Bibliográfica.....	pág. 82
Anexos.....	pág. 87
Anexo 1.....	pág. 87
Anexo 2.....	pág. 103

RESUMO

Nosso estudo procurou compreender, a partir da interação e do diálogo, a elaboração de explicações em aulas de química, tendo em vista aspectos teóricos e empíricos deste conhecimento. Participaram da pesquisa uma professora e sua turma de 26 alunos, do primeiro ano do ensino médio, de uma escola pública do município de Belém-Pa. Foi planejada uma aula envolvendo a realização de um experimento sobre a formação da ferrugem. Foram formados quatro grupos de alunos para realizar o experimento. Após observarem o experimento, os quatro grupos de alunos discutiram entre si, em seguida, em conjunto com a professora e, posteriormente, a professora discutiu com a turma toda. Os diálogos ocorridos nos grupos e na turma toda foram filmados e transcritos integralmente. Recorremos à análise microgenética para analisarmos o diálogo de um dos grupos sem a presença da professora, do mesmo grupo com a presença da professora e da turma toda. Identificamos nos diálogos as seqüências das quais emergiram as explicações. Nestas seqüências utilizamos as categorias propostas por Mortimer e Scott (2002) para analisar as intenções, o conteúdo, a abordagem comunicativa, os padrões de interação e as intervenções da professora. As análises nos possibilitaram compreender e discutir como os alunos elaboram explicações em aulas e, em cada uma delas a participação dos aspectos teóricos e empíricos do conhecimento químico. Assim, observamos que as explicações elaboradas pelos alunos levaram em conta conhecimentos de diferentes origens: a observação empírica do experimento, as aprendizagens escolares prévias, conceitos cotidianos e os conhecimentos teóricos compartilhados pela professora. Predominou uma abordagem comunicativa dialógica, mas quando foi necessário para a elaboração da explicação relacionar o conhecimento empírico com o teórico, a abordagem comunicativa foi, predominantemente, de autoridade.

ABSTRACT

Our study, starting from interaction and dialogue, aims to understand the elaboration of explanations in chemistry classes, from the point of view of the theoretical and empirical aspects of this knowledge. A teacher and her 26-student-class of a high school first year of a government public school of Belém-Pa participated of the research. A class involving the realization of an experiment about the formation of dust was planned. Four groups of students were formed to carry out the experiment. After observing the experiment, the four groups of students discussed with each other, with the teacher, after that, they discussed with the whole class and the teacher. The dialogues among the groups and with the class were recorded and integrally transcribed. We used microgenetic analysis to study the dialogue of one of the groups without the presence of the teacher, and later with the teacher and the whole class. We identified in the dialogue the sequences from which arose the explanations. In these sequences we used the categories proposed by Mortimer & Scott (2002) to analyze the intentions, the contents, the communicative approach, the interaction patterns and the teacher's interventions. These analyses made it possible for us to understand and discuss how students elaborate explanations in classes and, in each of them the participation of theoretical and empirical aspects of the chemistry knowledge. Thus, we observed that the explanations which were elaborated by the students took in account knowledge from different origins: empirical observation of the experiment, previous school learning, everyday concepts and the theoretical knowledge shared by the teacher. A dialogical communicative approach was predominant, but, whenever necessary for the elaboration of the explanation to relate the empirical with the theoretical, the communicative approach was predominantly one of authority.

]

P228	<p data-bbox="691 1209 1084 1234">Parente, Andreia Garibaldi Loureiro,</p> <p data-bbox="691 1272 1276 1388">Interações sociais e o discurso sobre o visível e o invisível em aulas de química (Andreia Garibaldi Loureiro Parente; orientador José Moisés Alves, - Belém: [s.n.], 2004.</p> <p data-bbox="691 1423 748 1449">105f.</p> <p data-bbox="691 1484 1276 1570">Dissertação (Mestrado) – Núcleo Pedagógico de Apoio ao Desenvolvimento Científico, Universidade Federal do Pará, 2004.</p> <p data-bbox="691 1606 1276 1665">1. Química – Estudo e ensino. 2. Processo de ensino aprendizagem. I. Título</p> <p data-bbox="1070 1667 1276 1692">CDD: 19^aed. 540.7</p>
------	--

Capítulo 1: Vygotsky, Bakhtin e a sala de aula

1.1 Iniciando o diálogo

É na inconclusão do ser, que se sabe como tal, que se funda a educação como processo permanente.

Paulo Freire

Como professora de química sempre me esforcei para fazer do espaço da sala de aula um local de aprendizagem, assim como muitos outros professores o fazem. Claro que cada um a seu modo. Entretanto, acreditamos que existe uma diferença entre pensarmos a organização do espaço de sala de aula para a aprendizagem e buscarmos compreender o processo de aprendizagem que ocorre neste espaço. Não que consideremos que esses dois pontos sejam excludentes. Além de dar aulas, o professor pode refletir de forma sistemática e aprofundada sobre sua prática.

Contudo, como professores o que mais fazemos quando queremos que os alunos aprendam o que desejamos ensinar, é organizar o espaço de sala de aula para a aprendizagem. Quando falo em “organizar o espaço de sala de aula para a aprendizagem” penso em todos os recursos possíveis e disponíveis que como professores podemos utilizar na concretização de nossas ações.

As experiências que tenho, quanto aos recursos possíveis de serem utilizados em aulas, e que me acompanharam e acompanham nas atividades que desenvolvo, vêm de todo um processo formativo que vivenciei e vivencio. Vêm do que aprendi com meus pais, do período em que cursei a graduação, da experiência no Clube de Ciências da Universidade Federal do Pará - UFPA, dos saberes que apreendi com a profissão, etc.

Tenho pais professores. Minha mãe é professora de ciências. Cresci vendo-a organizar materiais para as suas aulas de ciências. Álbuns educativos, jogos e experiências

sempre eram utilizados como recursos em suas aulas. Aos sábados ou aos domingos, quando planejava suas atividades para a semana, eu sempre estava por perto, às vezes por mera curiosidade e às vezes para querer aprender alguma coisa. Acredito que tudo isso era feito por ela com o intuito de criar condições favoráveis para que seus alunos aprendessem o que ela queria ensinar. Gostaria muito de ter tido professores assim, que levassem para as aulas não somente o livro, a caderneta e o giz, mas que diversificassem suas atividades. Embora ela não tenha sido minha professora na escola, muito me ensinou, até mesmo da profissão.

Acompanhando minha mãe comecei a participar das Feiras de Ciências do Município de Abaetetuba. Ao freqüentar o Clube de Ciências de Abaetetuba, aprendi muito sobre a profissão vendo o modo como os professores ali trabalhavam.

Uma experiência que foi muito relevante no trajeto de minha formação, ocorreu no período da graduação. No quarto semestre do curso de licenciatura em química fui convidada por um colega para participar do Clube de Ciências da UFPA, onde os alunos do curso de licenciatura da UFPA na área de ciências e matemática e áreas afins participavam voluntariamente de atividades que contribuía para sua formação docente inicial. Os alunos das licenciaturas eram alunos-professores. Tínhamos a oportunidade de realizar atividades com os sócios-mirins do Clube, que eram estudantes que se encontravam regularmente matriculados no ensino fundamental e médio de escolas públicas de Belém. Os sócios-mirins também participavam voluntariamente das atividades.

As atividades eram elaboradas e desenvolvidas coletivamente pelos alunos-professores. Encontrei alunos dos cursos da UFPA, que por serem mais experientes, compartilhavam conosco, os alunos recém chegados ao Clube, seus saberes, nos momentos em que nos reuníamos ou que tínhamos alguma dificuldade. Através de trabalhos que exploravam questões de nossa realidade local ou que possibilitavam a compreensão de conceitos básicos da ciência, buscávamos fomentar nos sócios-mirins o desenvolvimento de habilidades como saber investigar, analisar, compreender, comparar, argumentar etc. Além de decidirmos juntos o que fazer, preparávamos um material próprio para as aulas. Não era simplesmente a reprodução de uma atividade de um livro, mas o planejamento daquilo que considerávamos relevante trabalhar com os sócios-mirins.

Após o desenvolvimento das atividades tínhamos a oportunidade de discutir, nós os alunos-professores, o que havia acontecido no encontro com os sócios-mirins. E isso era importante! A cada relato das experiências vivenciadas, novos saberes eram apreendidos e compartilhados. Acredito que foi aí que comecei a me interessar por compreender o processo de ensino-aprendizagem.

No exercício da profissão percebi o quanto foi importante o período em que participei do Clube de Ciências da UFPA. No entanto, encontrei muitas diferenças.

Trabalhávamos solitariamente. Existia uma idéia de que professor não erra, não aprende no dia-a-dia de sua atividade. Quando me manifestava na sala dos professores, para fazer algum comentário sobre os alunos, ouvia dos colegas “Isso é assim mesmo!” ou “Com o tempo verás que isso é normal!”. Ou, quando meus colegas me viam organizando alguma atividade, como aquelas que via minha mãe realizar, ouvia “Te dou dois anos para tu seres uma professora normal!”. Não me intimidava com os comentários, acreditava muito no que eu fazia e nos alunos, que de várias formas me incentivavam. Não conseguia ver a indisciplina de um aluno ou a sua falta de interesse pelos estudos como algo normal, como diziam meus colegas. Acreditava muito na ação pedagógica.

Entre uma atividade e outra desenvolvida com os alunos, acontecimentos inesperados iam surgindo. Lembro de uma vez, em sala de aula, que comentava com os alunos, do 1º ano do ensino médio, que o mercúrio era um metal bastante denso e que era usado nos garimpos para a extração de ouro e, uma aluna, que já havia me dito que tinha um tio dentista, levantou a mão e disse que no nosso próximo encontro traria o mercúrio para que todos pudessem ver. Eu concordei. No dia marcado, a aluna estava me esperando para mostrar o mercúrio que já tinha mostrado para toda a turma. Os alunos estavam discutindo sobre o mercúrio. Ao me aproximar, percebi que o mercúrio no qual eles estavam pensando não era o mesmo do qual eu havia falado. A aluna havia levado para a sala de aula o mercúrio cromo e eu estava falando do mercúrio metálico.

Essa situação e muitas outras que acontecem no dia-a-dia de nossas aulas, podem até ser consideradas normais para muitos de nós, professores, pois são os alunos que não sabem, o problema é deles. Por que quando eu falava em mercúrio a aluna pensava no mercúrio cromo e

não no metálico? Ao refletir sobre cada um dos acontecimentos vividos nas minhas tentativas de ensinar ia tomando consciência de minha inconclusão.

O interesse que foi despertado em mim por compreender o processo de ensino-aprendizagem, ainda no Clube de Ciências, veio se concretizar com o exercício da profissão. Sentia a necessidade não só de conhecer metodologias e dispor de materiais para as aulas de química. Precisava de mais.

No mestrado, o contato com artigos que recorriam às idéias de Lev S. Vygotsky e Mikhail Bakhtin, que eram relatos de pesquisas desenvolvidas em aulas sobre o processo de ensino-aprendizagem, trouxeram informações que ajudaram a dar respostas a algumas de minhas inquietações e, ao mesmo tempo, ao me possibilitarem olhar de um modo diferente para a sala de aula, levaram-me a agir de um modo diferente.

1.2 Vygotsky e Bakhtin

A palavra apodrece nas salas de aula, a palavra viva do aluno, em confronto com a palavra da tradição, representada pelo professor e pelo conteúdo, ou neles encarnada, porque sua imaginação é convidada, por toda a estrutura física e institucional da escola, a desmaiar.

Tiago Adão Lara

A partir das leituras de Vygotsky e Bakhtin, uma dimensão que tem despertado meu interesse é a da linguagem enquanto formadora da psique humana. Linguagem? Um professor ou uma professora de química está mais preocupado com nomenclaturas de compostos, com cálculos químicos, modelos, em conhecer novas metodologias, em buscar recursos para implantação de laboratórios de química nas escolas, com o aumento de horas-aula para cumprir conteúdos, etc. Ao que parece, o menos importante para o professor é a linguagem, o diálogo. Contudo, se nossa intenção é de ensinar e esperamos que este ensino seja significativo para nossos alunos, é necessário considerarmos que a linguagem, o diálogo, exercem papel fundamental nesse processo.

Como professores, talvez nunca tenhamos pensado na importância de incentivar o aluno a falar, a apresentar suas idéias. Estamos preocupados em formar alunos “sentantes em vez de pensantes” (CANIATO, 1997, p. 51). O momento em que, com certeza, ouvimos e queremos ouvir as vozes dos alunos é na hora de saber quem compareceu à aula, no momento de responder à chamada. Para nós não importa se a vontade do aluno é estar naquela sala onde todos, com exceção do professor, são mudos, importa que eles estejam ali para ouvir o que temos a falar. Toda essa contenção verbal, mantida em sala de aula, explode na hora do recreio. Perdemos a sensibilidade de perceber o quanto este momento é o mais feliz para o aluno. Talvez nem notemos, porque no momento do recreio nos enclausuramos na sala dos professores, enquanto eles gritam, pulam, correm, dialogam, namoram, ... aprendem.

Uma analogia presente no livro “O Mundo de Sofia” serve para uma reflexão que podemos realizar nos reportando a dois momentos mais comuns presentes no espaço escolar: o da hora da aula, em que o professor fala e os alunos ouvem e o da hora do recreio, em que o diálogo toma conta da escola. A analogia mencionada anteriormente envolve a mudança de postura do homem ao longo do seu desenvolvimento, como a de um SER que, gradativamente, percorre a pelagem de um coelho, em direção ao lugar mais confortável e cômodo, porém escuro, próximo à raiz dos pêlos.

Quando criança o “por quê?” é uma palavra que nos acompanha. Para tudo ou quase tudo que vemos ou que nos falam evocamos o “por quê”: Por que tenho que ir pra escola se quero dormir? Por que o cachorro não fala? Por que o sol é que é o centro do universo e não a terra? Por que é a lua que aparece de noite e é o sol que aparece de manhã? Tudo é novo. Não nos contentamos com afirmações, queremos compreendê-las. Lançamos, então, o “por quê?”. E mais, queremos que os outros ouçam o que temos a dizer, queremos falar de nossas experiências, do que concordamos, do que discordamos. Neste momento, seguindo a analogia do autor, estamos sobre a pelagem e “vemos tudo” e quase tudo questionamos. À medida que nos tornamos adultos, crescemos, nos educamos e, mesmo que isso pareça contraditório, vamos perdendo este comportamento. Já estamos a caminho, já começamos a percorrer os pêlos do coelho. Vez ou outra lançamos um “por quê?”, porém é muito mais cômodo aceitar as afirmações que nos são feitas do que questioná-las. Por isso é bem melhor nos acomodarmos. Apesar de cômodo, o comportamento que vai sendo desenvolvido por nós, nos leva a um lugar muito escuro, onde não

conseguimos ver muita coisa e muitas vezes nos eximimos de participar, de dialogar, de questionar, enfim, de aprender.

O soar estridente da campainha indica o término do recreio, e o fim do diálogo. Tudo volta ao silêncio. *Psiiiiiii, silêncio! Começou a aula!* E os alunos são convidados a percorrerem da superfície da pelagem do coelho em direção a um lugar cômodo, ou seja, do pátio da escola à carteira na sala de aula. Neste lugar, o aluno parece que foi aprendendo a não falar, a não questionar, isso porque quando fala, não fala o que queremos ouvir. Geralmente troca palavras ou não as utiliza do modo que lhe foi apresentado e é por isso que não vale a pena ouvi-los. Penso que, assim como crianças precisam de tempo para firmar os primeiros passos, os alunos precisam de tempo para compreender o que queremos ensinar. Na medida em que se aventuram a participar eles caem, eles erram. Precisam, então, de uma “mãozinha”.

A analogia da pelagem do coelho foi emprestada para ajudar a compreender o comportamento do aluno em uma situação específica. Entretanto, é apropriada também para ajudar-nos a entender nosso comportamento enquanto professor e professora. É como se muitos de nós nos encontrássemos no interiorzinho da pelagem e estivéssemos levando conosco os alunos. Circunstâncias diversas nos conduziram a esse lugar. Talvez, o caminho para o interior da pelagem seja mais fácil do que o retorno à sua superfície. Se considerarmos que voltar é o mais difícil, é prudente pensarmos com cuidado nesse retorno.

Um dos meios que, acredito, pode guiar este retorno se pauta na compreensão das idéias de Vygotsky e Bakhtin. Em um primeiro momento as leituras destes dois pesquisadores me pareceram bastante herméticas. Não conhecia o pensamento de Vygotsky e Bakhtin.

Para estes autores, a fala tem um papel de destaque, não só como o meio de comunicação de idéias, mas como constituidora e formadora do pensamento do indivíduo. Compreender que a linguagem constitui o pensamento do indivíduo implica um redimensionamento do processo de aprendizagem. Nos diálogos que ocorrem na sala de aula o discurso é construído a partir das contribuições dos participantes (MACHADO, 1999). Contudo, cada indivíduo participa com o conhecimento de que se apropriou ao longo de seu desenvolvimento, que é marcado por crenças e ideologias que refletem o conhecimento compartilhado por um determinado grupo, e progride em direção à compreensão de novos

saberes. O papel do professor, neste sentido, é de conduzir o diálogo para atingir as metas previstas.

Uma das lições que tem sido reforçadas em mim é quanto à importância de dar oportunidades aos alunos de falarem sobre suas idéias, sobre o que estão compreendendo nas aulas de química, sobre o que é despertado neles quando falo de um assunto que me proponho a ensinar, e, também, a respeito de como posso melhorar a minha forma de ensinar. Tenho percebido o quanto é importante o modo de organizar minha fala e (re) elaborá-la no diálogo.

Com Vygotsky e Bakhtin, questões sobre a linguagem como sistema de signos são aprofundadas, uma vez que seus estudos traçam alicerces para essa compreensão.

Vygotsky e Bakhtin foram contemporâneos, viveram em um mesmo país (Rússia) e compartilharam um mesmo ambiente teórico-ideológico. Tais circunstâncias influenciaram para que eles desenvolvessem visões de mundo e de homem semelhantes. Apesar de seus estudos apresentarem diferentes objetivos¹, não são excludentes. Um ponto de semelhança em seus estudos está na forma como abordam o fenômeno da linguagem (FREITAS, 1997).

Vygotsky (1998a; 1998b) desenvolveu seus estudos procurando compreender o processo de desenvolvimento do pensamento e das funções cognitivas do homem, situando-o em uma realidade histórica e contextual. Para isso, discute o desenvolvimento do indivíduo em diferentes planos: filogenético, ontogenético, sócio-genético e microgenético. Entende que o contato entre os indivíduos é a gênese do desenvolvimento cultural, imprescindível para a formação do indivíduo e para o desenvolvimento histórico geral de nossa espécie. É na estrutura dos processos de internalização do conhecimento pelo homem, que Vygotsky o compreende como ser histórico e cultural. Assim, Vygotsky (1998a) estuda como as funções elementares são transformadas em funções psicológicas superiores pela internalização de sistemas de signos mediados culturalmente.

¹ Vygotsky buscava elaborar uma psicologia que assumisse a complexidade do homem, enquanto um ser histórico. Já Bakhtin, priorizava a construção de uma concepção histórica e social da linguagem.

As funções psicológicas elementares e as funções psicológicas superiores possibilitam a compreensão do desenvolvimento do indivíduo constituído pelo entrelaçamento de duas linhas diferentes, a biológica (funções elementares) e a cultural (funções superiores).

As *funções elementares* tem origem na história natural da espécie humana. Elas imprimem ao indivíduo certos limites e possibilidades. A partir da estimulação ambiental, o indivíduo age em seu meio a partir das impressões imediatas que tem dele. Essas formas de se relacionar que envolvem contato direto com o meio, são caracterizadas como elementares. Já as *funções psicológicas superiores* são resultantes de estimulação auto-gerada, em que o indivíduo interpõe estímulos artificiais (elementos mediadores) entre as situações estimuladoras do meio e suas repostas a ele.

Oliveira (1997, p. 26), por meio de alguns exemplos, distingue as funções superiores das elementares:

O ser humano tem a possibilidade de pensar em objetos ausentes, imaginar eventos nunca vividos, planejar ações a serem realizadas em momentos posteriores. Esse tipo de atividade psicológica é considerada “superior” na medida em que se diferencia de mecanismos mais elementares tais como ações reflexas (a sucção do seio materno pelo bebê, por exemplo), reações automatizadas (o movimento da cabeça na direção de um som forte repentino, por exemplo) ou processos de associações simples entre eventos (o ato de evitar o contato da mão com a chama de um vela, por exemplo).

O elemento mediador é o elo na relação indivíduo e meio e/ou na relação sujeito e objeto de conhecimento, sendo determinado pelas relações sociais entre os indivíduos e destes com o mundo exterior, e, mudam conforme os diferentes ambientes sociais. Assim, Veer & Valsiner (1996, p. 244), nos dizem que

a origem de todos os processos psicológicos superiores, especificamente os humanos, não pode, portanto, ser encontrada na mente ou no cérebro de uma pessoa individual, mas deve ser procurada nos sistemas de signos sociais “extracerebrais” que uma cultura proporciona. [...] tanto o conteúdo como as formas do pensamento baseiam-se nos sistemas simbólicos disponíveis.

Portanto, é na atividade prática, nas interações estabelecidas entre os homens, que as funções psicológicas superiores, especificamente humanas, se desenvolvem. É por meio da relação interpessoal (interpsicológica) que se dá a construção intrapessoal (intrapsicológica). Essa construção acontece através do processo de internalização, entendido como “a reconstrução

interna de uma operação externa” (VYGOTSKY, 1998a, p. 74). Assim é que se torna possível a interiorização das formas culturais de funcionamento psicológico.

Pino (1992) sugere que usemos as categorias de público/privado em vez de operação externa/interna (social/individual). Por um lado, sua proposição se pauta na justificativa de que a idéia de interno e externo suscita a dualidade de espaço físico (dentro/fora), o que não condiz com o significado que é compartilhado na perspectiva histórico-cultural e, por outro lado, pelo fato do conceito de internalização, também presente em outras correntes teóricas, não ser compreendido em termos de mediação simbólica, como o é nas idéias de Vygotsky. “Tais categorias não definem espaços físicos, mais simbólicos, em que as atividades humanas adquirem uma determinada significação” (PINO, 1992, p. 324). A categoria “público” é definida como esfera da “representação dos tempos e dos espaços, dos papéis e das práticas sociais, das relações sociais e das normas que regulam essas relações práticas e papéis” (PINO, 1992, p. 324). Já a esfera privada é da “intimidade, da liberdade e da espontaneidade, da singularidade e da sociabilidade restrita, em que o personagem se confunde com ator social, não havendo lugar para a representação” (PINO, 1992, p. 324).

A compreensão de como se relacionam os planos social e individual tem implicações para a concepção de sujeito. Góes (2000a, p.25) afirma que:

Se o plano intersubjetivo não é o plano do outro, mas o da relação com o outro, se o reflexo do plano intersubjetivo sobre o intra-subjetivo não é de caráter especular e se as ações internalizadas não são a reprodução das ações externas mediadas socialmente, então o conhecimento do sujeito não é dado de fora para dentro, suas ações não são linearmente determinadas pelo meio nem seu conhecimento é cópia do objeto. Não se trata, pois, de um sujeito passivamente moldado pelo meio. O sujeito não é passivo nem apenas ativo: *é interativo*.

A internalização é discutida por Vygotsky tendo como fundamento a idéia de mediação semiótica. Mediação diz respeito a elementos que se interpõem entre o sujeito e os objetos de conhecimento e entre o sujeito e outros sujeitos. Por meio de recursos semióticos o desenvolvimento biológico vai dando lugar ao desenvolvimento cultural. Enquanto professores de ciências e, em particular de química, lidamos diariamente com recursos mediacionais, além da própria fala, quando recorremos, por exemplo, a modelos de constituição da matéria, que são representações elaboradas pelo próprio homem, que possuem significados compartilhado pela própria espécie humana.

Além das funções psicológicas elementares servirem de suporte para as funções psicológicas superiores, Pino (1992) afirma que, as idéias de Vygotsky nos autorizam a interpretar que estas funções sofrem uma espécie de “metamorfose” ao longo de numerosos processos psicológicos de transição, os quais se situam entre o biologicamente dado e o culturalmente adquirido.

Segundo Vygotsky (1998a) são dois os recursos mediacionais que possibilitam o desenvolvimento do comportamento cultural: o instrumento e o signo. O instrumento e o signo medeiam a atividade do homem, tornando essa atividade um processo indireto.

A idéia de mediação por instrumento encontrada nas obras de Vygotsky vem de sua filiação teórica às concepções marxistas, em que o instrumento é compreendido como o elo externo de ligação entre o trabalhador e o objeto do trabalho. O pensamento marxista postula que é na organização para o trabalho que a sociedade se constrói e se concretiza com base nas relações sociais que se estabelecem. Agindo como elemento externo mediador entre o sujeito e a natureza, o instrumento, ao ser usado pelo homem para transformar a natureza por meio de sua ação sobre ela, transforma o próprio homem. Ao ser produzido pelo homem, o instrumento, carrega consigo uma função (um objetivo) e um modo de utilização, que são ressignificados no desenvolvimento histórico-cultural.

Já os signos auxiliam os processos psicológicos do sujeito, controlando ações concretas e ações psicológicas. Imaginemos que dispomos de uma lata de refrigerante ou uma garrafa *pet* e existe no rótulo da referida embalagem o símbolo  Esse símbolo vincula uma informação comum e de natureza semiótica, que nos confere uma possibilidade de agir para com o destino do material. Nesse sentido, o signo atua no psiquismo humano por meio de uma representação concreta (externa) que controla uma ação. Agora, lembremos das representações e dos conceitos que temos sobre, por exemplo, um carro, uma casa, uma escola etc. As representações ou conceitos que elaboramos só são possíveis porque já incorporamos signos que nos permitem fazer imagens mentais ou dispor de idéias sobre esses objetos, num plano que é simbólico. Isso nos dá possibilidade de pensar sobre esses objetos sem tê-los concretamente presentes, de nos reportarmos a acontecimentos passados, de fazermos previsões etc, ou seja, de interpretarmos a realidade através de elementos ausentes no espaço e no tempo.

A mediação é, pois, um processo fundamental no desenvolvimento do indivíduo, uma vez que possibilita atividades psicológicas controladas pelo próprio indivíduo, as quais passam a ser voluntárias e intencionais. Contudo, Vygotsky (1998a, p. 60) deixa claro que

a atividade de utilização de signos nas crianças não é inventada e tampouco ensinada pelos adultos; ao invés disso, ela surge de algo que originalmente não é uma operação com signos, tornando-se uma operação desse tipo somente após uma série de transformações qualitativas.

Os signos criados e compartilhados pelo grupo particular do qual a criança participa, vão por ela sendo apropriados a partir das relações que estabelece com os membros mais experientes de seu grupo. Não sendo criações independentes e aleatórias, mas desenvolvidos no seio de uma determinada cultura, os signos carregam significados historicamente construídos e isso permite que o indivíduo perceba que “o mundo não é visto simplesmente em cor e forma, mas também como um mundo com sentido e significado” (VYGOTSKY, 1998a, p. 44).

Entre os signos, Vygotsky (1998b) dá atenção especial à linguagem por ser um dos recursos simbólicos de comunicação entre os indivíduos, destes com o meio e com os outros, sendo comum a todos os grupos sociais. Ao diferenciarmos o “meio” de “outros”, destacamos que o “meio” não é o meio social, entendendo assim que o indivíduo pode regular suas interações com o meio físico através de signos e não apenas suas interações com as outras pessoas. Por exemplo, o fato de conhecermos a natureza reativa de uma determinada substância nos permite prever um local mais adequado para a sua armazenagem, ou, por exemplo, sabendo da influência da água e da temperatura na reprodução de microorganismos, podemos minimizar a deteriorização de alimentos pelo controle desses fatores, nos antecipando ao próprio fenômeno.

Vygotsky (1998b) denomina a fusão entre pensamento e linguagem que ocorre tanto na filogênese quanto na ontogênese humana de pensamento verbal. O pensamento verbal é de fundamental importância para compreender o processo de desenvolvimento cognitivo, social e afetivo do indivíduo e as funções da linguagem, pois “o desenvolvimento do pensamento é determinado pela linguagem, isto é, pelos instrumentos lingüísticos do pensamento e pela experiência sócio-cultural da criança”. (VYGOTSKY, 1998b, p. 62)

Vygotsky propõe o significado da palavra como unidade de análise do pensamento verbal, pois “o significado de uma palavra representa um amálgama tão estreito do pensamento e

da linguagem [fala], que fica difícil dizer se se trata de um fenômeno da fala ou de um fenômeno do pensamento”. (VYGOTSKY, 1998b, p. 150)

Vygotsky (1998b, p. 156) compreende também que “os significados das palavras são formações dinâmicas, e não estáticas”, o que implica dizer, segundo ele, que alteram-se não somente na medida do desenvolvimento do indivíduo, mas também de acordo com as formas pelas quais o pensamento funciona, variando de acordo com os diferentes ambientes culturais do qual participa o indivíduo. Por exemplo, quando um indivíduo aprende a usar uma palavra no contexto adequado, o que implica a compreensão de seu significado, esse significado passa a sofrer, ao longo de suas aprendizagens, transformações, aprimoramentos, acréscimos, refinamentos.

Tendo o significado da palavra como unidade do pensamento verbal, a linguagem é entendida por Vygotsky como meio de desenvolver a comunicação e o pensamento generalizante. A função da linguagem associada ao ato de comunicar idéias passa por transformações até sua internalização, como fala interior, plano específico do pensamento verbal (VYGOTSKY, 1998b, p. 184). A linguagem vai sendo dominada pela criança a partir das relações que estabelece com os membros de seu grupo.

A função comunicativa da linguagem é social, e é a mais precoce, sendo que, na idade pré-escolar, diferencia-se em comunicação com os outros (fala comunicativa) e comunicação consigo mesmo (fala egocêntrica). A função da fala egocêntrica é de planejamento ou de regulação da própria ação, já a função da fala comunicativa é o intercâmbio com os outros. É por meio da fala egocêntrica que a fala comunicativa, fala para o outro, transforma-se em fala interior, fala para si (VYGOTSKY 1998b).

Cada um de nós vive experiências singulares. Para que estas experiências sejam transmitidas aos outros de forma compreensível é necessário que sejam veiculadas por signos (palavras) cujos significados são compartilhados pelos interlocutores. Para Vygotsky (1998b) isso se torna possível porque a linguagem tem a função de desenvolver o pensamento generalizante, ou seja, a linguagem possibilita ordenar o real, agrupando-o em categorias conceituais. Por isso Vygotsky nos diz que “o significado de cada palavra é uma generalização ou um conceito” (VYGOTSKY, 1998b, p. 150). Assim, o desenvolvimento de um conceito passa pela

compreensão do significado que a palavra designa e, que por sua vez, para que possa ser significativo precisa ser partilhado pelos indivíduos. Vygotsky (1998a) diz ainda que a palavra tem, inicialmente, o papel de meio na formação do conceito, só depois torna-se seu símbolo.

Levando em consideração que o significado refere-se à relação entre os elementos designados por uma palavra, existem três momentos no desenvolvimento dos conceitos. Assim, Vygotsky (1998a, p. 74), afirma que

a criança pequena dá seu primeiro passo para a formação de conceitos quando agrupa alguns objetos numa *agregação desorganizada*, ou amontoado [...] nesse estágio o significado das palavras denota, para a criança, nada mais do que um *conglomerado vago e sincrético de objetos isolados*.

Nesse primeiro momento, por haver predominância de relações subjetivas, as crianças confundem relações subjetivas com relações reais entre as coisas. Nos experimentos que Vygotsky realizou, as crianças pequenas agrupavam blocos designados por uma mesma palavra sem nenhuma atenção às propriedades concretas dos mesmos.

No segundo momento, denominado por Vygotsky de *pensamento por complexo*, “os objetos isolados associam-se na mente da criança não apenas devido às impressões subjetivas da criança, mas também devido às relações que de fato existem entre esses objetos” (VYGOTSKY, 1998a, p.76). Assim, os elementos designados por uma palavra são relacionados por atributos que eles realmente compartilham, ou seja, a palavra refere-se a relações objetivas, mas ainda concretas. Em seus experimentos, observou que os pré-escolares atentavam para certas características dos blocos que eles julgavam ter o mesmo nome, mas o conjunto de blocos reunidos pela criança não compartilhavam uma ou mais características comuns.

No terceiro momento, o do *pensamento conceitual*, “só aparece quando os traços abstraídos são sintetizados novamente, e a síntese abstrata daí resultante torna-se o principal instrumento do pensamento” (VYGOTSKY, 1998a, p. 98). Nesse sentido, os elementos designados pela palavra passam a ser usados de forma objetiva e abstrata. Em seus experimentos, observou que, além de selecionarem certos atributos comuns aos blocos que julgavam ter um mesmo nome (relações objetivas) esses atributos eram sempre os mesmos (relações abstratas).

Quando se examina o processo de formação de conceitos em toda a sua complexidade, este surge como um movimento do pensamento dentro da pirâmide de conceitos,

constantemente oscilando entre duas direções, do particular para o geral e do geral para o particular. (VYGOTSKY, 1998a, p. 100-101)

Rego (2002, p.79) falando das idéias de Vygotsky ainda nos lembra que “o pensamento conceitual é uma conquista que depende não somente do esforço individual, mas principalmente do contexto em que o indivíduo se insere”.

Em seus estudos sobre a formação de conceitos, Vygotsky (1998a) estabeleceu diferenças e estudou a forma como se relacionam, no seu desenvolvimento, os conceitos cotidianos e científicos. Segundo ele, os *conceitos científicos* requerem o uso da consciência do indivíduo, e caracterizam-se por serem conhecimentos sistematizados; já os *conceitos cotidianos* são resultantes das experiências diretas que temos com o meio, experiências concretas que adquirimos ao longo de nossas vidas. Os conceitos cotidianos não são sistematizados. Os conceitos cotidianos designam relações entre as palavras e os objetos a que se referem, já os conceitos científicos, relações de palavras com outras palavras, na medida em que as conexões entre conceitos são relações de generalidade (TUNES, 2000). Apesar de tais conceitos implicarem modos diferentes de elaboração eles influenciam-se mutuamente de tal modo, que os conceitos cotidianos apresentam desenvolvimento ascendente, do concreto para o abstrato, enquanto o desenvolvimento dos conceitos científicos é descendente, de um nível abstrato para um nível mais elementar e concreto (VYGOTSKY, 1998a).

Psiiiiiii, vamos falar! começou a aula! Se o significado da palavra possibilita a comunicação entre os indivíduos, do indivíduo consigo mesmo e o desenvolvimento de seu pensamento generalizante, se é na interação que se estabelecem esses significados, e se é a partir das relações interpessoais que se estabelece o desenvolvimento intrapessoal, o diálogo é fundamental para o processo de aprendizagem. É nele que o público (social) e o privado (subjetivo) se constituem.

O caráter público do significado das palavras e o caráter privado do sentido que essas palavras adquirem na fala do sujeito, embora se oponham no nível lógico, não só não se excluem como se implicam mutuamente. De um lado, o sentido pessoal (privado) das palavras é a maneira como o significado das palavras se concretiza e se faz fala de um sujeito. Do outro lado, é seu caráter público (convencional) que possibilita a fala ser uma linguagem. (PINO, 1992, p. 324)

Vygotsky lança bases para a compreensão do desenvolvimento da linguagem e seu papel na formação da psique humana. Bakhtin enfatiza os aspectos ideológicos do contexto que a linguagem se produz. “Bakhtin foi mais além, compreendendo a consciência individual como fato sócio-ideológico e considerando o psiquismo como objeto de uma análise ideológica” (FREITAS, 1994, p. 160).

Quanto à relação fala e ideologia, Freitas (1994, p. 128-129, grifos nossos) diz que

Bakhtin compreendia que tudo o que é ideológico possui um determinado sentido e remete a algo situado fora de si mesmo. Tudo que é ideológico, portanto, é um signo, não existindo ideologias sem signos. Todo signo é um fenômeno do exterior, criado pelo homem. **Os signos, no entanto, só emergem do processo de interação social, na medida que os indivíduos socialmente organizados em grupo formam uma unidade social.** [...] A palavra exerce a função de signo e é fenômeno ideológico por excelência, constituindo o modo mais puro e sensível de relação social. É na palavra que se revelam as formas básicas e ideológicas gerais da comunicação semiótica.

É por meio dos conceitos de dialogia, linguagem social e gênero de fala que Bakhtin possibilita ampliar as proposições de Vygotsky sobre as origens sociais e a natureza social do funcionamento humano.

Para Bakhtin a linguagem em sua totalidade está presente na interação verbal² e não pode ser compreendida fora de uma situação concreta (FREITAS, 1994). Emprega o termo enunciação e o define como sendo a unidade da comunicação discursiva (unidade de análise).

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, citado por MACHADO, 1999, p. 57)

Para Bakhtin o enunciado é formado pelo dito e pelo não dito, ou seja, pelo verbal e pelo extraverbal. É o não dito que confere ao enunciado não ser considerado um fenômeno somente lingüístico, mais cheio de sentido para o ouvinte. Entende que significado se refere ao

² Para Freitas (1994), é a partir da proposição da interação verbal que Bakhtin busca superar posições dicotômicas da Psicologia subjetivista e objetivista de sua época. É na interação verbal que se busca uma psicologia sociológica capaz de recuperar a dialética entre o extremo e o interno. Sua dialética é dialógica, tendo compromisso com a totalidade, com a história, com a prevalência do social.

significado abstrato, dicionarizado e o sentido, por sua vez, é o significado contextual. Freitas (1994, p. 136), apoiando-se nas idéias de Bakhtin, nos fala sobre significado e sentido na enunciação.

Cada enunciado se caracteriza por seu conteúdo e por seu sentido. Correspondendo ao significado abstrato há por parte do ouvinte uma compreensão passiva que apenas decodifica. O sentido exige uma compreensão ativa, mais complexa, em que o ouvinte além de decodificar, relaciona o que está sendo dito com o que ele está presumindo e prepara uma resposta ao enunciado. Compreender não é, portanto, simplesmente decodificar, mas supõe toda uma relação recíproca entre falante e ouvinte, ou uma relação entre os ditos e os presumidos.

Por um lado, a enunciação produzida por um indivíduo só pode ser compreendida na relação com outras enunciações. Isso é compreendido por Bakhtin como dialogia. Por outro lado, uma voz em um dado momento pode assumir as palavras ou expressões de outras vozes. Isso se deve ao caráter polifônico da enunciação. Muniz (2000, p. 76), baseando-se nas idéias de Bakhtin diz que a enunciação é “dialógica porque nasce de um processo de interação entre indivíduos e faz referência a diálogos entre formas e sentidos historicamente internalizados e é polifônica porque sustenta temas diversos, associados aos contextos imediatos e amplos de produção”. Wertsch & Smolka (1995, p.128-129) afirmam que “considerando outras formas de dialogia nos trabalhos de Bakhtin, fica evidente que a polifonia é parte essencial de qualquer enunciação”.

A polifonia pode ser entendida através das “linguagens sociais” e dos “gêneros de fala” (WERTSCH & SMOLKA, 1995). Compreende-se que a linguagem social “é um discurso peculiar a um determinado estrato da sociedade (profissional, etário etc.), em um dado sistema social, em um dado tempo” (HOLQUIST & EMERSON, 1981, citado por WERTSCH & SMOLKA, 1995, p.129). A linguagem social pode ser exemplificada através dos

dialetos sociais, do comportamento característico de grupos, dos jargões profissionais, das linguagens genéricas, das linguagens de autoridades de vários círculos e de modo passageiro, as linguagens que servem aos propósitos sóciopolíticos específicos do dia. (BAKHTIN, 1981, citado por WERTSCH & SMOLKA, 1995, p.129)

Quando o indivíduo fala, produzindo uma enunciação, ele está refletindo uma linguagem social. A cada enunciação específica ou particular (situação característica de comunicação verbal) tem-se um gênero de fala. Assim, uma enunciação implica vozes pertencentes a um gênero de fala de uma determinada linguagem social. Na sala de aula temos a

linguagem social que inclui vários gêneros de fala, sendo um deles o científico escolar. Sendo a linguagem um sistema de signos, temos então, na enunciação produzida em sala de aula, a produção e reprodução de valores e juízos dos gêneros sociais presentes nela.

A linguagem pública vai se tornando de domínio privado, ou seja, próprio.

Quando o falante a povoa com sua própria intenção, seu próprio sotaque, quando se apropria da palavra, adaptando a sua própria intenção semântica expressiva. Antes deste momento de apropriação, a palavra não existe em uma linguagem impessoal e neutra (afinal, não é de um dicionário que o falante tira suas palavras!), mas existe na boca de outras pessoas, nos contextos concretos de outras pessoas, servindo às intenções de outras pessoas: é daí que se pode aprender uma palavra e fazer dela sua própria palavra. (BAKHTIN, 1981, citado por WERTSCH & SMOLKA, 1995, p.129)

Nas aulas de química, matemática, física etc, trabalhamos com signos em sua maioria novos para os alunos, que não são comuns ou que não se apresentam explicitamente em seu contexto. A compreensão destes signos permite aos estudantes um modo de interpretar a realidade. Entretanto, para que isso seja possível, é necessário que o significado convencional do signo seja compreendido pelo aluno. Na perspectiva histórico-cultural tal compreensão se estabelece nas interações, no diálogo, no qual, a esfera privada ao se constituir e se alicerçar na esfera pública, passa a influenciar nela. É essa dinâmica que precisa se tornar pública nas aulas, para que alunos e professores se construam mutuamente.

Não deixemos a palavra apodrecer nas salas de aula, a palavra viva do aluno, pois “o domínio intelectual da criança depende de seus domínios dos meios sociais do pensamento, isto é, da linguagem” (VYGOTSKY, 1998b, p.62). Daí a importância da fala do professor e da fala dos alunos, não só no sentido de um para o outro, sem réplica, mas num vai-e-vem que possibilita dar lugar às expressões dos que participam do diálogo. É nesse sentido que Pino (2002) nos fala que saber é um fenômeno da linguagem.

Palangana (2002) discorrendo sobre a linguagem na formação da psique humana, por meio da leitura que faz dos escritos de Vygotsky, destaca a parcela de responsabilidade do professor nesse processo, uma vez que, quem ensina conteúdo ensina também a pensar. Complementa dizendo que o ensino tem concorrido para dois tipos de pensamento, um que orienta a atividade individual a fim de adaptá-la ao que está dado e outro, que visa ao

desenvolvimento da consciência capaz de entender-se como parte de uma realidade em transformação.

Não deixemos a palavra apodrecer nas salas de aula, a palavra viva do aluno, pois ela traz experiência. Não pensemos que a escola é o único local onde se aprende, mesmo que essa aprendizagem seja de domínio específico de conceitos científicos escolares, pois o conhecimento científico não se apresenta somente na sala de aula, mas também é veiculado nos livros, revistas, jornais etc, que muitas vezes, na tentativa de atrair leitores banalizam, mistificam e dramatizam este conhecimento (OLIVEIRA, 1992a). E isso tem implicações para as idéias que são construídas acerca dos conceitos definidos pela ciência. Segundo Kominsky & Giordan (2002), a desatenção às concepções e visões que os alunos elaboram da produção do conhecimento científico em aulas de química, acaba por constituir um verdadeiro entrave para a compreensão de conceitos científicos.

Lopes (2000, p.63) destaca também que,

se a escola não salienta as diferenças entre a linguagem científica e a linguagem cotidiana, bem como não discute as diferenças no contexto da própria linguagem científica, o conhecimento torna-se ainda mais esotérico e inacessível.

Mas não é simplesmente oportunizar o diálogo, pois

a atividade espontânea e individual da criança, apesar de importante, não é suficiente para a apropriação dos conhecimentos acumulados pela humanidade. Portanto, deverá considerar também a importância da intervenção do professor (entendido como alguém mais experiente da cultura) e, finalmente, as trocas efetivas entre as crianças (que também contribuem para os desenvolvimentos individuais). (REGO 1995, p.110-111)

O ato educacional não constitui somente um processo de aprendizagem num sentido amplo como é aquele que ocorre no desenvolvimento geral do indivíduo, mas de um tipo peculiar de aprendizagem (GÓMEZ, 1998; ROMANELLI, 1996; OLIVEIRA, 2000) pois “a escola é o lugar eleito socialmente para a construção de tipos específicos de conhecimento, e é aí que a ação docente se configura como uma atividade humana transformadora” (ROMANELLI, 1996, p.27). Há, portanto, necessidade de intervir no processo, o que se torna verdadeiro na medida em que se elegem conteúdos para serem aprendidos e se estruturam as condições para essa aprendizagem. Portanto, o ato educacional traz em seu bojo a necessidade de produzir uma

aprendizagem que está diretamente relacionada a uma vontade de ensinar, e que pode ser concretizada de várias maneiras (SALVADOR, 1994).

O conceito de Zona de Desenvolvimento Proximal proposto por Vygotsky (1998a) discute a aprendizagem, dando destaque à interanimação de pessoas e de mentes, em que, na intervenção, indivíduos menos experientes compartilham de condições favoráveis à potencialização e ao desenvolvimento de funções superiores. Contudo, não deve ser entendido como uma estratégia de ensino, pois

o que é passível de desenvolvimento não inclui apenas a interação imediata do aprendente com o ensinante mas também toda a estrutura através do qual outros seres humanos, além do ensinante, fazem-se historicamente presentes. (TUNES, 2000, p.46)

O conceito de ZDP nos leva a conferir, na relação de ensino, a importância de compreender o que sabe o aluno sobre o que queremos ensinar, orientando-nos em intervenções que visem ao desenvolvimento de seus potenciais. Antunes (2002) destaca que para isso é necessário que o professor construa um clima de relacionamento afetivo com os alunos; que tenha claras as metas de sua atividade, podendo reiterá-las em oportunidades possíveis juntamente com os alunos; que diversifique sua atividade no trato de um mesmo tema; que por mais que tenha claras as metas e procedimentos de sua atividade, introduza ajustes e modificações na atuação junto aos alunos; que saiba que sua intervenção visa a ação e compreensão autônoma do aluno; que busque, na medida do possível, relacionar os novos conteúdos que são objeto de aprendizagem aos conhecimentos prévios dos alunos; que busque sempre desenvolver uma linguagem clara em sala de aula; que crie oportunidade para que os alunos reorganizem suas experiências e seus conhecimentos em termos de novos significados. Na medida em que professor ou a pessoa mais experiente realiza intervenções com sucesso, desempenhando com eficácia a função de “apoiar” ou fazer “andaimes”, realiza, segundo Salvador (1994), intervenções contingentes.

Ampliações desta idéia nos dizem que a ZDP não é uma propriedade de um ou de outro participante do diálogo, mas depende dos esquemas de conhecimentos e do conhecimento que tem os participantes menos experientes, como também, dos tipos e graus de suporte e de instrumentos e recursos de apoio utilizados pelos participantes mais competentes (ORUNBIA, 1998). Neste sentido, a ZDP é considerada como

um campo semiótico, um espaço simbólico de significação no qual a interação e a comunicação promovem o desenvolvimento guiado pela aprendizagem. Neste sentido, ZDPs emergem, ou não, momento-a-momento, como parte da microcultura da sala de aula e outros contextos de aprendizagem (MEIRA, 2003, p. 3)

Não deixemos a palavra apodrecer nas salas de aula, a palavra viva do aluno. “O que a escola, como instituição, não percebe; é que **a incompreensão não é fruto** de uma incapacidade do indivíduo, mas é resultado **de uma forma de interação**” (SMOLKA, 2003, p. 112, grifos nossos).

As idéias aqui reunidas nos permitem compreender a *aprendizagem* como um processo social, acontecendo por meio e com os recursos mediacionais disponibilizados por uma determinada cultura, que servem como elementos de interação e aprimoramento cognitivo e, o *conhecimento* como algo que não é dado, não nasce em nós, muito menos “brota das coisas”, mas se estrutura na relação dialética, não solitária, via palavra, em que se tem nós/eu ↔ mundo.

Não deixemos a palavra apodrecer nas salas de aula, a palavra viva do aluno, pois “o pensamento não é simplesmente expresso em palavras, é por meio delas que ele passa a existir” (VYGOTSKY, 1998b, p. 156). Isto permite, por um lado, valorizar o discurso em sala de aula, contemplando vozes da linguagem cotidiana e dos contextos sociais e tecnológicos (MORTIMER, 1998). O desenvolvimento intelectual dos alunos depende do discurso em sala de aula. Por outro lado, permite, também, dar importância ao estudo do discurso em sala de aula, porque nele têm-se representado os pensamentos dos participantes ou, como diz Mercer (1998, p.14), “o discurso não é meramente a representação do pensamento na linguagem: é mais uma maneira social de pensar”.

Se a aula é espaço de socialização de conhecimentos culturalmente elaborados, olhá-la com os óculos da perspectiva histórico-cultural nos permite compreender como, com o diálogo, alunos e professores interagem, significando e ressignificando tais conhecimentos. Nos permite, portanto, aprender a organizar atividades para aulas, e, sobretudo, utilizar a aula como fonte de pesquisa.

Em se tratando de pesquisas no ensino de ciências que focalizam as interações que ocorrem em sala de aula, Mortimer & Scott (2002, p. 3) nos dizem que ainda “é pouco conhecido sobre como os professores dão suporte ao processo pelo qual os estudantes constroem

significados em salas de aulas de ciências, sobre como essas interações são produzidas e sobre como os diferentes tipos de discurso podem auxiliar a aprendizagem dos estudantes”. Poucas, também, são as pesquisas que focalizam a construção de conhecimentos nas interações sociais em aulas de química (SCHNETZLER, 2002).

Mortimer (2002) adverte que uma das preocupações que os pesquisadores no ensino de ciências devem ter, antes mesmo de buscar propor contribuições para melhorias deste ensino, é a de compreender como os professores dão suporte à compreensão dos alunos sobre as temáticas abordadas em sala de aula. Segundo ele, é a partir do que as pesquisas apresentarem, nesse sentido, que será possível pensar em formas que possam contribuir para mudanças nas práticas pedagógicas.

Capítulo 2: Aulas de ciências e de química em foco

O objeto do conhecimento é produto da atividade humana e como tal – não como mero objeto de contemplação – é conhecido pelo homem.

A.S. Vasquez

As pesquisas que focalizam aulas de ciências (CANDELA, 1998; DRIVER, ASOKO, LEACH, MORTIMER & SCOTT, 1999; CARVALHO, 2001, MORTIMER & SCOTT, 2002, dentre outros) e especificamente aulas de química (MACHADO, 1999; MORTIMER & MACHADO, 2001; SANTOS & MORTIMER, 2003; PARENTE, DIAS & ALVES, 2003, dentre outros), que se fundamentam na perspectiva histórico-cultural, entendem que a aprendizagem acontece por meio das interações discursivas entre professores/alunos e aluno/aluno.

Essa concepção decorre da “lei do desenvolvimento cultural”, elaborada por Vygotsky, segundo a qual

todas as funções do desenvolvimento da criança aparecem duas vezes: primeiro, no nível social, e, depois, no nível individual; primeiro entre as pessoas (interpsicológica), e, depois no interior da criança (intrapsicológica) [...] todas as funções superiores originam-se das relações entre indivíduos humanos. (VYGOTSKY, 1998a, p 75)

Considera-se, então, que a aprendizagem decorre do processo de interação entre os indivíduos. Nesta interação é que vão sendo disponibilizados e incorporados recursos semióticos culturalmente construídos, entre eles, a linguagem. Nesse sentido, o processo de construção do conhecimento envolve uma prática social dialógica (mediada pelo signo) e pedagógica (mediada pelo outro) (FONTANA, 2000). Contudo, como bem enfatiza Góes (2000a, p.24), “o plano intersubjetivo (interpsicológico) não é o plano do outro, mas o da relação do sujeito com o outro”.

Com a interação e o diálogo estabelecido entre os indivíduos é possível que estes informem uns aos outros suas idéias, confrontando-as, reestruturando-as, modificando-as ou resignificando-as, uma vez que, “a expressão de um pensamento via linguagem promove a reorganização deste” (SIQUEIRA & NUERNBERG, 1998). Pensar a aprendizagem deste modo, possibilitada pela/na linguagem, implica num redimensionamento da maneira de organizar o processo de ensino-aprendizagem, transformando práticas de recepção-transmissão em práticas que valorizem, sobretudo, o diálogo. Segundo Mortimer & Scott (2002), o diálogo é fundamental para o desenvolvimento de conceitos científicos em sala de aula.

É possível que professores, por meio da fala de seus alunos, compreendam o que estes estão pensando, podendo, então, ajudá-los no sentido de cumprir os objetivos propostos nas atividades. Assim, no diálogo com o outro a atividade cognitiva do indivíduo se constitui, sendo por esse motivo que as práticas discursivas passam a ter valor.

As elaborações cognitivas no nível individual (intramental), não se dão “fora” da trama discursiva (intermental) que envolve, necessariamente, o “outro” (concreto) e as vozes (palavras, perspectivas, conhecimentos) dos outros. (SMOLKA, 2000, p.59)

Todavia, professores têm concebido a linguagem apenas como um veículo de comunicação e expressão e, essa única forma de pensar a função da linguagem se associa em geral com o modelo de ensino baseado na transmissão-recepção (MACHADO, 1995). Aliás, nossa civilização tem a tradição milenar de conceber a aprendizagem como um processo de memorização, fato que se justifica pela idéia de que quem aprende é aquele que realiza a cópia fiel do que é externo a ele próprio (DORNELES, 2001). Neste modelo, o professor é o único a transmitir informações, enquanto o aluno é considerado um receptáculo vazio, cuja mente deve ser preenchida com as informações trazidas pelo professor.

Assumindo a linguagem como formadora da psique humana, a sala de aula passa a ser vista como um espaço em que indivíduos não apenas recebem conteúdos, mas, sobretudo, passam a compartilhar seus pensamentos, construindo e (des)construindo saberes. No diálogo é que se aprende. Cabe, portanto, ao professor a função de mediador, de guia, de facilitador da participação de todos, de promotor do diálogo (GÓMEZ, 1998; PINO, 2002; REGO, 2000), e não apenas a função de transmissor de conhecimentos.

Nesse sentido, Machado (1999, p. 176) afirma que “os modos de participação dos alunos e dos professores no processo de ensino-aprendizagem são os mais diversos. Em geral, as interações professor aluno no contexto pedagógico são marcadas por uma assimetria”.

Em aulas de ciências e de química, considerando que o que o professor ensina tem uma estreita relação com o conhecimento científico, seu papel

mais do que organizar o processo pelo qual os indivíduos geram significados sobre o mundo natural, é o de atuar como mediador entre o conhecimento científico e os aprendizes, ajudando-os a conferir sentido pessoal à maneira como as asserções do conhecimento são geradas e validadas. (DRIVER, ASOKO, LEACH, MORTIMER & SCOTT, 1999, p. 33)

Nesse sentido, as pesquisas em salas de aulas de ciências e de química têm trazido para a discussão elementos importantes para a compreensão das interações e o papel mediador do professor nas práticas discursivas, como forma de contribuir para a melhoria do ensino e da aprendizagem.

Pesquisando uma sala de aula de ciências, de uma escola do subúrbio do México, Candela (1998), argumenta que, os indivíduos que participam de contextos discursivos, constroem diversas versões sobre os conteúdos (conhecimento/significado). Tais construções não dependem só das situações de interações, mas também das histórias de vida de cada indivíduo.

No mesmo sentido, Rego (2000, p.107) considera que

A heterogeneidade característica presente em qualquer grupo humano, passa a ser vista como um fator imprescindível para as interações na sala de aula. Os diferentes ritmos, comportamentos, experiências, trajetórias pessoais, contextos familiares, valores e níveis de conhecimentos de cada criança (e do professor) imprimem ao cotidiano escolar a possibilidade de trocas de repertórios, de visões de mundo, confrontos, ajuda mútua e conseqüente ampliação das capacidades individuais.

Candela (1998), argumenta também que, é através dos confrontos e negociações das diferentes versões no diálogo, que são construídos os diversos significados. Portanto,

a construção de significados, em uma situação de interação entre 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. (CANDELA, 1998, p. 144)

A identificação de práticas discursivas em sala de aula de ciências na Inglaterra (DRIVER, ASOKO, LEACH, MORTIMER & SCOTT, 1999) tem mostrado que os diálogos dão oportunidades para que os alunos explicitem seus raciocínios informais sobre a realidade física, bem como para que os professores introduzam, gradativamente, maneiras científicas de “ver” as coisas.

Outrossim, os professores atuam discursivamente em sala de aula não só como informadores de idéias científicas, mas como estruturadores dos raciocínios dos alunos.

Entretanto, entender o papel do professor como o único responsável pelo processo de intervenção, que visa guiar, dar pistas ou favorecer o conhecimento de conceitos, leva a interpretações unidirecionais das diversas manifestações que acontecem em sala de aula.

O discurso de sala de aula é uma construção coletiva que pode ser influenciada, mas não controlada, por qualquer sujeito particular, embora exista uma assimetria de poder e nem todas as intervenções tenham o mesmo efeito sobre a dinâmica discursiva. (CANDELA, 1998, p. 165)

No trabalho de Driver, Asoko, Leach, Mortimer & Scott (1999), os professores consideram as idéias informais dos alunos e gradativamente, no diálogo, vão introduzindo idéias científicas. De acordo com Candela (1998), nos contextos argumentativos, mesmo que o professor e os alunos considerem como ponto de partida para o diálogo os conceitos científicos, é possível o aprofundamento e re-construção de significados sobre a temática em foco.

Matthews (2000) nos fala que os conceitos científicos são construções históricas e sociais definidas e, que por serem tomadas como referência para o ensino de ciências, constituindo, portanto, definições científicas escolares, não são descobertas ou construídas pelos alunos. Segundo ele

os alunos não descobrem, muito menos constroem o que significa [por exemplo] *momento, potência, aceleração, valência, força, massa, peso, oxidação*; eles aprendem o que estes termos significam. Eles podem aprender mais ou menos satisfatoriamente a depender de seu preparo e de os conceitos serem bem, ou mal, apresentados; e eles têm que se esforçar em sua aprendizagem. (MATTHEWS, 2000, p. 287)

Para Driver, Asoko, Leach, Mortimer & Scott (1999), o grande desafio a ser alcançado nas práticas discursivas em sala de aula de ciências é a criação de uma perspectiva crítica sobre a cultura científica. No entanto, para o alcance deste objetivo “os alunos precisarão

estar conscientes dos objetivos variados do conhecimento científico, de suas limitações e das bases sobre as quais se assentam suas asserções” (DRIVER, ASOKO, LEACH, MORTIMER & SCOTT, 1999, p. 39).

Investigando como grupos de crianças (faixa etária de 7-10 anos) em interação com seus professores constroem explicações causais para fenômenos físicos, Carvalho (2001) nos diz que essa construção envolve a tomada de consciência pelos alunos de suas ações e as observações que realizam das atividades que desenvolvem. A construção emerge na medida em que os alunos são encorajados a contar para seus colegas o que fizeram e o que observaram, pois quando fizeram isso, a pesquisadora observou que os alunos estabeleceram ligações lógicas entre suas ações (o que fizeram) e as relações dos objetos (o que observaram), iniciando um processo de conceitualização através das explicações por eles elaboradas. Neste processo, segundo Carvalho (2001, p.183)

o papel do professor é ouvir com paciência, sustentar o raciocínio dos alunos por meio de perguntas, introduzir discretamente, em suas perguntas a palavra que falta ao aluno, criando um ambiente propício ao desenvolvimento cognitivo e afetivo em sala de aula.

Quando o professor ou a professora tem a intenção de desenvolver trabalhos em grupos com seus alunos, se faz necessário que busque justificar junto aos alunos esse tipo de dinâmica em sala de aula, uma vez que o trabalho em grupo é um grande desafio para os alunos que não estão acostumados a essa dinâmica (SANTOS & MORTIMER, 1999).

Compreendendo o processo de elaboração de conhecimento através do discurso em aulas de química, Machado (1999) apresenta evidências de como os alunos, dialogando em grupo e com a professora, vão desenvolvendo um modo de falar e pensar sobre fenômenos, em que a construção de conhecimento relaciona-se com a produção de sentidos.

O estudo de Machado (1999) foi desenvolvido em uma turma de alunos do 1º ano do ensino médio, do Colégio Técnico da Universidade Federal de Minas Gerais. As aulas de química eram realizadas em um laboratório, e os alunos dispunham de um livro, que atendia aos objetivos do curso. O conteúdo focalizado na pesquisa foi “Reações Químicas” e envolvia a realização de alguns experimentos.

A relação entre ensinar e aprender um certo modo de falar e pensar sobre o mundo, recorrendo ao conhecimento químico, configura-se através de vários momentos discursivos na sala de aula, marcados pela forma de organização do trabalho escolar (MACHADO, 1999).

Primeiro momento: *atmosfera do já-dito* - refere-se à apresentação do tema em estudo pela professora, em que o objetivo era retomar as discussões de momentos passados (aulas anteriores) para prosseguir em direção aos discursos futuros. Sendo que, isso era feito tendo como direcionamento os novos objetivos. Segundo Machado (1999) o discurso sobre o *já dito* tinha a intenção de encaminhar para o que ainda não tinha sido dito, sendo, então, um momento para ressignificações sobre o que já tinha sido dito.

Segundo momento: *posição dos sujeitos e modos de apropriação das palavras e do conhecimento* - diz respeito às discussões que ocorreram entre os alunos que eram orientadas por perguntas presentes no material didático (livro texto). Os alunos discutiam em grupos para cumprir as anotações das tarefas solicitadas no material didático. Foi possível perceber, na pesquisa, assimetrias na posição dos sujeitos participantes do grupo.

Terceiro momento: *voz alheia, voz própria alheia, voz própria* – foi no que se configurou o discurso entre os alunos durante a produção de conhecimento. No diálogo foram sendo contempladas diversas vozes trazidas pelos participantes do grupo que refletiam, também, as discussões anteriormente realizadas em sala de aula. Na pesquisa ficou claro que, o que dá legitimidade ao que é construído é a concordância majoritária do grupo. A aprendizagem vai acontecendo como um processo que envolve as interações discursivas, em que, a voz do aluno partilhada no diálogo é “encharcada” de outras idéias, tendo então a possibilidade de ressignificar o conteúdo discursivo. Neste processo a voz alheia progressivamente torna-se voz própria. Assim, o modo de apropriação do conhecimento e das palavras segue um percurso em que a voz alheia vai se tornando voz própria alheia e, finalmente, voz própria.

Quarto Momento: *elaborando uma forma de olhar para o fenômeno e falar a seu respeito* - esse momento foi marcado pela retomada das discussões realizadas nos grupos e orientados pela professora. A intenção era confrontar as diversas opiniões suscitadas nos grupos para o tema em estudo (reações químicas) e, concomitantemente, apresentar aquelas não enunciadas pelos grupos. O diálogo que se estruturou na sala de aula pesquisada envolveu a inter-

relação entre o que era percebido nos experimentos, o que era selecionado e o como era registrado pela professora no quadro. Tal processo progrediu para maiores níveis de abstração (experimento/concreto → representações de equações químicas). Foi assim que no contexto da aula pesquisada se elaborou uma forma de falar e de olhar para os fenômenos.

Quinto Momento: *elaborando uma forma química de pensar* - aqui os fenômenos observados foram materializados na forma de signos que constituem a linguagem química. Através do diálogo constante entre professora e alunos, a professora exerceu sua função mediadora, que consistiu na codificação das evidências empíricas vivenciadas pelos alunos. Essas codificações implicam relações conceituais que possibilitam uma forma química de pensar.

Machado (1999) afirma que todo esse processo, descrito anteriormente, envolve diálogo constante entre alunos e professora, e implica limites e possibilidades de sentidos, eleitos para as aulas de química. Contudo,

limites e possibilidades de sentidos vão estabelecer-se não somente por uma determinação curricular ou por uma opção individual do professor. É preciso considerar que são históricos e culturalmente determinados. Eles vão sendo construídos ao longo da história da constituição da Química como objeto de estudo na escola, da constituição deste 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, eles não impossibilitam [...] que sentidos outros sejam elaborados e circulem nas aulas de química. (MACHADO, 1999, p. 161.)

Mortimer & Machado (2001), analisando um episódio discursivo de um grupo de alunos com a participação da professora, em uma aula de química geral, discutem que a percepção e superação de conflitos em sala de aula não é um processo meramente individual, mas passa necessariamente pelo plano social da sala de aula. O grupo integrava uma turma de 36 alunos do 1º ano básico, de um curso técnico de nível médio, do Colégio Técnico da UFMG.

Segundo Mortimer & Machado (2001), a contradição entre os esquemas dos alunos e a observação de um experimento, não é somente um processo que envolve colocar o estudante diante de um fenômeno perturbador para que o conflito cognitivo no sentido piagetiano ocorra e sejam realizadas construções compensatórias que levem à correção dos mesmos, mas passa pela identificação (do fenômeno perturbador) no plano social da sala de aula.

Nas palavras de Mortimer & Machado (2001, p. 127-128),

as construções compensatórias construídas no episódio analisado não são frutos da equilíbrio de um sistema cognitivo interno, individual e solitário, como descreve Piaget em sua teoria, mas da interação discursiva em sala de aula. [...] Uma evidência [...] em favor dessa tese é o fato das perturbações piagetianas serem construídas no plano intermental, com o auxílio da professora, e não pelo sistema cognitivo interno do indivíduo solitário.

Foi por meio do diálogo estabelecido entre professor e alunos e das diferentes funções do texto, unívoca e dialógica³, que as interações discursivas estabelecidas possibilitaram a identificação e superação de situações conflituosas.

No contexto da sala de aula pesquisada foi possível perceber mudanças na função do texto relacionadas à entonação particular da professora, durante as interações estabelecidas com os alunos, sendo que,

esse tipo de alternância é importante ao permitir que o professor elicite os significados conferidos aos fenômenos pelos estudantes e ajude-os na elaboração e ampliação desses significados, mas a direção geral do discurso parece ser da multiplicidade de vozes para a univocidade, pois os objetivos das aulas é com que os estudantes se apropriem dos gêneros do discurso científico escolar. **Ainda que esse discurso seja predominantemente unívoco e de autoridade, o processo de gerar esses significados científicos, novos para os estudantes, parece depender da interanimação entre suas vozes e a voz da ciência escolar.** Considerando que o discurso científico é apenas uma entre as várias linguagens sociais disponíveis na nossa cultura para dar sentido ao mundo, parece-nos importante que os estudantes sejam capazes de reconhecer onde a linguagem científica escolar está em conflito com sua linguagem cotidiana, o que não necessariamente resulta na substituição de uma linguagem por outra. (MORTIMER & MACHADO, 2001, p. 126 – 127, grifos nossos)

Em um estudo de caso envolvendo uma professora de química e sua turma, em uma escola pública do Distrito Federal, Santos & Mortimer (2003) têm reunido evidências de que as discussões sobre aspectos sócio-científicos⁴ contribuem para potencializar os processos interativos e mudar natureza do discurso, tornando-o mais dialógico.

Santos & Mortimer (2003) analisaram um episódio de aula em que a professora discutia com os alunos questões referentes a um texto presente no livro didático de química utilizado.

³ Um texto, como o discurso de sala de aula, é considerado unívoco quanto tem a função de transmitir significados, em que os códigos do transmissor e do receptor coincidem, já o dialógico, visa gerar novos significados, sendo o texto instrumento de pensamento.

⁴ Existe um livro com o título de “Química na sociedade”, elaborado pelo grupo PEQS (Projeto de ensino de química em um contexto social) da UnB (Universidade de Brasília), em que Santos é um dos autores, e, que trabalha com conceitos sócio-científicos (aborda o conteúdo químico por meio de temas sociais). Este livro era o utilizado pela professora de química, na aula que foi analisada neste trabalho.

Segundo os pesquisadores, tanto o aumento da interatividade quanto o aumento do processo dialógico, no contexto do qual a pesquisa foi realizada, estavam relacionados à forma como a professora conduzia as discussões, retomando questões do livro texto e re-elaborando-as para os alunos, como, também, estavam relacionadas às próprias estratégias de ensino presentes no livro e a interação da professora com estas. O instrumento de análise das interações nesta pesquisa (proposto por MORTIMER & SCOTT, 2002) foi também utilizado por nós em um estudo anterior (PARENTE, DIAS & ALVES, 2003).

Este instrumento possibilita, segundo Mortimer e Scott (2002), planejar e analisar o ensino, na forma como os professores podem agir e/ou agem para guiar as interações que resultam na construção de significados em salas de aula de ciências.

O instrumento divide-se em três categorias, a saber: focos de ensino (intenções do professor e conteúdo); abordagem (abordagem comunicativa) e ações (padrões de interação e intervenções do professor).

Assim, quanto às intenções do professor, pode se estar *criando um problema* (envolver os alunos na história científica), *explorando a visão dos estudantes* (quando incentiva os estudantes a explicitar nas discussões suas compreensões ou idéias), *introduzindo e desenvolvendo a 'estória científica'* (quando apresenta e discute as idéias científicas), *guiando os estudantes no trabalho com as idéias científicas e dando suporte ao processo de internalização* (quando oportuniza aos alunos falarem e pensarem sobre as idéias científicas, dando suporte para a elaboração de significados individuais), *guiando os estudantes na aplicação das idéias científicas e na expansão de seu uso, transferindo progressivamente para eles o controle e responsabilidade por esse uso* (quando ajuda os alunos a conferir significados às idéias científicas em outros contextos, fazendo-os assumir o controle e responsabilidade pelo uso das idéias), *mantendo a narrativa: sustentando o desenvolvimento da 'estória científica'* (quando tece comentários ao longo do desenvolvimento da 'estória científica', dando suporte às idéias dos alunos de modo a promover relações da temática em estudo com o currículo como um todo); quanto ao conteúdo, o discurso em sala de aula pode ser categorizado em *descrição* (quando a fala, relacionada ao sistema, objeto ou fenômeno, faz referências a seus constituintes, incluindo deslocamentos espaço-temporais destes), *explicação* (quando recorre a modelos teóricos ou

características empíricas para argumentar sobre o sistema, fenômeno ou objeto em estudo) e, *generalização* (quando compreende a elaboração de explicações independentes do contexto específico).

Com relação à abordagem, pode ser *interativa* (inclui a participação da fala de mais de um dos participantes) ou *não interativa* (não ocorre interação de falas, no contexto de sala de aula, por exemplo, somente o professor fala). Tanto a abordagem *interativa* como a *não interativa* podem ser dialógico e de autoridade. Dialógico (quando no discurso se contempla mais de uma perspectiva do conhecimento, por exemplo, o conhecimento mítico, científico, religioso etc.) e de autoridade (apenas uma perspectiva de conhecimento é contemplada, em sala de aula, por exemplo, o que impera é a voz da ciência). As quatro possíveis combinações, *interativo/dialógico*, *não-interativo/dialógico*, *interativo/de autoridade*, *não-interativo/ de autoridade*, formam a classe de abordagem comunicativa.

As ações do professor em sala incluem os padrões de interação, percebidos nos turnos de fala pela seqüência do diálogo, podendo ser *I-R-A* (tríade Iniciação do professor, Resposta do aluno e Avaliação do professor), *I-R-P-R-P* ou *I-R-F-R-F* onde, P “significa uma ação discursiva de permitir o prosseguimento da fala do aluno” e F “um *feedback* para que o aluno elabore um pouco mais a sua fala”; as intervenções do professor incluem ações como: *dar forma aos significados* (foco: explorar as idéias dos estudantes; o professor introduz um termo novo; parafraseia uma resposta do estudante; mostra a diferença entre dois significados); *selecionar significados* (foco: trabalhar os significados no desenvolvimento da história científica; o professor considera a resposta do estudante na sua fala ou ignora a resposta de um estudante); *marcar significados chaves* (o professor repete um enunciado; pede ao estudante que repita um enunciado, estabelece uma seqüência I-R-A com um estudante para confirmar uma idéia, usa um tom de voz particular para realçar certas partes do enunciado); *compartilhar significados* (foco: tornar os significados disponíveis para todos os estudantes da classe; o professor repete a idéia de um estudante para toda a classe, compartilha resultados dos diferentes grupos com toda a classe, pede aos estudantes que organizem suas idéias ou dados de experimento para relatarem para toda a classe) e *checar o entendimento dos estudantes* (foco: verificar que significados os estudantes estão atribuindo em situações específicas; o professor pede a um estudante que explique melhor

sua idéia, solicita aos estudantes que escrevam suas explicações, verifica se há consenso da classe sobre determinados significados).

Em um estudo anterior (PARENTE, DIAS & ALVES, 2003) buscamos compreender a construção de explicações para fenômenos físicos e químicos a partir do diálogo de uma professora e seus alunos. Nesse trabalho participou uma professora e sua turma, que era composta por 22 alunos, com idades variando entre 14 e 16 anos, do primeiro ano do ensino médio, de uma escola pública de Belém.

A atividade sobre fenômenos físicos e químicos envolvia a realização de dois experimentos (evaporação da água e fermentação – produção de álcool). Apesar de os alunos já terem tido aulas sobre o assunto, ainda não tinham participado de uma atividade que envolvesse a situação planejada.

A realização da atividade foi desenvolvida em dois momentos. Num primeiro momento, a professora organizou a turma em quatro grupos de alunos. Dois grupos realizaram o experimento que envolvia a evaporação da água e os outros dois, o experimento em que ocorria a fermentação. Num primeiro momento, a professora apresentou a atividade aos alunos, ajudou-os a realizarem o experimento, orientou para que eles construíssem explicações na tentativa de interpretar a situação observada, e, posteriormente, a professora discutiu com os grupos.

Num segundo momento, em uma aula posterior à realização dos experimentos, as duas experiências foram apresentadas pelos alunos e discutidas com toda a turma. A intenção era propiciar a discussão sobre a natureza dos fenômenos envolvidos nos experimentos.

Com a análise dos diálogos que aconteceram nos grupos, no primeiro momento, foi possível compreender como a elaboração das explicações nas interações entre a professora e seus alunos foram construídas. Deste modo, diferentes níveis de ajuda foram produzidos no diálogo da professora com seus alunos. Esses níveis foram refletidos nas formas de intervenção, na abordagem comunicativa e nos padrões de interação. Apesar de os alunos já terem tido aulas sobre os assuntos da atividade, apenas dois grupos construíram as explicações sem muitas intervenções da professora.

Quando os alunos construíram uma explicação aceitável para o fenômeno, predominou a intervenção da professora de marcar significados, o padrão de interação I-R-P-R-P e a abordagem comunicativa interativa dialógica. Quando os alunos construíram uma explicação alternativa para o fenômeno, num primeiro momento, a intervenção da professora foi de checar o entendimento dos alunos, o que aconteceu num padrão de interação I-R-P-R-P e numa abordagem interativa dialógica. Num segundo momento, quando a professora ajudou os alunos a construírem a explicação para o fenômeno, observamos a predominância da intervenção de selecionar e dar forma aos significados, o que aconteceu num padrão de interação I-R-P-R-P e I-R-A e, numa abordagem interativa de autoridade.

Percebemos com o estudo (PARENTE, DIAS & ALVES, 2003), que os alunos construíram explicações para os fenômenos levando em consideração as definições e as observações empíricas. Muito pouco, ou quase nada, de informações relacionadas ao “mundo das partículas” foi trazido pelos estudantes para as discussões, e nem para isso foram incentivados pela professora.

De acordo com Carvalho (2001, p. 138) “as aulas de ciências devem ser planejadas para que os alunos ultrapassem a ação contemplativa e encaminhem-se para a reflexão e para busca de explicação”.

É consenso entre a comunidade de pesquisadores em ensino de química a importância de levar em consideração, na elaboração do conhecimento químico escolar, aspectos de natureza macro (visível), micro (invisível) e representacional (MACHADO, 1995, 1999; MORTIMER, 2000). Concordamos com Machado (1999) quando afirma que o que tem predominado no ensino de química é o aspecto representacional (fórmulas, equações, modelos) em detrimento de aspectos macroscópicos (fenômenos).

Quando são selecionados alguns conceitos da ciência para constituir o conhecimento químico escolar, é importada, também, uma forma de pensar com esses conceitos. Uma característica imprescindível nessa forma de pensar, envolve a compreensão de um mundo macroscópico a partir de explicações microscópicas (MORTIMER, 2000).

Levando em consideração nosso trabalho anterior (PARENTE, DIAS & ALVES, 2003) em que os alunos construíram explicações recorrendo mais a aspectos observáveis, e, considerando que na elaboração do conhecimento químico escolar é recomendável envolver aspectos macro e microscópicos, nos propusemos investigar na presente dissertação as seguintes questões: ***Como se caracteriza o movimento discursivo em aulas de química em torno dos aspectos visíveis e invisíveis e em que medida os alunos recorrem a esses aspectos quando elaboram explicações para fenômenos químicos?***

Uma forma de compreender as idéias que os alunos elaboram de noções abstratas e a forma como eles as utilizam para compreensões macroscópicas é olhar para o diálogo que eles constroem sobre os fenômenos por eles vivenciados. Nesse diálogo, nos interessamos pelas explicações elaboradas, uma vez que, a partir delas os alunos articulam suas idéias na construção de argumentos.

Em função de nos propomos investigar aspectos visíveis e invisíveis, apresentados nas explicações formuladas em aulas de química, apresentamos a seguir uma discussão mais detalhada sobre o assunto.

Capítulo 3: O visível e o invisível

A narração química das metamorfoses das substâncias é dupla. A um nível primário e fenomenológico, o texto das publicações é descrito; os protocolos operatórios anotam as súbitas ebulições ou erupções, as precipitações ou o aparecimento de turvações numa solução límpida. A um nível mais abstrato, a interpretação dos sinais de uma alteração, a narração química é metafórica: é protagonizada por atores invisíveis, empiricamente não revelados. As modificações observadas pelos nossos órgãos sensoriais (e pelos instrumentos que os ampliam) são projectadas à escala microscópica. São atribuídas a alterações de estruturas, a desordens arquitecturais nas entidades hipotéticas e invisíveis, as moléculas.

Pierre Laszlo

A escola é um espaço de encontro de pelo menos dois modos de pensamento, um derivado da prática cotidiana e outro derivado do conhecimento científico. Tanto o conhecimento cotidiano quanto o científico fazem parte de nossas vidas. Em se tratando de ensino de química, os conteúdos trabalhados são selecionados tendo como referência os conhecimentos científicos. Assim, em aulas de química, como há, também, a confluência destes conhecimentos, a intenção do professor é, entre outras, possibilitar por meio dos conteúdos selecionados, que os alunos compreendam conceitos científicos. Em vista dessas considerações, nos apoiamos em Lopes (2000, p.62) para dizer que na educação básica

os objetivos sociais da escola não são os objetivos sociais da ciência, nem deveriam ser. Não é função social da escola a formação do cientista ou mesmo a preparação do futuro cientista. Ainda que fosse, não é possível reproduzir as práticas científicas no contexto escolar.

Entretanto, ensinar e aprender conceitos definidos/criados por “cientistas”, não implica transferir os mesmos objetivos sociais dos que produzem o conhecimento científico para a escola.

No ensino de química, em particular, os conhecimentos científicos selecionados relacionam-se às propriedades dos materiais e suas transformações, sendo que, compreendê-las, requer que professores e alunos lidem com informações culturalmente elaboradas, que, na maioria das vezes, exige abstração. Por exemplo, representações de átomos, íons e moléculas não são noções comuns do nosso dia-a-dia, como é massa, tempo, velocidade, mas podem fazer parte de nosso imaginário, por sua natureza semiótica e possibilitar a compreensão de uma realidade que está fora do nosso alcance direto. “O símbolo só existe a partir do imaginário e este só se objetiva no e pelo simbólico” (PINO, 2000, p.48).

Nunca é demais insistir, que quando se fala em átomos, moléculas, reações químicas etc., estamos nos referindo a realidades sobre as quais não conhecemos mais do que o resultado de algumas interações. Por isso construímos modelos das mesmas, que são mais ou menos aproximados, em função do que conhecemos do modelado. Os modelos são importantes ferramentas de que dispomos, para tentar compreender um mundo cujo acesso é muito difícil. (CHASSOT, 1995, p. 100).

Por meio do conhecimento químico, nos é legada a compreensão, em parte, de um mundo que é invisível, pois “os objetos da ciência não são os fenômenos da natureza, mas construções desenvolvidas pela comunidade científica para interpretar a natureza” (DRIVER, ASOKO, LEACH, MORTIMER & SCOTT, 1999, p.32), que se estrutura na constante interação com um mundo das representações. Então, ensinar e aprender conceitos científicos implica de algum modo transitar entre o visível e o invisível, por meio de teorias e representações.

A evaporação de um líquido pode ser um bom exemplo de fenômeno que envolve compreensão por meios de teorias e representações. Ao trazer para aula a discussão sobre a evaporação da água, reportando alunos e alunas para situações empíricas (o fenômeno, o visível), não é possível que eles (os alunos) vejam moléculas de água e é muito menos provável que consigam ver, com o aumento da temperatura, as moléculas de água se afastando uma das outras e configurando o que se convencionou chamar de estado gasoso da água. O que eles não podem ver (o invisível) pode ser compreendido por uma forma peculiar de pensar, que é relacionada ao que é teoricamente construído e validado socialmente. O que os alunos podem ver são gotículas do líquido (água). Moléculas, partículas e sua organização nos diferentes estados físicos passam a ter “existência” porque são socialmente reelaboradas e significadas em meio a tensões que envolvem o que se vê e o que não se vê.

Pino (2002, p. 56) nos diz que “o poder de significar é o poder de criar as coisas, uma vez que estas só têm existência para o homem quando este as nomeia, ou seja, lhes atribui uma significação”. Neste sentido, podemos inferir que, em se tratando de conteúdos científicos escolares, que já possuem arquitetado um significado, a tarefa do professor é negociar esse significado junto aos alunos. Entretanto, entendendo que a escola é também instituição que produz conhecimento, aulas são espaços de criação, de construções de novos significados.

Ensinar e aprender conceitos científicos escolares em aula envolve não só o conhecimento do conteúdo pelo professor, depende também de estratégias eficazes para o desenvolvimento de aprendizagens e das múltiplas condições imbricadas na concretização das ações em sala de aula.

É de fundamental importância para a aprendizagem de conceitos científicos no ensino de química, a compreensão do universo microscópico desta ciência, pois

quem aprende precisa ter acesso não apenas às experiências físicas, mas também aos conceitos e modelos da ciência convencional. O desafio está em ajudar os aprendizes a se apropriarem desses modelos, a reconhecerem seus domínios de aplicabilidade e, dentro desses domínios, a serem capazes de usá-los. Se ensinar é levar os estudantes às idéias convencionais da ciência, então a intervenção do professor é essencial, tanto para fornecer evidências experimentais apropriadas como para disponibilizar para os alunos as ferramentas e convenções culturais da comunidade científica. (DRIVER, ASOKO, LEACH, MORTIMER & SCOTT, 1999, p. 34)

No entanto, segundo Machado (1999, p. 173)

a escola privilegia os níveis teórico [conceitos, modelos] e representacional [fórmulas, equações químicas], mas não discute as questões dos modelos, a polissemia das representações, as funções das representações matemáticas. A ausência dos fenômenos e seus contextos nas salas de aula podem fazer com que os alunos tomem por “reais” as fórmulas das substâncias, as equações químicas e os modelos para a matéria.

Quanto a esses níveis do conhecimento, Mortimer (2000) diz que professores e alunos transitam mesmo de forma inconsciente sobre esses aspectos.

Quando se ensina ciência/química, se ensina, também, um modo de pensar a construção do conhecimento e, é bem comum, ao longo do desenvolvimento do ensino de ciências/química, alunos e professores tomarem por concretas, entidades que são abstratas (MORTIMER, 2000). Ao fomentarmos a compreensão de conceitos em ciência/química temos

que atentar ao modo como os alunos estão concebendo a elaboração destes conceitos, que idéias estão elaborando, pois é fundamental que eles estejam conscientes de estar lidando com um conhecimento que transcende o que é concreto.

Enquanto professores, precisamos aprender a ensinar ciências como uma das formas de pensar e resolver problemas, mas não a única, pois “o conhecimento científico é mais um dentre os possíveis conhecimentos que nos permitem compreender e (re)construir o mundo (LOPES, 2000, p.63)”.

Se os conceitos científicos escolares têm relação com conceitos definidos pela ciência, que elementos destes últimos podem configurar um ensino de química que possibilite interpretar o mundo?

Até então, quando falamos do conhecimento químico, nos referíamos ao que é visível e ao que é invisível. Machado (1999)⁵ distingue três níveis do conhecimento químico. Levando em consideração que o interesse de estudo da Química são as substâncias e os materiais, os níveis do conhecimento são compreendidos como fenomenológico, teórico e representacional.

É fundamental às inter-relações entre a linguagem e o mundo dos fenômenos e teorias se quisermos mostrar a relação entre a palavra e a elaboração de uma forma de olhar para os fenômenos das transformações químicas destacando a dimensão constitutiva da linguagem. (MACHADO, 1999, p. 171)

Aqueles fenômenos dos quais se tem visibilidade de forma direta e indireta ou que se apresentam de forma concreta, podem ser considerados como pertencentes ao nível *fenomenológico*. Fenômenos como a combustão, mudanças de estado físico, mudanças de cor, produção de gás, entre outros, além de podermos ver de forma direta, têm existência concreta. Já, por exemplo, as interações radiação-matéria não são visíveis de forma direta, mas sim indiretamente, com o auxílio de aparelhos apropriados. Fazem parte, também, deste nível as discussões entre o conhecimento químico e a sociedade, bem como, habilidades como analisar resultados, medir, comparar, fazer gráficos, etc.

⁵ Esses aspectos serviram de base, segundo Machado (1999), para a elaboração da Proposta Curricular de Química do Estado de Minas Gerais, dos quais fizeram parte outros pesquisadores.

Este é um dos níveis de conhecimento com o qual devemos ter bastante cuidado quando buscamos possibilitar a aprendizagem de conceitos químicos, principalmente, se considerarmos atividades que envolvam algum tipo de experimento. Pois, o conhecimento químico não é resultante somente do que é externo ao indivíduo, ou do que podemos ver, mas é um processo que envolve o que se vê, o que se pensa ou imagina sobre o que se vê e o que formulamos (ou certo grupo formulou) para explicar o que se vê. Tal processo é social e engloba questões do contexto de sua produção.

Os aspectos fenomenológicos não são suficientes quando se busca compreender fenômenos a partir do conhecimento químico (MACHADO, 1999), pois este também envolve o que não se pode ver. Nas palavras de Laszlo (1995, p.29), “a química postula um mundo microscópico povoado de tribos muito diversas, um teatro onde atores singulares estão empenhados em rituais previsíveis. Esta é a sua fantasia”.

É nessa fantasia que se produzem os aspectos *teóricos*. Neste nível do conhecimento químico, encontram-se as idéias sobre o que há de mais abstrato na química: átomos, moléculas, íons, elétrons etc. Inclui informações sob a natureza atômico-molecular da matéria.

Temos que considerar que idéias como átomos, elétrons, íons etc, são criadas no discurso teórico das ciências. Portanto, são criações humanas, são metáforas. Driver et. al (1999, p. 32) nos diz que

o conhecimento científico em muitos domínios, seja nas explicações do comportamento de circuitos elétricos, no fluxo de energia através de ecossistemas ou na rapidez das reações químicas, consiste de entidades formalmente e de relações que se supõe existirem entre elas. O fato é que mesmo em domínio relativamente simples da ciência, os conceitos usados para descrever e modelar o domínio não são revelados de maneira óbvia pela leitura do ‘livro da natureza’. Ao contrário, esses conceitos são construções que foram inventadas e impostas sobre os fenômenos para interpretá-los e explicá-los, muitas vezes como resultado de grandes esforços intelectuais.

Esses dois níveis do conhecimento químico, o *fenomenológico* e o *teórico* são importantes quando se pretende construir explicações para um fenômeno ou dar sentido a uma atividade que envolva um experimento.

Alguns autores (como, por exemplo, ROSITO, 2000; BORGENS, 2000; SILVA & ZANON; 2000, HONDSOON, 1992) têm discutido o papel da experimentação no ensino de ciências e chamam a atenção para o fato de que o experimento no ensino perde seu valor educativo quando utilizado como um fim em si mesmo, ou seja, com aquela idéia de que se “comprova teoria na prática”. Nesse sentido, Machado (1999 p. 168), considera fundamental quando se quer construir o conhecimento químico escolar a “tensão entre teoria e experimento, percorrendo constantemente o caminho de ida e volta entre os dois aspectos”.

Ainda que o experimento por si só não garanta a aprendizagem, a participação do aluno nas aulas ou a motivação para o estudo, acreditamos que utilizar atividades dessa natureza em aulas de ciências/química pode ser um meio de criar situações de reflexão sobre as idéias científicas. Assim, poderá ser construtivo, na medida em que não for concebida apenas como uma atividade “livre”, sem relação com o conteúdo de ensino, potencializar a negociação da linguagem química no imaginário dos alunos. E ainda, que criar espaços agradáveis de aprendizagem (NEGRINE, 1997; LIMA, 2004). Contudo, isso vai depender, e muito, da concepção que o professor tem desse tipo de atividade, de suas experiências etc.

Além do nível fenomenológico e teórico, “a química atribuiu a si própria uma linguagem que faz eco na palavra” (LASZLO, 1995 p. 22) e, a essa linguagem peculiar compreende um terceiro nível do conhecimento químico, o *representacional*. Envolve conteúdos químicos de natureza simbólica, que são informações que dizem respeito 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” (MACHADO, 1999, p. 169).

Estes aspectos ou níveis, fenomenológico, teórico e representacional, considerados na elaboração do conhecimento químico escolar, permitem ao professor redimensionar sua ação mediadora. A partir desta referência, os professores podem perceber como os alunos, ao construírem seus argumentos para os fenômenos químicos, transitam entre estes níveis e também, como podem ajudá-los nesta construção.

A partir de análises teóricas e observações em salas de aula de ciências, Martins (2001) sugere conjuntos de categorias que fazem referência a atos explicativos em sala de aula de ciências. Estes conjuntos dizem respeito a:

Analogia entre a estrutura das explicações científicas e a estrutura de narrativas ou histórias – as explicações podem ser construídas a partir da compreensão de personagens conhecidos e/ou protagonistas – átomos, elétrons. Quando envolve personagens conhecidos, a história narrada depende do que se conhece sobre o assunto e da forma como se relacionam por meio de ações também conhecidas. Quando envolve protagonistas, estes devem ser criados no discurso teórico de sala de aula, pois são necessárias informações sobre seu comportamento, o que não é nada trivial.

Análise de aspectos relacionados ao processo de construção de significados no discurso, envolvendo diferenças como motor de explicações - O fato de num diálogo estarem envolvidos indivíduos com conhecimentos diferentes, motiva a comunicação e a construção de explicações, abrindo espaço para a criação de novos significados. Contudo, é necessário considerar que existem diferenças quanto à elaboração das explicações que ocorrem no dia-a-dia (pois, nestas circunstâncias, geralmente, a explicação envolve alguém motivado a querer saber algo) e na sala de aula (na escola se entende que o estudante é aquele que precisa saber algo, no entanto, o que pode se tornar significativo neste contexto, segundo Martins (2001), que faz diferença, é no que o estudante deve saber e no que ele quer saber). Há de se considerar, também, a diferença entre o conhecimento científico e o conhecimento do senso comum, pois envolvem visões de mundo diferentes, que acarretam construções de explicações diferentes.

Análise do impacto de aspectos contextuais na tarefa de explicar e uma caracterização de estilos de explicações - o conhecimento é continuamente transformado, seja através do percurso que faz até chegar na escola, seja na própria escola. Assim, uma explicação não transfere uma idéia, mas sim, fornece bases na qual se pode construir uma nova idéia. O uso de narrativas, metáforas e analogias são exemplos cruciais na transformação do conhecimento.

Para Mortimer (2000), uma explicação pode ser caracterizada como: *explicação teórica* (possibilitada a partir da compreensão dos estudantes das idéias teóricas relacionadas a entidades microscópicas) ou *explicação empírica* (recorre à relações entre propriedades

observáveis). Assim, uma explicação pode ser construída a partir de descrições e generalizações, importando, para essa construção, teorias e/ou propriedades observáveis. Essas distinções são fundamentais para compreender as aproximações que os estudantes fazem ao sugerir as explicações, pois “a tensão entre fenômenos macroscópicos e explicações microscópicas é a chave para a compreensão em química” (MORTIMER, 2000, p. 6).

Construir, no discurso teórico de sala de aula, informações sobre o comportamento de entidades teóricas, pode possibilitar a construção de futuras explicações, uma vez que estas servem como ferramentas para o pensamento (MARTINS, 2001). Contudo, como objetos, reais ou abstratos, elas [as entidades] adquirem significação por meio do que elas podem fazer, do que se pode fazer com elas e do que elas são feitas. E todas elas entram no discurso da sala de aula de maneira semelhante, como “coisas sobre as quais pensamos e como coisas com as quais pensamos” (MARTINS, 2001, p. 143).

Organizar essa forma de pensar requer do professor não apenas ter consciência dos aspectos macroscópico, microscópico e representacional do conhecimento, como também, habilidade para mediatizar o discurso, incentivando os alunos a elaborarem explicações tendo como base o visível e o invisível. Contudo, essas habilidades vão sendo construídas ao longo de um processo que exige do professor compreensão e reflexão de sua prática pedagógica, o que não é alcançado com “um toque de varinha de condão”, mas que passa por tensões que envolvem desconstruções e re-construções de seus saberes.

As idéias até aqui discutidas nos fornecem elementos para compreender a aprendizagem como um processo social que acontece por meio da apropriação de recursos semióticos culturalmente produzidos. Na aprendizagem em química esses recursos podem transitar pelos níveis fenomenológico, teórico e representacional. Assim, o ensino poderá estar orientado a contemplar esses níveis e possibilitar um modo de pensar por meio do conhecimento químico. Tais idéias se somam aos nossos saberes ressignificando-os, tornando-se imprescindíveis ao estudo que nos propusemos. Por um lado, são fundamentais na organização metodológica da pesquisa e, por outro, para que tenhamos amplificado nossos “óculos” para análise da interação verbal de alunos/alunos e alunos/professora, uma vez que buscamos compreender, na interação em sala de aula e por meio do discurso, como os alunos elaboram

explicações e como os aspectos empíricos (visíveis) e teóricos (invisíveis) aparecem nessas explicações que são construídas em aulas de química.

Capítulo 4: A pesquisa

4.1 Local e sujeitos da pesquisa

O desenvolvimento de nosso trabalho de pesquisa ocorreu em uma escola pública, da rede estadual de ensino localizado em um bairro da região central de Belém do Pará. A escola possui uma biblioteca, que, no entanto, não funciona todos os dias da semana, inclusive não funciona na segunda-feira, dia das aulas de química, em função da carência de funcionários. Possui também uma sala de vídeo. Das salas de aula ouvimos o barulho de buzina dos veículos que percorrem a avenida em frente à escola.

Os encontros entre os sujeitos aconteceram nas segundas-feiras à tarde, nos três últimos horários de trabalho desse turno na escola (de 16h00min às 18h15min). Os alunos pertenciam a uma turma do 1º ano do ensino médio e encontravam-se em uma faixa etária de 16 a 22 anos. Dos 36 alunos regularmente matriculados, que constavam na lista de frequência, 28 freqüentavam as aulas, dos quais apenas 26 participavam, assiduamente, das aulas de química. Desses 26 alunos, apenas quatro eram do sexo masculino. A maior parte dos alunos pertencia à famílias de classe econômica baixa e moravam distante da escola. Doze alunos tinham pais com o ensino fundamental completo, nove com o ensino médio completo, três com nível superior (graduação) e, dois tinham pais que não haviam terminado o ensino fundamental.

Os alunos sujeitos desse trabalho pertenciam a uma das duas turmas que assumi na escola a partir do dia 14 de abril de 2003 e que desde o início do período letivo, estavam sem professor de química. Sou professora há pelo menos cinco anos, pela mesma Secretaria, sendo que nos primeiros três anos de profissão fui professora no município de Abaetetuba-Pará, como contratada. Nesse município, além de lecionar pelo Estado, trabalhava em uma escola particular de uma congregação de Freiras, como professora de Ciências no ensino fundamental e,

simultaneamente, exercia a função de orientadora de trabalhos no Centro Pedagógico de Apoio ao Desenvolvimento Científico-CPADC/Abaetetuba-Pa.

Eu mesma planejei e ministrei a aula que posteriormente analisei. Fiz isso porque queria produzir conhecimento sobre a construção das explicações nas interações em aulas de química e a participação do visível e do invisível nessas explicações. Este objeto de estudo demandava aulas estruturadas de uma maneira que as aulas não costumam ser estruturadas em nosso meio e eu dispunha de certa experiência para planejar e executar essas aulas. Também fiz isso porque queria me apropriar de uma ferramenta metodológica - a análise microgenética - para fazer a reflexão de minha própria prática pedagógica.

Apesar de eu ser a professora que planejou, organizou e participou da aula, assumi a terceira pessoa na análise das interações em sala de aula e na discussão dos resultados, na medida em que preferi referir aos atores da situação observada como professora e alunos, sem identifica-los. Também porque preferi referir a mim mesma como a professora, já que ocupo um papel diferente neste momento – o de pesquisadora – e entendo que, além destes papéis serem exercidos em tempos diferentes, eles implicam competências e habilidades diferenciadas. Só para apontar uma diferença fundamental no exercício destas funções, lembro que, enquanto pesquisadora que precisa produzir uma dissertação, embora tenha um prazo, tenho um certo tempo para pensar em diversas possibilidades e amadurecer minhas decisões antes de agir. Enquanto professora, interagindo com meus alunos, o tempo que tenho para refletir sobre as possibilidades de ação e tomar uma decisão é bem menor.

4.2 A aula

A participação no Clube de Ciências da UFPa propiciou, durante minha formação, experiências diferentes das que recebia no curso de licenciatura em química. Por um lado, tais experiências me proporcionaram segurança e habilidade para trabalhar com alunos atividades como projetos de iniciação científica, jogos, experimentos etc. e, por outro lado, me colocaram diante do que eu considerava um grande desafio, o de como desenvolver atividades desta

natureza em escolas públicas, que, diferentemente da universidade, não apresentam tantas condições, sendo que muitas vezes nem mesmo biblioteca têm.

Fui organizando durante os anos que lecionava, atividades que eu tinha condições de desenvolver com os alunos em aulas. Algumas destas atividades, como a que utilizo na aula que analisamos, envolvem, geralmente, materiais de fácil aquisição e que foram adaptadas, reformuladas a partir de livros que tenho como referência nas aulas que desenvolvo (como por exemplo, CISCATO & BELTRAN (1991); LIMA (1999); HESS (1997); ESPEREDIÃO & NOBREGA (1998); ROMANELLI & JUSTI (1997) e MALDANER (1995)).

Algumas atividades utilizo de forma demonstrativa, outras são desenvolvidas em grupos de alunos, algumas na própria escola e, outras, peço que os alunos realizem e tragam as informações para as aulas. Recorro à essas atividades para que os alunos compartilhem de um mesmo fenômeno, organizem argumentos e apresentem suas idéias na tentativa de que seja possível ou se torne mais favorável e enriquecedor o diálogo com aquilo que desejo que eles saibam.

Acreditamos que o professor pode fomentar a formação do cidadão por meio de variadas atividades de ensino que podem ser desenvolvidas em suas aulas, como, por exemplo, debates, aulas expositivas dialogadas, trabalhos em grupo, visitas a locais estratégicos, trabalhos de investigação na comunidade, realização de experimentos, etc.

O principal objetivo de um ensino nestes moldes é o desenvolvimento nos educandos da capacidade de participar e tomar decisões criticamente em nossa sociedade. Em se tratando do ensino de química, se discute a necessidade de priorizar conceitos fundamentais para que o cidadão domine um mínimo de informações relevantes na sua formação (SANTOS & SCHNETZLER, 1996, 2000). Contudo, a necessidade de trabalhar conceitos fundamentais não pressupõe uma padronização dos mesmos (SANTOS & SCHNETZLER, 1996), depende muito do que é previsto pelo projeto político pedagógico da escola e selecionado para o ensino.

Dentre as atividades de ensino, a experimentação pode exercer função pedagógica auxiliar na compreensão de fenômenos químicos. De maneira alguma acreditamos que haja necessidade de laboratórios sofisticados para esse fim nas escolas, mas vai muito do que o

professor conhece sobre esse tipo de atividade, das condições reais de que dispõe para fazer uso dela, do que deseja ensinar etc. Deste modo, o professor pode recorrer, por exemplo, a experimentos que valorizem, sobretudo, o ambiente comum dos alunos. Assim, pode propor situações de estudo envolvendo dissolução de sólidos em líquidos e utilizar, por exemplo, açúcar, sal, talco, água, álcool, gasolina etc; ao propor como atividade a produção de álcool, pode fazer uso de reagentes caseiros como açúcar, fermento biológico e água; para a fabricação de sabão, pode recorrer a margarina ou óleo e soda cáustica; pode estudar a conservação de alimentos e explorar as principais formas de conservação utilizadas hoje pelo homem, bem com as implicações decorrentes da utilização desta para a saúde da população, etc.

Assim, por envolverem elementos familiares, os alunos comumente dispõem de algumas informações organizadas a respeito. Podem já compreender, por exemplo, que o açúcar se dissolve em água em quantidade maior que a do sal; que ao adoçar com açúcar um suco gelado a maior parte deste sólido se deposita no fundo do recipiente, fato que não acontece com água à temperatura ambiente; que o sabão é utilizado para eliminar gorduras ou manchas; que os alimentos estragam e uma forma de conservá-los é colocá-los na geladeira. Essas idéias foram construídas pelos alunos a partir de suas experiências.

Ao buscar trabalhar recorrendo a meios como os mencionados anteriormente, é necessário que o professor procure discutir com os alunos informações trazidas por eles, pois só é possível o professor saber de que idéias os alunos dispõem se der oportunidade para que estes falem, se abrir espaço na sala de aula para o diálogo. Deste modo, as informações trazidas pelos alunos podem ser confrontadas, avaliadas, e complementadas por outras, estando sujeitas a reorganizações dependendo das intenções previstas pelo professor.

As seis aulas que registramos em nossa pesquisa, cada aula com duração de 45 minutos, focalizaram o tema reações químicas, que foi desenvolvido em dois encontros com a turma, nos dias 08 e 10 de novembro de 2003. No entanto, as aulas já vinham sendo filmadas na turma desde 01 de setembro de 2003, o que permitiu que os alunos se habituassem com a filmadora.

O tema foi estudado a partir de uma situação particular de um fenômeno químico que é a oxidação de um metal (no caso, o ferro na forma de palha de aço). Essa situação

particular foi selecionada por se tratar de uma experiência que é próxima do cotidiano dos alunos e que pode ser explorada na tentativa de, por um lado, o discurso em sala de aula valorizar as idéias que os alunos possuem a respeito do assunto, e, por outro lado, criando possibilidades para que significados teóricos sejam construídos a partir de fatos empíricos.

Para o desenvolvimento do tema, a professora solicitou que os alunos se organizassem em grupos e realizassem um experimento. Formaram-se quatro grupos. O experimento foi proposto pela professora. A professora orientou a realização do experimento para ser realizado na casa dos alunos e solicitou que fosse observado durante cinco dias (tempo necessário para que modificações na palha de aço fossem percebidas). O experimento consistia na montagem de quatro sistemas. Em cada sistema a palha de aço deveria ser colocada em condições diferentes. Assim, na primeira, a palhinha deveria ser colocada em um recipiente (foi sugerido copo de vidro ou vidro de maionese) exposta ao ar e à umidade; na segunda, a palhinha deveria ser colocada em outro recipiente contendo água da torneira; na terceira, a palhinha de aço deveria ser mergulhada em água fervida e sobre a água despejada uma certa quantidade de óleo de cozinha; na quarta a palhinha seria colocada imersa somente em óleo de cozinha.

A professora pediu para que os alunos organizassem as informações da ocorrência ou não de modificações na palhinha em uma tabela, durante os dias em que realizaram as observações. As informações registradas pelos alunos nas tabelas tiveram o objetivo de servir de base para as discussões em sala. Um protótipo da tabela pode ser encontrado no planejamento da aula em anexo (ver Anexo 2).

No primeiro encontro, após o experimento ter sido feito pelos alunos a professora solicitou, em sala de aula, que os alunos, em grupo, relatassem as informações registradas e elaborassem algumas explicações para o que observaram. Para isso, a professora entregou aos alunos algumas perguntas (ver planejamento da aula no Anexo 2). Sendo que, para esse momento em que os alunos discutiam em seus grupos, selecionamos os alunos do Grupo 2 para que fosse feito o registro de todas as discussões ocorridas e para que as informações prévias dos alunos fossem registradas, sem a presença da professora. Os alunos do Grupo 2 demonstraram em outras aulas que se centravam mais nas tarefas que eram propostas quando a professora estava ausente.

Em seguida à realização das discussões nos grupos de alunos, a professora passou em cada grupo e pediu primeiramente que os alunos descrevessem o que observaram nos experimentos e, em seqüência ao diálogo, foram emergindo as explicações dos alunos para o fenômeno observado. A professora procurou ouvir os alunos e compreender as idéias que eles apresentaram para a situação e só então passou intervir mais freqüentemente no diálogo.

No segundo encontro, houve a discussão da professora com todos os grupos. Depois das discussões com cada grupo, a professora procurou explorar, com a turma toda, questões que considerava relevantes de serem retomadas para a compreensão da modificação ocorrida na palha de aço e para a compreensão do conceito de reação química.

4.3 Análise microgenética

Fundamentados no referencial teórico-metodológico da pesquisa histórico-cultural, recorreremos à análise microgenética para compreender os diálogos estabelecidos entre a professora e seus alunos. A análise microgenética, empregada em trabalhos de pesquisa que se apóiam na perspectiva histórico-cultural, é definida como o estudo da “formação a curto prazo de um processo psicológico [...] podemos pensar que esse tipo de análise é um estudo longitudinal a curto prazo” (Wertsch, 1988, p. 71), ou, como a caracteriza Góes (2000), apoiada em Wertsch, “a análise microgenética envolve o acompanhamento minucioso da formação de um processo, detalhando as ações dos sujeitos e as relações interpessoais, dentro de um curto espaço de tempo”.

Góes (2000) argumenta que a transição do processo intersubjetivo para o intra-subjetivo não é um diferenciador suficiente para caracterizar a análise microgenética, já que estes processos (intersubjetivo e intra-subjetivo) são fundamentos das idéias de Vygotsky, que marcam principalmente o domínio ontogenético. Lembra, também, que a idéia de curto prazo, apresentada na definição de Wertsch não é um critério por si, mas é decorrente dos recortes feitos nos eventos

a fim de examinar as minúcias ou detalhes que acontecem nos estudos experimentais. Góes (2000 p.14) compreende que

não é micro porque se refere à curta duração dos eventos, mas sim por ser orientada para minúcias indiciais – daí resulta a necessidade de recortes num tempo que tende a ser restrito. É genética no sentido de ser histórica, por focalizar o movimento durante processos e relacionar condições passadas e presentes, tentando explorar aquilo que, no presente, está impregnado de projeção futura. É genética como sociogenética, por buscar relacionar os eventos singulares com outros planos da cultura, das práticas sociais, dos discursos circulares, das esferas institucionais.

Uma contribuição apresentada por Góes (2000) quanto à definição de análise microgenética apresentada por Wertsch, é a de tornar explícito, nesta abordagem, o exame de minúcias, considerando as dimensões semiótica, histórica e cultural do processo.

Fazendo referência à análise microgenética, Fontana (1993, p. 128) considera que “as relações de ensino constituem contexto adequado para a apreensão de como as crianças internalizam os conhecimentos sistematizados e de como as configurações da ação pedagógica mediadora marcam esse processo”. Nesse sentido, Meira (2003, p.10) propõem o estudo da ZPD em sala de aula através do diálogo em termos da forma como o discurso marca relações entre o passado, o presente e o futuro.

É nesse sentido que pesquisas que focalizam a sala de aula podem trazer grandes contribuições, uma vez que o estudo aprofundado da relação mediadora da ação pedagógica pode resultar em uma ampliação da compreensão desta relação.

Entretanto,

não é possível compreender a versatilidade das intervenções e as alterações que o discurso apresenta se não mantivermos a hipótese de que existe um pensamento pessoal que pode possuir uma orientação diferente da do discurso e que não se manifesta sempre ao mesmo tempo e da mesma forma. Por isso, tampouco podem ser tiradas conclusões sobre a construção do conhecimento dos alunos a partir da estrutura e conteúdo do discurso construído coletivamente (CANDELA, 1998, p. 166)

Ao delinear um estudo microgenético das interações em sala de aula, envolvendo aluno-professor-conteúdo do discurso, é necessário levar em consideração que

não podemos estudar o discurso da sala de aula somente na sua seqüencialidade se quisermos reconstruir os significados, mas temos que analisar a trama completa do

discurso e tentar fazer interferências sobre as vozes distantes. (CANDELA, 1998, p. 167)

Smolka (1992, p. 334) ainda nos fala que

quando nos propomos a estudar processos de elaboração de conhecimento focalizando a dinâmica discursiva (em situações escolares) fica praticamente inviável traçar movimentos de internalização e movimentos de externalização como algo que vai “para dentro” ou “para fora” do indivíduo. O que observamos é um *in-tenso* processo de produção de sentido, ao mesmo tempo inter e intra-subjetivo, na medida em que a palavra/signo é orientada para o outro, para muitos outros, para o objeto, para o sujeito que fala... Os processos de significação acontecem, portanto, simultaneamente, constituindo a atividade inter e intramental.

Para Mortimer (2000) uma forma de compreender o que acontece na sala de aula de ciências e ampliar a noção de análise microgenética, é articular no estudo, planos diferentes de análise. Entendemos que estes diferentes planos de análise, que Mortimer (2000) menciona, dizem respeito aos diferentes momentos do discurso na aula, que por sua vez estão relacionados à organização das ações do professor para atingir uma meta. Tal consideração apontada pelo pesquisador torna-se importante, uma vez que a apresentação de vários planos de análise permite a compreensão de momentos fundamentais no processo de desenvolvimento de um tema ou assunto em aula.

Machado (1999) apresenta a análise de aulas em vários momentos do desenvolvimento do tema reações químicas. Desde a apresentação do assunto para à turma, passando pelo trabalho em grupo de alunos, e do conjunto dos alunos com a professora até as discussões desenvolvidas com a turma toda e a professora. O relato do trabalho feito pela pesquisadora permite-nos acompanhar e compreender a análise desenvolvida. Nele ela destaca os diferentes momentos que a temática foi desenvolvida por meio da apresentação de algumas seqüências. Nestas seqüências ela indica detalhes do processo pelo qual se deu a construção dos significados e produção de sentidos em aula.

Salvador (1994) também argumenta que é imprescindível no estudo das interações em sala de aula, que sejam feitas análises de unidades completas de ensino, incluindo planejamento, preparação das tarefas e resultados, pois “a significação de uma mesma pauta interativa [seqüência de interação ou situação que se observa que se repete] pode variar em função do momento do processo de ensino/aprendizagem em que apareça” (SALVADOR, 1994,

p.113). Sugere ainda que a análise tente identificar e explicar os mecanismos mediante os quais acontecem as pautas interativas e como estas incidem sobre a construção do conhecimento dos alunos, modulando-o progressivamente. Isto implica identificar momentos neste processo em que ocorrem progressos, erros, bloqueios, reestruturações e regressões.

4.4 Procedimento de análise

Após o registro, em vídeo, das aulas foi feita a transcrição de todos os diálogos ocorridos nos dois encontros e divididos em três episódios. Cada episódio foi marcado pelas discussões ocorridas em cada momento do desenvolvimento do tema. Assim, marcamos três episódios. O primeiro refere-se à discussão ocorrida em um grupo (Grupo 2) sem a presença da professora. O segundo refere-se à discussão nos grupos com a presença da professora, sendo que, como foram quatro grupos, tivemos o episódio dois do grupo 1 (2.1), o episódio dois do grupo 2 (2.2), o episódio dois do grupo 3 (2.3) e o episódio dois do grupo 4 (2.4). O terceiro refere-se a discussão da professora com a turma toda. Neste episódio a professora retomou as explicações formuladas e encaminhou o diálogo no sentido de buscar conceituar reação química.

Dentre esses episódios, selecionamos o episódio 1, o episódio 2.2 e o episódio 3 para analisar as explicações, uma vez que assim pudemos acompanhar o processo pelo qual se deu a formulação das explicações, tendo como base os aspectos visíveis e invisíveis, e, passando pela intervenção da professora. Tanto o episódio 1 quanto o episódio 2.2 e o episódio 3 foram divididos em seqüências, para uma análise mais minuciosa. Essas seqüências foram definidas após leituras e re-leituras dos episódios, quando definimos os critérios para dividi-las. Assim, para o episódio 1, definimos as questões como critério para recortar as seqüências, uma vez que, as discussões do grupo 2 aconteceram na seqüência das questões que foram propostas para a turma. Para o episódio 2.2 e para o episódio 3, utilizamos as intenções da professora como critério de recorte, uma vez que o diálogo foi conduzido pelas diferentes intenções manifestadas na fala da professora.

Para o episódio 1 e 2.2 fizemos a descrição do que ocorreu em cada seqüência e identificamos as seqüências em que emergiram as explicações. Já no o episódio 3, apenas duas seqüência com explicações foram selecionadas. No episódio 2.2 e 3 recorreremos às categorias propostas por Mortimer e Scott (2002) para compreender a construção de conhecimentos nas interações da professora com seus alunos e a participação do visível e invisível nesse processo. Em cada seqüência foi identificado a natureza das contribuições para o debate trazidas pelo professor e pelos alunos.

Capítulo 5: Interações sociais e o discurso em aulas de química

Passamos a apresentar as explicações formuladas inicialmente pelas alunas, em seguida, as explicações formuladas por elas em conjunto com a professora e, por último, duas seqüências das discussões que ocorreram com a turma toda. Durante o relato, apontaremos os momentos que consideramos fundamentais na interação da professora com os alunos, que contribuíram para que eles formulassem explicações.

5.1 Discussão do Grupo 2

Todo jovem abriga em algum lugar razões que a escola não chega a imaginar. Todo jovem oculta em algum lugar sentimentos que o currículo não consegue revelar. Todo jovem dissimula em algum lugar cismas que o mestre nem sequer vai vislumbrar.

Moacir Carneiro

Foi seguindo a seqüência das questões que estavam presentes no material fornecido pela professora (ver Anexo 2), que as alunas do Grupo 2 discutiram e apresentaram explicações para a modificação ocorrida na palha de aço.

As alunas iniciaram a discussão relatando o que aconteceu com a palha de aço nas condições em que foi colocada, durante os cinco dias (questão 1). Para o sistema 1, em que a palha de aço foi colocada em condições ambientes, A₃ disse “*O primeiro ficou intacto*” e complementa “*até o final da experiência*”. Para o sistema 2, em que a palha de aço foi colocada em contato com água da torneira, A₂ disse “*Foi enferrujando...*” e A₃ falou “*Com o tempo passando a água foi ficando barrenta e ele afundou*”. Para o sistema 3 as alunas não só descreveram mas compararam o que aconteceu com a palha de aço nos sistema dois e três, “*... a água natural, água normal ééé... enferruja... Hum!!! Acho que assim, com uns cinco minutos enferrujou. E na água quente não, só começou a enferrujar depois do terceiro dia. Isso. A água...*”

a água normal enferruja muito mais do que a água quente. A água quente enferruja pouco” (fala de A₂). Também, apresentaram uma explicação, “é por causa dos nutrientes da água que... que com o passar do tempo eles vão sendo ééé... gastados... Sei lá” (fala de A₃). Para o sistema 4, em que a palha foi colocada imersa no óleo, as alunas descreveram que a palha de aço ficou intacta até o final da experiência.

Após descreverem, as alunas identificaram os sistemas em que não houve modificação na palha de aço, sistemas 1 e 4 (questão 2) e os sistemas em que houve modificação na palha de aço, sistema 2 e 3 (questão 3).

Ao serem solicitadas a descreverem as características macroscópicas iniciais e finais da palha de aço nos sistemas 2 e 3 (questão 4), as alunas retomaram as considerações feitas no início do diálogo, ou seja, apenas descrevendo as modificações ocorridas na palha de aço.

Tomando como foco da discussão apenas o sistema 2 e 3 (questão 5), nos quais ocorreu modificação na palha de aço, o diálogo entre as alunas foi sobre em qual dos dois sistemas a palha de aço enferrujou mais rápido e por quê. A₃ disse: “*O segundo sistema enferrujou mais rápido*”. No diálogo, do turno (263) ao (279) as alunas explicaram o por que do segundo sistema enferrujar mais rápido que o terceiro sistema, tomando como argumento as observações feitas para o sistema 3.

(263) A₃: *Aí, como podemos explicar esse fenômeno... esse fato?*

(264) A₂: *[...]*

(267) A₃: *Podemos explicar... podemos explicar que a água quente e o óleo...*

(268) A₂: *... conservaram mais...*

(269) A₃: *conserva mais o bombril do que a água normal. Percebemos... Não.*

(270) A₂: *Podemos explicar...*

(271) A₃: *Explica-se. Explica-se.*

(272) A₂: *Ex-pli-ca – se que...*

(273) A₃: *o bombril.*

(274) A₂: *A água...*

(275) A₃: *... a água quente.*

(276) A₂: *quente com o óleo.*

(278) *A₂: Conserva. Con-ser-va...*

(277) *A₃: Isso. Conserva mais o bombril.*

(279) *A₃: ... mais o bombril... que a água normal.*

Já que o sistema 2 tinha água “normal” e enferrujava mais rápido e o sistema 3 tinha água que havia sido fervida (as alunas chamam de “quente”) e óleo e enferrujou menos, o porquê de no sistema 2 enferrujar mais rápido foi justificado pelo fato de no outro sistema (sistema 2) a palha de aço enferrujar “menos rápido”, ou seja, as alunas não justificaram se concentrando em argumentos para o sistema 2, já que foi ele que enferrujou mais rápido, mas buscaram “saída” nos aspectos perceptuais do sistema 3 para construírem seus argumentos.

Após as alunas apresentarem a explicação para o sistema em que a palha de aço enferrujou mais rápido, elas discutiram sobre o porquê de no sistema 4 não ter havido modificação (questão 7). Nessa discussão *A₃* argumentou “*Porque o óleo tem gorduras*” e “*tem... contém... contém lipídios*”. Em vez de *A₃* recorrer, por exemplo, a aspectos visíveis nos outros sistemas para justificar o que observou no sistema 3, como fez na seqüência dos turnos (263) a (279), se concentrou em formular argumentos baseando-se no próprio sistema 4. Apesar de não ser uma justificativa adequada, do ponto de vista da ciência escolar, para explicar o não enferrujamento da palha de aço, “gorduras” e “lipídios” aparecem como formulações mais elaboradas do que conhecemos comumente como “óleo”.

Em seguida, depois de discutirem a função do óleo colocado no sistema 3 (questão 8), *A₂* concluiu e apresentou a explicação do grupo: “*O óleo serve para conservar o bombril por mais tempo sem enferrujar na água*”.

Do turno (315) ao (372), as alunas apresentaram a explicação para o fato de a palha de aço ter sofrido modificação (questão 9).

(315) *A₃: ... que... com as bases nas observações realizadas que fatores seu grupo considera que favoreceram para que a palhinha de aço sofresse modificações? (lê a pergunta contida no material). A água e o óleo... foram os fatores. Porque se não tivesse a água e o óleo... aí não ia sofrer modificações.*

(316) *A₂: Sim. Mas a água da torneira era normal ou era quente?*

- (317) *A₃: A água da torneira...*
- (318) *A₁: A água da torneira era água normal.*
- (319) *A₂: Tá.*
- (320) *A₃: Então. Água com óleo.*
- (321) *A₂: Então. Se falar que é água da torneira ela vai saber que é água normal.*
- (322) *A₁: E a água fervida.*
- (323) *A₂: [...] Sim. O que que foi? (direciona para A₃)*
- (324) *A₁: [...]*
- (325) *A₂: Ei, menina! Tem que aproveitar essa expiração (ela quis dizer inspiração). Tá. Umbora lá!*
- (326) *A₃: Estudei muito, né?*
- (327) *A₂: É. Hum! Tá.*
- (328) *A₃: Não. Peraí. Te aqueta aí! (acha graça)*
- (329) *A₂: Com base... (lê a pergunta em voz baixa).*
- (340) *A₃: Observações... Nas observações vimos que... Não. Com a base... É porque tem que pegar uma parte da pergunta... (fala como se deve escrever)*
- (341) *A₂: É.*
- (342) *A₃: ... e responder. (continua lendo o que está na folha do caderno em voz baixa).*
- (343) *A₂: (lê a pergunta em voz baixa) ... que favoreceram para que a palhinha de aço sofresse modificações?*
- (344) *A₃: Os fatores foram...*
- (345) *A₂: Quais os fatores que fez para não modificar.*
- (346) *A₃: Os fatores. Os fatores foram...*
- (347) *A₂: Não. Foram... (escreve e fala)*
- (348) *A₃: a água quente...*
- (349) *A₄: Não. Água não quente.*
- (350) *A₂: É.*
- (351) *A₃: Não teve modificação? (dirige a fala para A₄). Então a...*
- (352) *A₂: ... a água natural...*

(353) *A₃: ... e o óleo (dirige-se para A₄, no sentido de buscar aprovação para o que está falando). [...]*

(354) *A₄: A água da torneira e o óleo.*

(355) *A₃: Mas tu se lembra que...*

(356) *A₂: [...]*

(357) *A₃: (perguntando para A₂) A água e o óleo teve modificação no bombril?*

(358) *A₂: Não, não teve! Teve. Mas, ichê, foi muito pouco. Depois de muito tempo que começou a enferrujar.*

(359) *A₃: Mas teve modificação!!! A gente tem que levar em consideração é isso.*

(360) *A₂: Não. É. A (aponta para A₄) tá certa. Então fica assim: foram a água natural e a outra água. Não. Não.*

(361) *A₃: a água natural...*

(362) *A₁: [...]*

(363) *A₃: A água natural, a água fervida e o óleo foram os três fatores.*

(364) *A₂: Tá. (fala e escreve) a água natural... água fervida, é?*

(365) *A₃: Quente.*

(366) *A₁: Fervida.*

(367) *A₃: Quente.*

(368) *A₁: Fervida.*

(369) *A₃: Fervida, quente, o que vocês quiserem!*

(370) *A₂: Fervida... (em tom alto / fala e escreve)*

(371) *A₃: e o óleo.*

(372) *A₂: e o óleo (fala e escreve). Tai!*

O grupo se concentrou em apontar como causa da formação da ferrugem os elementos (substâncias) presentes no sistema em que ocorreu a modificação. Assim, como no sistema 2 havia água “natural” e enferrujou, a água natural foi um fator; como no sistema 3 tinha água fervida e óleo e enferrujou, a água fervida e o óleo foram os outros dois fatores.

Embora na fala das alunas do grupo 2 tenham aparecido conhecimentos teóricos (nutrientes da água, lipídios), o que predominou na elaboração da explicação foram as observações que elas realizaram da experiência. Suas explicações em nenhum momento se

aproximaram das explicações aceitas pela ciência escolar. Entretanto, acreditamos que esse fato não invalida a atividade em grupo, muito menos a atividade proposta, foi apenas um dos momentos do processo e, nele, o grupo mostrou a forma como formulou coletivamente as respostas para as questões trazidas pela professora.

Será que o grupo apresentou, quando conversou com a professora, essas mesmas explicações, ou, o fato da professora estar no grupo e ir fazendo perguntas possibilitou mudanças nas formulações dos alunos? Como a professora considerou as informações trazidas pelos alunos no diálogo? Como negociou o que desejava que eles soubessem?

5.2 Discussão da professora com o Grupo 2

Hoje, eu fico pensando como tantas e tantas vezes faltou-me aquela paciência e aquela sensibilidade que as mães têm com as crianças, quando estão aprendendo a manusear a colher e o garfo, sobretudo quando se trata do feijão, da sopa e da calda de doces. Emporcalham-se todas e ao ambiente.

Tiago Adão Lara

A professora solicitou que os alunos descrevessem o que aconteceu com a palha de aço nos sistemas e os alunos descreveram adequadamente cada um deles. Para os sistemas 1 e 4, onde nenhuma modificação foi observada, os alunos disseram que a palha de aço ficou intacta. Sendo que, para o sistema 1, A₃ explicou que nada aconteceu porque o bombril não estava em contato com nenhuma substância e, para o sistema 4, A₃ disse que “O óleo de cozinha ele... conservou é intacto porque o óleo ele conser... ele tem... ele é gorduroso ele tem lipídios”. Além de descrever, A₃ sugeriu uma explicação. Nos sistemas 2 e 3 nos quais a palha de aço modificou, A₃ disse em relação ao sistema 2, que em pouco tempo a palha de aço enferrujou e complementou dizendo que o bombril também afundou. Em relação ao sistema 3, A₃ disse que a água e o óleo não se misturaram, argumentando que o óleo era uma substância, e que o bombril afundou. A₂ comparou a modificação ocorrida na palha de aço nos sistemas 2 e 3 dizendo: “Ele (referindo-se ao sistema três) conservou muito mais o bombril do que a água natural, da torneira”. A professora aceitou o que as alunas apresentaram em relação à modificação da palha de aço, sem dar a devida atenção para argumentos incoerentes, como aquele apresentado por A₃ para o sistema 1.

Após a identificação dos sistemas em que houve modificação, a intenção da professora (do turno 42 ao 45) foi que os alunos falassem sobre se existia alguma relação entre a modificação observada e as condições em que a palha de aço se encontrava. Neste momento A₃ (turno 45) sugeriu uma explicação.

(42) P: E vocês acham que tem alguma relação dessa modificação da palhinha de aço com as condições que... que ela tá sendo colocada?

(43) A₃: As condições é... a... a única coisa que muda ééé... que a água é natural, vamos dizer ela não sofreu nenhuma modificação, como sofreu no terceiro que a água foi fervida.

(44) P: Hum!

(45) A₃: E, eu achei assim... na minha opinião eu achei que os... como é... as substâncias que tinham na água natural a partir que ela foi fervida ela... ela evaporou, por isso que, no primeiro (ela se refere ao sistema dois (2)), que a água foi natural, ela sofreu... a palhinha de bombril sofreu mais modificações.

A₃ falou que a água natural não sofreu nenhuma modificação como sofreu a água que foi fervida, justificando que quando se ferve a água, as substâncias nela presentes evaporam e, devido a isso, na água natural o bombril modificou mais. A pergunta feita pela professora conduziu as alunas à elaborarem explicações para a diferença observada na palha de aço quando colocada na água que foi fervida e quando colocada na água que não foi fervida, fato que não aconteceu quando as alunas discutiram sozinhas. A intervenção da professora nesta seqüência foi de checar o conhecimento dos alunos (turno 42), estabelecendo um padrão de interação de prosseguimento à fala dos alunos (turno 44 – feedback de prosseguimento) e numa abordagem interativa dialógica.

Quando A₃ afirmou que substâncias evaporam quando a água é fervida, a professora procurou checar o entendimento das alunas sobre que substâncias eram essas. A₃ respondeu que eram o hidrogênio e o oxigênio. A professora então perguntou se tinha gás hidrogênio e A₂ respondeu que sim. Sua resposta foi complementada pela de A₃: *“Tem (timidamente). Tem pelo H₂O”*. Pela argumentação de A₃ podemos inferir que as alunas compreenderam que tinha o gás hidrogênio na água, sendo que, a existência desse gás estava

relacionada ao elemento químico hidrogênio, que compõe a molécula de água. A professora voltou a perguntar se tinha gás hidrogênio e gás oxigênio na água e as alunas afirmaram que não.

A professora, pela terceira vez, perguntou se tinha gás na água e A₃ respondeu com uma informação já internalizada: “*Tem!!! (bate em A₂). Porque os peixes, como eles iam respirar!?*”. A professora aproveitou a informação trazida pela aluna para negociar a existência de gás oxigênio dissolvido na água. Isso foi feito pela professora, que relacionou a mortandade de peixes à diminuição de gás oxigênio dissolvido na água, ocasionado pelo acúmulo de lixo em lagos e rios.

Após ter negociado com os alunos a existência de gás oxigênio dissolvido na água, a professora retomou, pela segunda vez, a intenção de estabelecer a diferença entre os sistemas 2 e 3. Por que a professora retomou uma pergunta que já tinha feito antes? Porque queria que as alunas reformulassem suas respostas com argumentos que diferenciassem os sistemas com os “óculos” do conhecimento químico escolar, uma vez que já haviam negociado a existência de gás na água.

Antunes (2002) apoiando-se nas idéias de Vygotsky, fala que a atitude do professor de repetir perguntas já feitas no diálogo, servem para ajudar os alunos a conferir significados ao conteúdo de ensino, sendo, também, um meio do professor certificar que significados estão sendo elaborados pelos alunos. Recorrendo as palavras do autor para falar no contexto de nossa pesquisa, podemos dizer que as repetições de perguntas pelo professor servem de “termômetro no caminho percorrido pelas alunas, aferindo o desempenho das alunas, cobrando-lhes efetivamente suas conquistas, sabendo se está realmente compreendendo e podendo comprovar essa compreensão progressiva” (ANTUNES, 2002, p. 36).

No turno (84), A₃ explicou a diferença da água presente nos sistemas 2 e 3 perdendo de vista a modificação ocorrida na palha de aço.

(80) P: *Pro ambiente, né? Então, qual é a diferença aqui?*

(81) A₃: *A diferença é que... ééé... houve... houve fermentação, né?*

(82) P: *Houve fermentação aí?*

(83) A₂: *Não.*

(84) *A₃: Não. Foi que a... a água fervida os... os... os gases, eles subiram para a atmosfera (faz movimento com as mãos para cima). Já a água natural, a água da torneira, água natural não houve... ela não sofreu... os gases continuaram na... na água e não vieram para a atmosfera.*

(85) *P: Hum! Sim, e... e... aí? Os dois aqui, como foi que se comportou a palhinha de aço?*

A diferença foi estabelecida pelos alunos levando em consideração as características da água. Do mesmo modo, como aconteceu na seqüência dos turnos (42) a (45), a professora não atentou para esse fato. De modo diferente da explicação dada, A₃ falou das diferenças nas características da água presentes no sistema 2 e 3, levando em consideração a presença e ausência de gás (turno 84).

Por meio do diálogo das alunas com a professora foram organizados momentos como este, importantes para a compreensão do fenômeno, uma vez que já havia sido compartilhado entre elas uma diferença no sistema 2 e 3, significativa para a formulação da explicação, pois não são mais os nutrientes da água que evaporam e sim os gases. Nesse diálogo, a intervenção da professora foi de rever o progresso da história científica (turno 80) e checar o entendimento dos alunos (turno 82). O padrão de interação foi do tipo IRFR (do turno 80 ao 82) e a abordagem, interativa dialógica.

O fato de os alunos perderem de vista na explicação a modificação da palha de aço, fez com que a professora conduzisse os alunos a falarem do comportamento da palhinha de aço em cada um dos sistemas em que ocorreu modificação. Quando ela fez isso, todos ficaram em silêncio. Contudo, o silêncio das alunas fez com que a professora retornasse a questões discutidas anteriormente, perguntando se nos dois sistemas (2 e 3) a palhinha de aço havia modificado, como era a água no sistema 2 e como era a água no sistema 3. Respectivamente, a cada um destes questionamentos, as alunas participaram dizendo que modificou a palhinha de aço (A₃), que a água era da torneira (A₂) e que a água era fervida (A₂).

A₃ re-elaborou a explicação para a modificação observada (turno 111) levando em consideração a presença dos gases, hidrogênio e oxigênio. Neste diálogo, a intenção da

professora era justamente que as alunas falassem sobre a diferença quantitativa da modificação ocorrida entre os sistemas nos quais a palhinha enferrujou.

(97) P: ... fervida. Qual é a diferença que existe? Qual é a diferença que existe na... na... nos dois sistemas aqui?

(98) A₃: É porque esse, o segundo sistema, ele tem todos os gases. Ele não sofreu nenhuma modificação (fala em relação à modificação da água).

(99) P: Não sofreu nenhuma... a palhinha?

(100) A₃: Não. Sofre...

(101) A₂: Sofreu. Enferrujou.

(102) A₁: A água é que não sofreu.

(103) A₃: ... a água não sofreu nenhuma modificação [...]

(104) P: Sim.

(105) A₃: A água não sofreu nenhuma modificação. Já no segundo (se referindo ao terceiro sistema) ela sofreu porque ela foi fervida. O segundo (esta falando agora do segundo sistema) ele tá com todos os gases, hidrogênio e oxigênio. E o segundo (o segundo que ela fala é o terceiro sistema) não a... a... a maior parte do oxigênio ela foi para a superfície.

(106) P: Por que a água foi o quê?

(107) A₃: Fervida.

(108) P: Mas, mesmo assim...

(109) A₃: a... a... a... palhinha... ele ainda ficou com o oxigênio e, a o segundo ele... ele... ele foi... ele decompôs mais rápido, o bombril. Ele ficou mais rápido enferrujado.

(110) P: Por que será?

(111) A₃: Porque eles tinham mais gases (fala em relação ao sistema 2). Os gases estavam todos ali. Não sofreu nenhuma modificação (a água). Já no segundo (é o terceiro), como tinham poucos gases o bombril demorou mais para se decompor.

(112) P: Humhum!!!

(113) A₃: Ah! Eu acho que é isso.

Os alunos falaram primeiro das características das águas presentes no sistema 2 e no sistema 3, relatadas também na seqüência do turno 80 ao 85, com uma diferença, pois aqui eles identificaram os gases presentes na água. Lá eles apenas disseram que existiam gases na água não fervida e ausência de gases na água fervida. Aqui, eles falam de gases nomeando-os como hidrogênio e oxigênio.

Fazendo uma re-leitura das outras seqüências, e acompanhando por meio do que foi falado a “evolução” do pensamento dos alunos, mediado pelas intervenções da professora, podemos historiar esse processo do seguinte modo: primeiramente, focalizando apenas os sistemas 2 e 3, os sujeitos buscaram indicar as diferenças existentes nesses sistemas, restringindo essa diferença apenas para a água, aceitando, assim, que a diferença decorre do fato de em um dos sistemas a água ferve e evapora substâncias (sistema 3), possivelmente, as responsáveis pelas mudanças quantitativas observadas. Em seguida, ainda mantendo o foco na água presente nos dois sistemas e, em decorrência da aceitação da existência de gás oxigênio, as alunas acreditam que o que evaporou da água quando ela foi fervida foram “os gases”. Desta forma, onde tinha mais gás enferrujou mais e onde tinha menos gás enferrujou menos. Por fim, “esses gases” receberam o nome de oxigênio.

No turno (109) e (111), A₃ fez considerações que marcaram o diálogo nessa seqüência importante para a elaboração da explicação. Nela (na seqüência do turno 97 ao 113), a intervenção da professora foi de rever o progresso da história científica (turno 97) e checar o conhecimento das alunas (turnos 99, 106, 110). Isso aconteceu num padrão de interação IRPRFR (do turno 106 ao 111) e numa abordagem dialógica (turno 108 e 112).

A partir daí, a intenção da professora foi que as alunas levassem em consideração a presença do óleo no sistema 3 na construção da explicação.

(114) P: E por que será que a gente colocou óleo aqui? (fala em relação ao terceiro sistema)

(115) A₃: O óleo ele... ele...

(116) A₂: Eu acho que o óleo ele também...

(117) A₃: O óleo ajudou mais também porque ele... ele... o óleo ajudou mais porque ele têm lipídios. Ele tem gorduras.

(118) P: Hum!

(119) A₃: *E ele conserva. Ai por isso... se não tivesse o óleo, se tivesse só a água fervida ele...*

(120) A₂: *enferrujaria.*

(121) A₃: *muito mais rápido.*

(122) A₂: *Ele enferrujaria mais do que ele... mais do que com o óleo.*

(123) A₃: *É.*

(124) A₂: *Se não tivesse óleo ele ficaria mais enferrujado. Entendeu?*

(125) P: *Vocês fizeram isso?*

(126) A₃: *Não.*

(127) P: *Vocês podem testar isso.*

(128) A₃: *A conclusão...*

(129) A₂: *Pode testar*

(130) A₃: *que eu cheguei, né? A gente não fez.*

(131) A₂: *A gente pode fazer assim, ferver a água colocar o bombril, só ela fervida sem o óleo e ferver a água colocar o bombril com o óleo. Para ver qual é a modificação que vai [...]*

(132) P: *Vocês podem fazer...*

(133) A₃: *Na última experiência que eu fui fazer em casa quase pega fogo!*

(134) A₂: *Pára! (acha graça)*

A₃ explicou que o óleo tinha lipídios, que tinha gordura, por isso conservou mais a palhinha de aço, fato que já havia compartilhado com as colegas quando estava discutindo sem a presença da professora, mas, naquele momento, elas não discutiram como isso aconteceu.

É interessante nessa seqüência a previsão feita por A₃ e completada por A₂, de que caso não tivesse óleo na água que foi fervida a palhinha enferrujaria muito mais rápido (turnos 119 a 124). Apesar de elas não expressarem explicitamente nenhuma relação entre a presença de óleo e a movimentação de gases, dão a entender que o óleo impede algo. Nesse sentido, propuseram uma reorganização no experimento para testar a hipótese que levantaram “*A gente pode fazer assim, ferver a água colocar o bombril, só ela fervida, sem o óleo e ferver a água, colocar o bombril com o óleo. Para ver qual é a modificação que vai [...]* (A₂, turno (131))”.

Quando as alunas imaginaram o que aconteceria, se tivesse um outro sistema apenas com a água fervida, começaram a pensar na possibilidade de experienciar mais, de reorganizar o que já haviam observado e discutido, de lançarem-se a novas situações, para novas discussões e novas tentativas de interpretação dos fatos. Isso nos mostra o valor que atividades como esta têm de possibilitar que os alunos pensem sobre o que estão fazendo e sobre o que ainda podem fazer com materiais que são tão comuns a eles (nesse caso, óleo, água, palha de aço, vidro de maionese). Em momentos como este as alunas mostram que seu papel não é apenas de receptores de informações, mas que eles próprios aprendem a planejar os meios para organizar informações e descobrir outras novas. Eles mostram que esse aprendizado não é aleatório, mas opera, sobretudo, no sentido de articular significados elaborados na interação, no plano simbólico. Acreditamos que este é um fato que re-significa a experimentação na escola. Apesar de não poder ser interpretada como uma atividade genuinamente espontânea, ela pode favorecer a autonomia quando o professor, além de negociar os significados pretendidos, abre espaço no diálogo para que novos significados sejam criados, para que os alunos formulem questões, estabeleçam hipóteses, imaginem meios de testar essas hipóteses, etc.

Nessa seqüência a intervenção da professora foi no sentido de checar o conhecimento das alunas (turno 114 e 125), num padrão de interação de prosseguimento (turno 118) e numa abordagem interativa dialógica.

Em seguida a esse diálogo, a intenção da professora foi fazer as alunas compreenderem que o óleo impede o contato do O_2 com a palhinha e, por causa disso, ela não enferruja. Assim, a professora perguntou se houve modificação da palhinha de aço no sistema 4. A_2 respondeu que não enferrujou e A_3 complementou, justificando, que a palhinha ficou intacta porque tinha óleo e o óleo tinha gorduras. Ela se apoiou na observação que fez dos sistemas 3 e 4 para dizer que o óleo presente nestes sistemas conserva o material. Apesar de na seqüência dos turnos (97) a (113) os alunos falarem do aparecimento da ferrugem em decorrência da presença de gás, não explicaram a conservação no sistema 4 por sua ausência (fato que foi perseguido pela professora em diálogos posteriores, como por exemplo, do turno 266 à 277, que será apresentado a seguir). Na verdade, A_3 reafirmou que o óleo conserva e acrescentou que serve também para lubrificar o material de ferro, trazendo para a discussão um exemplo de que usamos óleo para conservar as dobradiças de portas.

Do turno (141) ao (158) a professora pretendeu que as alunas identificassem as causas para a modificação observada. A₃ explicou que no sistema 2 a palha de aço enferrujou pelo fato de ter mais oxigênio, sendo que essa explicação foi re-elaborada e complementada na interação.

(141) P: Tá. Vamos ver... vamos ver o seguinte aqui é... enferrujou aqui e enferrujou aqui? (sistema 2 e sistema 3)

(142) A₂A₃: Foi.

(143) P: O que era que tinha aqui (sistema 2) que vocês falam que provocou a ferrugem?

(144) A₃: Mais oxigênio.

(145) P: E aqui? (sistema 3)

(146) A₂A₃: Menos oxigênio.

(147) P: Mas mesmo assim enferrujou.

(148) A₂A₃: Enferrujou.

(149) P: Mas, tinha oxigênio e o que mais? (fala do sistema 2)

(150) A₃: Hidrogênio.

(151) P: Não. Aqui ó? (a professora aponta para o sistema 2)

(152) A₃: Óleo.

(153) P: Aqui tem óleo?

(154) A₂: Não. Aqui tem só água, Marcely!!!

(155) P: Então tinha gás oxigênio dissolvido na água e o que mais?

(156) A₂: A água.

(157) P: Então, esses foram o quê?

(158) A₃: Foram os fatores que fizeram a palhinha de bombril se decompor.

Para o cumprimento desta intenção, a professora primeiro buscou concordância juntos aos alunos para a descrição da modificação ocorrida nos sistemas 2 e 3. Em seguida, solicitou que os alunos identificassem o que provocou a ferrugem no sistema 2 e no sistema 3. A₃ disse que no sistema 2 foi “Mais oxigênio (turno 144)”. A₂ e A₃ disseram que no sistema 3 foi “Menos oxigênio (turno 146)”. A professora então solicitou complemento no argumento proposto para o sistema 2: “Mas, tinha oxigênio e o que mais? (turno 149)”. A essa pergunta

feita pela professora, A₃ primeiro respondeu “hidrogênio” e, em seguida, respondeu “óleo”. A₂ discordou de A₃ dizendo: “*Não. Aqui tem só água, Marcelly!!! (turno 154)*”. A professora trouxe, em sua fala, a presença do gás oxigênio como uma das causas, A₂ acrescentou a água e A₃ explicou: “*Foram os fatores que fizeram a palhinha de bombril se decompor (turno 158)*”. Nesse diálogo foi construída a explicação para a modificação ocorrida na palha de aço. A partir da intervenção da professora de rever o progresso da história científica (turno 141, 143 e 145), por meio de um padrão de interação IRPR (do turno 141 ao 148) e IRA (do turno 149 ao 158) e de uma abordagem interativa dialógica (do turno 141 ao 148) e de autoridade (do turno 149 ao 159), a professora negociou junto com as alunas as causas para a formação da ferrugem, que, nesse caso, foram consideradas a água e o gás oxigênio.

Após as alunas terem identificado os fatores que causam a ferrugem, a professora retomou a pergunta sobre porquê não ocorreu modificação no sistema 4. A intenção da professora era checar se as alunas consideravam os mesmos fatores - gás oxigênio e água - na explicação do que ocorreu no sistema 4. A₂ explicou pela ausência da água e A₃ complementou “*Porque não tinha hidrogênio e nem oxigênio*”.

Quando A₃ afirmou, pela segunda vez, que hidrogênio e oxigênio eram os fatores que faziam a palhinha enferrujar, a professora procurou determinar o que as alunas estavam entendendo por hidrogênio e oxigênio e a que elas estavam atribuindo a causa da ferrugem. Na seqüência que vai do turno (170) ao turno (176), a professora procurou estabelecer com as alunas um diálogo buscado definir/diferenciar as substâncias responsáveis pela modificação da palha de aço, importantes para a construção da explicação.

(170) P: *O que que vocês estão falando como hidrogênio e oxigênio?*

(171) A₃: *A água.*

(172) P: *A água, a gente entende que o quê? Que é formada por moléculas de H₂O, não é isso? Onde tem hidrogênio e onde tem oxigênio. Mas o que que faz oxidar a palhinha de aço aqui?*

(173) A₂: *A água.*

(174) P: *Só a água?*

(175) A₂: *A água e o oxigênio.*

(176) A₃: Não. E a... e ooo... porque a palhinha é composta, também. A palhinha é composta por carbono.

A professora procurou esclarecer que a água é formada por moléculas de H₂O, onde tem hidrogênio e tem oxigênio e perguntou: “Mas o que que faz oxidar a palhinha de aço aqui? (turno 172)”. A₂ respondeu que era a água e a professora solicitou complementação de sua resposta. A₂ acrescentou: “A água e o oxigênio (turno 175)”. A₃ discordou de A₂ e disse que a palhinha de aço era também composta por carbono. A intervenção da professora nesse diálogo foi de checar o conhecimento da aluna (turno 170 e 172). O padrão de interação foi IRPRP (do turno 170 a 174). A abordagem foi interativa dialógica.

A menção de A₃ sobre a constituição do material que sofre modificação fez a professora mudar sua intenção, iniciando uma outra seqüência de interação (do turno 177 ao turno 196), em que pretendia que as alunas identificassem de que material era feita a palha de aço. Apesar de não ser uma explicação, consideramos interessante mostrar esta seqüência na medida em que o diálogo com a professora permitiu que ela identificasse que algumas alunas falam da palha de aço sem conhecer sua constituição.

(177) P: O que é a palhinha de aço?

(178) A₃: É alumínio.

(179) P: É alumínio?

(180) A₂: Não. Não é alumínio.

(181) P: O que é a palhinha de aço?

(182) A₂: Acho que é alumínio, professora! Eu acho!

(183) A₁: É aço. Palhinha de aço. Tá dizendo palhinha de aço. (acha graça)

(184) P: Qual o material que compõem a palhinha de aço?

(185) A₃: Carbono ééé... carbono ééé... eu vi a comp... é carbono de é... é... carbono feutal... feutal... eu até li. Eu peguei a bulinha do... do bombril pra mim ver a composição dele.

(186) P: A colega tá dizendo aqui.

(187) A₃: Qual é?

(188) A₁: Ferro.

(189) P: *É ferro. Só que esse ferro contém também uma certa quantidade também de carbono. Na verdade a palhinha de aço não é alumínio. Ela é ferro.*

(190) A₁: *Alumínio... alumínio na água não iria se decom... ficar enferrujado.*

(191) A₃: *Então ele enferruja porque ele tem alumínio e... e...*

(192) A₁: *Que tem alumínio?*

(193) A₂: *Alumínio?*

(194) A₃: *É, como é?*

(195) A₁: *Tem ferro.*

(196) A₃: *Ferro e leva algumas composições.*

A intervenção da professora foi, inicialmente, de checar o entendimento das alunas (turno 177, 181 e 184) e depois, de dar forma aos significados produzidos no diálogo (turno 186 e 189). A interação entre a professora e suas alunas foi IRFRF (do turno 177 a 182) e IRPRRA (do turno 184 a 189) e a abordagem interativa dialógica.

Do turno (197) ao (206) a intenção da professora foi que as alunas explicassem o que fez a palhinha de aço modificar.

(197) P: *Quais foram os fatores que vocês me disseram que fez a palhinha de aço enferrujar?*

(198) A₃: *A água.*

(199) A₂: *A água.*

(200) P: *Que mais?*

(201) A₃: *Só.*

(202) P: *Só a água?*

(203) A₁: *Gás.*

(204) A₃: *E o gás.*

(205) P: *Que gás?*

(206) A₃: *Hidrogênio e oxigênio. Porque a água ééé... composta.*

A₃ argumentou que era a água (turno 198) e A₂ concordou com A₃ (turno 199). A professora pediu complementação da explicação (turno 200) e A₁ acrescentou “gás (turno 203)”. Quando A₁ acrescentou que era o gás (turno 203), A₃ (turno 204) concordou com A₁. No

entanto, quando a professora questionou “*Que gás? (turno 205)*”, A₃ disse “*Hidrogênio e oxigênio. Porque a água ééé... composta (turno 206)*”. Nesse momento, revelou que estava pensando no elemento químico oxigênio constituinte da água como um dos fatores que causa a ferrugem, e não no gás oxigênio dissolvido na água. Nessa seqüência a intervenção da professora foi de rever o progresso da história científica (turno 197) e checar o conhecimento dos alunos (turno 205). O padrão de interação foi IRPRP (do turno 197 ao 201) e a abordagem foi interativa dialógica.

Quando os alunos falavam em gás estavam se referindo aos elementos químicos hidrogênio e oxigênio da fórmula da água. A professora percebeu isso quando A₃ afirmou que existia o gás oxigênio e o hidrogênio na água porque ela é composta (turno 206). Isso fez com que a professora tentasse esclarecer para as alunas o que se entende, a nível microscópico, por água.

(207) P: Olha aqui! A água. Vamos representar aqui. A gente entende que é a simbologia da água H₂O. Isto aqui forma o que nós conhecemos como...

(208) A: Água.

(209) P: Aqui é o quê? Como é o nome disso aqui? (aponta para a representação do hidrogênio na água)

(210) A₃: Hidrogênio.

(211) P: Elemento químico hidrogênio. E aqui? (aponta para a representação do oxigênio)

(212) A₃: Elemento químico oxigênio.

(213) P: ... oxigênio. Então, a combinação desses elementos formam o quê?

(214) A₃: A água.

(215) P: Então aqui tem o quê?

(216) A₂A₃: Água.

Esta participação da professora foi importante, uma vez buscou diferenciar gás oxigênio de elemento químico oxigênio presente na fórmula da água. A professora interveio nesse diálogo marcando significados chaves (turnos 207, 211 e 213). O padrão de interação foi do

tipo IRA (dos turnos 209 ao 211 e 211 ao 213) e a abordagem foi, predominantemente, interativa de autoridade.

Apesar de a professora e suas alunas já terem identificado os fatores que causaram a ferrugem (no turno 141 a 158), o diálogo foi revelando situações nas quais, se percebe o que elas consideram que seja palha de aço, gás oxigênio e elemento químico oxigênio. Só foi possível para a professora saber que as alunas tinham concepções alternativas a respeito dessas coisas porque deu voz às alunas. Se ela não tivesse feito isso poderia ir para casa pensando que as alunas tinham entendido suas explicações e pensavam da mesma forma que ela a respeito dos fenômenos. Talvez, depois, durante uma prova, se decepcionasse com as respostas das alunas.

Depois do esclarecimento sobre a constituição da água, a professora, do turno (217) ao (255), interferiu no diálogo com a intenção de fazer com que os alunos compreendessem que existe gás oxigênio dissolvido na água.

(217) P: Mas dentro dessa água tem o que mais?

(218) A3: É como é? (pergunta olhando para A1) Ferro. Né?

(219) P: Ferro é o bombril. Né?

(220) A1: A água antes de vir pra casa, a água da torneira tem o cloro que colocam na água pra... pra tratar a água.

(221) P: Quem conhece [...] que faz os peixes respirarem.

(222) A1: É que eu faço natação e o cloro come.

(223) A / A2: (juntas) O oxigênio.

(224) P: Então. Dentro da água além disso aqui, tem o quê? (Aponta para a fórmula da água)

(225) A1 / A2: Oxigênio.

(226) P: Não é só oxigênio!

(227) A3: Tem proteínas.

(228) P: A gente chama de oxigênio? Como é o nome do que os peixes respiram?

(229) A3: H₂O.

(230) A1: Oxigênio. Não é oxigênio?

(231) P: *Mas o que é isso? É isso aqui que eles respiram? (aponta para o elemento químico oxigênio presente na fórmula da água)*

(232) A₃: *Não.*

(233) P: *O quê que eles respiram?*

(234) A₂: *Ar.*

(235) A₃: *Gás.*

(236) P: *Como é? Sim. Gás o quê?*

(237) A₃: *Gás oxigênio.*

(238) P: *Mas é assim que representa o gás oxigênio (fala do que está na fórmula da água)?*

(239) A₂: *Não.*

(240) P: *Como é? Como é?*

(241) A₃: *O₂. O₂? (fala baixo para A₂)*

(242) A₂: *É colocando o dois (2) aí!*

(243) P: *Então. Ó! Existe uma diferença de apenas O e...*

(244) A₂: *O₂*

(245) P: *O₂. Então. Existe oxigênio na água? Oxigênio na água?*

(246) A₃: *Não. Existe. Existe!!!*

(247) P: *Existe. Existe gás oxigênio na água?*

(248) A₃: *Não.*

(249) P: *Gás oxigênio na...? Como é que os peixes respiram, que tu falou?*

(250) A₃: *Hum!!!*

(251) A₂: *Ela fala uma coisa, esquece, e fala outra.*

(252) P: *Então. Além do oxigênio que forma a água, tem o que mais dentro da água?*

(253) A₃: *Gás oxigênio.*

(254) P: *Gás oxigênio. Então. O que faz a palhinha de aço enferrujar?*

Quando a professora lançou a pergunta no turno 217, “*Mas dentro dessa água tem o que mais?*”, vários sentidos foram evocados pelas alunas, dizendo que tinha ferro (A₃) ou que tinha cloro (A₁). Na tentativa de que os alunos respondessem o que ela queria ouvir, a professora buscou se apoiar no conhecimento prévio das alunas: “*Quem conhece... que faz os peixes*

respirarem (turno 221)”. Quando a professora fez isso, as alunas responderam que era oxigênio. Querendo que elas percebessem que não se fala oxigênio, por que oxigênio se refere a elemento químico e não a uma substância, a professora argumenta: “*Não é só oxigênio (turno 226)*”. A₃ responde que tem proteínas. Nos diálogos seguintes ela negocia a existência de O₂ na água. Contudo, para selecionar a água e o gás oxigênio como causas da ferrugem, a professora desconsiderou algumas das respostas apresentadas pelas alunas no diálogo.

Concordamos com Machado (1999, p. 115) quando diz que “o discurso sobre a química se constitui também determinando o que deve ou não ser observado e o que é ou não é relevante em cada fenômeno”.

Apesar de nesta seqüência a professora buscar diferenciar elemento químico oxigênio de gás oxigênio, as perguntas que fez nos turnos (245) “*O₂. Então. Existe oxigênio na água? Oxigênio na água?*” e no turno (247) “*Existe. Existe gás oxigênio na água?*”, não foram claras o suficiente para expressar que existe oxigênio na composição/fórmula da água e que existe gás oxigênio dissolvido na água.

Nessa seqüência de interação a professora checkou o conhecimento das alunas (turnos 217, 221, 233, 236, 238 e 240) marcando significados-chaves (turnos 224, 226, 228, 231, 245, 247 e 249) e deu forma aos significados (243 e 252).

Embora a professora tenha direcionado o diálogo para que as alunas compreendessem que existia gás oxigênio na água, não foi possível estabelecer a relação da presença deste como um dos fatores que eram responsáveis pela modificação da palhinha de aço. O padrão de interação foi IRPRP (217, 221, 224, 231, 233, 238, 240, 243, 245, 252, 259) e IRA (219, 226, 228, 236, 247, 254) e a abordagem interativa foi de autoridade.

Após ter discutido a diferença entre o que era elemento químico oxigênio e gás oxigênio, a intenção da professora (do turno 255 ao 266) voltou-se novamente para que os alunos explicassem o que fez a palhinha de aço enferrujar.

(255) P: *Gás oxigênio. Então. O que faz a palhinha de aço enferrujar?*

(256) A₃: *O gás oxigênio.*

(257) P: *Só o gás oxigênio?*

(258) A₂A₃: *Não.*

(259) A₃: *Ooo... elemento gasoso. A água (baixinho)*

(260) P: *a...*

(261) A₃: *A água.*

(262) A₂: *A água.*

(263) P: *São os dois fatores que fazem com que a palhinha...*

(264) A₂: *Enferruje.*

(265) A₃: *Enferruje.*

(266) P: *Enferruje. Aqui por que ela não enferrujou?*

A construção da explicação nesta seqüência foi feita pelas alunas com a ajuda da professora. A intervenção da professora consistiu em rever o progresso da história científica (turno 255) e marcar significados chaves (turnos 260 e 263). O padrão de interação foi avaliativo (turnos 260 e 263) e a abordagem comunicativa foi de autoridade.

Na última seqüência de interação estabelecida no diálogo da professora com o grupo 2 (do turno 266 ao 277), a intenção da professora foi a de que os alunos explicassem a não modificação da palha de aço no sistema 4, pelas mesmas causas da modificação observada nos sistemas 2 e 3. A professora também procurou se certificar de que as alunas estavam pensando no gás oxigênio e na água como duas coisas diferentes.

(266) P: *Enferruje. Aqui por que ela não enferrujou?*

(267) A₂: *Porque não contém a água.*

(268) P: *No quarto sistema.*

(269) A₃: *Não contém este elemento aqui. (aponta para o material)*

(270) P: *Não contém o quê? Isso aqui é elemento?*

(271) A₂: *Oxigênio. (fala bem alto)*

(272) A₃: *Gás. Gás oxigênio (fala bem alto)*

(273) A₂: *Gás oxigênio. Ah! Professora, só porque eu esqueci do “gaszinho”.*

(274) P: *Há uma diferença muito grande.*

(275) A₂: *Realmente.*

(276) P: Tá ok! Depois a gente vai discutir com o grupo.

(277) A₂: Sim, senhora!

A₂ e A₃ num momento afirmam que é só gás oxigênio e num outro momento que é só a água que causa a ferrugem, mostrando que elas ainda não haviam compreendido que a formação da ferrugem nos sistemas 2 e 3 depende dos dois fatores atuando simultaneamente.

A intervenção da professora foi de checar o entendimento das alunas (turnos 266 e 270). O padrão de interação foi do tipo IRA (do turno 266 ao 270) e a abordagem foi interativa de autoridade.

5.3 Discussão com a turma toda

O educador que escuta aprende a difícil lição de transformar o seu discurso, às vezes necessário, ao aluno, em um fala com ele.

Paulo Freire

Em várias seqüências dessa discussão, a professora compartilhou com a turma toda a idéia de que a água e o gás oxigênio eram os fatores que provocavam as modificações observadas na palha de aço.

Uma forma de fazer com que a turma compreendesse que o gás oxigênio é responsável pela formação da ferrugem é negociada na seqüência que vai do turno (250) a (278). Comparando os sistemas 2 e 3, a professora procurou estabelecer no diálogo que o gás oxigênio é o principal responsável pela formação da ferrugem.

(250) P: Quer dizer então que pelo fato da água ter sido fervida, aumentou a temperatura, não foi isso?

(251) A: (concordam)

(252) P: Fez com que o gás que tava aqui dentro dissolvido fosse pra onde?

(253) G₄A₅: (levanta a mão simbolizando a saída do gás)

(254) P: *Sáisse, né? Pro ar. E ficasse uma quantidade de oxigênio o quê?*

(255) A_s: *Menor.*

(256) P: *Será que é essa quantidade de oxigênio que faz com que a palhinha de aço enferruje? O quê que vocês acham? Que aqui tem água e aqui tem água (fala do sistema 2 e do sistema 3). Diminuiu a quantidade de oxigênio, de gás oxigênio. Diminuiu a quantidade de gás oxigênio, diminuiu também o quê?*

(257) A: *(permanecem caladas)*

(258) P: *Não diminuiu a quantidade de oxigênio? Quando a gente observou lá não modificou a palhinha de aço?*

(259) A_s: *Modificou.*

(260) P: *Modificou. Só que ela modificou numa quantidade maior ou menor em relação, em relação a pri... a segunda (fala do sistema 2)?*

(261) A_s: *Menor.*

(262) P: *Menor. Será que a gente pode dizer então que quem é responsável, quem é o responsável pelo fato da palhinha de aço ter modificado é o gás oxigênio? O quê que vocês acham?*

(263) G₂A₂: *É. (faz sinal positivo com o dedo).*

(264) A: *É.*

(265) P: *A única diferença é que aqui o quê?*

(266) A_s: *Tinha mais gás oxigênio*

(267) G₂A₃: *Tinha mais gás oxigênio e o outro...*

(268) P: *E aqui?*

(269) A_s: *Tinha menos.*

(270) P: *Menos...*

(271) G₂A₃: *gás oxigênio.*

(272) P: *gás oxigênio. Por ter menos o que aconteceu com a palhinha de aço?*

(273) A: *A palhinha de aço enferrujou.*

(274) G₂A₃: *A palhinha de aço enferrujou mais rápido na água fervida.*

(275) G₂A₂: *Enferrujou menos.*

(276) P: *Enferrujou...*

(277) G₂A₂: *menos.*

(278) P: Tá ok

Para negociar com seus alunos que a formação da ferrugem tem relação com presença de gás oxigênio nos sistemas 2 e 3, a professora faz com que eles se recordem que quando a água é fervida o gás se desprende do líquido para o ar, conseqüentemente, isso faz diminuir a quantidade de gás na água. Revendo com a turma as condições da água nos sistemas 3 e a relação destas condições com a modificação quantitativa da palha de aço nesse sistema, a professora disse: *“Será que é essa quantidade de oxigênio que faz com que a palhinha de aço enferruje? O quê que vocês acham? Que aqui tem água e aqui tem água (fala do sistema 2 e do sistema 3). Diminuiu a quantidade de oxigênio, de gás oxigênio. Diminuiu a quantidade de gás oxigênio, diminuiu também o quê? (turno, 256)”*. Quando a professora fez isso os alunos permaneceram calados. A professora insistiu perguntando *“Não diminuiu a quantidade de oxigênio? Quando a gente observou lá não modificou a palhinha de aço? (turno 258)*. Os alunos responderam que modificou. A professora confirmou que havia modificado a palha de aço e perguntou: *“Só que ela modificou numa quantidade maior ou menor em relação, em relação a pri... a segunda (fala do sistema 2)? (Turno 260)”*. Para a pergunta da professora os alunos responderam que a modificação foi menor. A professora perguntou no turno (256) *“Será que a gente pode dizer então que quem é responsável, quem é o responsável pelo fato da palhinha de aço ter modificado é o gás oxigênio? O quê que vocês acham?”*. G₂A₂ afirma que sim.

Fica explícito na fala do turno (262) que a professora procura definir com os alunos que o gás oxigênio é o responsável pela modificação da palha de aço. Cabe, então, questionarmos: que fator(es) podemos considerar que causam a ferrugem? É a água e o gás oxigênio ou é só o gás oxigênio? Os dois são responsáveis pela formação da ferrugem. Então a professora errou? Por um lado, a fala da professora esta equivocada. Por outro lado, se consideramos que a negociação da presença do gás oxigênio dissolvido na água, foi possível, também, pelas condições em que eram colocadas as palhas de aço, a fala da professora procura dar sentido, a luz dos experimento, o fato de ter fervido a água da torneira no sistema 3 e não ter fervido a água da torneira, no sistema 2

Nesta seqüência a intervenção da professora foi de rever o progresso da história científica (turnos 250, 252, 258) dar forma aos significados (turnos 260, 272) e compartilhar

significados (turnos 256, 262). O padrão de interação foi IRA (nos turnos 254, 260, 262, 270, 272, 276 e 278) e a abordagem foi interativa de autoridade.

Na seqüência (do turno 527 ao 557) a intenção da professora era que os alunos explicassem por que a palha de aço enferruja.

(527) P: *E com o vapor d'água. Tá! Então, se perguntassem pra vocês e vocês tivessem que explicar por que a palhinha de aço enferruja? O que vocês explicariam? Quem quer explicar? Digamos que vocês tivessem que explicar pra alguém.*

(528) G₄A₅: [...]

(529) A: *Fala.*

(530) G₂A₂: *Humhum!!!*

(531) P: *Como vocês explicariam?*

(532) G₂A₂: *Como explicaria?*

(533) P: *Digamos que alguém chegasse e... digamos que tivesse entrando aqui uma outra...*

(534) G₂A₂: *Ó! [...]*

(535) P: *um aluno de uma outra turma...*

(536) A: *Na Feira da Cultura.*

(537) P: *... e aí perguntasse: Mas por que, então, a palhinha de aço enferruja? O que vocês iriam falar?*

(538) G₁A₁: *Em qual deles?*

(539) A: *Com o óleo ou sem óleo?*

(540) P: *Não. Olha... Olha a pergunta.*

(541) G₂A₃: *Ela quer... ela perguntou...*

(542) G₂A₂: *Em geral*

(543) G₂A₃: *... em geral porque que a palhinha de aço enferruja. Não é isso?*

(544) P: *Isso!*

(545) G₂A₂: *Quem será o candidato a responder?*

(546) P: *Vamos lá!*

(547) G_2A_2 : *Vocês querem falar (fala para os alunos do Grupo 4) Bem. Ai gente não me olhe!*

(548) A: *Vai Suely (é a G_2A_2) fala.*

(549) G_2A_2 / G_2A_3 : *(conversam)*

(550) G_2A_2 : *Eu explicaria por causa do contato...*

(551) P: *Olha a colega tá tentando explicar*

(552) A: *[...]*

(553) G_2A_2 : *Vergonha? Que vergonha nada! Eu não tenho vergonha! (acha graça) Tá, enfim, eu acho assim na minha opinião que...*

(554) A: *Fala logo.*

(555) G_2A_2 : *Tá. Eu acho que ela enferrujaria por causa do... devido o contato que ela vai ter do gás oxigênio e do...*

(556) A: *do H_2O .*

(557) G_2A_2 : *...do H_2O . Que é a água. Eu acho que ela enferrujaria por causa... devido o oxi... gás oxigênio e o H_2O .*

Nesta seqüência, que encerra o diálogo da professora com a turma, sobre os fatores que causam a ferrugem, os alunos demonstram que compartilharam da idéia de que são dois os fatores responsáveis pela modificação da palha de aço: gás oxigênio e água.

A intervenção da professora foi de rever o progresso da história científica (527), checando o conhecimento dos estudantes (531 e 537). O padrão de interação foi IRPRP (531, 533, 535, 537, 544 e 546) e a abordagem interativa de autoridade.

5.4 Como os aspectos visíveis e invisíveis apareceram na explicação da modificação da palha de aço?

Como professores temos a intenção de ensinar um mundo que se comporta como as teorias dizem: um mundo onde a energia se conserva, onde os gases são partículas separadas por espaço vazio, onde objetos livres de força se movem, onde germes invisíveis são responsáveis por doenças, onde a Terra deixa de ser o chão em relação ao qual nos movemos e se torna um corpo esférico no espaço...

Na tentativa de acompanhar o texto de Izabel Martins, só que abordando o assunto que a professora discutiu com os alunos, podemos de dizer que, como professores de química, temos a intenção de ensinar um mundo...

... onde a ferrugem não é apenas um sólido marrom-avermelhado que aparece não sei porque em objetos constituídos de ferro, mas é produto da interação deste último com a água e com o gás oxigênio, necessário à respiração dos peixes, que na verdade não vemos, mas sabemos que ele existe, porque sem ele na água os peixes morrem.

Os alunos são constantemente levados a aceitar que a água utilizada no experimento é uma mistura que contém substâncias invisíveis como, por exemplo, o gás oxigênio. As lições da escola nos predispõem a pensar que a água que existe nas condições mundanas é apenas H_2O e não " H_2O + algumas coisas". No caso específico da aula analisada em nossa pesquisa, a água tem " H_2O + O_2 + algumas coisas". Ensinar que a água comum é apenas H_2O torna-se um obstáculo didático

A elaboração da explicação pelas alunas do grupo 2 foi desenvolvida passo a passo no diálogo com a professora. Essa explicação foi construída a partir de conhecimentos de diferentes origens: 1) do conhecimento originado da observação empírica feita pelas alunas (na água fervida a palha de aço enferruja menos do que na água não fervida; o óleo conserva a palha de aço); 2) do conhecimento teórico originado nas aprendizagens escolares prévias das alunas (gás oxigênio é O_2); 3) dos conhecimentos prévios das alunas originados em suas interações cotidianas (o óleo tem gordura; os peixes respiram; a água da torneira tem cloro) e 4) do conhecimento teórico transmitido pela professora na aula (a água é H_2O , existe diferença entre H_2O e O_2).

A professora apostou que as alunas poderiam construir uma explicação teórica a partir da comparação empírica dos sistemas e de seus conhecimentos prévios disponíveis, ou seja, já que elas sabiam a diferença entre H_2O e O_2 e sabiam que, na água, existiam as duas coisas. Isto fez predominar na discussão com o grupo 2 a abordagem interativa dialógica. Contudo, quando

foi necessário para a elaboração da explicação estabelecer relação do conhecimento empírico com o teórico, a abordagem predominante foi de autoridade.

Wertsch & Smolka (1995) afirmam que em todo texto participam, simultaneamente, em menor ou maior grau, as funções de autoridade e dialógica. Concordamos com Machado & Mortimer (2001) quando afirmam que a tendência do discurso científico escolar é procurar estabelecer significados inequívocos, como parte de um texto que é unívoco.

No presente estudo, foi fundamental para a elaboração da explicação o fato da professora se apoiar no conhecimento prévio das alunas para negociar a presença de gás oxigênio na água. Ela fez isso quando A₃ disse que tinha gás na água, justificando que se não tivesse, os peixes não poderiam respirar. Podemos dizer que, nesse sentido, a intervenção da professora foi contingente (SALVADOR, 1994). Ressaltando a importância de nos apoiarmos no conhecimento prévio dos alunos, para tornar significativo o que queremos ensinar, Antunes (2002, p. 41) argumenta que “a atuação na ZDP se mostra bem mais eficiente quando descobrimos meios de ajudar nossos alunos a re-contextualizar e re-conceituar o aprendido, re-organizando suas experiências e seus conhecimentos em termos de novos significados”.

A partir dos resultados do presente estudo podemos afirmar que a professora não definiu previamente as várias direções que imprimiu à conversa durante a aula. Estas decisões foram tomadas durante o diálogo, a partir de suas interpretações das idéias que eram colocadas e que ela considerava ou não relevantes para atingir aquilo que ela pretendia ensinar.

Neste sentido, consideramos a aula um momento imprevisível, pois tanto o professor como o aluno se envolvem nela de uma maneira peculiar e as diversas metas ou sub metas de cada participante são definidas na concretização das interações e do diálogo. Embora a professora possa conduzir as discussões, elas serão concretizadas também por meio da participação dos alunos. A professora pode rerepresentar questões que julga importantes e que ainda não tenham sido respondidas, visando novas elaborações pelos alunos. Novamente a professora avalia as manifestações dos alunos até considerar que eles entenderam aquilo que ela pretendia ensinar.

Apesar de, na situação estudada, a professora ter tomado as idéias prévias das alunas como ponto de partida para atingir suas metas, não consideramos que esta seja a única forma de se trabalhar em aulas de química.

O processo de elaboração da explicação analisado em nosso estudo não aconteceu de forma independente pelas alunas, ou seja, não foi suficiente colocar as alunas diante da atividade experimental e esperar que elas produzissem explicações adequadas, do ponto de vista do conhecimento escolar, sobre os fenômenos observados.

Neste sentido, nosso trabalho mostra que, além da situação experimental, o diálogo entre os alunos e o professor é muito importante para que significados sejam apresentados e ressignificados e assim as aprendizagens desejadas aconteçam. Entendemos o experimento, enquanto recurso pedagógico, como um meio e não como um fim em si mesmo. O próprio experimento pode ser re-elaborado por iniciativa dos alunos.

Oliveira (1992) quando trata das interpretações equivocadas que são feitas das idéias de Vygotsky, afirma que o autor não reduz o processo de ensino aprendizagem apenas ao ato verbal, apesar da importância que ele atribui à linguagem. A interação entre alunos e destes com a professor(a) não se dá só por meio da fala ou só por meio da atividade proposta (um experimento no caso do presente estudo), mas ambos, atividade e significação, constituem a interação e o diálogo.

O experimento, como instrumento de ação pedagógica, será tanto mais efetivo quanto mais puder criar ou potencializar situações imaginárias, que possibilitem o desenvolvimento do pensamento abstrato.

A idéia de que o experimento comprova a teoria não pode petrificar o imaginário dos alunos. O experimento deve alimentar o imaginário por meio de uma reflexão constante. Realizado em aula, o experimento envolve a negociação de significados compartilhados no conhecimento científico escolar, que dá lugar ao invisível.

Quando dialogam com a professora, os alunos não o fazem simplesmente porque precisam repetir o que é produzido no diálogo, em um exercício ou em um teste. Dialogam

porque precisam dar sentido ao que observam e, neste processo, o conhecimento científico escolar é uma ferramenta da qual os alunos se apropriam para explicar os fenômenos que observam. Isso precisa estar claro para nós professores, pois não ensinamos os alunos somente para passar em um exame, esta não pode ser a finalidade única do ensino, embora, infelizmente, esta prática tenha predominado.

Como professores pretendemos que nossos alunos usem o conhecimento científico para entenderem com mais profundidade o mundo que os rodeia e para agirem neste mundo transformando-o para melhor. Portanto, devemos ter cuidado para que informações da ciência, trazidas para a sala de aula, não se apresentem cristalizadas, mas dêem margem para sua compreensão enquanto conhecimentos historicamente construídos. É necessário que o ensino de química na escola torne as estruturas rígidas dos modelos da matéria algo provável e incerto (MORTIMER, 1998).

Nos apoiamos em Machado (1999) para afirmar que a aula de química é espaço de construção do pensamento químico e de re-elaboração de visões de mundo. E, por ser espaço de re-elaborações, deve levar em consideração a história de vida dos sujeitos que dela fazem parte.

Aulas de química são espaços de aprendizagem não somente para os alunos, mas também para o professor. Para o aluno, porque ele se apropria do conhecimento escolar e para o professor, porque ele incorpora as experiências trazidas pelos alunos e, na medida do possível, torna o que deseja ensinar significativo para os alunos. Nesse sentido, a análise microgenética pode ser um instrumento valioso para proporcionar ao professor uma reflexão sobre sua maneira de ensinar e sobre a maneira de aprender de seus alunos.

5.5 Para outros diálogos

No início deste trabalho falamos da diferença que há entre o professor organizar/ministrar aulas e o professor compreender o processo de ensino-aprendizagem, pois estas duas ações implicam o desenvolvimento de habilidades diferentes. Entretanto, acreditamos

que a conjugação destes dois tipos de habilidades seja fundamental na formação do professor de ciências e de química, em particular. Isto pode ser fomentado desde a formação inicial e destaca a importância de disciplinas como Psicologia Educacional, que podem introduzir novas concepções sobre o desenvolvimento humano e fornecer instrumentos para o professor analisar e interpretar sua prática pedagógica.

Embora consideremos que uma pesquisa seja marcada pela singularidade de cada participante e pelo contexto histórico-cultural em que é realizada, sendo, portanto, um fenômeno irrepetível, cremos que seus resultados servem a toda uma comunidade científica. Enquanto pesquisador, o professor não está interessado apenas em resolver os problemas que surgem em sua prática docente imediata. Ele formula questões cujas respostas interessam a outros professores e a outros profissionais. Neste sentido, como desdobramentos de nossa dissertação, formulamos, a seguir, algumas perguntas, que gostaríamos de investigar em futuros estudos:

- 1) que formas de apoiar ou construir andaimes para a aprendizagem se revelam nos contextos de ensino de química?
- 2) como estas formas de conduzir as atividades em salas de aula de química, podem ser usadas para promover a reflexão de professores desta disciplina em cursos de formação inicial e continuada?
- 3) como a análise microgenética pode contribuir para a formação inicial e continuada do professor de química?
- 4) em que medida a própria aula do professor pode ser tomada como meio de reflexão e melhoria de seu trabalho pedagógico? De que forma, a partir dela, o professor se vê? Que dificuldades e resistência apresenta ao fazê-lo?

Estas perguntas que formulamos tem a ver com a nossa crescente preocupação com a formação inicial e continuada do professor de química e, também, com a crescente importância que atribuímos ao diálogo nesses processos. Neste sentido, vamos recordar, para finalizar, as palavras de Freire (2002), para quem o diálogo era fundamental no exercício da profissão docente dentro da sala de aula e fora dela.

Me sinto seguro porque não há razão para me envergonhar por desconhecer algo. Testemunhar a abertura aos outros, a disponibilidade curiosa à vida, a seus desafios, são saberes necessários à prática educativa. Viver a abertura respeitosa aos outros e, de quanto em vez, de acordo com o momento, tomar a própria prática de abertura ao outro como objeto de reflexão crítica deveria fazer parte da aventura docente. **A razão ética da abertura, seu fundamento político, sua referência pedagógica; a boniteza que há nela como viabilidade do diálogo. A experiência da abertura como experiência fundante do ser inacabado que terminou por se saber inacabado.** Seria impossível saber-se inacabado e não se abrir ao mundo e aos outros à procura de explicação, de respostas às múltiplas perguntas. **O fechamento ao mundo e aos outros se torna transgressão ao impulso natural da incompletude.** O sujeito que se abre ao mundo e aos outros inaugura com seu gesto a relação dialógica em que se confirma como inquietação e curiosidade em permanente movimento na História. (Paulo Freire, 2002, p. 153-154, grifos nossos)

R

Referência bibliográfica

- ANTUNES, C. **Vygotsky, quem diria?! Em minha sala de aula**. 2ed. Petrópolis: Vozes, 2002.
- BORGES, R. M. R. Repensando o ensino de ciências. Em: MORAES R. (Org.). **Construtivismo e ensino de Ciências: reflexões epistemológicas e metodológicas**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2000, p.209-230.
- CANDELA, A. A construção discursiva de contextos argumentativos no ensino de Ciências. In: COLL, C. & EDWARDS, D. (Orgs.) **Ensino, Aprendizagem e Discurso em Sala de Aula: aproximações ao estudo do discurso educacional**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998 p. 143 – 169.
- CANIATO, R. **Com ciência na educação**. 3ed. São Paulo: Papirus, 1997.
- CARNEIRO, M. A. **A escola sem paredes**. São Paulo: Escritura Editora, 2002.
- CARVALHO, A. M. P. O papel da linguagem na gênese das explicações causais. In: MORTIMER, E. F. & SMOLKA, A. L. B. (Orgs.). **Linguagem, cultura e cognição: reflexões para o ensino e a sala de aula**. Belo Horizonte: Autêntica, 2001, p. 167 – 187.
- CHASSOT, A. I. **Catalisando transformações na educação**. 3ed. Ijuí: Ed. Unijuí, 1995.
- CISCATO, C. & BELTRAN, O. **Química**. 2 ed. São Paulo: Cortez, 1991.
- DORNELES, B. V. Uma perspectiva histórica da aprendizagem. **Revista Pátio**, n.16, p.29-33, fev/abr. 2001.
- DRIVER, R.; ASOKO, H.; LEACH, J; MORTIMER, E. & SCOTT, P. Construindo conhecimento científico na sala de aula. **Química Nova na Escola**, n.9, p. 31-40, mai.1999.
- ESPEREDIÃO, I.; NOBREGA, O. **Os metais e o homem**. 2 ed. São Paulo: Ática, 1998.
- FREITAS, M. T. A. Nos textos de Bakhtin e Vygotsky: um encontro possível. In: BRAIT, B. (Org.). **Bakhtin, dialogismo e construção do sentido**. Campinas: Editora da Unicamp, 1997, p. 311-330.
- FREITAS, M. T. A. **Vygotsky e Bakhtin: psicologia e educação um intertexto**. São Paulo: Ática, 1994.
- FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários a prática educativa**. 23ed. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

- FONTANA, R. **Mediação pedagógica na sala de aula**. 3ed. Campinas: Autores Associados, 2000.
- FONTANA, R. A. C. A elaboração conceitual: a dinâmica das interlocuções na sala de aula. Em: GÓES, M. C. R. & SMOLKA, A. L. B. (Orgs.) **A linguagem e o outro no espaço escolar: Vygotsky e a construção do conhecimento**. 2ed. São Paulo: Papirus, 1993, p. 121-151.
- GÓES, M. C. R. (a). A natureza social do desenvolvimento psicológico. **Cadernos Cedes**, Campinas, XX, n.24, p. 21-29, jul. 2000.
- GÓES, M. C. R. (b). A abordagem microgenética na matriz histórico-cultural. **Cadernos Cedes**, XX, n.50, p.9-25, abr. 2000.
- GÓMEZ, A. I. P. A aprendizagem escolar: da didática operatória a reconstrução da cultura na sala de aula. Em: SACRISTÁN, J. G.; GÓMEZ, A. I. P. (Orgs.) **Compreender e transformar o ensino**. 4ed. São Paulo: ArtMed, 1998, p. 53-65.
- HESS, Sônia. **Experimentos de Química com materiais domésticos**. São Paulo: Moderna, 1997.
- HODSON, D. Uma visão crítica em relação ao trabalho prático nas aulas de ciências. **School Science Review**, v. 71, n. 256. (Tradução e adaptação: Andréa Horta Machado). Em: www.ufpa.br/eduquim. Acessado em 03/09/2002
- KOSMINSKY, L. & GIORDAN, M. Visões de ciências e sobre cientistas entre estudantes do ensino médio. **Química Nova na Escola**, n.15, p.11-18, mai. 2002.
- LASZLO, P. **A palavra das coisas ou a linguagem da química**. Lisboa: Gradiva, 1995.
- LARA, T. A. **A escola que não tive... O professor que não fui**. São Paulo: Cortez, 1996.
- LIMA, M. **Aprender ciências um mundo de materiais**. Belo Horizonte: Ed. UFMG, 1999.
- LIMA, M. **A importância da ludicidade na vida do sujeito humano** [online]. Em: <http://www.educacaoonline.pro.br/art>. Acessado em 28/03/2004.
- LOPES, A. R. C. Reflexões sobre a epistemologia da disciplina escolar Ciências. **Educação em Foco**, v.5, n.1, p.55-63, mar/set. 2000.
- MACHADO, A. H. **Aula de Química: discurso e conhecimento**. Ijuí: Ed. Unijuí, 1999.
- MACHADO, A. H.; MOURA, A. L. A. Concepções sobre o papel da linguagem no processo de elaboração conceitual em química. **Química nova na escola**. São Paulo, n 2, p. 27-30, nov. 1995.
- MACHADO, A. H. **Equilíbrio químico: concepções e distorções no ensino e na aprendizagem**. São Paulo: Unicamp/FAE, 1992. [Dissertação de Mestrado]

- MACHADO, A. H. & MORTIMER, E. F. Elaboração de conflitos e anomalias na sala de aula. In: MORTIMER, E. F. & SMOLKA, A. L. B. (Orgs.). **Linguagem, cultura e cognição: reflexões para o ensino e a sala de aula**. Belo Horizonte: Autêntica, 2001, p. 107 – 138.
- MALDANER, O. A. **Química 1: construção de conceitos fundamentais**. 2ed. Ijuí: Ed. Unijuí, 1995.
- MATTHEWS, M. Construtivismo e o ensino de ciências: uma avaliação. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**. v.17, n.3, p.270-294, dez. 2000.
- MARTINS, I. Explicações, representações visuais e retórica na sala de aula de ciências. In: MORTIMER, E. F. & SMOLKA, A. L. B. (Orgs.). **Linguagem, cultura e cognição: reflexões para o ensino e a sala de aula**. Belo Horizonte: Autêntica, 2001, p. 139 – 150.
- MEIRA, L. As bases semióticas e temporais da ZDP na sala de aula. In: **II Encontro Internacional Linguagem, Cultura e Cognição: reflexões para o ensino**, 2003, Belo Horizonte. Anais. Campinas: Gráfica FE, 2003. CD-ROM.
- MERCER, N. As perspectivas socioculturais e o estudo do discurso em sala de aula. Em: COLL C.; EDWARDS D. (Orgs.). **Ensino, Aprendizagem e Discurso em Sala de Aula: aproximações ao estudo do discurso educacional**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998, p. 13 – 28.
- MORTIMER, E. F. Sobre chamas e cristais: a linguagem cotidiana, a linguagem científica e o ensino de ciências. In: CHASSOT, A. & OLIVEIRA, R. J. (Orgs.). **Ciência, ética e cultura na educação**. São Leopoldo: Ed. Unisinos, 1998, p. 99-118.
- MORTIMER, E. F. & SCOTT, P. Atividade Discursiva nas Salas de Aula de Ciências: Uma ferramenta sociocultural para analisar e planejar o ensino. Porto Alegre: Investigações no Ensino de Ciências, 2002, v.7, n.3. Disponível em <http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/revista>. Acesso em: mar. 2003.
- MORTIMER, E. F. Microgenetic analysis and the dynamic of explanations in science classroom. Campinas: III Conferência de Pesquisa Sociocultural, 2000. Disponível em <http://www.fae.unicamp.br/br2000/>. Acesso: mar. 2000.
- MUNIZ, C. R. O signo lingüístico em Bakhtin. **Educação em debate**, 21, v.1,n.39, p.70-76, 2000.
- NEGRINE, A. Simbolismo e jogo. Em: SANTOS, S. M. P. **Brinquedoteca: o lúdico em diferentes contextos**. 8ed. Petrópolis: Vozes, 1997, p. 44-54.
- OLIVEIRA, M. K. O pensamento de Vygotsky como fonte de reflexão sobre a educação. **Cadernos Cedes**, XX, n.35, p.11-18, jul. 2000.
- OLIVEIRA, M. K. **Vygotsky: aprendizado e desenvolvimento um processo sócio-histórico**. São Paulo: Scipione, 1997.

OLIVEIRA, R. J. (a). Ciência e divulgação: metas e mitos. **Cadernos de Pesquisa**, n.83, p.58-63, nov. 1992.

OLIVERIA, M. K. (b). Vygotsky: alguns equívocos na interpretação de seu pensamento. **Cadernos de Pesquisa**, n.81, p.67-74, mai. 1992.

ONRUBIA, J. Ensinar: criar zonas de desenvolvimento proximal e nelas intervir. In: COLL, C.; MARTIN, E.; MAURI, T. et al. (Orgs.) **O construtivismo na sala de aula**. 5ed. São Paulo: Ática, 1998, p. 123-151.

PALANGANA, I. C. A função da linguagem na formação da consciência: reflexões. **Cadernos Cedes**, XX, n.35, p.19-35, jul. 2000.

PARENTE, A. G. L.; DIAS, J. L. & ALVES, J. M. Mudança de estado físico e reação química: a construção das explicações causais nas interações em sala de aula. In: **II Encontro Internacional Linguagem, Cultura e Cognição: reflexões para o ensino**, 2003, Belo Horizonte. Anais. Campinas: Gráfica FE, 2003. CD-ROM.

PINO, A. A psicologia concreta de Vygotsky: Implicações para a educação. Em: MAHONEY, A. A.; PLACCO, M. N. S. (Orgs.). **Psicologia e Educação: revendo contribuições**. São Paulo: Educ, 2002, p. 33-61.

PINO, A. O conceito de mediação semiótica em Vygotsky e seu papel na explicação do psiquismo humano. **Cadernos Cedes**, XX, n.24, p. 38-51, jul. 2000.

PINO, A. As categorias de público e privado na análise do processo de internalização. **Educação & Sociedade**, Campinas, n.42, p.315-127, ago. 92.

REGO, T. C. **Vygotsky: uma perspectiva histórico-cultural da educação**. 13ed. Petrópolis: Vozes, 2002.

REGO, T. C. A origem da singularidade humana na visão dos educadores. **Cadernos Cedes**, XX, n.35, p.96-113, jul. 2000.

ROMANELLI, L.; JUSTI, R. **Aprendendo química**. Ijuí. Ed. Unijuí, 1997.

ROMANELLI, L. I. O papel mediador do professor no processo de ensino aprendizagem do conceito átomo. **Química Nova na Escola**, n.3, p.27-31, mai.1996.

ROSITO, B. A. O ensino de ciências e a experimentação. Em: MORAES R. (Org.). **Construtivismo e ensino de Ciências: reflexões epistemológicas e metodológicas**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2000, p. 195-208.

SALVADOR, C. C. **Ação, interação e construção do conhecimento em situações educativas**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1994.

SANTOS, W. L. P. & SCHNETZLER, R. P. **Educação em química: compromisso com a cidadania**. 2ed. Ijuí: Ed. Unijuí, 2000.

- SANTOS, W. L. P. & SCHNETZLER, R. P. Função Social: o que significa o ensino de química para forma o cidadão? **Química Nova na Escola**, n.4, p. 28-34, nov.1996.
- SANTOS, F. M. T. & MORTIMER, E. F. Estratégias e táticas de resistência nos primeiros dias de aula de química. **Química Nova na Escola**, n.10, p. 38-42, nov. 1999.
- SANTOS, W & MORTIMER, E. F. Aspectos sócio-científicos em sala de aulas de química e interações em sala de aula. In: **II Encontro Internacional Linguagem, Cultura e Cognição: reflexões para o ensino**, 2003, Belo Horizonte. Anais. Campinas: Gráfica FE, 2003. CD-ROM.
- SCHNETZLER, R. P. A pesquisa em ensino de química no Brasil: conquistas e perspectivas. **Química Nova**, v.25, p. 14-24, 2002.
- SILVA, L. H. A.; ZANON, L. B. A experimentação no ensino de ciências. Em: ARAGÃO, R. M. R.; SCHNETZLER, R. P. (Orgs.). **Ensino de Ciências: fundamentos e abordagem**. Campinas: R. Vieira Gráfica e Editora Ltda, 2000. p. 120-153.
- SIQUEIRA, M. J. T. & NUERNBERG, A. H. Linguagem. Em: STREY, M. N.; JACQUES, M. G. C. ... (Orgs.). **Psicologia social contemporânea**. 6ed. Petrópolis: Vozes, 1998, p. 118-132.
- SMOLKA, A. L. B. **A criança na fase inicial da escrita: a alfabetização como processo discursivo**. 11ed. São Paulo: Cortez, 2003.
- SMOLKA, A. L. B. Conhecimento e produção de sentidos na escola: a linguagem em foco. **Cadernos Cedes**, XX, n.35, p.50-61, jul. 2000
- SMOLKA, A. L. B. Internalização: seu significado na dinâmica dialógica. **Educação & Sociedade**, Campinas, n.42, p.328-335, ago. 1992
- TUNES, E. Os conceitos científicos e o desenvolvimento do pensamento verbal. **Cadernos Cedes**, XX, n.35, p.36-49, jul. 2000.
- VEER, R. & VALSINER, J. **Vygotsky: uma síntese**. 4ed. São Paulo: Edições Loyola, 1996.
- VYGOTSKY, L. S (a). **A Formação Social da Mente**. 6ed. São Paulo: Martins Fonte, 1998.
- VYGOTSKY, L. S (b). **Pensamento e linguagem**. 2ed. São Paulo: Martins Fonte, 1998.
- WERTSCH, J. V. **Vygotsky y la formacion social de la mente**. Barcelona: Piados, 1988.
- 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, 1995, p. 121-150.

*A*_{nexos}

Anexo1: Artigo.

MUDANÇA DE ESTADO FÍSICO E REAÇÃO QUÍMICA: A CONSTRUÇÃO DAS EXPLICAÇÕES CAUSAIS NAS INTERAÇÕES EM SALA DE AULA

Andrela Garibaldi L. Parente, *Mestranda do Programa de Pós Graduação em Educação em Ciências e Matemática, UFPA.* andrelagaribaldi@yahoo.com.br

Josete Leal Dias, *Mestranda do Programa de Pós Graduação em Educação em Ciências e Matemática, UFPA.*

José Moysés Alves, *Departamento de Psicologia Experimental, UFPA.*

Palavras chaves: ensino de química – práticas discursivas - construção de explicações causais

INTRODUÇÃO

As pesquisas que analisam a construção de conhecimentos nas interações sociais em sala de aula, a partir de um enfoque histórico-cultural, concebem o processo de ensino/aprendizagem como um processo de negociação de significados (ex. Mortimer e Scott, 2002). Este processo envolve a apropriação das formas de uso das ferramentas técnicas e semióticas disponíveis no acervo cultural de uma comunidade científica.

O aluno se apropria de tais ferramentas interagindo com professores e colegas, bem como com outros membros da cultura e recursos que veiculam conhecimentos científicos. Estas

interações ocorrem por intermédio de signos, especialmente a linguagem. Ganham destaque, nesta perspectiva, as interações semioticamente mediadas que acontecem em sala de aula.

Segundo Mercer (1998) é importante estudar o discurso em sala de aula porque a linguagem é o principal meio de comunicação. Porque é através da linguagem que representamos, para nós mesmos, nossos próprios pensamentos e nos beneficiamos das experiências de nossos antepassados. Porque o discurso, além de representar o pensamento na linguagem é uma maneira social de pensar. Para o autor, “a educação em sala de aula é um processo discursivo sócio-histórico no qual os resultados, do ponto de vista da aprendizagem, são determinados conjuntamente por professores e alunos” (p. 14). Neste sentido, “tornar-se educado significa tornar-se capaz de compreender e participar das práticas da linguagem na escola” (p. 14)

Há uma tendência de aumento do número de pesquisas nacionais sobre o discurso em sala de aula, mas ainda são poucas as investigações que analisam as práticas discursivas em aulas de ciências (Mortimer e Scott, 2002) e, especificamente, em aulas de química (Schnetzler, 2002).

O presente trabalho buscou contribuir nesse sentido, analisando a construção de explicações nas interações entre professora e alunos em uma aula de química.

Carvalho (2001) considera que mesmo alunos das séries iniciais do ensino fundamental são capazes de ir além da observação e da descrição dos fenômenos. Argumenta que é necessário planejar o ensino para a reflexão e busca de explicações.

A aula analisada no presente estudo foi realizada em uma turma da primeira série do ensino médio e o conteúdo abordado foi mudança de estado físico e reação química.

Freqüentemente os conceitos de química são ensinados sem que os alunos tenham a oportunidade de vivenciar fenômenos aos quais tais conceitos se referem. Além disso, os alunos, geralmente, não têm oportunidades de construir conjuntamente explicações para os fenômenos. Estes aspectos estão presentes na aula analisada no presente estudo. Além disso, nessa aula a turma foi dividida em grupos, na expectativa de aumentar a emergência de explicações alternativas por parte dos alunos. Nisto diferencia-se de outros estudos da área em que a análise focaliza, geralmente, a discussão do professor com a turma toda.

Utilizamos a análise microgenética, freqüentemente empregada nas pesquisas com o referencial histórico-cultural. A análise microgenética consiste num exame detalhado dos diálogos, buscando-se as transições genéticas do plano interpsicológico para o plano intrapsicológico, num processo de curta duração (Wertsch, 1988). Góes (2000) argumenta que a

análise é micro por estar orientada para as minúcias indiciais e genética por incluir a dimensão histórica e sociogenética do processo. A autora enfatiza a dimensão semiótica e o funcionamento discursivo. Mortimer (2000) considera importante na análise microgenética das explicações em sala de aula, levar em conta as transições entre os níveis nos quais uma explicação é construída nos fragmentos do discurso em sala de aula.

A transição entre os planos interpsicológico e intrapsicológico também é captada pelo conceito de zona de desenvolvimento proximal, um conceito importante na teoria vygotskyana, talvez um de seus conceitos mais conhecidos e influentes, apesar de não ter sido definido de uma forma única por Vygotsky nem por seus seguidores (Góes, 2001; Rojo, 2001).

Coll e Onrubia (1998) chamam a atenção para a importância do conteúdo na análise do discurso educacional. Também para a necessidade de identificar os dispositivos e mecanismos através dos quais o professor e os alunos usam a fala para apresentar e reapresentar uns aos outros os conteúdos que são objeto de ensino e aprendizagem. Candela (1998) também considera importante o conteúdo na delimitação das seqüências discursivas específicas, que implicam uma relação específica dos alunos com o conteúdo.

A análise da construção das explicações no presente estudo foi inspirada no trabalho de Mortimer e Scott (2002). Eles propuseram uma ferramenta para analisar as interações e a produção de significados em salas de aula de ciências. Os aspectos da análise envolvem os focos de ensino (compreendendo as intenções do professor e o conteúdo); a abordagem comunicativa e as ações (compreendendo os padrões de interação e as intervenções do professor).

As intenções do professor envolvem, segundo os autores, criar um problema; explorar a visão dos estudantes; introduzir e desenvolver a ‘história científica’; guiar os estudantes no trabalho com as idéias científicas e dar suporte ao processo de internalização; guiar os estudantes na aplicação das idéias científicas e na expansão de seu uso, transferindo progressivamente para eles o controle e responsabilidade por esse uso, além de manter a narrativa, sustentando o desenvolvimento da história científica.

Os conteúdos relacionados à ‘história científica’, segundo Mortimer (2000) e Mortimer e Scott (2002), podem ser diferenciados em descrição, explicação e generalização. Uma descrição “envolve enunciados que se referem a um sistema, objeto ou fenômeno, em termos de seus constituintes ou dos deslocamentos espaço-temporais desses constituintes”. Uma explicação “envolve importar algum modelo teórico ou mecanismo para se referir a um fenômeno ou sistema

específico”. Uma generalização “envolve elaborar descrições ou explicações que são independentes de um contexto específico”. Adicionalmente, os autores, consideram que as descrições, explicações e generalizações podem ser caracterizadas como empíricas “quando se utilizam de referentes (constituintes ou propriedades de um sistema ou objeto) diretamente observáveis” ou teóricas quando “utilizam referentes não diretamente observáveis, mas que são criados por meio do discurso teórico das ciências”.

A abordagem comunicativa implica no como o professor trabalha as intenções e o conteúdo de ensino por meio das diferentes intervenções pedagógicas que resultam em diferentes padrões de interação. Os autores identificam quatro classes de abordagem interativa. Na abordagem interativa dialógica “o professor considera o que o estudante tem a dizer do ponto de vista do próprio estudante; mais de uma ‘voz’ é considerada e há uma inter-animação de idéias” Na abordagem comunicativa de autoridade “o professor considera o que o estudante tem a dizer apenas do ponto de vista do discurso científico escolar que está sendo construído”. As abordagens interativas caracterizam-se pela participação de mais de uma pessoa. As abordagens não interativa dialógica e não interativa de autoridade caracterizam-se pela participação de apenas uma pessoa. Diferem pelo fato de considerarem mais de uma voz (dialógica) ou apenas uma (de autoridade).

Os padrões de interação, segundo os autores, “emergem na medida em que professor e alunos alternam turnos de fala na sala de aula”. O mais comum é a tríade I-R-A (Iniciação do professor, Resposta do aluno e Avaliação do professor), mas também podem acontecer padrões I-R-P-R-P ou I-R-F-R-F onde, P “significa uma ação discursiva de permitir o prosseguimento da fala do aluno” e F “um *feedback* para que o aluno elabore um pouco mais a sua fala”

As intervenções do professor podem ser, segundo os autores, no sentido de dar forma aos significados (foco: explorar as idéias dos estudantes; o professor: introduz um termo novo; parafraseia uma resposta do estudante; mostra a diferença entre dois significados); selecionar significados (foco: trabalhar os significados no desenvolvimento da história científica; o professor: considera a resposta do estudante na sua fala ou ignora a resposta de um estudante); marcar significados chaves (o professor: repete um enunciado; pede ao estudante que repita um enunciado, estabelece uma seqüência I-R-A com um estudante para confirmar uma idéia, usa um tom de voz particular para realçar certas partes do enunciado); compartilhar significados (foco: tornar os significados disponíveis para todos os estudantes da classe; o professor: repete a idéia

de um estudante para toda a classe, compartilha resultados dos diferentes grupos com toda a classe, pede aos estudantes que organizem suas idéias ou dados de experimento para relatarem para toda a classe) e checar o entendimento dos estudantes (foco: verificar que significados os estudantes estão atribuindo em situações específicas; o professor: pede a um estudante que explique melhor sua idéia, solicita aos estudantes que escrevam suas explicações, verifica se há consenso da classe sobre determinados significados).

MÉTODO

Sujeitos:

Participaram da pesquisa uma professora e sua turma de 21 alunos, com idades variando entre 14 a 16 anos, do primeiro ano do ensino médio de uma escola pública de Belém. Os alunos já tinham tido aulas sobre o conteúdo em pauta no ano letivo anterior. A professora, licenciada em química pela UFPA, tinha quatro anos de experiência de magistério. Também participou como aluna e depois como professora do Clube de Ciências do Núcleo de Pedagógico de Apoio ao Desenvolvimento da UFPA. A professora cursa atualmente o mestrado no Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática da UFPA e é a primeira autora do presente estudo.

A situação observada:

A turma foi dividida em quatro grupos, dois grupos observaram uma experiência de mudança de estado físico e os outros dois uma reação química. A experiência com mudança de estado físico consistiu em duas condições. A primeira em que um tubo de ensaio vazio era aquecido e a bexiga presa em sua abertura enchia um pouquinho. O segundo tubo de ensaio continha água e, quando aquecido a bexiga enchia bastante. A experiência com reação química consistia em cinco condições: 1) apenas açúcar, 2) açúcar e água, 3) açúcar e fermento, 4) açúcar, água e fermento e 5) água e açúcar e fermento em maior quantidade que em 4). Estas substâncias eram colocadas em cinco tubos de ensaio e bexigas eram acopladas em suas aberturas. Apenas nas condições 4) e 5) a bexiga enchia. Cada grupo discutiu com a professora o que estava acontecendo e o porquê, e se o fenômeno se tratava de uma mudança física ou química. Em uma

outra aula, cada grupo apresentou suas experiências para os demais e foi feita uma discussão com a turma toda.

Procedimento de análise:

As discussões foram gravadas em áudio e depois transcritas integralmente. Analisaram-se, separadamente, as discussões ocorridas em cada um dos grupos e da turma toda. Os diálogos da professora com os alunos de cada grupo foram divididos em seqüências, levando-se em conta as intenções da professora e o conteúdo discutido. Em cada seqüência analisamos as intenções, os conteúdos, os padrões de interação, as intervenções do professor e a abordagem comunicativa geral, conforme as categorias propostas por Mortimer e Scott (2002). No presente estudo são analisadas apenas as seqüências contendo explicações causais que emergiram nas discussões de cada grupo.

RESULTADOS

A seguir são transcritas e analisadas as seqüências em que foram construídas explicações causais nas interações, em cada grupo.

Os grupos que discutiram sobre a mudança de estado físico

Grupo 1

Na seqüência transcrita a seguir (turnos 18 a 27) a intenção da professora, que se pode inferir da sua fala nos turnos 18 e 20, era que os alunos descrevessem e explicassem a situação observada. Os alunos fizeram isso de forma aceitável e usando terminologia adequada. A construção da explicação foi feita de forma complementar por quatro alunos do grupo (A₁, A₅, A₄ e A₆) e apoiou-se em seus conhecimentos prévios. Além de relacionarem o fato de o balão encher com a evaporação da água, demonstraram que entenderam o fenômeno como uma mudança do estado líquido para o gasoso e deste para o líquido. A intervenção da professora foi apenas no sentido de dar prosseguimento à fala dos alunos (turno 22). A abordagem comunicativa foi interativa dialógica.

(18) P: E, na segunda situação? Na segunda situação o que era que nós tínhamos?

(19) A₁: Na segunda situação nós tínhamos o tubo de ensaio, o balão, só que, um pouco de água dentro do tubo.

(20) P: E aí? O que foi que vocês observaram quando vocês levaram o tubo de ensaio para próximo da lamparina?

(21) A₅: A água começou a ferver.

(22) P: E aí?

(23) A₅: E aí começou a evaporar.

(24) A₄: Começou a evaporar e...e... o balão começou é... a encher. E, quando mais essa água ia evaporando mais o balão enchia. E, depois de algum tempo, é no caso, é... observamos que...

(25) A₁: (inaudível)

(26) A₄: Depois ela retornou.

(27) A₆: Depois que terminou a água. Assim que passou para o estado gasoso, o balão foi...foi... aumentando, e a água foi voltando, do estado gasoso para o líquido, normalmente.

Grupo 2

Na sequência que vai do turno 22 ao turno 39, transcrita a seguir, nota-se que a intenção da professora, inferida da sua fala no turno 22, era que os alunos descrevessem o fenômeno observado. Ao descreverem, os alunos, especialmente A₅, explicaram e nomearam o fenômeno de forma alternativa. Eles entenderam que o oxigênio está presente na água (turno 23), que no ato que a água esquentada se transforma em ar (turno 30) e que esse processo denomina-se fusão (turno 32). A professora interveio checando o entendimento dos alunos (turnos 24, 26, 31, 33, 35 e 37), dando prosseguimento ao diálogo. A abordagem comunicativa foi interativa dialógica, pois a professora procurou entender o ponto de vista dos alunos.

(22) P: E na segunda situação?

(23) A₅: Na segunda situação, já dentro do tubo de ensaio, não tinha mais só ar, tinha água também, sendo que, a composição da água é H₂O que tem oxigênio também.

- (24) P: Tem oxigênio? Tem oxigênio? Mas eu pergunto pra ti, esse oxigênio que tá na água, é gás oxigênio?
- (25) A₅: Não. Ele se mistura.
- (26) P: É o gás oxigênio?
- (27) A₅: Não.
- (28) P: Não.
- (29) A₁: Acho que o gás oxigênio é a partir de quando ele se transforma...
- (30) A₅: Não, no ato em que ele esquenta ele se transforma em ar.
- (31) P: Quer dizer que no momento em que a gente aquece a água ele se transforma em ar.
- (32) A₅: É uma fusão, né!
- (33) P: É uma fusão?
- (34) A₆: Uma condensação?
- (35) P: O que é fusão?
- (36) A₅: Não, não tem nada a ver. (risos)
- (37) P: O que é fusão?
- (38) A₅: Ai, meu Deus!
- (39) A₆: Fusão, condensação!!!

Em seguida, na seqüência dos turnos 40 a 52, transcrita a seguir, a intenção da professora era fazer com que os alunos entendessem que quando a água é aquecida se transforma em vapor e não em ar. Ela perguntou o que os alunos observavam em uma situação concreta semelhante, quando se coloca a mão em cima de uma panela com água fervendo (turno 40). A₅ afirmou que a água evapora (turno 41); A₆ afirmou que se forma um gás (turno 46), mas acabou aceitando que o que se forma é vapor (turno 51). A professora interveio selecionando significados (turnos 40, 42, 45, 48, 50 e 52), avaliando as respostas dos alunos (a repetição da pergunta pode ter a função de avaliar negativamente a resposta do aluno, conforme argumenta Edwards e Mercer, 1994). A abordagem comunicativa foi interativa de autoridade, pois a professora interveio no sentido de propiciar a construção da explicação na perspectiva do conhecimento científico.

- (40) P: Ela se transforma em oxigênio? Em ar? Quando a gente aquece a água ela vai se transformar em ar? Se você leva, por exemplo, leva a sua mão para cima de uma panela que está com água fervendo o que você observa?

- (41) A₅: Que a água evapora. Quando ela entra em contato com alguma coisa sólida...ela...ela faz outra transformação e se torna líquida de novo.
- (42) P: Então, eu posso dizer que no momento em que a água está fervendo, aqui tá havendo a formação de ar, de oxigênio?
- (43) A₅: Não.
- (44) A₁, A₂, A₄: Não.
- (45) P: Não. Tá havendo a formação do quê?
- (46) A₆: De um gás
- (47) A₄: é por isso que... (inaudível)
- (48) P: De um gás?
- (49) A₂: Não. Acho que não!
- (50) P: Você falou... (direcionando para A₆)
- (51) A₆: De vapor...
- (52) P: da água.

A explicação de que ao aquecer a água, ela se transforma em vapor, sobe e enche o balão foi construída na seqüência transcrita a seguir (turnos 53 a 59). A intenção da professora era que os alunos construíssem, essa explicação. Inicialmente ela pediu que eles descrevessem (turno 53), mas em seguida, pediu, explicitamente, que eles explicassem por que o balão enchia mais na situação em foco (turno 55). A₁ construiu a referida explicação (turnos 56 e 58), ajudado pela professora (turno 57). A intervenção da professora foi no sentido de rever o progresso da história científica (turno 53 e 55) e dar forma ao significado (turno 57), solicitando prosseguimento do diálogo. A abordagem comunicativa foi interativa dialógica.

- (53) P: Na segunda, a gente tem... O que a gente observa com o balão quando começou a aquecer a água?
- (54) A₅: Que o balão cresce mais.
- (55) P: O balão cresce mais. Mas, por que o balão cresce mais?
- (56) A₁: Por que o vapor... o vapor, quando a água se transforma em vapor, começa a subir...
- (57) P: o balão.
- (58) A₁: Ele começa a encher por causa do vapor que sobe.
- (59) P: Concordam? (gestos de aprovação)

Os grupos que discutiram sobre a mudança química

Grupo 3

Na seqüência transcrita a seguir (turnos 71 a 82) nota-se que a intenção da professora era levar os alunos a descreverem e explicarem a situação observada (turno 71). Os alunos formularam uma explicação empírica: a água, o açúcar e o fermento levam à criação de espuma, que faz encher o balão (turnos 72, 74, 76, 78, 80 e 81). A intervenção da professora foi no sentido de rever a história científica e marcar significados (turnos, 73, 75, 77 e 79), solicitando prosseguimento do diálogo. A abordagem comunicativa foi interativa dialógica.

(71) P: três elementos. Como é que agente explica essa situação? Nós partimos de quê?

(72) A₁: da água, do fermento.

(73) P: fermento.

(74) A₁: açúcar.

(75) P: açúcar.

(76) A₁: e água.

(77) P: e água. Após um determinado momento o que nós observamos?

(78) A₁: A criação de espuma.

(79) P: a criação dessas espumas, aqui?

(80) A₁, A₅: foi.

(81) A₅: que fez encher o balão.

(82) P: Que fez encher o balão. Quando começa a formar essas espumas... Isso quer dizer que aqui está ocorrendo...O quê?

Em seguida, na seqüência dos turnos 82 a 94, transcrita a seguir, a intenção da professora foi levar os alunos a formularem uma explicação teórica (turno 82). Os alunos formularam essa explicação quando entenderam que a espuma evidenciava a produção de um gás (turno 83) ou de uma reação química (turno 84), onde se observa uma modificação (turno 88) do quadro inicial (turno 90). A intervenção da professora foi no sentido de marcar (turnos 85, 87, 89, 93) e dar

forma ao significado (turno 91), solicitando prosseguimento e, às vezes, avaliando (turno 91 e 93) as respostas dos alunos. A abordagem comunicativa foi interativa de autoridade.

(82) P: Que fez encher o balão. Quando começa a formar essas espumas... Isso quer dizer que aqui está ocorrendo...O quê?

(83) A₅: formação de gases

(84) A₁: Uma reação química.

(85) P: Uma reação química? Sim ou não?

(86) A₁, A₅: Sim.

(87) P: Uma reação química. Eu to observando o quê? Uma...

(88) A₁: modificação

(89) P: Uma modificação.

(90) A₁: do quadro inicial.

(91) P: do quadro inicial. Correto! Modificação do quadro inicial. Que faz com que o balão encha. Então, nesse caso, eu tenho a produção de quê?

(92) A₃, A₅, A₁: de gás

(93) P: de gás. Produção de gás. Isso quer dizer que está ocorrendo...

(94) A₁: Reação química.

Em seguida, na seqüência dos turnos 95 a 98, transcrita a seguir, a intenção da professora era fazer com que os alunos generalizassem que toda vez que ocorre a produção de um gás, ocorre uma reação química. Foi ela quem produziu essa generalização e os alunos parecem ter acompanhado o seu raciocínio. A intervenção da professora foi no sentido de compartilhar significado. Ela fez uma afirmação e depois perguntou aos alunos e avaliou a resposta deles. A abordagem foi interativa de autoridade.

(95) P: Reação química. Então, eu posso dizer que uma reação química ela pode ser evidenciada pela produção de gás?

(96) A₁: Pode.

(97) P: Toda vez que tiver produzindo gás, posso dizer que está ocorrendo...

(98) A₁, A₅: Uma reação química!

Grupo 4

No início do diálogo com o Grupo 4, a professora pediu que os alunos descrevessem o que eles observaram e eles fizeram isso. Para cada uma das situações observadas, a professora perguntou se ocorreu uma modificação e os alunos afirmaram que isso ocorreu na situação em que colocaram água, açúcar e fermento.

A seqüência transcrita a seguir (turnos 16 a 22) iniciou com a professora pedindo que os alunos justificassem por que aconteceu uma modificação quando eles colocaram água, açúcar e fermento no tubo de ensaio. Sua intenção era que eles explicassem o fenômeno observado. A₃ explicou que o fermento provoca uma espuminha que empurra o ar para o balão (turno 16). A professora checkou o entendimento do aluno (turno 17) e ele reafirmou sua explicação (turno 18). A professora checkou novamente o entendimento dos alunos, perguntando o que estava se desprendendo da espuma (turnos 19 e 20). A₂ afirmou que o que se desprendia era o fermento (turno 21). Até aqui, a professora interveio checkando o entendimento dos alunos e pedindo prosseguimento ao diálogo. A abordagem comunicativa é interativo dialógica, pois ela está interessada em entender como os alunos pensam/explicam a situação.

(16) P: O que leva vocês a dizerem que houve modificação?

(17) A₃: O fermento pode estar influenciando nisso, né? Porque aqui no outro a gente pode observar que se tivesse fermento ia acontecer a mesma coisa que aconteceu no terceiro, né, que o fermento provoca...um... mais ou menos assim... uma espuminha, junto com a água que vai... que essa espuminha vai...como se fosse empurrar o ar pro balão e, fizesse ele encher. Isso aí...como não tem fermento no recipiente... no segundo...aí...não encheu, né.

(18) P: Olha o que você tá falando pra mim. Que no caso essa espuma, o que ela esta expulsando é o ar.

(19) A₃: Que tá expulsando o ar...

(20) P: O que simboliza no caso? Quando começou aqui a fazer essa espuma, isso quer dizer que está havendo o quê? Um desprendimento de quê?... É de ar que está havendo desprendimento aqui? Quando começou a borbulhar? O quê que está desprendendo aqui?

(21) A₂: É o fermento.

(22) P: É o fermento?

Em seguida, a intenção da professora foi fazer com que os alunos entendessem que o que se desprendia da espuma que eles observavam era um gás e não o ar. Ela perguntou o que eles observavam em uma situação concreta semelhante, quando se coloca um sonrisal em um copo de água. Mas os alunos continuaram pensando que as borbulhas, as bolinhas que se formam, era como se estivessem evaporando, que é o oxigênio, o ar que estava se desprendendo. A professora desistiu de tentar fazer com que os alunos concluíssem que se tratava de uma reação química, já que houve a produção de um gás e trabalhou um outro exemplo, o da feitura de um bolo, para que eles concluíssem que se tratava de uma reação química, pois depois de ocorrida a transformação não se pode ter de volta os ingredientes. Os alunos concordaram que depois de feito o bolo não se pode ter de volta os ingredientes iniciais. Então ela retoma a situação observada.

Na seqüência transcrita a seguir (turnos 48 a 66) a intenção da professora foi fazer com que os alunos explicassem o fenômeno observado como uma transformação, uma reação química, que implica a formação de um gás. Fazendo analogia com o exemplo de fazer um bolo, ela perguntou para os alunos se podia ter de volta o açúcar, o fermento e a água (turnos 48, 50 e 52) e perguntou sobre o produto da reação. Os alunos concordaram que não podiam ter os elementos de volta e A₃, completando a fala da professora (turnos 52 e 53) afirmou que novos elementos se formaram e que ocorreu uma transformação. A professora chamou atenção para as bolinhas que se formaram no processo e perguntou o que elas eram (turnos 54 e 56) e A₂ afirmou que elas eram gás (turno 57). Esse significado foi bem marcado pela professora e os alunos nos turnos seguintes (turnos 58 a 63). Em seguida (turno 64) a professora perguntou o que o gás estava fazendo com o balão e os alunos, então, afirmaram que (o gás) encheu o balão (turno 65) e a professora completou dizendo que, como o gás não tinha para onde escapar, ia encher o balão. Nota-se que a explicação é construída com bastante ajuda da professora, lembrando a metáfora dos andaimes (Costa, 1998). Ela interveio revendo a história científica e marcando significados, solicitando prosseguimento do diálogo e avaliando as respostas dos alunos. A abordagem comunicativa foi interativa de autoridade, em alguns turnos a professora deixou, em sua fala, espaço para os alunos completarem os significados pretendidos (turnos 52, 54 e 64).

(48) P: ... o que que a gente fez aqui nesta situação? A gente tinha açúcar, tinha fermento, a gente tinha água. Há possibilidade de ter a quantidade de açúcar que a gente tinha antes?

(49) A₁, A₂, A₅: Não.

- (50) P: Há possibilidade de ter o fermento?
- (51) A₂: Não.
- (52) P: Há possibilidade de ter só a água? O que a gente tem agora, aqui? Um novo... o quê?
- (53) A₃: Formação de novos elementos... transformação?
- (54) Transformação. Transformação. Só que essa transformação o que que a gente ta observando? A formação dessas...
- (55) A₃: Dessas bolinhas.
- (56) P: Mas, o que são essas bolinhas?
- (57) A₂: gás
- (58) P: Há o desprendimento de quê?
- (59) A₂: De gás.
- (60) P: Nesse caso aqui, simboliza que essas bolinhas aqui é o quê?
- (61) A₄: (em voz baixa): É o gás.
- (62) A₅, A₃: É o gás que ta sendo formado.
- (63) A₅: Desprendido.
- (64) P: Que tá sendo formado. E, nesse caso, o quê que ele está fazendo com o balão?
- (65) A₅: tá enchendo o balão.

Em seguida, a professora pediu que os alunos cheirassem a substância resultante da reação e, conversando com ela, eles acabaram concluindo que se formou álcool e também um gás. Mas, apesar de compreenderem que houve uma transformação/modificação, eles apresentaram dificuldades de nomear o que observaram como uma reação química. Eles nomearam como “evaporação”, como “experiência”, como “processo de neutralização”. Só depois de a professora lembrar a definição de reação química, estudada em aulas anteriores, e insistir bastante, os alunos conseguiram nomear o processo como uma reação química.

DISCUSSÃO

Os resultados mostraram que diferentes zonas de desenvolvimento proximal foram produzidas nos diálogos da professora com os grupos. Embora todos os alunos tivessem tido

aulas sobre o assunto, apenas um dos grupos que observou a mudança de estado físico e um dos grupos que observou a reação química construiu as explicações aceitáveis pela professora sem maiores dificuldades. Os outros dois grupos precisaram de uma ajuda maior por parte da professora.

Essa diferença de conhecimento repercutiu nas formas de intervenção, nos padrões interativos e na abordagem comunicativa da professora. Quando os alunos trouxeram para a interação aquilo que a professora esperava, ela simplesmente marcou esses significados, dando prosseguimento ao diálogo. Quando os alunos não trouxeram aquilo que era esperado para explicar os fenômenos observados, a professora, inicialmente checkou os significados, também prosseguindo com o diálogo até o momento em que decidiu intervir para construir a explicação aceitável. Em ambos os casos, até esse momento, a abordagem comunicativa foi interativa dialógica. Tratou-se de ouvir o que os alunos tinham a dizer, estivessem eles corretos ou não.

A abordagem comunicativa passa a ser interativa de autoridade no momento em que a professora procura fazer com que os alunos, que apresentaram uma explicação inaceitável, construam uma explicação aceitável do ponto de vista científico. No caso do grupo que observou a mudança de estado físico (grupo 2) trata-se de fazê-los entender que não é o ar que se forma com o aquecimento da água e enche o balão, mas que a água aquecida muda de estado, do líquido para o gasoso, transformando-se em vapor. No caso do grupo que observou a mudança de estado químico (grupo 4) trata-se de fazê-los entender que a espuma produzida não empurra o ar para dentro do balão, mas trata-se da formação de um gás que está se desprendendo. Em ambos os casos, o recurso usado pela professora foi fazer os alunos pensarem em um outro exemplo: colocar a mão sobre uma panela com água fervendo, para o grupo 2 e jogar o sonrisal em um copo de água ou fazer um bolo, para o grupo 4. A partir do exemplo, no primeiro caso (grupo 2), ela evocou rapidamente o significado vapor e, de volta à situação observada, os alunos aplicaram este significado na construção da explicação. No segundo caso (grupo 4) o significado buscado (formação do gás) não é evocado facilmente. No exemplo do sonrisal eles continuaram falando em fervura e evaporação. No exemplo do bolo eles concordaram que o processo não era reversível e, ao aplicar essa idéia à situação observada, acabaram lembrando da formação do gás e explicando a situação de forma aceitável.

Os resultados, portanto, ilustram diferentes movimentos na zona de desenvolvimento proximal, que têm a ver com a distância entre a explicação que os alunos podiam produzir antes e

aquela que eles produzem durante a intervenção didática da professora. Essa intervenção da professora foi sempre feita numa abordagem comunicativa interativa de autoridade. Predominou nesses casos a intervenção no sentido de selecionar e dar forma aos significados e o padrão interativo que incentivava o prosseguimento, mas também avaliava as respostas dos alunos.

Concordamos com a crítica de Candela (1998) para a interpretação unidirecional da zona de desenvolvimento proximal. Não é apenas o professor que contribui para desenvolver a zona de desenvolvimento proximal, mas todos os que participam da discussão. Entretanto, devemos admitir que alguns contextos empíricos de interação professor-alunos são mais favoráveis à interanimação de vozes que outros.

A ferramenta analítica desenvolvida por Mortimer e Scott (2002) contribui para tornar visíveis as práticas discursivas, como no caso do presente estudo, e, nesse sentido, pode ser usada pelos professores como instrumento para a reflexão de suas práticas pedagógicas.

REFERÊNCIAS

CANDELA, A. (1998) A construção discursiva de contextos argumentativos no ensino de Ciências. Em: César COLL e Derek EDWARDS (Orgs.) Ensino, Aprendizagem e Discurso em Sala de Aula: aproximações ao estudo do discurso educacional. Porto Alegre: Artes Médicas, p. 143 – 169.

CARVALHO, A. M. P. (2001) O papel da linguagem na gênese das explicações causais. Em: E. F. Mortimer e A. L. B. Smolka (Orgs.) Linguagem, Cultura e Cognição: Reflexões para o ensino e a sala de aula. Belo Horizonte: Autêntica, p. 167 – 187.

COLL, C.; ORUNBIA, J. (1998) A construção de significados compartilhados em sala de aula: atividade conjunta e dispositivos semióticos no controle e no acompanhamento mútuo entre professor e alunos. Em: César COLL e Derek EDWARDS (Orgs.) Ensino, Aprendizagem e Discurso em Sala de Aula: aproximações ao estudo do discurso educacional. Porto Alegre: Artes Médicas, p. 74-106.

COSTA, S. R. (1998) “Andaimagem”: uma metáfora em construção. Educação em Foco, 3, 2, 43-66.

EDWARDS, D. E MERCER, N. (1994) El Conocimiento Compartido: El desarrollo de la comprensión en el aula. Barcelona: Paidós.

GÓES, M. C. R. (2000) A abordagem microgenética na matriz histórico-cultural. Cadernos CEDES, XX, 50, 9-25.

GÓES, M. C. R. (2001) A construção de conhecimentos e o conceito de zona de desenvolvimento proximal. Em: E. F. Mortimer e A. L. B. Smolka (Orgs.) Linguagem, Cultura e Cognição: Reflexões para o ensino e a sala de aula. Belo Horizonte: Autêntica, p. 77 - 88.

MERCER, N. (1998) As perspectivas socioculturais e o estudo do discurso em sala de aula. Em: César COLL e Derek EDWARDS (Orgs.) Ensino, Aprendizagem e Discurso em Sala de Aula: aproximações ao estudo do discurso educacional. Porto Alegre: Artes Médicas, p. 13 – 28.

MORTIMER, E. F. (2000) Microgenetic análisis and the dynamic of explanations in science classroom. III Conferência de Pesquisa Sociocultural (site: www.fae.unicamp.br/br2000)

MORTIMER, E.F e SCOTT,P. (2002) Atividade Discursiva nas Salas de Aula de Ciências: Uma ferramenta sociocultural para analisar e planejar o ensino. Investigações no Ensino de Ciências 3, 2002. (site <http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/revista>)

ROJO, R. (2001) Enunciação e interação na ZDP: do *nonsense* á construção dos gêneros de discurso. Em: E. F. Mortimer e A. L. B. Smolka (Orgs.) Linguagem, Cultura e Cognição: Reflexões para o ensino e a sala de aula. Belo Horizonte: Autêntica, p. 167 – 187.

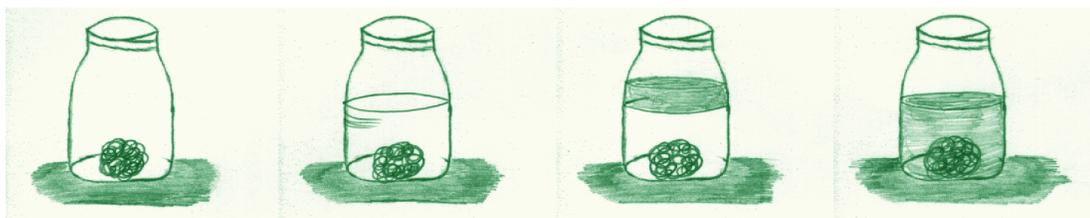
SCHNETZLER, R. P. A pesquisa em ensino de química no Brasil: conquistas e perspectivas. Química Nova, 25, 2002, p. 14-24.

WERTSCH, J. V. (1988) Vygotsky y la formacion social de la mente. Barcelona: Paidós.

Anexo 2: Aula

Reações químicas: um estudo a partir da modificação da “palhinha” de aço.

1. EXPERIÊNCIA

1.1- Esquema para a construção dos sistemas de observação.

Sistema 1
Palha de aço em
condições
ambientes.

Sistema 2
Palha de aço + água
da torneira.

Sistema 3
Palha de aço +
água da torneira
fervida + óleo

Sistema 4
Palha de aço +
óleo

1.2- O que aconteceu com a “palhinha” de aço ao longo dos 5 dias?

Tabela 1: Registro das observações feitas na experiência.

Sistema Dias	Sistema 1	Sistema 2	Sistema 3	Sistema 4
Dia 1				
Dia 2				
Dia 3				
Dia 4				
Dia 5				

2. QUESTÕES

Aqui você vai discutir com seus colegas a experiência realizada, elaborando algumas explicações para o que ocorreu com a “palhinha” de aço. Algumas questões são apresentadas e servem para guiá-los nas discussões. Você (s) pode (m) recorrer ao registro feito na tabela como auxílio para respondê-las.

1) O que aconteceu durante os dias com a “palhinha” de aço nos quatro sistemas que estavam montados? Diga se houve ou não modificação e que modificações foram essas.

Sistema 1 - _____

Sistema 2- _____

Sistema 3- _____

Sistema 4- _____

2) Em qual (is) sistema (s) a “palhinha” de aço não enferrujou? _____

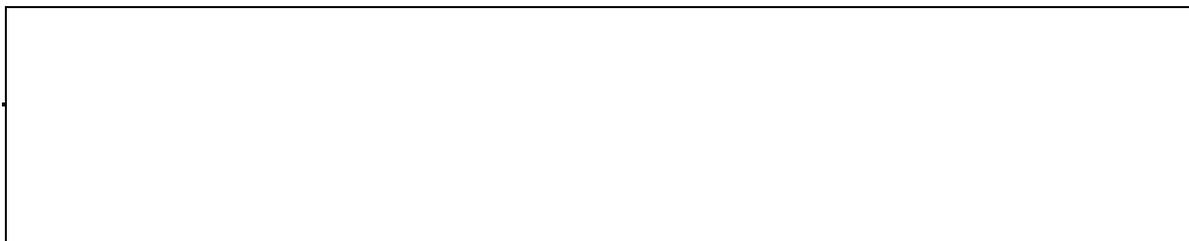
3) Em qual (is) sistema (s) a “palhinha” de aço enferrujou? _____

4) Descreva características macroscópicas iniciais (“palhinha” de aço e água separados) e, as características macroscópicas finais (“palhinha” de aço e água juntos) dos SISTEMAS 2 e 3. (Características macroscópicas são aquelas que podemos perceber, visualizar, sentir, com o auxílio de nossos órgãos do sentido)

_____ 5)

Comparando o que aconteceu com as palhinhas de aço que estavam mergulhadas em água sem ferver (sistema2) e em água fervida (sistema 3), responda. Qual enferrujou mais rapidamente? Como podemos explicar esse fato?

6) Levando em consideração que existem partículas de gases dissolvidas na água, e, entre esses gases está o gás oxigênio, como você explica a “saída” desse gás da água a medida em que a temperatura aumenta? (Lembre-se da idéia de que as partículas que compõem um material no estado gasoso possuem energia cinética maior que no estado líquido). Tente fazer representar (desenhar) este processo de saída. Represente a água por () e o gás oxigênio por ().



7) Houve alguma modificação da “palhinha” no sistema 4? Como você explica esse fato?

8) Para que serve o óleo no sistema 3?

9) Com base nas observações realizadas, que fatores seu grupo considera que favoreceram para que a palhinha de aço sofresse modificações?

3. DISCUSSÃO COM A TURMA TODA.

REFERÊNCIAS

- BRAGA, M. et al. **Lavoisier e a Ciência no Iluminismo**. São Paulo: Atual, 2000.
- NOBREGA, O.; ESPERIDIÃO, I. M. **Os metais e o homem**. 2 ed. São Paulo: Ática, 1998.
- LIMA, M. E. C. C. et al. **Aprender Ciências: um mundo de materiais**. Belo Horizonte: Ed. UFMG, 1999.
- MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H. **Química para o ensino médio**. São Paulo: Scipione, 2002.