



AS ESTRATÉGIAS DO PROFESSOR E AS EXPLICAÇÕES DOS ESTUDANTES EM UMA AULA DE CIÊNCIAS

STRATEGIES OF THE TEACHER AND EXPLANATIONS OF STUDENTS IN A CLASS OF SCIENCES

Nilma Soares da Silva¹

Orlando Gomes de Aguiar Júnior²

1Universidade Federal de Minas Gerais/Faculdade de Educação/nilmasoares@yahoo.com.br

2Universidade Federal de Minas Gerais/Faculdade de Educação/orlando@fae.ufmg.br

Resumo

Neste trabalho apresentamos a análise e a discussão de um episódio de ensino em uma aula de ciências do 8º ano do ensino fundamental. O tema da aula é a discussão sobre uma atividade experimental realizada para iniciar o estudo de reações químicas. O foco de nossa análise será nas estratégias adotadas pelo professor que incentivam e evocam as explicações dos estudantes sobre os fenômenos estudados. Utilizaremos as idéias de Ogborn et al (1996) sobre as formas de explicar e Mortimer e Scott (2002, 2003) sobre a produção de significados em sala de aula para compor a análise das intervenções dos estudantes e do professor. Concluimos que os estudantes, incentivados pelo professor, orientam suas falas no sentido de produzir explicações e, ao fazê-lo, avançam no entendimento de conceitos químicos fundamentais, como evidências da apropriação de ferramentas culturais por meio do discurso compartilhado no contexto de tarefas relevantes.

Palavras-chave: estratégias de ensino, explicações, reações químicas

Abstract

In this paper we shall analyse a teaching episode in a 8th grade science classroom, which content is a discussion about an experimental activity realized by the students to introduce a study about chemical reactions. The focus of such analysis is the strategies developed by the teacher which stimulate and sustain the constructions of explanations to the phenomena investigated. We shall use the ideas of Ogborn et al (1996) about modes of explanations and Mortimer and Scott (2002, 2003) about the meaning making process in science classrooms, to examine the students' interventions during the episode. We conclude that the students, supported by the teacher, organize their interventions to construct explanations and, doing that, they make visible progresses on the meaning of basic chemical concepts, as evidences of appropriation of cultural tools by shared discourse in the context of relevant tasks.

Keywords: teaching strategies, explanations, chemical reactions

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, atenção tem sido dada aos modos como professor e estudantes constroem sentidos sobre conteúdos de ensino, por meio de atividades discursivas em torno de situações consideradas por eles relevantes e instigantes. Baseado em teoria sócio-cultural fundada nos trabalhos de Vygotsky (2003, 2005) e Bakhtin (2004, 2005), vários trabalhos vêm sendo desenvolvidos no sentido de compreender o processo de construção mediada de sentidos nas aulas de ciências (Mercer, 1995; Mortimer e Scott, 2002, 2003; Scott, Mortimer e Aguiar, 2006; Mortimer et al, 2007). Alguns desses trabalhos têm dado especial atenção à participação dos estudantes na construção dos conteúdos e abordagem do discurso (Aguiar, Mendonça e Silva, 2007; Silva e Aguiar, 2008).

Neste trabalho apresentamos a análise e a discussão de um episódio de ensino em uma aula de ciências de uma turma do 8º ano do ensino fundamental. O tema da aula é a discussão sobre uma atividade experimental realizada para iniciar o estudo de reações químicas. Embora a atividade tenha sido concebida para introduzir o tema e ajudar os alunos a reconhecerem aquilo que denominamos transformações químicas, notamos que os estudantes, na discussão subsequente com o professor, procuram construir explicações causais para alguns dos fenômenos investigados.

Estamos interessados em investigar como os estudantes do ensino fundamental se apropriam e usam conceitos estruturantes do pensamento químico nas aulas de ciências e como a abordagem metodológica utilizada pelo professor pode influenciar na participação dos estudantes.

O episódio aqui analisado é exemplar para caracterizar vários momentos de produção de significados com expressivas participações dos estudantes. O episódio faz parte da aula 17 no conjunto de 36 aulas que compõem uma seqüência de ensino sobre as transformações dos materiais. A aula 17 é a segunda que inicia o capítulo 2 da seqüência didática “Compreendendo as reações químicas”. Nessa seqüência o estudo das transformações dos materiais se inicia com o estudo das características iniciais e finais de alguns sistemas para, em seguida, apontar evidências que auxiliem na identificação de reações químicas.

Nosso foco é a discussão que se estabelece entre alunos e professor sobre os resultados da atividade experimental realizada em sala de aula. Nosso propósito é investigar o discurso que acompanha a discussão nessa sala de aula de ciências, a participação dos estudantes e os movimentos de construção de sentidos por ela evocados.

Metodologia

Para compreender o processo de produção de significados em uma sala de aula de ciências específica, optamos pelo acompanhamento das aulas de uma turma do 8º ano do ensino fundamental. As aulas foram gravadas em vídeo com o uso de duas filmadoras, uma na frente, com a qual obtivemos um apanhado geral da sala e outra atrás a qual nos forneceu imagens, principalmente do professor e de suas intervenções orais e escritas. Essas aulas foram registradas em DVD. Também foram gravados áudios de trabalhos em grupos.

Juntamente com as gravações foram feitas anotações detalhadas das aulas em um caderno de campo. Todas as atividades produzidas no período de acompanhamento foram xerocadas e arquivadas.

A pesquisa foi realizada em uma escola da rede particular de ensino e na sala de aula de um professor que constrói um ambiente de aprendizagem que apresenta um estilo de ensino que favorece as discussões e participação dos estudantes em inúmeras atividades. O livro didático adotado (APEC, 2004) é uma coleção inovadora no campo da educação em ciências e o professor faz o uso refletido e comprometido das inúmeras atividades que apresenta, além da mediação nas leituras em sala de aula. A escola adota a coleção desde 2003, sendo que a turma do 8º ano escolhida para a coleta de dados a utiliza desde o 6º ano. Nessa turma, os estudantes têm entre 12 e 13 anos e pertencem à classe média com amplo acesso a possibilidades de desenvolvimento cultural.

O professor de ciências é licenciado em Física pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) em 1999 e vem trabalhando com ciências no nível fundamental há sete anos. A escola mantém estreitos vínculos com a Universidade na medida em que permitiu anteriormente a entrada de outros pesquisadores em sala de aula e tem atendido com frequência estagiários de cursos de licenciatura e pedagogia. A minha participação foi intencionalmente uma parceria que pretendia auxiliar o professor e ao mesmo tempo obter dados para a pesquisa. As características favoráveis como estabilidade de cronograma e aulas, material didático, professor e metodologia de ensino nos fizeram optar pela escola particular.

O episódio de ensino será analisado do ponto de vista das estratégias de ensino adotadas pelo professor que evocam a participação dos estudantes propiciando um ambiente rico em evidências dos sentidos em construção. Para tal, nos valem dos trabalhos de Mortimer e Scott (2002, 2003). Analisaremos, ainda, os elementos que compõem as explicações dos estudantes e as estratégias de intervenções dos estudantes nesse episódio nos apoiando nas contribuições de Ogborn et al (1996).

O episódio de ensino

Na aula anterior ao episódio apresentado neste trabalho, os estudantes fizeram uma atividade prática e realizaram seis experimentos com o objetivo de observar, comparar e descrever as características do sistema inicial e final após a transformação. A atividade foi feita em grupo e os estudantes manipularam todos os experimentos. Eles fizeram anotações no caderno e exercícios discutindo em qual sistema apareceram evidências de transformação como mudança de cor, produção de gás ou odor e outras que possivelmente seriam observadas. Diante da análise dos sistemas e da consideração das evidências os estudantes deveriam optar, justificando suas escolhas, por quais observações poderiam ser consideradas evidências da formação de novos materiais e em quais dos sistemas houve uma reação química. O professor então, na aula 17, faz a discussão desses resultados.

O professor não tinha como objetivo nesta aula, explicar quimicamente como ocorriam as transformações, mas através de comparações entre o estado inicial e final dos sistemas estudados, identificar evidências de transformações e concluir sobre a possível ocorrência de uma transformação química. Apesar disso os estudantes iniciam um processo no qual as explicações sobre os fenômenos estudados ganham foco na aula. Apesar de ser uma aula

introdutória percebemos uma grande participação dos estudantes, principalmente do Rafael, Gustavo e Luiz, nas tentativas de explicação para os fenômenos ocorridos. Segue a transcrição do episódio.

1. 1. P.: Vamos começar nossa aula de ciências naturais!
2. 2. P.: É, gente, olha só, o principal objetivo de hoje é conversar bastante sobre as atividades práticas da 3ª feira, né. Então eu deixei como para casa as perguntas 1,2,3 e 4 mas eu queria conversar um pouquinho sobre o quadro também. Então pegue o para casa, para casa. ((o professor começa a passar pelas carteiras))
3. Al: Sobre o quadro?
4. P. 1 2 3 4, sobre o quadro também, tá?
5. P. Para casa, para casa, para casa. ((o professor continua passando pelas carteiras))
6. P.: Muito bem, vamos começar? ((o professor se posiciona à frente da turma)) Valéria já pegou o seu caderno? Já pegou o seu para casa? Rafael, Samir, tem caderno que não tá aberto ainda, isso significa que vocês não fizeram, é isso?
7. Als. Eu fiz, eu fiz.
8. P. Vou falar o que é para fazer para ficar mais claro.
9. P.: Muito bem, então vamos discutir os resultados do exercício 1. Na 1 vocês fizeram um quadro sobre as transformações que fizemos, certo? Vamos analisar rapidinho, experimento por experimento. O primeiro...Vou seguir a ordem do livro, é o aquecimento de um fio do cabelo, não é? Então, qual que era a idéia? Comparar o estado inicial, com o estado final, depois que você aquecia o cabelo, descrevendo também durante a transformação. Eu queria que algumas pessoas falassem o que anotou. Como que vocês descreveram o cabelo ou estado inicial desse experimento?
10. Tatiana: Antes ele estava normal, aí, durante ele foi queimando, aí ele ficou branco, enrolado.
11. P. Você falou bastante coisa aqui, você falou que no começo o cabelo tava normal e da cor normal, da cor normal significa que o lorinho, tava lorinho, o castanho, castanho e assim por diante.
12. Al: O meu não ficou branco, ficou só queimado e todo enrolado assim.
13. Tatiana: O meu não, ele ficou branco.
14. P.: Mas isso é durante, o que aconteceu durante?
15. Al: Ele foi queimando.
16. P: Ele ficou enrolado, né?
17. Al.: Ele ficou enrolado?
18. Al: Ele quase derretia.
19. P.: Quase derretia?
20. Al: (inaudível)
21. P.: Pois é, isso que eu tô achando estranho, Tatiana, o seu ficou branco? No final?
((Muitas falas simultâneas))
22. P.: Os experimentos que eu vi nas duplas, ele enrolava e ficava pretinho, não?
23. Gustavo: Professor, é como se tipo, é... ((inaudível))
24. P.: Então além da mudança de cor, e além dele enrolar, tem o cheiro, né? O estado final, a gente pode falar que ficou mal cheiroso, ficou com um cheiro estranho, um cheiro que eu não sinto se eu pego o

cabelo e cheiro, não tem, né? Um cheiro bem diferente, um cheiro que não existia antes. Todos concordam?

25. P.: Muito bem, esse foi o 1, no dois, solução de sulfato de cobre com a esponja de aço. Alguém saberia falar o que anotou sobre a esponja de aço e o sulfato de cobre?

((vários alunos pedem para falar))

26. P.: Muito bem, fala, vou escolher quem não anda falando nas aulas.

27. Al: A gente colocou o Bombril dentro do frasco com sulfato de cobre, o Bombril começou a enferrujar e o sulfato de cobre começou a esquentar, ficou mais quente.

28. P.: Muito bem observado, o tubo começou a se aquecer, todo mundo observou isso?

((vários alunos falam))

29. P.: Pode falar Valéria.

30. Valéria: ((A aluna faz uma descrição muito difícil de entender))

31. P.: Vocês me falaram que o tubo de ensaio ficou quente, que a cor do Bombril mudou, né? Avermelhado, né? Agora, Alguém notou mudança na cor do sulfato? Ou não?

32. Gustavo: Mudou, ele ficou mais claro.

33. Rafael: Ele ficou mais claro porque o sulfato foi tirado da água.

34. Gustavo: O cobre do sulfato de cobre. Tirando esse cobre do sulfato ele começou ficar mais clarinho, porque o sulfato de cobre é água e cobre, aí, tirando o cobre ficou com uma porcentagem maior de água do que de cobre.

35. P.: Beleza. Vocês concordam com essa idéia desses dois aqui? ((o professor se refere a turma toda)) Rafael e Gustavo. Eles estão falando que de alguma maneira, o sulfato foi, eles falaram isso de uma maneira diferente, mas o sulfato foi sendo usado de alguma maneira e a solução foi ficando menos azul. Vocês concordam com isso?

36. Al: Olha no livro professor, o livro mostra isso.

37. P. O livro, mostra isso? Há! Nas páginas seguintes, é verdade.

((Gustavo inaudível))

38. P.: Então vou falar sua idéia para todo mundo. O que vocês ((para a turma toda)) acham dessa idéia aqui. Pro Gustavo, o cobre do sulfato de cobre tá sendo utilizado de alguma maneira, então o Bombril tava ficando vermelho, ou avermelhado por causa do cobre, o que vocês acham disso?

39. Rafael: Eu acho que ele tá enferrujando, porque no sulfato de cobre tem oxigênio, aí tá enferrujando o alumínio mais rápido.

40. Tatiana: Quando eu peguei, ele despedaçou.

41. P. São coisas diferentes, aí é outra característica então, né, além de ficar vermelho, a consistência dele esfarelava fácil.

42. Tatiana: Ficou mais mole assim...

43. P. Então, tem duas idéias em jogo aqui. A primeira: será que o Bombril ficou avermelhado é por causa do cobre do sulfato de cobre?

44. Gustavo: Eu acho que tipo, esse oxigênio que ele está adquirindo, ficava meio vermelho, eu acho que vem do cobre, que está passando para o Bombril, nesse caso o cobre, é... o oxigê... houve uma reação mas o oxigênio não conseguiu utilizá-lo. ((trecho de difícil transcrição))

45. P. Você está meio que concordando com o Rafael, então será que o enferrujamento tem mais a ver com o oxigênio do sulfato, é isso?

46. Rafael: Sulfato de cobre, calma aí, mas o cobre...((olhando no livro))

47. P.: Você está olhando a fórmula aí, Rafael, é isso?
48. Rafael: A fórmula é CuSO_4 .
49. P.: Cobre SO_4
50. Gustavo: o enxofre é o S o Cu é o cobre e o
51. P. cobre enxofre e oxigênio
52. Rafael: e o oxigênio tem muito.
53. P. Vocês estão falando e eu quero saber a opinião da turma, é o seguinte, duas idéias apareceram. O Bombril foi ficando vermelho é por causa que o elemento cobre por alguma razão foi acumulando, parece que na opinião de vocês ele é avermelhado.
54. Gustavo: no enferrujamento, o cobre foi assim, ele sai da água, pro negócio, eu acho que, sei lá, de uma forma esse enferrujamento que o oxigênio provocou no Bombril atrai o cobre retirando ele que está misturado da mistura para o Bombril, no final o cobre fica mais claro.
55. P. Muito bem, os meninos estão muito inspirados hoje, mas eu quero saber o que o pessoal está achando dessa estória. Vocês concordam com a idéia do cobre, vocês acham que enferrujou por causa desse tal elemento oxigênio no sulfato de cobre?
56. Luiz: Professor, mas a esponja de aço também na água, ela enferruja também.
57. P. Então não tem nada a ver com o sulfato de cobre?
58. Luiz: Mas o cobre ajuda ele a enferrujar mais rápido eu acho.
59. Gustavo: Mas se a gente pensar bem ele ia enferrujar tanto na água quanto nessa substância, até mais nessa substância, o comum entre os dois é o oxigênio, o oxigênio que causa esse enferrujamento, isso a gente já sabe, já o cobre eu acho que ele vai, ele compõe junto com o oxigênio essa oxidação, ele vai de alguma forma ele vai mais rápido.
60. P. Eu vou ter que fazer uma coisa aqui parecida com a coisa da gasolina, como não é nosso objetivo hoje esgotar e dar todas as respostas sobre o funcionamento ou para onde foi os 50 kg da gasolina e nem o que aconteceu aqui, a gente vai deixar essa resposta para depois, a gente vai avançar, mas tem um tanto de coisa em aberto aqui, que a gente vai tentar responder depois.

((A aula continua com a discussão dos outros experimentos))

As estratégias do professor e a participação dos estudantes no terceiro episódio: as explicações

Algumas marcas são características de todas as aulas desse professor. Como exemplos temos o anúncio do início da aula de ciências naturais (turno 1) e o destaque para os objetivos da aula (turnos 2, 8 e 9). Os estudantes sempre aguardam o início (Vamos começar nossa aula de ciências naturais!) e não deixam o professor se esquecer de sua frase introdutória. Quanto aos propósitos e objetivos das aulas, o professor sempre deixa claras as atividades que serão desenvolvidas e a agenda a ser cumprida.

O que mais nos chamou a atenção nesse episódio foram as formas com que os estudantes argumentam e tentam propor explicações. Apesar de não chegarem ao entendimento final compartilhado nesse episódio e nem de o professor estabelecer um consenso final, é marcante a habilidade adquirida por alguns estudantes em argumentar seus pontos de vista para explicar fenômenos que não lhes são familiares. Acreditamos que o desenvolvimento dessa confiança, de poder participar e interagir com os colegas e professor sem medo de falar algo errado foi adquirida no decorrer das aulas de ciências.

Esses estudantes, principalmente o Rafael e o Gustavo acompanham a aula e usam o texto didático tentando compreender as fórmulas químicas das substâncias que fazem parte da atividade. A explicação científica para o aparecimento da camada avermelhada na lâ de aço e do clareamento da solução de sulfato de cobre é complexa e exige um grau de abstração e conhecimento de conceitos de oxiredução que ainda não foram estudados. Mesmo assim, o professor deixa que os estudantes exponham suas idéias, convoca a participação da turma e confronta argumentos e explicações diferentes.

Encontramos em Ogborn et al (1996) contribuições importantes para a discussão sobre as formas de explicar e a produção de significados. Segundo os autores quando as pessoas não estão de acordo com suas opiniões têm a necessidade de explicar suas idéias conjuntamente, a não ser que já estejam dispostos, de antemão, em discordarem, o que não é comum no ambiente escolar, posto que esse privilegia a busca de consentimentos em relação ao conhecimento trazido pelo professor.

Nos turnos 10, 12, 13, 21 e 22 notamos a primeira diferença entre observações nesse episódio. A estudante Tatiana descreve que o cabelo, depois de aquecido, ficou branco e um colega contesta dizendo que o seu não ficou branco. O professor ouve um pouco mais e retorna para Tatiana questionando sobre a cor do cabelo. Na maioria dos grupos o cabelo ficou preto e não branco. A discrepância nesse caso se situa entre o observado, pelo professor e outros estudantes, o esperado, e a observação feita por Tatiana. O questionamento feito pelo professor nos turnos 21 e 22 indicam para a estudante sua intenção de que reveja a sua descrição.

Para Ogborn et al (1996), o que mantém viva a interação nas aulas e produz elevado e freqüente nível de discussão e intervenção espontânea dos estudantes são as diferenças que existem entre suas observações, concepções e entendimentos. Se não estão de acordo, é natural que falem. Frequentemente falamos para resolver nossas diferenças. Os autores se referem à tensão ou oposição entre pontos de vista e das situações que causam as tensões assim como as explicações que as minimizam.

No episódio aqui analisado, o professor coloca em desacordo a cor do cabelo após o aquecimento. Para ele e para outros estudantes a aluna Tatiana deve rever a sua descrição. O professor não indica que ela corrija, mas questiona e mostra o resultado da maioria. Essa é uma forma de agir muito freqüente nas aulas desse professor. Na maioria das vezes em que ele abre para a participação dos estudantes não há imposições de idéias, mas trocas e embates com o objetivo de chegarem a um ponto em comum. Esse ponto em comum também não é imposto e muitas vezes não é alcançado na primeira discussão, como no episódio analisado.

Ogborn et al (1996) aponta metáforas que se aproximam das tensões que se apresentam nas aulas e que geram a necessidade de explicações e de possíveis construções de significados. Uma delas é o atrito entre idéias diferentes que dá lugar à necessidade de explicar e de indicar direções para o pensamento. A imagem descrita é a do conflito como uma força guiando a comunicação. A outra metáfora é a distância que separa duas posições. Nesse caso, as explicações se convertem em caminhos que preenchem um vazio. Uma terceira metáfora se relaciona com a posse. A compreensão, que estava em alguma parte, passa a fazer parte do indivíduo.

No caso do episódio analisado, podemos apontar para as diferenças entre o observado e descrito, a explicação científica e a explicação dos estudantes, e nesse caso não são conceitos do cotidiano e sim interpretações baseadas em conhecimentos anteriores alinhavados a conhecimentos em apropriação. Os estudantes já estudaram as reações de combustão e de oxidação do ferro no 7º ano e reconhecem a necessidade do oxigênio para que essas transformações ocorram. Diante desse aparato conceitual eles discutem sobre o enferrujamento da lâ de aço e a reação com a solução de sulfato de cobre. Nos turnos 27, 32 a 34, 39, 44, 54, 56, 58 e 59 temos várias tentativas de explicação.

Inicialmente a intenção do professor era guiar os estudantes no trabalho com as ideias científicas com vistas à internalização no contexto da discussão das evidências das transformações estudadas como critério para identificar a ocorrência ou não de uma transformação química. Essa era a agenda do professor, mas um novo contexto surge e o professor passa então a guiar os estudantes na aplicação das ideias científicas e na expansão de seu uso (MORTIMER e SCOTT, 2002, 2003) a partir do problema assumido pelos estudantes, que passam a explicar as causas das evidências identificadas para a reação entre o sulfato de cobre e a esponja de aço.

O texto do livro didático, após essa atividade que agora discutimos, apresenta a explicação sobre o fenômeno. O estudante Gustavo parece ter lido essa explicação e tenta apresentá-la. Já Rafael acredita no enferrujamento e argumenta a seu favor se referindo à presença do oxigênio no sulfato. A interlocução de Rafael muda a explicação de Gustavo que passa a considerar a possibilidade de ter havido o enferrujamento. Para Rafael, que se apóia na fórmula do sulfato de cobre, turnos 46, 48 e 52, o sulfato tem muito oxigênio, o que justifica o enferrujamento. O professor busca a participação da turma expondo os dois pontos de vista apresentados, mostrando que eles traduzem diferentes soluções ao problema. Gustavo e Rafael parecem aceitar o desafio e constroem juntos uma explicação alternativa ao fenômeno, agora introduzindo o oxigênio como participante da transformação.

É muito significativo o interesse dos estudantes pelas fórmulas e suas interpretações (turnos 46, 48, 50 e 52). Em outras aulas da seqüência o mesmo acontece e um estudante chega a dar nome ao sulfato de sódio por comparação com a fórmula do sulfato de cobre. Esse é um indicativo de apropriação de uma forma de representação química através das fórmulas e símbolos. Na seqüência de ensino pesquisada não é objetivo o tratamento de nomenclatura e memorizações de fórmulas ou símbolos, mas como essas representações aparecem no texto didático e eles usam a tabela periódica para consulta, essa linguagem se torna parte de suas explicações e tentativas de entendimentos. Podemos dizer que esses estudantes estão envolvidos em um mundo diferente, o mundo das explicações científicas. Elemento químico, substância e transformação são ferramentas que os estudantes utilizam no contexto de introdução ao estudo de transformações químicas.

Retornando às diferenças existentes entre professor e aluno nas aulas de ciências e que podem emergir na forma de conhecimentos, poder e interesses (Ogborn et al, 1996) encontramos ainda, nos episódios analisados, as possíveis explicações para os fenômenos do mundo físico. Nem sempre os fenômenos estudados pela ciência estão diretamente relacionados ao cotidiano e muitas vezes não há interesses despertados para as diferenças e possibilidades de dialogar com o outro, seja ele o professor, o livro didático ou os colegas de classe. Não podemos também considerar que as definições que os químicos apresentam

sobre elemento, substância e reação química são de interesse dos estudantes e que eles apresentem idéias prévias sobre esses conceitos. Nesse episódio o professor minimiza essas influências criando situações em que a classe é induzida a participar da discussão e ajudar no impasse que se coloca entre duas possíveis explicações dos colegas (turnos 34, 38, 43,45 e 53).

Não podemos deixar de caracterizar a capacidade argumentativa dos estudantes que participam do episódio. Entre os turnos citados anteriormente há uma interferência do Rafael que complementa a explicação do Gustavo apresentada no turno 33. Para Rafael, a lâ de aço está enferrujando. Pode ser que esse estudante esteja apenas relacionando o enferrujamento à cor adquirida pela lâ de aço, mas um novo componente é introduzido. Gustavo tenta incluir a idéia de Rafael em sua explicação sem muito sucesso no turno 44. O professor retoma e solicita ao Gustavo que deixe sua resposta mais clara o que é feito no turno 54. Além do professor, outro estudante, o Luiz, introduz mais questionamentos no turno 56 e 58 e Gustavo argumenta e explica no turno 59. Rafael também argumenta e justifica a sua relação entre a cor da lâ de aço e o enferrujamento nos turnos 39 e 52. Vieira e Nascimento (2007) apontam em seu trabalho o papel a argumentação:

“Inserida nesse quadro [atribuição de significados dentro de um contexto cultural específico, Vygotsky] a argumentação, compreendida como um discurso que envolve peculiaridades contraditórias (Billing, 1996), passa a assumir uma posição de destaque nos processos de ensino e aprendizagem. Para Billing (1996), não há aprendizado se não houver contradição, ou seja, se não forem examinadas duas perspectivas contrárias em relação à questão levantada.” (p. 176)

Em nosso caso particular, nos turnos 43 e 55, o professor apresenta as duas explicações dadas pelos estudantes e promove novas inferências carregadas de argumentos que se apóiam nas ferramentas que os estudantes utilizam mesmo sem muita propriedade, como a necessidade do oxigênio para o enferrujamento e a análise das fórmulas químicas. A participação do Luiz também nos indica um desejo de argumentar a favor de sua idéia, “o enferrujamento ocorre também na água”, fato importante, pois até então ele não tinha contribuído com suas idéias em outros momentos.

É importante lembrar o objetivo da atividade, comparar estados iniciais e finais de transformações e discutir sobre a possibilidade da ocorrência de reação química. Quando os estudantes extrapolam a pauta da atividade ao buscar uma explicação para o fenômeno, o professor incentiva a discussão e o embate de ideias, mas não fecha a explicação. De acordo com Mortimer e Scott (2003), em suas intervenções, o professor mantém o foco na exploração da ideias dos estudantes, trabalhando os significados no desenvolvimento da ‘estória científica’ e torna os significados disponíveis para todos os estudantes da classe. Para Ogborn et al (1996) essa é uma estratégia, muitas vezes feita inconscientemente pelos professores, que faz com que os estudantes se comprometam com uma postura mesmo antes de discutirem ou resolverem um problema. Segundo o autor, é um modo de distribuir as diferenças entre todos.

De acordo com Mortimer e Scott (2002, 2003), a abordagem discursiva é interativa e de autoridade no início do episódio, compatível com o intuito de dar fechamento ao trabalho desenvolvido pelos grupos na atividade prática anteriormente realizada. Entretanto, quando os alunos extrapolam a atividade e passam a construir explicações para

o fenômeno, a abordagem passa a ser, predominantemente interativa e dialógica. Nesse caso, os alunos usam evidências e ideias científicas na exploração de um problema novo para eles e o professor encoraja-os, dando liberdade para que desenvolvam uma solução ao problema. Notamos aqui uma função diferenciada do discurso dialógico, que não se vale apenas da exploração e problematização das ideias espontâneas dos estudantes acerca de um tema, mas, ao contrário, vale-se também da exploração de ideias científicas, já disponibilizadas, na solução de um problema novo para os estudantes.

Esse fenômeno, interação entre a lã de aço e o sulfato de cobre será analisado e discutido nas próximas aulas no contexto dos fatores que alteram a velocidade das transformações químicas. É por isso que, no turno 35, um estudante se refere à explicação do livro e o professor a identifica nas páginas seguintes. Acreditamos que o Gustavo já tivesse feito a leitura do texto e utilizou as ideias em sua explicação inicial, mas o Rafael não, pois não foi feita nenhuma referência, no texto didático ao enferrujamento da lã de aço.

No último turno o professor encerra a discussão prometendo o retorno e o fechamento da discussão iniciada na aula. Nesse episódio encontramos o que Ogborn et al (1996) denomina “o uso de promessas e expectativas”, que orienta e indica aos estudantes que existem coisas que não foram respondidas, mas que serão abordadas oportunamente.

As explicações que emergem dos fenômenos estudados são o que Ogborn chama de prototípicas. Os contextos de estudo são subsídios para que os estudantes cheguem ao final da seqüência didática com melhores habilidades em apontar evidências que auxiliem na identificação de reações químicas, conhecer e aplicar em contextos relevantes os fatores que afetam a rapidez de uma reação química, aplicar a ideia de conservação da massa nas reações químicas e interpretar corretamente modelos que representem as substâncias em nível molecular utilizando as ideias de átomo, elemento, molécula, substância e mistura.

Ao organizar a aula para a discussão sobre os experimentos realizados em grupo, concordamos com Carvalho (2004), que ressalta as contribuições do conjunto de estratégias de ensino adotadas pelo professor para a compreensão dos conteúdos das ciências

...a aula proporciona espaço e tempo para a sistematização coletiva do conhecimento e da tomada de consciência do que foi feito. Ao ouvir o outro, ao responder ao professor, o estudante não só relembra o que fez como também colabora na construção do conhecimento que está em discussão. O desenvolvimento de atitudes científicas vai sendo proposto e sistematizado (Harlen 2000) e é nessa etapa que existe a possibilidade de ampliação do vocabulário dos estudantes com a ajuda por parte do professor da melhora na argumentação de suas ideias proporcionando uma real comunicação entre eles (Harlen 2001). É o início do “aprender a falar ciência” (Lemke, 1997).

Nas pesquisas desenvolvidas por Carvalho (2004) as características apontadas na citação são a parte mais difícil de desenvolver nas atividades de ensino programadas por sua equipe e utilizadas nas pesquisas em salas de aula de ciências das séries iniciais. A autora aponta a necessidade de se investir mais em termos de pesquisa na formação de professores no preparo de profissionais que “faça as perguntas certas, argumente com novas ideias e contra exemplos, a fim de proporcionar um ambiente criativo intelectualmente, isto é, uma sala de aula em que os estudantes se sintam à vontade para argumentar, para expor o

que pensam e assim terem a oportunidade de modificar os seus conceitos espontâneos sobre os fenômenos apresentados evoluindo para os conceitos científicos”.

No episódio analisado encontramos um bom exemplo de professor com essas características. Tratando-se do nível fundamental, 8º ano, destacamos a importância do trabalho com os conceitos de elemento químico, substância e reação química, mesmo que em nível elementar, para a compreensão de aspectos da constituição dos materiais e do desenvolvimento de outros conceitos, mais elaborados nos próximos anos de instrução.

CONCLUSÃO

Processos de apropriação e produção de sentidos pelos estudantes no episódio

Acreditamos que a constituição de um ambiente de sala de aula caracterizado pelo espaço de socialização de idéias contribui para as atitudes dos estudantes diante do conhecimento escolar. Novos conceitos e idéias científicas estão em constante conexão com os interesses, experiências e conhecimentos dos estudantes. O professor procura focalizar as perguntas e falas dos estudantes no lugar de apenas respondê-las. Acreditamos que essa postura do professor pode auxiliar os estudantes no entendimento da ciência como empreendimento histórico e cultural e, portanto, social, do homem.

Nesse contexto, o papel do professor torna-se determinante. Ao interagir com o educador, o estudante vai, aos poucos, internalizando o que é construído nas relações, de forma ativa, utilizando o seu próprio referencial. Inicialmente, palavras são repetidas, para mais tarde tornarem-se palavras próprias, o seu próprio ponto de vista (BAKHTIN, 2003). Para compreendermos essas relações, lançamos mão do conceito de mediação e da relação dialética entre linguagem e pensamento, discutidos por Vygotsky (2003).

Este episódio é representativo de uma forma de condução das aulas desse professor, que também está presente em outros episódios da seqüência de ensino. O que é marcante nesse episódio é a construção de um ambiente no qual os estudantes, por iniciativa própria, iniciam explicações sobre os fenômenos estudados. Dessa forma o professor proporciona um ambiente rico e interessante, através de perguntas sobre situações problemas e sistematizações das próprias falas dos estudantes. Essas condições contribuem para que eles possam responder com liberdade, sem pressão do certo ou errado, e assim aprenderem a selecionar as informações pertinentes e relevantes de todo o trabalho desenvolvido. Contamos com um professor engajado e muito atento a esse processo. Os estudantes se expressam com dificuldades, indicando que os pensamentos ainda estão sendo ordenados. O professor então ouve com paciência, sustenta o raciocínio dos estudantes por meio de perguntas, introduz discretamente, em suas perguntas a palavra que falta aos estudantes, criando um ambiente propício ao desenvolvimento cognitivo (Carvalho, 2004).

Referenciando-nos às idéias de Bakhtin (2004), consideramos a construção de significados nos episódios analisados como um processo de reconhecimento e compreensão dos signos mediados por valores ideológicos. A compreensão está mediada pela atribuição de valores, tomada de decisões e o uso dos conceitos em contextos diferenciados. Como exemplo indicamos o esforço dos estudantes em propor explicações utilizando as fórmulas no episódio. O contexto de construção de significados é um fator favorável ao reconhecimento da palavra. A palavra está sempre carregada de um valor ideológico. Na

sala de aula de ciências, pelo menos duas linguagens sociais, a científica e a cotidiana estão presentes. Notamos uma aproximação entre essas diferentes linguagens sociais.

O referencial teórico-metodológico utilizado nesta pesquisa caracteriza os episódios analisados dentro de uma dinâmica que considera a construção dos conceitos como um processo sociocultural, e, portanto histórico, ou seja, um processo interativo em que o professor atua como mediador no desenvolvimento do estudante na medida em que constrói com ele os conhecimentos científicos.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR JÚNIOR, O. G.; MENDONÇA, D. H.; SILVA, Nilma Soares da. Participação dos estudantes no discurso de uma sala de aula de ciências: tensão entre discurso dialógico e de autoridade. In: XI EPEF, 2008, Curitiba. Anais do XI EPEF. Curitiba : UFTPR, 2008.
- APEC – Ação e Pesquisa em Ensino de Ciências. Construindo Consciências. 7ª série. São Paulo: Scipione, 2004.
- BAKHTIN, M. Marxismo e filosofia da linguagem. São Paulo: Hucitec, 2004.
- BAKHTIN, M. Estética da criação verbal. São Paulo: Martins Fontes, 2003.
- CARVALHO, A. M. P. Building up explanations in physics teaching. International Journal of Science Education, Abingdon, v. 26, n. 22, p. 225-237, 2004.
- MERCER, N. The guided construction of knowledge: talk amongst teachers and learners. Multilingual Matters Ltd., 1995.
- MORTIMER, E. & SCOTT, P. Atividade discursiva nas salas de aula de ciências: uma ferramenta sócio-cultural para analisar e planejar o ensino. Investigações em Ensino de Ciências, v. 7 n°. (3), (2002).
- MORTIMER, E.F.; SCOTT, P.H. Meaning making in secondary science classrooms. Maidenhead: Open University Press, 2003.
- MORTIMER, E.F.; MASSICAME, T.; TIBERGHIE, A.; BUTY, C. Uma metodologia para caracterizar os gêneros de discurso como tipos de estratégias enunciativas nas aulas de ciências. In: NARDI, R. (org.) A Pesquisa em Ensino de Ciências no Brasil: alguns recortes. São Paulo: Escrituras/ABRAPEC, p. 53-94, 2007.
- OGBORN, J., KRESS, G., MARTINS, I. and MCGILLICUDDY, K. Explaining science in the classroom. Buckingham: Open University Press, 1996.
- SCOTT, P. H. ; MORTIMER, E. F. ; AGUIAR JUNIOR, O. The tension between authoritative and dialogic discourse: a fundamental characteristic of meaning making interactions in high school science lessons. Science Education, New York, v. 90, n. 7, p. 605-631, 2006.
- SILVA, Nilma Soares da; AGUIAR JÚNIOR, O. G. O uso dos conceitos de elemento e substância por estudantes do Ensino Fundamental: uma perspectiva de análise sociocultural. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, v. 8, p. 1/5-17, 2008.
- VIEIRA E NASCIMENTO. A argumentação no discurso de um professor e seus estudantes sobre um tópico de mecânica newtoniana. Caderno Brasileiro de ensino de Física, v. 24, n. 2, p.174-193, agosto, 2007.
- VYGOTSKY, L. S. A formação social da mente. São Paulo: Martins Fontes, 2003
- VYGOTSKY, L. S. Pensamento e linguagem. São Paulo: Martins Fontes, 2005.