

Linguagem química e produção de conhecimento escolar: limiar entre os conceitos científicos e cotidianos

Chemical language and school knowledge production: the line between scientific and everyday concepts

*Joana de Jesus de Andrade*¹ e *Otávio Aloísio Maldaner*²

¹Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto –
Universidade de São Paulo

²Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul
joanajandrade@gmail.com

Resumo

No presente trabalho destacamos o estudo da linguagem em funcionamento, explicitando como as inter-relações dialógicas sustentam a elaboração do conhecimento científico escolar. Trata-se de uma pesquisa empírica com base no estudo de materiais vídeo-gravados em uma sala de aula, com uma turma de segundo ano do E. M. na disciplina de química. É transcrito e analisado um episódio interativo em que a professora ensina nomenclatura de ácidos e utiliza/mescla uma metodologia de ensino expositiva e uma dialogada. Com objetivo de entender a construção do conhecimento químico escolar analisamos a construção dos turnos, as ênfases conferidas e o movimento discursivo da professora e dos alunos no intuito de inter-compreensão. Destacamos que ao identificar pontos de ancoragem e significação das palavras, a professora vai definindo e criando nexos conceituais que se tornam fundamentais para a compreensão mútua entre os sujeitos, a aproximação dos diferentes conhecimentos e a construção do conhecimento químico escolar.

Palavras-chave: linguagem, conceitos científicos, conhecimento escolar

Abstract

In this paper we emphasize the study of language functioning, explaining how the dialogic interrelations support the development of scientific knowledge in school. It is a theoretical research-based study of video-recorded material in a classroom with a class of second year of the High School, on a chemistry discipline. It is transcribed and analyzed an interactive episode in which the teacher teaches and uses the different ways for teaching the nomenclature of acids. In order to understand the construction of chemical knowledge we analyze the construction of the school shifts, and the emphases given discursive movement of teacher and pupil in order to understanding among them. We emphasize that by identifying anchor points and significance of words, the teacher is defining and creating conceptual links are key to mutual understanding among individuals, the approach of the different knowledge and knowledge construction chemical school.

Key-words: language, scientific concepts, knowledge school

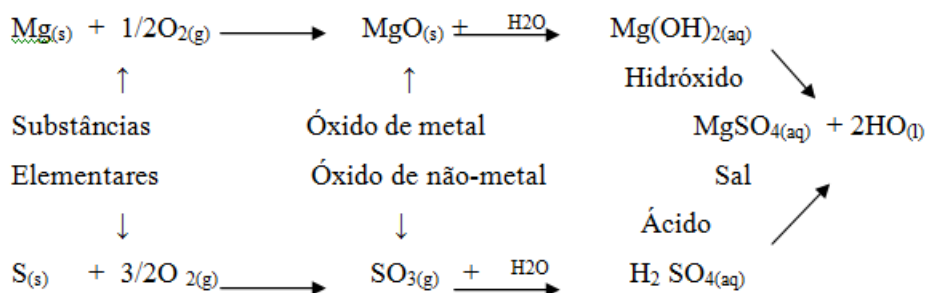
Neste trabalho apresentamos a análise de um episódio de sala de aula destacando a importância do estudo da linguagem em funcionamento para compreensão das relações entre conhecimento cotidiano e científico na configuração do conhecimento científico escolar. O trecho selecionado para análise fez parte de uma aula de química com uma turma de segunda série do Ensino Médio de uma escola do Estado de São Paulo. Os registros em áudio e vídeo da situação aqui apresentada fazem parte do acervo de materiais para pesquisa do Gipec-Unijuí. O trabalho apresentado trata-se de uma pesquisa empírica e a análise foi feita a partir da observação e interpretação de uma aula vídeo-gravada. Em termos de sustentação teórico-metodológica, as análises foram feitas a partir da contribuição dos referenciais da abordagem Histórico-Cultural.

O episódio selecionado fez parte de uma aula sobre formulação e nomenclatura de ácidos a partir da interação entre óxidos e água. A escolha desse episódio deve-se ao fato de o assunto de nomenclatura química geralmente ser citado pelos alunos como sendo um dos mais difíceis conteúdos da disciplina de Química. E, muitas vezes esse assunto é ensinado de forma não articulada com a formulação desses compostos e, esse foi um dos motivos que levou o grupo de estudos (formado por pesquisadores da Universidade e professores da rede estadual de ensino) a investirem no estudo coletivo e na proposição de uma estratégia de ensino mais contextualizada e menos fragmentada.

Após as reuniões de estudo e discussão, a aula sobre “Funções Inorgânicas” foi elaborada a partir das contribuições do grupo e do livro *Química 1: Construção de conceitos fundamentais*. MALDANER, Otavio, A. Ijuí: Unijuí, 2ª ed, 1997, 180p. Coleção Ensino de 2º Grau. Este material descreve roteiros de aulas práticas, com atividades, observações, questões e discussões sobre cada procedimento experimental. Apresenta também um caráter muito peculiar que é o fato de que ele é o resultado da prática de aulas que ocorreram durante um período de oito anos de um trabalho de formação continuada de professores. É, portanto, resultado de um trabalho de pesquisa e estudos vivenciado nas salas de aula e que se tornou disponível na forma de um livro.

O livro é composto de três partes que abrigam doze atividades específicas além de tópicos inerentes a cada assunto proposto. Existe a preocupação com o aspecto de relação entre os assuntos, com situações concretas e também com o aspecto de produção e evolução histórica do conhecimento científico. O livro apresenta na atividade X 3.1- Comportamento ácido/base das substâncias em solução aquosa, e intitula como “Funções Inorgânicas” os compostos inorgânicos agrupando-os “em cinco funções: ácidos, bases, sais, óxidos e hidretos” (p. 107). Apesar do uso do termo *função*, o autor apresenta aqui uma interessante abordagem de estudo. Ele cita a água como um óxido e sugere o fenômeno da combustão como início de explicação sobre a formação dos compostos inorgânicos.

Há uma preocupação em unificar os assuntos, vendo nos óxidos a porta de entrada para compreender os outros grupos de substâncias inorgânicas na sua constituição elementar. A formação de óxidos é vista a partir da interação de substâncias elementares metálicas e não metálicas com a substância oxigênio. O resumo desta idéia é a seguinte (p. 117):



Enfatizando o uso da linguagem química para explicar o processo prioriza-se um estudo que é específico, mas que não é isolado ou desconectado de um todo. Ao contrário, privilegia as interações químicas com vistas ao entendimento da formação de compostos como um processo. A ideia deste trabalho fez parte das discussões do grupo de estudos da professora que encena o episódio aqui apresentado. A professora concordou em fazer as suas aulas a partir deste referencial e o desenvolvimento e os resultados deste desafio serão apresentados e discutidos a seguir.

A proposta para esta aula era obter (por meio das equações) o ácido, representá-lo pela fórmula química molecular e nomeá-lo. Pelo número de reclamações que aqui aparecem, a dificuldade de que os alunos falam, pode ser confirmada principalmente quando estes não conseguem identificar pontos de ancoragem com os conhecimentos e palavras que eles já conhecem. Como construir o elo entre a fala da professora e dos alunos é o desafio que se coloca. Como acontecem, nas interações de sala de aula, a construção do conhecimento químico? Com foco nessa questão apresentamos o episódio:

1. Profª - Bom, na semana passada nós havíamos conhecido os óxidos ácidos, que são os óxidos dos elementos classificados como não-metais. Eu falei pra vocês que os óxidos são chamados assim porque quando você reage com água, eles dão origem a um ácido. Então hoje nós vamos aprender a formar esse ácido, como é que se forma o ácido. Então vamos começar com o CO₂, gás carbônico, ou dióxido de carbono. Quando você reage um óxido ácido com água não é que nem o óxido básico, que ele iria formar o OH, (seria o cátion e o OH). Nos óxidos ácidos é a mesma coisa que você somar as duas moléculas, somar o H₂O, agora eu ponho o C aqui no meio [escreve no quadro]. Porque o C vem do H e o O embaixo do O, CO₂ e soma. O que que dá isso? H₂CO₃ um com dois, três, então o ácido formado aqui é o H₂CO₃, tá?!

2. Aluno - Como chama esse ácido?

3. Profª - O nome desse ácido é ácido carbônico. Agora para os óxidos ácidos que geram ácidos, os ácidos têm uma nomenclatura diferente das bases, tá. Nós vamos trabalhar muito com duas terminações com a terminação ico e com a terminação oso. Ico são para ácidos cujo elemento principal aqui né, aqui que vem do ácido, óxido só tem a propriedade de formar um ácido que é o ácido que tá aqui. Quando o elemento puder formar dois ácidos a gente vai dar a terminação ico pra quem tiver aqui o maior número de oxigênio na molécula, e oso para quem tiver o menor número de oxigênios. Vou dar um exemplo.

4. Aluno - Nossa!

5. Profª - Se você pega N₂O₃, onde está o nitrogênio? O nitrogênio está aqui, ó grupo 5 A, não-metal, então é óxido ácido. Óxido ácido com água vai formar um ácido. Como que eu vou saber como formar esse ácido? Somando a molécula toda. Então eu vou por H₂O, mas eu vou por o N aqui no meio, porque sempre o elemento que dá nome ao óxido fica no meio aqui no ácido N₂O₃, tá. Então, H₂O com 3, 4, H₂N₂O₄,

6. Aluna - Vai cair assim na prova professora.?
7. Prof^a - O que que aconteceu com essa molécula? Olhe aqui, 2, 2, 4, não são números que podem ser simplificados? Que todos podem ser divididos por dois. Podem! Então quando puder simplificar a gente simplifica. Então 2 por 2 dá, 1, sobra só um H, 2 por 2 dá um, sobra só um N, 4 por 2 dá 2. Esse aqui $N_2O_5 + H_2O$ então vai dar, H_2 e $2N_2$, 5 com 1, 5. Dá pra simplificar, ó.
8. Aluna - Dá?
9. Prof^a - 2, 2, 6 . Dá pra tudo dividir por 2, tem que todos poderem, não dá só pra um.
10. Aluna - Dá 1,1e 3.
- (...) Neste ponto da aula existem 20 interferências dos alunos reclamando de várias formas. Porém, as reclamações param e a situação muda quando a professora pergunta:
11. Prof^a - Por que que vai um ácido num refrigerante?
12. Aluna - Pra conservar.
13. Prof^a - Por que é que vai um ácido num refrigerante?
14. Aluno - Pra conservar ele.
15. Aluno - Por que?
16. Aluno - Pra corroer o estômago.
17. Aluno - Pra sair aquelas bolinhas.
18. Prof^a - Que que é aquelas bolinhas que vai no ácido?
19. Aluna - Gás, gás.
20. Aluna - Na cerveja.
21. Prof^a - Que gás?
22. Aluna - Gás de cozinha.
23. Aluno - Gás carbônico.
24. Prof^a - Gás carbônico, tá. O ácido ortofosfórico ele é utilizado no refrigerante porque ele tem um grau de hidratação grande, ele é utilizado como hidratante, e utilizado pra manter o pH. Porque vocês sabem que o pH do seu estômago é ácido, então você toma a maioria dos alimentos que você ingere são ácidos, a única coisa que não é ácido é o leite e o peixe, o resto tudo é ácido.
25. Aluno - Laranja, abacaxi.
26. Prof^a - Pra ajudar a dissolver porque se não o ácido fica lá dentro do seu estômago, e vai ter muito trabalho pra dissolver.
27. Aluna - É ácido? Ácido úrico, que que é ácido úrico?
28. Prof^a - O ácido úrico é um outro ácido que se forma, quando forma a urina, vem da uréia.
29. Aluno - É bão isso?
30. Prof^a - Não é muito bom se você tiver um grau elevado de ácido úrico vai dar pedra no rim, porque ele cristaliza.
31. Aluno - Fica que nem a Sheila.
32. Prof^a - É o problema da Sheila. Ele cristaliza lá dentro do rim, aí quando vai pra uretra ele entope lá e aí dói.
33. Aluno - Você tem Sheila?
34. Prof^a - É o cristalzinho dele. Sabe aquele negócio de configuração eletrônica? Que a gente fazia, formato dele, formato da uréia é mais ou menos um negócio desse é uma pirâmide.
35. Aluna - Han.
36. Prof^a - Então esse pinguinho ó que machuca, sai sangue quando faz xixi. Não, depois de cristalizado? Viu, então é por isso que o médico manda quando aquela criança está com disenteria, está com dor de barriga, devido à desidratação, tomar coca-cola bem batidinha pra sair o gás carbônico dá mais dor de barriga na criança. Então você bate bem e dá coca-cola pra ela beber porque é um bom hidratante. Bom, olha agora o nome dos outros, com duas moléculas de água ele se chama ácido...

(Os alunos voltam a conversar)

37. Prof^a - Ó, depois se na prova falar que não sabia fazer a culpa não é minha, que eu tô falando tudo vocês que não tão prestando atenção.

38. Aluna - Mas esse ortofosfórico tá muito enrolado.

Esse episódio apresenta duas partes distintas, a primeira é a tentativa da professora ensinar a formulação e a nomenclatura dos óxidos ácidos inorgânicos partindo da reação de óxidos de elementos não-metálicos com água. Esse é um momento de inovação no seu trabalho, a referência ao não-metal presente na constituição do ácido, a reação em água e a construção da fórmula química. O outro momento do episódio é caracterizado por um espaço de interação baseada na conversa sobre assuntos mais ligados ao cotidiano dos alunos.

Como primeira impressão é possível ressaltar a diferença no número de falas dos alunos na primeira e na segunda parte. Consideramos que a primeira parte tem por objetivo justamente enunciar um conhecimento específico e por isso guarda mais tempo para a fala da professora. Porém, chama a atenção o fato de terem inúmeras reclamações por parte dos alunos. Optamos por suprimir muitos outros turnos com as mesmas características de reclamação dos alunos. Pelos turnos que mantemos é possível identificar a dificuldade em acompanhar o raciocínio da professora (turnos 2, 4 6 e 8).

Formulação e nomenclatura química eram assuntos novos para os alunos que apresentam dificuldades tanto no acompanhamento da velocidade do raciocínio matemático da professora, quanto na apropriação dos novos nomes que não fazem parte da linguagem cotidiana. Ou seja, havia ali pelo menos dois aspectos a serem analisados, os cálculos e a nova palavra. E, para compreensão do significado químico daqueles compostos, esses aspectos eram fundamentais. De fato, a linguagem química é condição do pensamento químico, assim, o desafio é: como pensarmos na construção do conhecimento químico superando essas dificuldades, mas apropriando e passando pelo processo de elaboração de novos modos de pensar?

Uma possibilidade, que foi efetivada pela professora, seria conseguir resgatar a atenção e o interesse dos alunos (que nesse momento estava sendo perdida) possibilitando a participação dos alunos na conversa por meio de uma pergunta que eles soubessem responder (a questão do refrigerante). Percebemos que, neste momento a interação entre os conceitos científicos, da professora, e os conceitos cotidianos, dos alunos, ainda estavam em início de relação. Sobre esse embate entre conhecimentos científicos e espontâneos Fontana (1993, p. 124) afirma que:

Os conceitos sistematizados (científicos na expressão de Vigotski) são parte de sistemas explicativos globais, organizados dentro de uma lógica socialmente construída e reconhecida como legítima, que procura garantir-lhe coerência interna. Há entre eles relações de generalidade e de equivalência complexas, e sua elaboração implica a utilização de operações lógicas – comparação, classificação, dedução etc. – de transição de uma generalização para outras generalizações, que são novas para a criança.

É provável que o estranhamento dos alunos deva-se ao fato de que os termos e os processos de elaboração daquele conhecimento fossem-lhes ainda desconhecidos e isso não lhes possibilitava fazer relações associativas que pudessem ajudar a embasar o novo conhecimento. Pois, segundo Vigotski: “o desenvolvimento dos conceitos científicos deve apoiar-se forçosamente em um determinado nível de maturação dos conceitos espontâneos...” (2001, p. 261). O fato da professora utilizar o aspecto processual de

formação dos ácidos que são provenientes da reação da água com um óxido de não-metal não foi suficiente para o entendimento e a segurança dos alunos frente ao assunto da nomenclatura.

A seqüência da aula segue a mesma ordem conhecida dos livros didáticos com as regras de nomenclatura e as terminações dos nomes dos sais como referência para a nomenclatura dos ácidos. Quando as terminações ico, oso, ídrico; orto, meta, piro, passam a ser o foco da aula, as interferências negativas são unânimes. Com razão, eles tinham diante deles um conteúdo que seria cobrado na prova e disso dependia a nota e a aprovação, e eles não sabiam como resolver. Essa é uma situação comum nas salas de aula e que muitas vezes resulta na negativa do aluno e no insucesso do ensino. Sobre esse assunto Vigotski afirma que muitas vezes o aluno “não assimila o conceito mas a palavra, capta mais de memória que de pensamento e sente-se impotente diante de qualquer tentativa de emprego consciente do conhecimento assimilado” (2001, p. 247). Ou seja, é o “decorar” como alternativa diante da não apropriação e aprendizagem. Se não existe o tempo e/ou a oportunidade de desenvolver o aprendizado sobre determinado assunto, a memorização é a saída mais fácil. Não é sem motivos que são tão famosos os macetes e as regras de memorização como parte recorrente na metodologia dos cursinhos pré-vestibulares e também de muitas salas de aula.

Assim, não é só o não saber que preocupa os alunos, também o fato de que não haverá tempo para aprender antes da prova. Nesse sentido, mais uma vez, a abordagem histórico-cultural é um alerta para pensar nesse tempo de aprendizagem e desenvolvimento necessários para que o conhecimento possa ser expresso de forma consciente e deliberada e não apenas repetida. De acordo com Vigotski:

Quando uma palavra nova, ligada a um determinado significado, é apreendida pela criança, o seu desenvolvimento está apenas começando; no início ela é uma generalização do tipo mais elementar que, à medida que a criança se desenvolve, é substituída por generalizações de um tipo cada vez mais elevado, culminando o processo na formação dos verdadeiros conceitos (2001, p. 247).

No entanto, quando o foco da interação passa a ser o balanceamento ou a formulação dos ácidos com base no número de átomos, existe uma clara participação dos alunos. A linguagem matemática faz parte da vida deles há mais tempo que a linguagem química. Por isso, não só nesse episódio como em muitos outros, a linguagem matemática garante muitos momentos interativos. A questão não se restringe ao fato de os alunos estarem entendendo o conteúdo ou não, mas, pelo menos, são momentos em que ‘aparecem’ as suas falas.

Provavelmente a professora percebe que existe a preocupação dos alunos e, é claro, o descontentamento, talvez por isso no turno 11 ela pergunta: “*Por que que vai um ácido num refrigerante?*”. Essa pergunta desperta uma série de interferências dos alunos com respostas que parecem brincadeiras, mas que são tentativas que permitem aos alunos fazerem parte do diálogo.

A pergunta da professora fez surgir outras que fazem parte do cotidiano dos alunos. E a professora tentou responder a todas as questões com os termos do conhecimento científico. Para os alunos o gás no refrigerante servia para conservar (turno 14), pra corroer o estômago (turno 16), pra fazer bolinhas (turno 17). A resposta de A professora é outra, segundo ela, o ácido ortofosfórico serve para hidratação, efeito higroscópico, e para ‘manter’ o pH. Porém, se o pH do ácido fosfórico é de 2,8, o de nosso estômago é entre 4,5 e 5,8 e se a maioria dos alimentos são ácidos (turno 24), então, com tanta acidez a resposta mais coerente para o uso

de ácido no refrigerante pode ser realmente a de uma aluna no turno 16, pra corroer o estômago¹.

O momento discursivo que vai do turno 11 ao turno 26, sobre o ácido no refrigerante, mostra, no entanto, uma possibilidade de entendimento para o fato de que a resposta da professora parece confusa e até problemática. A professora trabalhou durante muitos anos em indústrias químicas, ela tem conhecimentos que vão além daqueles que são descritos nos livros didáticos, pois carrega a experiência do trabalho em laboratórios. Por isso sua resposta mescla os conhecimentos que ela traz da época de trabalho nas indústrias com os seus conhecimentos sobre bioquímica.

No turno 27 uma aluna volta a perguntar sobre o ácido úrico, e a professora oferece uma resposta que também poderia ter sido mais esclarecida. Talvez a primeira distinção que a professora poderia ter feito é que o ácido úrico é um ácido orgânico. Ela fala apenas que ele é *um outro ácido* (turno 28), mas não diz o por que. E a resposta é que ele está em *outro* grupo justamente porque sua origem não é proveniente da reação entre óxidos em água. O ácido úrico não é um produto da uréia, mas é um dos produtos finais do metabolismo das proteínas, assim como a uréia, a creatina, os fosfatos, os sulfatos, os nitratos e os fenóis (GUYTON, 1984, p. 296).

No turno 30 a professora fala que o excesso de ácido úrico provoca a pedra nos rins (cálculo renal). No entanto, o que acontece é que se houver o bloqueio renal, causado pela pedra, haverá um aumento na concentração de ácido úrico, o que pode provocar diversos males ao organismo (ibidem). Segundo Lehninger, Nelson e Cox, a gota:

é uma doença das articulações que geralmente ocorre nos homens e é provocada por uma elevada concentração de ácido úrico no sangue e nos tecidos. E, devido a um depósito anormal de cristais de urato de sódio, as articulações se inflamam, tornando-se dolorosas e artríticas. Os rins são afetados porque o ácido úrico também é depositado nos túbulos renais (1995, p. 546).

Fica difícil saber se a professora sabia desse fato ou se respondeu fazendo algum tipo de associação. De todo modo, a produção do conhecimento científico escolar fica nesse espaço de constituição do conhecimento científico e das demandas de explicações de questões do cotidiano. Saber de todas as informações sobre um e outro campo é humanamente impossível, mas estar no embate diário entre um e outro é condição diária da profissão docente.

No turno 36 a professora lembra-se de falar sobre o uso da coca-cola como tratamento de desidratação infantil. Fato que tem comprovação científica, mas que, provavelmente, é lembrado da vivência cotidiana. Ela não explica qual é o componente presente na coca-cola e como ele combate a desidratação². E esta não é uma explicação fácil de fazer com alunos de Ensino Médio. Provavelmente, os comentários da professora que intercalam a questão da acidez com a de hidratação, refiram-se ao ácido fosfórico, que confere pH 2 aos refrigerantes de “cola”, e pode ter efeito parecido com o sal de frutas em casos de má digestão. Assim, a professora relaciona conceitos científicos e cotidianos e, na

¹ Segundo Baruffaldi e Oliveira (1998, p. 157), o ácido fosfórico é o segundo acidulante mais usado na indústria alimentícia e os efeitos de sabor, aroma, solubilidade e higroscopicidade são os principais fatores que levam à escolha desse ácido como componente das bebidas carbonatadas como a coca-cola.

² “Geralmente é observada diarreia leve com o início do tratamento com fosfato que subseqüentemente desaparece. A diarreia persistente pode ser algumas vezes reduzida se a medicação for usada após e não antes das refeições” (TANAGHO e McANINCH, 1992, p. 216).

inter-relação entre esses conceitos ela e os alunos vão construindo o conhecimento científico escolar.

Segundo Vigotski: “independente de falarmos do desenvolvimento dos conceitos espontâneos ou científicos, trata-se do desenvolvimento de um processo único de formação de conceitos, que se realiza sob diferentes condições internas e externas mas continua indiviso por sua natureza...” (VIGOTSKI, 2001, p. 261). A interdependência entre os conceitos científicos e espontâneos é perceptível na fala da professora, quando ela tem perguntas referentes ao dia-a-dia e precisa dar respostas mais elaboradas, aí se entrelaçam os conceitos que, por vezes, redundam em explicações superficiais.

Góes baseia-se em Vigotski e Wertsch para afirmar que os processos que permitem a passagem de formas elementares de ação para formas mais complexas exigem uma crescente descontextualização de recursos mediacionais ou a independência dos significados em relação ao espaço e tempo de sua construção, o que só acontece mediante a interação proposital (GÓES, 1991). Essa descontextualização não parece ser uma tarefa fácil, principalmente, quando não se sabe ao certo a resposta às perguntas. Descontextualizar exige um prévio saber que não se sustenta na elementariedade ou na incompletude das informações, e, também exige um novo processo/modo de aprender, do imediato para o mediato (VIGOTSKI, 2001).

No final do turno 36 A professora encerra os comentários para voltar a falar da nomenclatura e, a julgar pela expressão de uma aluna no turno 38, a recepção não é das melhores. Enquanto se falava sobre assuntos já conhecidos por eles, a atenção estava garantida, mas quando a fala volta-se para a sequência do conteúdo volta também a reclamação da aluna. O interessante é que a professora falava justamente sobre o ácido ortofosfórico no caso do refrigerante e do tratamento da disenteria. Talvez para os alunos não tenha sido possível fazer as relações necessárias sobre o entendimento da função do composto. A professora relacionou e explicou a função desse composto nos refrigerantes, mas, para os alunos, talvez, ele tenha ficado como um assunto à parte na discussão.

Ao final deste episódio reafirmamos, com base nas palavras de Vigotski, que um dos principais fatores que interferem substancialmente na elaboração conceitual é que haja intervenção proposital com vistas à aprendizagem e ao desenvolvimento do outro. O papel da professora nessa aula foi imprescindível, sem a sua intermediação não teria sido possível a participação e a aprendizagem dos alunos. A função do ser professor(a) não se limita a estar em frente a classe, isso não garante aprendizado. Nessa aula, a professora demonstrou o quanto é importante a mediação dos conhecimentos, a identificação e explicitação dos nexos conceituais para o aprendizado dos alunos.

Na primeira parte do episódio a interferência dos alunos não era possível, mas o ensino, de certa forma, era necessário, é preciso que haja um certo grau de diferença entre aquilo que os alunos sabem e o que eles estão por aprender. Fazer essa transição não é uma tarefa fácil. Enquanto a professora mantinha o turno de fala e o silêncio dos alunos ficava difícil entendermos se, daquele modo, ela estava criando espaços em que os alunos pudessem interferir. E ela percebeu isso, não bastava apenas apresentar o novo conhecimento, era preciso encontrar um meio em que os alunos pudessem estabelecer algum tipo de relação com ele. Falar sobre refrigerantes foi a forma encontrada pela professora, e ela teve sucesso.

Mesmo sem acompanhar ou entender totalmente o que ela falava, como sobre pH e hidratação, os alunos prestaram atenção e fizeram perguntas. Quer dizer, esse foi o meio estabelecido para que a professora pudesse ensinar o que era necessário tendo a participação de seus alunos, mas, ao mesmo tempo, ela não consegue estabelecer a ponte entre o que estava explicando e a questão do ácido fosfórico. A dificuldade talvez fosse porque devido à reação de três moléculas de água com o pentóxido de difósforo. Há na verdade três possibilidades: reação com 1 molécula de água (resultando no ácido metafosfórico); 2

moléculas de água (resultando no ácido pirofosfórico) e três moléculas de água, com simplificação por 2, resultando no ácido ortofosfórico. Ou seja: houve uma nova complexidade, e isso justifica o turno 38 “*Mas esse ortofosfórico ta muito enrolado*”.

Neste episódio é possível identificar três grandes bases da abordagem vigotskiana. A primeira é a idéia de que *o aprendizado deve estar sempre à frente do desenvolvimento*. Os alunos aprendiam, conheciam palavras, mas o entendimento conceitual completo ainda não estava efetivado para eles. A segunda é a de que *a atuação do outro é essencial na intermediação entre os conhecimentos socialmente criados e os indivíduos que aprendem*. A ação da professora foi a responsável direta pelos avanços no desenvolvimento dos alunos. E a terceira é o fato de que o desenvolvimento só foi possível porque houve interferência na *zona de desenvolvimento proximal (ou zona do próximo desenvolvimento)* dos alunos. A professora tentou iluminar o conhecimento cotidiano que os alunos tinham com os seus conceitos científicos, determinando relações entre eles.

Ressaltamos, portanto, que a complexidade das relações entre ensino e aprendizagem e entre aprendizagem e desenvolvimento não podem ficar restritas a metodologias de treinamento ou repetição. Exige-se do professor(a) e da escola que se entenda a educação como um processo complexo que pede medidas conscientes e deliberadas de ação proposital no sentido de proporcionar espaços e possibilidades de aprendizagem efetiva não só para os alunos como para os pesquisadores. Não podemos reduzir ou simplificar os vários aspectos que interferem e constituem a educação. Segundo Vigotski:

existe um processo de aprendizagem; ele tem a sua estrutura interior, a sua seqüência, a sua lógica de desencadeamento; e no interior, na cabeça de cada aluno que estuda, existe uma rede subterrânea de processos que são desencadeados e se movimentam no curso da aprendizagem escolar e possuem a sua lógica de desenvolvimento. Uma das tarefas fundamentais da psicologia da aprendizagem escolar é descobrir esta lógica interna, esse código interno de processos de desenvolvimento desencadeados por esse ou aquele processo de aprendizagem (2001, p. 325).

Entender a *lógica interna* de que Vigotski fala é algo que pressupõe o entendimento do sistema de signos no qual se estuda um processo de aprendizagem. No caso da linguagem química, Maldaner afirma que é através dela que se constitui a Ciência Química. A Química só existe porque se constitui de um sistema de signos pré-estabelecidos, criados em um grupo social. O conhecimento químico é, antes de tudo, um sistema conceitual formado por redes de generalizações que conferem respostas, ou visões de mundo, que servem para explicar as coisas do mundo. A linguagem química permite “constituir a mente do aluno em uma certa direção, que é ver e analisar o mundo material sobre um novo ponto de vista, o ponto de vista da química” (MALDANER, 2000, p. 269). Na prática pedagógica essa compreensão pode ser um caminho longo a ser construído, como revelam as dificuldades e os percalços com que se deparou a professora ao querer trilhá-lo.

Referências

BARUFFALDI, R. OLIVEIRA, M. N. *Fundamentos de tecnologia de alimentos*. Vol. 3, São Paulo: Atheneu, 1998.

FONTANA, R. A. C. A elaboração conceitual: a dinâmica das interlocuções na sala de aula. In: SMOLKA, A. L. B. e GÓES, M. C. (orgs). *A linguagem e o outro no espaço escolar: Vigotski e a construção do conhecimento*. Campinas: Papirus, 1993. p. 121-149.

GÓES, M. C. R. A natureza social do desenvolvimento psicológico. In: Cadernos Cedes, nº 24, *Pensamento e linguagem: estudos na perspectiva psicológica soviética*. Campinas: Papirus, 1991. p.17-24.

GUYTON, A. C. *Fisiologia humana*. Tradução de Charles Esberard. 6ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara, 1984.

MALDANER, O. *A Química I: construção de conceitos fundamentais*. Ijuí: Ed. Unijuí, 1997, 180p. Coleção Ensino de Segundo Grau.

MALDANER, O. A. *A formação inicial e continuada de professores de Química: professores/pesquisadores*. Ijuí: Ed. Unijuí, 2000a, 424p. Coleção educação em química.

TANAGHO, E. McANINCH, J. W. *Urologia Geral*. 13ª ed. Tradução de Claudia L. C. de Araújo. Rio de Janeiro: Guanabara, 1994.

VIGOTSKI, L. S. *A construção do pensamento e da linguagem*. Tradução de Paulo Bezerra. São Paulo: Martins Fontes, 2001.