

# Pensando e Falando

## Sobre Fenômenos Químicos

**Andréa Horta Machado**

Este artigo discute algumas idéias importantes para a formação de um pensamento químico. Também aborda a relação entre as representações e o processo de significação dos fenômenos químicos no processo de elaboração conceitual.

► ensino-aprendizagem, elaboração conceitual, equações químicas ◀

38

Como professores de química, todos os dias temos uma demanda: pretendemos que nossos alunos aprendam cada vez “mais e melhor”. Estes são dois pontos que sempre discuto com professores. O que seria esse “mais” e esse “melhor”? Tenho percebido que nós professores temos refletido muito sobre a importância do ensino de química contribuir para a formação do cidadão e sobre a importância de um ensino de química contextualizado. Penso que em qualquer caso há uma questão que não pode ser esquecida. Como professores de química temos o importante papel de possibilitar aos alunos o contato com os modos por meio dos quais o conhecimento químico pode possibilitar que se fale/pense sobre o mundo, dando visibilidade aos materiais, suas transformações e sua constituição.

Quando escrevi este artigo, pensei que seria interessante trazer para os leitores de *Química Nova na Escola* algumas idéias que, no meu ponto de vista, são importantes para serem consideradas por professores de química

ca no que diz respeito à formação desse “pensamento químico”. As idéias que discuto aqui foram elaboradas ao longo de meu curso de doutorado, no qual contei com a orientação da professora Ana Luiza Smolka, da Faculdade de Educação da Unicamp, a quem quero aqui agradecer por me possibilitar esse olhar para as aulas de química<sup>1</sup>.

Nada melhor do que focalizarmos os alunos na aula de química para buscarmos compreender melhor o que pode estar envolvido nesse processo de formação do pensamento químico.

Os alunos que focalizo aqui foram meus alunos no ano de 1996 no Colégio Técnico da UFMG. Estavam cursando o primeiro ano do ensino médio e o tema que estávamos discutindo era “transformações químicas”.

Uma das dinâmicas que utilizava em minhas aulas envolvia uma discus-

são com toda a turma, após os grupos terem respondido algumas questões propostas pelo material didático adotado<sup>2</sup>. O objetivo dessas discussões era fechar o assunto e pontuar algumas questões que muitas vezes

havam passado despercebidas pelos grupos. Também era um momento importante porque possibilitava o confronto de diferentes perspectivas para uma mesma situação.

O momento discursivo que vamos analisar neste artigo corresponde a um trecho da transcrição de

uma dessas aulas. As discussões baseiam-se nos registros que os alunos deveriam ter feito ao longo de uma atividade.

A atividade proposta pelo material didático tem como título “Aspectos facilmente perceptíveis na interação de substâncias”. Inclui a realização de 5 testes que correspondem a transformações químicas que são acompanhadas por diferentes evidências, tais como a liberação de gás, a liberação

**Professores de química têm o importante papel de possibilitar aos alunos o contato com os modos por meio dos quais o conhecimento químico pode possibilitar que se fale/pense sobre o mundo, dando visibilidade aos materiais, suas transformações e sua constituição**

A seção “O aluno em foco” traz resultados de pesquisas sobre idéias informais dos estudantes, sugerindo formas de levar essas idéias em consideração no ensino-aprendizagem de conceitos científicos.

## Discussão da forma de registro do fenômeno do Teste 1

1. P: Vamos para as discussões destas questões. Relembrando só o objetivo geral né, dessa parte aí que vocês fizeram vocês trabalharam com... eu tô achando que eu vou fazer estas duas coisas viu. É, nós vamos trabalhar nesta primeira experiência com aspectos facilmente perceptíveis né, este título, ele... experiência 6 na apostila d'ocês aí. Bom, então estamos trabalhando com aspectos facilmente perceptíveis nas transformações, né? As análises que vocês fizeram aí, estão todas baseadas em observações do mesmo sistema em dois momentos diferentes, tá certo?

2. A: Certo.

3. P: Então vocês têm um sistema inicial, que eu vou chamar de  $S_i$ , e um sistema final, tá certo? Eu vou registrar aqui graficamente neste sentido. O que tiver antes da seta vai ser o sistema inicial e depois o que a gente observou, né? Então, no caso do teste 1, o que foi observado? Grupo 1. Como era o sistema antes, o que que vocês observaram? Que modificação?

4. A: As duas soluções transparentes e depois mistura sólido amarelado com líquido alaranjado.

5. P: As duas soluções eram transparentes no teste 1, gente?

6. A: Não.

7. A: Ah não! A outra era alaranjada.

8. P: O que a gente colocou em contato aí, hein? O que foi, grupo 1. O teste consistia em quais substâncias inicialmente?

9. A: Nitrato de chumbo...

10. P: Nitrato de chumbo, né? Qual é a fórmula dele?

11. A:  $Pb(NO_3)_2$

12. P: Dois, em contato com o que?

13. T: Com o bicromato de potássio.

14. P: Bicromato de potássio, qual que é a fórmula?

15. A:  $K_2Cr_2O_7$

16. P:...  $Cr_2O_7$ . Esse  $Pb(NO_3)_2$  era o líquido incolor?

17. A: Isso.

18. P: E aqui, o bicromato era o que?

19. A: Alaranjado.

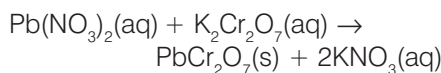
20. P: Alaranjado líquido. Era uma solução?

21. T: É.

de energia luminosa, a formação de sólido, o aquecimento e a mudança de cor.

O objetivo da atividade é evidenciar que esse tipo de transformação envolve a formação de novas substâncias e que pode ser acompanhada de aspectos facilmente perceptíveis ou evidências.

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



Início a discussão com todos os alunos da turma mostrando que, naquele momento, estávamos trabalhando com aspectos facilmente perceptíveis nas transformações e que as análises feitas por eles estavam todas baseadas em observações do sistema antes e após a transformação química. Essa colocação explícita o enfoque que pretendia dar ao tema de reações químicas: uma transformação que envolve modificações dos estados iniciais para se chegar ao estado final de um sistema. Aponta também que as observações feitas terão um papel importante na elaboração do conhecimento químico sobre as transformações.

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

Estou utilizando uma idéia fundamental do registro através de equações químicas que orienta as observações. Se o registro considera antes da seta o sistema inicial e depois da seta o sistema final, trata-se então de focalizar aí as observações. Esse princípio é fundamental para a elaboração do conceito de transformação química, que

estou naquele momento pretendendo destacar. Aqui cabe reconsiderar as idéias de Vygotsky sobre o papel da palavra na formação de conceitos:

*Todas as funções psíquicas superiores são processos mediados, e os signos constituem o meio básico para dominá-las e dirigi-las. O signo mediador é incorporado à sua estrutura como uma parte indispensável, na verdade a parte central do processo como um todo. Na formação de conceitos esse signo é a palavra, que em princípio tem o papel de meio na formação de um conceito e, posteriormente, torna-se o seu símbolo. (Vygotsky, 1987, p.48).*

A atenção dos alunos foi dirigida para observar em todos os fenômenos características dos sistemas iniciais e finais e ir deles ao signo, em um processo de abstração progressiva. O registro através das equações químicas possibilitou a introdução do signo como meio que materializava as idéias que estavam sendo elaboradas. Mais tarde esse registro vai tornar-se o símbolo do conceito de transformação química.

No turno 4, a fala do aluno já demonstra uma organização do olhar para o fenômeno considerando os sistemas inicial e final "As duas soluções transparentes e depois mistura sólido amarelado com líquido alaranjado". Apesar desta primeira abordagem ser um sinal da incorporação da voz da professora que focaliza as observações e o registro em antes e depois, a observação do aluno, centrada em dispor o fenômeno como solicitado, descuida-se daquilo que mais salta aos olhos: o aspecto visual das soluções. Assim, no turno 5, interfiro procurando orientar novamente o olhar para o fenômeno "As duas soluções eram transparentes no teste 1, gente?" No turno 7, o aluno recoloca a observação "Ah não! A outra era alaranjada".

É interessante perceber aqui que, no turno 4, o aluno refere-se às duas soluções como "transparentes" o que era absolutamente pertinente. As soluções de bicromato de sódio e nitrato de chumbo são transparentes. Mas a

de bicromato não é incolor. No turno 5 utilizo “inadequadamente” a palavra “transparente” com o sentido de incolor, rephraseando o que foi anteriormente dito pelo aluno. Entretanto isso não impede que o olhar do aluno seja redirecionado.

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

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

Poderíamos aqui retomar a discussão que Bakhtin faz sobre a questão da língua e sua relação com as necessidades enunciativas concretas, que nos possibilita redimensionarmos nossa forma de pensar sobre o processo de comunicação. Para Bakhtin, nas necessidades enunciativas concretas “o centro de gravidade da língua não reside na conformidade à norma da forma utilizada, mas na nova significação que uma forma adquire no contexto” (Bakhtin, 1992, p.92). Pensando no receptor, Bakhtin não considera que a ele

**A questão “da clareza da mensagem” que o professor “transmite” está sempre associada à “escolha de palavras mais precisas”. O significado é percebido como algo inerente à palavra**

cabe decodificar a mensagem apenas reconhecendo o que foi utilizado pelo locutor como forma familiar conhecida. Para Bakhtin, “o essencial na tarefa de decodificar não consiste em reconhecer a forma utilizada, mas compreendê-la num contexto concreto preciso, compreender sua significação numa enunciação particular”. Ou, “trata-se de perceber seu caráter de novidade e não somente sua conformidade com a norma” (Bakhtin, 1992, p.92).

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

*O conteúdo a exprimir e sua objetivação externa são criados, como vimos, a partir de um único e mesmo material, pois não existe atividade mental sem expressão semiótica; conseqüentemente, é preciso eliminar de saída o princípio de distinção qualitativa entre o conteúdo interior e a expressão exterior. Além disso, o centro organizador e formador não se situa no interior, mas no exterior. Não é a atividade mental que organiza a expressão mas, ao contrário, é a expressão que organiza a atividade mental, que a modela e determina sua orientação.” (Bakhtin, 1992, p.112, grifo meu).*

Ou seja, a linguagem não é apenas um veículo que transporta um conteúdo.

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

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

**A linguagem não é apenas um veículo que transporta um conteúdo. A função comunicativa é uma das funções da linguagem e não podemos negar que no processo de construção de conhecimentos em sala de aula há uma dimensão que implica transmissão de conteúdos**

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

Mas, ao que parece, apenas dizer



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

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

É interessante perceber que neste momento explicitam-se alguns significados de uma equação química e que esse registro se faz em relação a aspectos do fenômeno que se quer no momento destacar. Aqui o registro do fenômeno orienta uma certa forma de olhar para ele e destaca como importantes as suas características - incolor, transparente, solução - e seus registros - qual é a fórmula.

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

*(...) função do crescimento social e cultural global do adolescente, que afeta não apenas o conteúdo, mas também o método de seu raciocínio. O novo e significativo uso da palavra, a sua utilização como um meio para a formação de conceitos, é a causa psicológica imediata da transformação radical por que passa o processo intelectual no limiar da adolescência. (Vygotsky, 1987, p.70).*

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

*Um conceito não se forma pela*

*interação de associações, mas mediante uma operação intelectual na qual as funções elementares participam de uma combinação específica. A palavra dirige essa operação intelectual para centrar ativamente a atenção, abstrair determinados traços, sintetizá-los e simbolizá-los por meio de um signo. (Vygotsky, 1987, p.70).*

Neste caso, a ação dos alunos foi orientada a partir do conceito de transformação química como uma transformação que envolve a formação de um novo material, que pode ou não ser acompanhado por evidências perceptíveis. Eles deveriam observar os sistemas antes e depois da interação das substâncias. A partir da dinâmica discursiva

na qual a professora registra, aceita contribuições, solicita outras, dirige o foco das atenções, as relações entre o que se destaca do fenômeno para ser registrado e seu registro sob forma de equação química vão configurando-se. No caso das equações químicas há uma estreita relação entre o registro e uma certa forma de pensar o fenômeno.

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

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

e pela linguagem, uma certa lógica vai-se construindo. No processo de aprender a linguagem química, novos conceitos vão sendo simultaneamente elaborados e aqueles já aprendidos têm a possibilidade de ser resignificados.

No trabalho social e simbólico de produção de signos e sentidos, o sujeito se coloca (e é colocado) em uma tensão constante na qual ele não é simplesmente um produto das circunstâncias, mas também seu transformador. Assim, “a linguagem não é só meio e modo de (inter/oper) ação, é também produto histórico, objetivado; é constitutiva/constituidora do homem como sujeito da e na linguagem” (Smolka, 1995).

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

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

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

possibilidades de um certo lugar de observação deste fenômeno.

## Notas

1. O trabalho completo foi publicado pela Editora da Unijuí e se chama "Aula

## Referências Bibliográficas

BAKHTIN, M.M. *Estética da criação verbal*. Trad. de M.E.G.G. Pereira. São Paulo: Martins Fontes, 1992.

CANDELA, A. *Ciencia en el aula: retórica y discurso de los alumnos*. México: Centro de Investigación y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico/Departamento de Investigaciones Educativas, Nacional, 1995. (Tese de doutorado).

MACHADO, A.H. e MOURA, A.L.A. Concepções sobre o papel da linguagem no processo de elaboração conceitual em Química. *Química Nova na Escola*, v. 1, n.

de Química; discurso e conhecimento".

2. O Livro didático em questão é o "Aprendendo Química" escrito por Lilavate Izapovitz Romanelli e Rosária Justi, editado pela Editora da Unijuí e adotado no primeiro ano do Colégio

2, p. 27-30, 1996.

SMOLKA, A.L.B. A concepção de linguagem como instrumento: um questionamento sobre práticas discursivas e educação formal: discutindo possibilidades e limites na perspectiva histórico-cultural. *Temas em Psicologia*, série 1, n. 2, p. 11-21, 1995.

VYGOTSKY, L.S. *Pensamento e linguagem*. Trad. de J.L. Camargo. São Paulo: Martins Fontes, 1987.

## Para Saber Mais

FONTANA, R.A.C. *A mediação pedagógica na sala de aula*. Campinas: Autores

Técnico da UFMG desde 1985 até 1999.

**Andréa Horta Machado** (andreah@coltec.ufmg.br), bacharel e licenciada em química pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), mestre e doutora em educação pela Univ. Estadual de Campinas, é professora do Colégio Técnico da UFMG, em Belo Horizonte – MG.

Associados, 1996. 176 p.

MORTIMER, E.F. e MACHADO, A.H. A linguagem numa aula de ciências. *Pre-sença Pedagógica*, série 1, v. 2, n. 11, 1996.

MORTIMER, E.F. Sobre chamadas e cristais: a linguagem cotidiana, a linguagem científica e o ensino de ciências. In: *Ciência, ética e cultura na educação*. São Leopoldo: Ed. Unisinos, 1998. Anais, 270 p.

SMOLKA, A.L.B. e GÓES, M.C.R. *A linguagem e o outro no espaço escolar*. Campinas: Papirus, 1993.

VOLOSHINOV, V.N. *Marxismo e filosofia da linguagem*. Trad. de M. Lhud e Y. Frateschi. São Paulo: Hucitec, 1992. 196 p.

## Nota



QMCWEB é uma revista eletrônica sobre química, editada no Departamento de Química da Universidade Federal de Santa Catarina pelo Professor Edson Minatti. A revista é pioneira no Brasil ao tratar de temas da química, bioquímica e farmácia em edições quinzenais, mantendo o leitor permanentemente atualizado e com um espaço para sua opinião. A seção *repórter* noticia os principais

eventos na área de química, com direito a fotos e entrevistas. No segundo número de novembro de 2000, foi feita a cobertura do VIII Encontro SBQ-Sul, ocorrido em Santa Cruz do Sul. A *agenda* divulga os eventos, anunciando datas, locais e o sítio oficial para cada um deles. Outra seção de muita repercussão na revista é a *sala de aula*, uma aula virtual rica em ilustrações e animações. *Desafio* lança questões instigantes aos leitores de QMCWEB. Além do número corrente, alguns arti-

gos de edições anteriores estão disponíveis na entrada *arquivos*. Entre os temas mais atraentes, destacam-se "Aditivos alimentares", "Viagra: a química a serviço do sexo", "*Dopping*: a química vai a Sidney". Como todo sítio bem organizado da internet, pode-se procurar pelas informações disponíveis através de um eficiente mecanismo de busca. Quem quiser receber com antecedência a pauta da revista pode assiná-la na própria página de entrada, [www.qmc.ufsc.br/qmcweb](http://www.qmc.ufsc.br/qmcweb).

## Nota

### Assessores QNEsc – 2000

Gostaríamos de agradecer aos assessores que colaboraram, ao longo de 2000, emitindo pareceres sobre os artigos recebidos para publicação em *Química Nova na Escola*. O trabalho desses assessores é fundamental para manter a qualidade da revista.

Aécio P. Chagas  
Agustina Echeverria  
Alice R. C. Lopes  
Attico I. Chassot  
Carlos A. L. Filgueiras  
Eduardo Fleury Mortimer  
Gerson Mól  
Joana Mara Santos  
José Claudio Del Pino  
Julio C. F. Lisboa  
Lenir B. Zanon  
Luiz Otávio F. Amaral  
Marcelo Giordan

Marco Antônio Moreira  
Maria Emília C. C. Lima  
Nerilso Bocchi  
Otávio A. Maldaner  
Renato José de Oliveira  
Rejane Martins N. Barbosa  
Ricarco Bicca de Alencastro  
Ricardo Ferreira  
Roberto R. da Silva  
Romeu C. Rocha Filho  
Roseli Schnetzler  
Sandra Selles  
Valdir Peres