



**AS REAÇÕES DOS ESTUDANTES FRENTE AO DISCURSO CIENTÍFICO
ESCOLAR: IDENTIFICANDO DEMANDAS NAS PERGUNTAS E
COMENTÁRIOS CRÍTICOS NAS AULAS DE CIÊNCIAS**

**THE REACTIONS FROM THE STUDENTS FRONT THE SPEECH SCIENTIFIC
SCHOLASTIC: IDENTIFYING DEMANDS ON THE QUESTIONS AND
COMMENTARIES CRITICS ON THE CLASSES OF SCIENCES**

Douglas Henrique de Mendonça¹

Orlando Gomes Aguiar Júnior²

1. UFMG/Fae, dougofisico@yahoo.com.br

2. UFMG/Fae, orlando@fae.ufmg.br

Resumo

Este trabalho pretende examinar as intenções e demandas dos estudantes quando fazem perguntas ou comentários críticos nas aulas de ciências. O material empírico foi extraído de uma seqüência de ensino sobre transformações químicas junto a estudantes de 8º ano do Ensino Fundamental. O ambiente de aprendizagem da sala de aula investigada é caracterizado pela efetiva participação dos estudantes na construção do conhecimento científico escolar e ela disposição do professor em acolher suas contribuições e perspectivas. A pesquisa gerou como resultado um sistema de categorias que é aqui descrito e exemplificado. Os episódios evidenciam o potencial dessa análise não apenas para considerar as demandas dos estudantes, mas também o modo como tais demandas são (ou não) respondidas pelo discurso subsequente da sala de aula.

Palavras-chave: perguntas dos estudantes, demandas dos estudantes, discurso das salas de aula de ciências, ensino de ciências.

Abstract

The aim of this paper is to examine the purpose and demands from the students when they raise questions and critical comments in the science classroom. The empirical material was selected from a teaching sequence about chemical reactions with students of 8th grade level. The learning environment of the science classroom is characterized by the effective participation of the students in the construction of scientific knowledge and the disposition of the teacher to consider the students' contributions and perspectives. The research resulted in a system of categories to analyze the students' demands, which is described and exemplified by some teaching episodes. The episodes shows the potential of such analysis to consider not only the students' demands and position face to the scientific knowledge but also the way such demands are (or not) responded in the subsequent discourse of the classroom.

Keywords: students questioning, students demands, science classroom discourse, science teaching.

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, vem crescendo o número de pesquisas em educação que mostram a importância da análise da dimensão discursiva dos processos de ensino e aprendizagem em salas de aula (Lemke, 1990; Ogborn et al, 1996; Candela, 1999; Mortimer e Scott 2003). Esses estudos apresentam a linguagem como ferramenta fundamental para a construção e apropriação do conhecimento científico. Tal interesse é uma consequência, entre outras coisas, de estudos feitos a luz da teoria sócio-cultural e as conexões entre linguagem, cultura e cognição (Edwards, 1997; Mercer, 1995; Wertsch, 1991).

Estes trabalhos compartilham da visão vigostiquiana de que o desenvolvimento e a aprendizagem envolvem uma passagem de contextos sociais para um entendimento pessoal (Vygostsky, 1978). Além disso, vários estudos apontam para a centralidade da apropriação da linguagem social (Bakhtin, 1996) da ciência escolar na aprendizagem em ciências.

A análise de discurso de filiação bakhtiniana e vygotskiana foi incorporada em ferramenta analítica proposta por Mortimer e Scott (2003; 2002). Nesses trabalhos, os autores propõem o conceito de abordagem comunicativa para indicar os diferentes modos como o professor trabalha com os estudantes para desenvolver as idéias na sala de aula. Esta ferramenta vem sendo utilizada com sucesso em nosso grupo de pesquisa (veja, por exemplo: Autores, 2007; Autores, 2008; Autor e colaborador, 2005; autor e colaboradores, 2006), para analisar como o professor, utilizando diferentes formas de discurso e interação, pode ajudar os alunos a construir significados nas salas de aula de ciências.

Neste estudo, nosso foco estará concentrado nas interações discursivas iniciadas por perguntas ou comentários críticos dos estudantes. Propomos um sistema de categorias para examinar quais as intenções, interesses e demandas dos estudantes quando formulam perguntas ou comentários críticos nas aulas de ciências e como tais demandas são consideradas, trabalhadas ou modificadas quando do tratamento da questão ou comentário pelo professor.

PRESSUPOSTOS TEÓRICOS

Pesquisas baseadas em observações em sala de aula de ciências sugerem que as questões dos estudantes em geral infreqüentes e pouco sofisticadas (Dillon, 1988; Good et al., 1987; Graesser & Person, 1994). O fator social é considerado por muitos autores como o mais importante limitador (Costa et al, 2000; Dillon, 1988; Harper, Etkina & Lin, 2002). De acordo com Watts e colaboradores (1997), “fazer questões pode gerar exposição e vulnerabilidade. Os estudantes necessitam se sentir seguro antes se arrisarem em uma importante pergunta”. Existe um grande medo dos estudantes em serem considerados estúpidos ou idiotas pelo restante do grupo.

Os esforços das pesquisas para o aprimoramento das perguntas dos estudantes se justificam nos benefícios e potencialidades que tais participações trazem para a sala de aula. Autores (*in press*) em uma análise das interações discursivas na sala de aula mostram que, durante a formulação de perguntas, os estudantes parecem estar procurando ligar novos conceitos e idéias de ciência com seus próprios interesses, experiências e conhecimentos.

Além disso, realizando perguntas, os alunos abrem oportunidades de se engajarem em um trabalho colaborativo com outros (inclusive com o professor).

Questão dos estudantes também é identificada por Eagle e Conant (2002) como um dos princípios para sustentação do engajamento disciplinar produtivo. De acordo com os autores os professores deveriam encorajar as questões dos estudantes, proposta, desafios, e outras contribuições intelectuais, em vez de esperar que eles devam simplesmente assimilar fatos ou procedimentos.

Chin e Brown (2002), baseados na categorização feita por Scardamalia e Bereiter (1992), distinguiram dois tipos de questões: questões de básica informação e questões de alto nível de desprendimento cognitivo (wonderment questions) ou maior complexidade. Eles identificaram dois subtipos de questões que buscam por básica informação: factual e procedimental. Questões factuais requerem apenas busca de informações já disponibilizadas na sala de aula e que não possibilitam a abertura para maiores discussões. Questões procedimentais buscam por esclarecimentos sobre um determinado procedimento ou sonda como uma tarefa deve ser realizada. Via contraste, Chin e Brown argumentam que as questões aqui chamadas de alto nível exigem uma aplicação ou extensão dos conceitos ensinados, fazer previsões, explicações, e causas, ou sobre resolver discrepâncias e brechas no conhecimento. Elas são feitas quando, durante seus esforços de entendimento, os estudantes tentam relatar um conhecimento novo ou construir associações internas entre diferentes aspectos desse novo conhecimento. Elas exigem a clarificação de informações complexas ou divergentes vindas de várias fontes, ou reflexões, curiosidades, jogos, cepticismo ou especulação. De acordo com as autoras as questões de alto nível incluem:

- (a) **questões de compreensão**, que tipicamente buscam por explicações de conhecimentos não compreendidos;
- (b) **questões de predição**, que envolvem especulações ou hipóteses a serem verificadas, do tipo “O que aconteceria se...”;
- (c) **questões de anomalia**, em que os estudantes detectam alguma discrepância no conhecimento ou apresentam cepticismo frente ao novo conhecimento;
- (d) **questões de aplicação**, em que os estudantes tentam aplicar o novo conhecimento;
- (e) **questão de planejamento** ou estratégia, em que os estudantes tentam traçar um plano de ação ou procedimento que não tenha sido dado anteriormente.

Estudos anteriores (Aguiar, Mendonça e Silva, 2007 e Aguiar e Mendonça, 2008) indicam que algumas atitudes do professor – postura dialógica e aberta às novidades trazidas pelos estudantes, metodologia de ensino ativa, tempo de espera para resposta, escolha de um material didático favorável, dentre outras – podem contribuir para o aumento emergência de participação discursiva dos estudantes.

Baseado em trabalho de Candela (1999), autor e colaboradores (2009) e autores e colaborador (2007) examinaram as questões dos estudantes e as respostas que elas evocam por meio de categorias que permitem destacar as relações entre as perguntas feitas e a estrutura explicativa do ensino (Ogborn et al, 1996). Assim, as perguntas dos estudantes foram agrupadas em três categorias:

1. Perguntas de esclarecimento ou extensão: os estudantes procuram por esclarecimentos sobre suas duvidas acerca do conteúdo trabalhado.

2. Perguntas de extrapolação: os estudantes buscam por informações que estão além da lógica proposta pela estrutura explicativa do professor, alterando, também, o tema que está sendo discutido pela classe no momento.
3. Perguntas de contestação: Os alunos apresentam uma visão alternativa para uma dada situação, desafiando a proposta explicativa do professor.

Este trabalho pretende avançar na compreensão dos interesses e propósitos dos estudantes que podem ser depurados dos momentos em que fazem perguntas ou comentários nas aulas de ciências. Pretende-se assim contribuir para o entendimento das relações que os estudantes estabelecem com o conhecimento científico escolar. Além disso, estaremos em condições de examinar, no discurso subsequente, em que medida o professor atende, ou não, a essas demandas.

METODOLOGIA

Selecionamos, para esse trabalho, uma sala de aula com intensa participação discursiva dos estudantes na construção das idéias das ciências. Acompanhamos o trabalho de um professor de ciências em uma escola da rede particular de ensino que apresenta um estilo de ensino que favorece debates e discussões com os estudantes nas inúmeras atividades que vão sendo propostas. O livro didático adotado é uma coleção inovadora no campo da educação em ciências e o professor faz uso refletido e comprometido das inúmeras atividades que apresenta, além da mediação nas leituras em sala de aula.

Acompanhamos a unidade “As transformações dos materiais” composta de dois capítulos, “Os Minerais e a Vida” e “Compreendendo as reações químicas”. A coleta de dados ocorreu durante três meses com a frequência de três aulas de ciências por semana. As aulas foram gravadas com duas câmeras, sendo uma fixa, na frente da sala, focando os estudantes, e outra móvel, acompanhando a movimentação do professor. Nos momentos em que os alunos trabalhavam em grupo, dinâmica comum nessa sala de aula, foram feitas também gravações de áudio em dois grupos escolhidos aleatoriamente. Os arquivos são compostos por 36 aulas gravadas em vídeo e 12 aulas gravadas em áudio. Também é fonte de dados um caderno de campo com anotações realizadas em todas as aulas.

Para este trabalho escolhemos três episódios ricos em participação discursiva dos estudantes, de forma a exemplificar o sistema de categorias descrito na próxima sessão, bem como o potencial de sua utilização para a análise do discurso em uma sala de aula de ciências

O primeiro episódio foi extraído na 18ª aula. Nesta aula o professor faz uma revisão do conteúdo trabalhado até então. A decisão pela revisão se deu devido à identificação das dificuldades apresentadas pelos estudantes ao responderem às questões de prova aplicada na semana anterior. O professor preparou slides com modelos de partículas para mostrar a constituição de diferentes substâncias. O propósito dessa aula era o de sistematizar a diferença entre elemento, substância e mistura cujo entendimento foi considerado insatisfatório pelo professor nas respostas dadas pelos estudantes às questões da prova.

O segundo e o terceiro episódio foram extraídos da 34ª aula da sequência de ensino. Nesta aula o professor realiza a correção de uma prova já feita pelos estudantes. A correção da prova foi motivada pela observação do professor de algumas dificuldades apresentadas

pelos estudantes, e pela proximidade da avaliação fina, que no caso seria realizada na próxima aula.

SISTEMA DE CATEGORIAS

Nosso trabalho pretende analisar as demandas postas por questões e comentários críticos dos estudantes. Para tanto, durante a análise dos dados fomos elaborando algumas categorias que emergiam indutivamente a partir do material empírico disponível. As categorias eram utilizadas e refinadas no confronto com outras, com os dados e com os referenciais teóricos da pesquisa. Tais procedimentos permitiram a construção de uma base compreensiva para o estudo das intenções dos estudantes quando eles formulam perguntas genuínas ou comentários críticos nas aulas de ciências. Descrevemos abaixo as categorias que foram assim elaboradas:

1. **Solicitando esclarecimento conceitual** – O estudante busca uma explicação extra sobre um conceito introduzido pelo professor.
2. **Buscando mecanismos causais** – O estudante demanda, do professor, explicações adicionais sobre os mecanismos causais envolvidos em uma situação, evento ou fenômeno.
3. **Checando interpretação pessoal** – São perguntas que demandam uma confirmação ou não de uma interpretação pessoal que vai sendo dada aos temas estudados. Muitas vezes envolvem elaboração de hipóteses ou previsões sobre o que irá acontecer em determinada situação.
4. **Identificando lacunas ou contradições** – Ocorrem quando os estudantes detectam alguma informação discrepante, conflito ou lacuna relativa a uma situação. Algumas vezes, é acompanhada de um cepticismo ou incômodo em relação a uma explicação dada.
5. **Aplicando conhecimento a um novo contexto** – Os estudantes trazem novos contextos em que se aplicam idéias científicas, este novo contexto pode ou não ter relações familiares ou próximas da vida cotidiana.

Ao final do processo, entendemos que as categorias propostas tiveram algum paralelismo com algumas das categorias sugeridas por Chin e Brown (2002). Entretanto, a nosso ver, se adequaram melhor aos dados que tínhamos e ao objetivo de identificar as intenções e demandas postas pelos estudantes.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Episódio1: Existe espaço vazio entre os átomos?

Nessa aula, o professor pretende fazer uma revisão e sistematizar as diferenças entre elementos, substâncias e misturas. Ele relata à turma que, ao responder as questões da prova, os alunos utilizavam os três conceitos de forma indiscriminada. A aula é preparada pelo professor com a utilização de slides com modelos de representação de diferentes substâncias. Tais representações utilizam bolas de cores e tamanhos diferentes agregadas

umas a outras formando totalidades identificadas como sendo as substâncias (água, gás carbônico, oxigênio e outras). O episódio que vamos relatar (duração 4 min 6 seg) se insere nesse contexto e é iniciado pela pergunta do aluno Sérgio:

1.Sérgio: Existe espaço entre os átomos?

2.Prof.: Sim.

3.Samuel: O que ele perguntou professor?

4.Prof.: Se existe espaço vazio entre um átomo e outro?

5.Gustavo: Existe?

6.Prof.: Existe.

7.Rafael: Ué...

8.Prof.: Ahn... ((caçando a cabeça)) existe. E entre uma molécula e outra também. Mas olha só...

9.Rafael: Professor se for um átomo... por exemplo: molécula de oxigênio, as duas estão grudadinhas não estão ai? ((se referindo à figura apresentada no slide de apresentação da aula))

10.Prof.: Pera ai...

11.Rafael: As duas estão grudadas?

12.Prof.: Não sei, você está falando deste pedacinho aqui? ((apontando para a representação da molécula de oxigênio))

13.Gustavo e Rafael ((falas simultâneas)): As duas bolhinhas.

14.Rafael: As duas bolhinhas estão juntas?

15.Prof.: As duas bolhinhas juntas, então como é que chama?

16.Alunos: Moléculas.

17.Prof.: Moléculas. Moléculas de oxigênio, beleza. O que é que têm eles?

18.Rafael: Estão coladas?

19.Prof.: Estão bem próximos.

20.Rafael: Não estão coladas?

21.Valéria: Tem um arzinho ali no meio.

22.Rafael: Porquê, se eu não me engano, a bomba nuclear é quando dois átomos colidem um com o outro, então não pode assim...

23.Prof.: A bomba nuclear é um pouquinho mais complicada, porque a bomba nuclear vai mexer com o núcleo deste átomos.

24.Sérgio: Então quando dois átomos se tocam eles provocam uma explosão?

25.Prof.: Nem sempre, a bomba nuclear, rapidinho olha só, a bomba nuclear é quando eu destruo o núcleo. - ((alunos começa a falar juntos - inaudível)) - Por hora eu vou dar uma resposta provisória, mas é mais ou menos isso. Tá? Espera só um pouquinho Valéria, Sérgio.

26.Sérgio: Por que a bomba de Hidrogênio desmaterializa os objetos?

27.Prof.: Vamos deixar a bomba de Hidrogênio, vamos focar nossa atenção aqui. Vamos diferenciar o que é elemento e o que é substância. Vocês estão

curiosos com a bomba de Hidrogênio, ótimo, mas vamos voltar com isso outro dia. Vamos pôr as diferenças em seus lugares aqui, e outro dia a gente fala mais sobre a bomba de Hidrogênio. Até porque para explicar a bomba de Hidrogênio a gente precisava entrar em mais detalhes sobre o átomo, sobre o que eu estou representado por bolhinhas, detalhes que muitos de vocês não sabem ainda, e que eu prefiro dizer outro dia. Beleza? Então vamos continuar diferenciando elementos de substâncias. Valéria.

28.Valéria: Eu queria te perguntar do... vamos supor o ar entre as moléculas, as moléculas estão juntas ou tem um ar entre? Eu não entendi o que o Gustavo falou.

29.Prof.: O problema é o seguinte: As moléculas formam o ar.

30.Valéria: Não, assim, eu perguntei se elas estão juntinhas ou tem um espaço entre elas.

31.Aluno?: Vácuo.

32.Prof.: Você está falando da molécula? Ai eu tenho oxigênio e outro átomo de oxigênio, você está me perguntando aquilo que tem no meio?

33.Valéria: Se tem alguma coisa...

34.Prof.: Não pode ser ar, porque a molécula forma o ar.

35.Aluno?: Espaço vazio.

36.Prof.: É, eu estou falando que existe espaço vazio. Apesar de eu ter desenhado colado, eu pus uma bolhinha e juntei na outra, quando os cientistas imaginam com mais detalhes as moléculas, eles imaginam que tem um pequeno espaçinho.

37.Alunos: ((vários alunos comentam e perguntam - inaudível))

38.Valéria: Mas o que é o espaço?

39.Gustavo: Mas aqui nesta parede, tem um espaço vazio entre elas?

40.Prof.: Os cientistas imaginam que sim Gustavo. Apesar de ser sólido, de fazer barulho quando eu bato, e apesar de que nada que eu conheço atravesse a parede, a não ser que eu a quebre e tire os tijolos do lugar. Quando o cientista imagina, ele imagina pequenos espaços vazios entre uma coisa e outra, e ai mais uma vez na hora que eu mostrar como é que o ferro forma o pé da cadeira, você vai ver que dá para imaginar que tem um espaço vazio. Você vai entender.

O episódio inicia com a pergunta do aluno Sérgio sobre a existência de espaço vazio entre as bolinhas que representam os modelos de substâncias apresentados pelo professor. Para entendermos a intenção da pergunta e as atitudes do professor frente a ela, devemos compreender o que o professor pretendia fazer nessa aula e como os alunos vão dando outra direção à agenda do professor e aos conteúdos do discurso deste trecho da aula.

A aula era uma aula de revisão, em que o professor pretendia esclarecer as diferenças entre elemento e substância, objeto da avaliação que estava sendo corrigida e cujo resultado não foi considerado satisfatório pelo professor. Para isso, o professor preparou os slides com modelo de partículas na representação de algumas substâncias.

A pergunta do Sérgio (turno 1) sugere a identificação de lacuna ou contradição na representação proposta (existência ou não de espaços vazios). O professor parece evitar o tratamento da questão proposta, pois esta o levaria a outros conteúdos. O professor não gostaria, naquele momento, de discutir modelo de partículas, apenas usar essa representação como recurso auxiliar na diferenciação entre conceito e substância. Isso muda completamente a proposta explicativa do professor. O professor procura dar uma resposta rápida à questão proposta, para retomar a agenda da aula. Tal atitude é compreensível, sobretudo se considerarmos que na aula seguinte ele iria iniciar o próximo capítulo da unidade (estudo de reações químicas). Ao contrário do professor, a pergunta de Sérgio encontra eco nos colegas: depois dele, Gustavo (turno 5), Rafael (turnos 7, 9, 11, 14, 18 e 20) e Valéria (turnos 28 e 30) reformulam e re-colocam a pergunta feita de um modo que é impossível ao professor desconhecê-la.

Outras perguntas são elaboradas por Rafael e Sérgio a respeito da bomba atômica (turnos 22, 24 e 26). Ao que parece, o contexto é evocado por Rafael como uma evidência em favor da idéia de espaço entre as partículas. Nesse caso, o aluno estaria checando seu entendimento, nesse caso sugerindo um argumento. No entanto, o contexto da bomba de hidrogênio desloca o interesse do Sérgio em direção aos mecanismos causais de funcionamento da bomba (por que ela desmaterializa objetos?, turno 26). No turno 27, o professor opta por não responder a pergunta do estudante, uma vez que o tema causa grande dispersão em relação às temáticas da aula, já suficientemente complexas, e tenta encerrar o assunto e prosseguir com a revisão. Vemos neste turno o professor assumindo uma postura clara de autoridade, evitando dispersão na temática da aula. Ele tem o cuidado de elogiar o interesse do estudante por temas científicos (“você está curioso com a bomba de hidrogênio, ótimo”), mas justifica o fato de não poder tratar daquele assunto naquele momento.

Desfeito o desvio do contexto, o discurso volta para a questão do espaço vazio na representação do modelo de partículas. É nesse momento, que a aluna Valéria formula uma pergunta de esclarecimento conceitual (o que é o espaço?, turno 38) e, na sequência, o aluno Gustavo formula uma pergunta cuja intenção nos parece ser a de apontar para eventuais lacunas ou contradições (nesta parede, existe espaço entre as partículas?, turno 39). A identificação dessa intenção se dá por meio de análise de elementos do enunciado (pausa, entonação, inflexões) que não são passíveis de transcrição. O professor, no turno 40, responde a esta questão mostrando que a visão científica faz esta abstração ao pensar nas estruturas moleculares das substâncias.

Nesse episódio, as perguntas dos estudantes mostram o potencial risco de dispersão dos temas de uma aula, mas, ao mesmo tempo, indicam o potencial de significação que vai sendo construído na medida em que professor e alunos se debruçam sobre as questões apresentadas.

Parece-nos que o professor reconhece corretamente a alta demanda cognitiva das perguntas relacionadas à identificação de lacunas ou contradições na representação de moléculas com modelo de partículas. Ele demora a responder a tais questões e parece ansioso por voltar ao tema principal da aula, mas acaba por ceder às colocações de vários alunos e elabora uma resposta parcial ao problema no turno 40. Entretanto, no caso da bomba nuclear, o professor a entendeu como dispersão e não como argumento em favor do

espaço entre partículas (checando entendimento pessoal). Por essa razão, o tema é educadamente descartado pelo professor.

Episódio 2: O enxofre é ácido?

Nesta aula o professor realiza a correção de uma atividade avaliativa que serviria de base para os estudantes estudarem para a avaliação final. A correção envolvia questões sobre como são formadas algumas moléculas simples, como oxigênio, hidrogênio, metanol, etc. Os estudantes tinham que dizer quantos átomos de cada elemento eram utilizados para compor cada uma das substâncias, dada sua fórmula estrutural. Durante a correção de um exercício o aluno Rafael levanta a seguinte questão:

- 1.Rafael - Professor, o enxofre, ele é ácido?
- 2.Prof. - Não o enxofre como a gente viu na aula passada ele pode formar um ácido como o ácido sulfúrico.
- 3.Rafael - Mas um elemento só pode ser considerado ácido com o enxofre?
- 4.Prof. - A gente não caracteriza os elementos como ácidos ou básico, a gente caracteriza as substâncias como ácidas ou básicas, está bom, não da para usar pH com os elementos, você tem que os elementos formam as substâncias, ai as substâncias você mede o pH delas.
- 5.Rafael - Mas tipo... o hidrogênio mais uma outra substância... como vimos na outra aula... pois todo ácido tem hidrogênio.
- 6.Prof. - É na verdade essa... eu podia até definir ácidos para você como a substância que tem hidrogênios que pode ser libertados, por exemplo, eu jogo a substância na água ai os hidrogênios se libertam, ai a gente diz que é uma substância ácida, eles se soltam da molécula.

Neste trecho o aluno levanta questões sobre suas observações das aulas anteriores, ele faz a pergunta ao professor na tentativa de checar sua interpretação pessoal, no caso, sobre a composição dos ácidos. No turno 1, o aluno checa a informação se o enxofre é ácido, talvez por identificar o enxofre com a chuva ácida, texto do livro didático lido e discutido em aula anterior, mencionada pelo professor. Em sua resposta, o professor reformula o enunciado proposto: o enxofre não é ácido, ele pode formar ácidos, como o ácido sulfúrico. Na sequência (turno 3) o aluno procura novamente checar o entendimento, dessa vez não mais uma informação factual (ácidos de enxofre) mas uma inferência: é possível generalizar e dizer que todo ácido contém enxofre? A resposta negativa do professor evoca então uma terceira pergunta, cuja demanda não é, como as anteriores, de checar o entendimento, mas de identificar contradições. Afinal, o professor diz que não são os elementos que são ácidos ou básicos, mas as substâncias. Entretanto, tal resposta é recebida com estranhamento pelo aluno: afinal, todos os ácidos não contêm hidrogênio? Não seria então o hidrogênio que confere o caráter ácido à substância? Como costuma acontecer com perguntas que evocam possíveis contradições, essa é uma questão difícil de ser respondida com os conhecimentos que os alunos dispõem. Afinal, eles não estudaram modelos atômicos e não são capazes de reconhecer o que é um íon e por que o íon H^+ torna ácida uma solução. Para responder ao aluno, no turno 6, o professor se é forçado a elaborar uma definição de ácido, que não era objetivo para esta aula ou mesmo da sequência de

ensino. A definição dada é precária por não poder evocar a entidade íon hidrogênio, mas é aquela possível no momento e circunstâncias.

Vemos aqui que as demandas do estudante são corretamente identificadas e, na medida do possível, respondidas, pelo professor. Os benefícios das questões trazidas pelos estudantes são evidentes para a condução da aula. Afinal, o professor se vale dela para fazer uma rápida explicação sobre a diferenciação de elemento e substância, bem como a classificação das substâncias como ácidas ou básicas.

Episódio 3: O bromo é usado para que?

Este episódio foi extraído da mesma aula do episódio anterior. Durante a correção de um exercício, a aluna Valéria levanta uma questão que o professor pede ajuda para a pesquisadora que, em alguns momentos, atuava como professora assistente, conforme mostrado abaixo:

1.Prof. - Na tarefa 5 a gente tinha que desenhar, por exemplo o líquido do bromo, não sei se alguém já viu bromo mas é um líquido castanho, então imagina um vidrinho cheio de bromo aí eu amplio, eu pego um pedacinho e amplio.

2.Valéria – Professor, bromo é usado para que?

3.Prof. - Nossa Valéria eu não consigo pensar em nenhuma aplicação, me ajuda aqui ((referindo-se ao nome da pesquisadora)), uma aplicação do bromo, para que a gente usa esse líquido castanho, você consegue pensar?

4.Pesquisadora - O bromo é utilizado em reações químicas, por exemplo ele identifica a dupla ligação entre as moléculas.

5.Prof. - Entendi.

6.Alunos - Eu não...

7.Prof. - Então deixa eu pensar aqui... ele é utilizado para ver o formato de outras moléculas.

8.Rafael – Carlos eu li em um negócio lá em casa e estava escrito azul de bromatinol... tem alguma coisa a ver com este átomo de Bromo?

9.Prof. - Tem bromo.

10.Rafael - O que é isso?

11.Prof. - Eu não vou saber a fórmula

12.Pesquisadora- É um indicador de pH.

13.Rafael – É; você o coloca no bicarbonato e ele fica azulzinho, se coloca em outra substância ele fica amarelo, se ele está com ph mais ou menos assim ele fica verde.

14.Pesquisadora- Mas é uma molécula grandona, então é difícil [representar em uma fórmula].

Este episódio se inicia com a correção de uma questão, o professor apresenta uma descrição da substância bromo. No turno 2, Valeria tenta relacionar a substância estudada com alguma com aplicação para a mesma. O professor pede ajuda para a pesquisadora, que também é professora de química em outra escola, para tentar ajudar a responder a questão para a aluna. A pesquisadora faz uma descrição de ligações químicas, explicação esta muito

complexa para a situação, o professor então tenta reformular uma explicação para um melhor entendimento dos alunos. O aluno Rafael, no turno 8, trás outro exemplo em que os elementos e substâncias químicas estão presentes. Nesse caso, ele evoca uma relação possível entre uma substância (chamada azul de bromotimol) e o elemento Bromo que estava em discussão. O professor diz que sim, a substância contém bromo, mas não sabe a fórmula. A pesquisadora diz que a substância é um indicador de pH e o mesmo aluno conta como ele funciona. A pesquisadora diz que, pelo fato de ser uma molécula grandona (uma substância orgânica) sua representação por meio de fórmula fica comprometida. A professora não diz que outras formas são usadas para falar da composição desta substância, pois tal conteúdo estava além das intenções da unidade de ensino e, talvez, da possibilidade de compreensão dos estudantes naquele momento.

As duas perguntas evocam a mesma demanda, de aplicação de idéias científicas a novos contextos. A aluna Valéria (turno 2) repete a estratégia e propósito da sequência de ensino em identificar os elementos da tabela periódica com substâncias conhecidas e algumas aplicações. Isso havia sido feito com outros elementos químicos nas aulas anteriores e, ao se deparar com o elemento Bromo, ela faz a mesma pergunta. De modo semelhante, o aluno Rafael (turno 8) situa uma outra possível aplicação do elemento Bromo, evocado pelo nome de uma substância que o aluno sabia ser um indicador de pH.

Nos dois casos, as demandas dos estudantes são atendidas pelo professor (com ajuda da pesquisadora) e o contexto da aula se enriquece com tal discussão. Afinal, à medida em que os estudantes vão atribuindo sentidos, em contextos adequados, aos conceitos científicos, eles vão sendo por eles apropriados. Ou seja, os elementos químicos e a tabela periódica, ferramentas culturais disponibilizadas no contexto de estudo, vão se convertendo também em ferramentas intelectuais com as quais esses alunos operam e com as quais passam a interpretar coisas e processos.

Conclusões

Nos episódios aqui relatados podemos anotar uma variedade de propósitos das perguntas dos estudantes e como eles vão sendo identificados e atendidos pelo professor com a participação do restante da turma. Nem sempre, entretanto, as intenções ficam claras e nos parece que para isso contribui a formulação incompleta e em voz baixa de muitas questões que os alunos sugerem à classe. Uma maneira de compreender melhor suas demandas seria dar prosseguimento a elas, solicitando dos alunos que reformulem ou esclareçam o conteúdo de suas questões ou comentários.

Vemos um papel proeminente de um aluno (a que chamamos Rafael) como aquele que mais faz perguntas e comentários críticos nas aulas. Além da desinibido e autoconfiante, o aluno demonstra grande interesse por temas de ciências. O professor se vale desse aluno para despertar nos demais uma maior participação e interesse, além de compartilhar com a turma as questões por ele evocadas. Como em Autor e colaboradores (2009), vemos aqui como os benefícios da questão extrapolam aquele aluno que a formula.

Lembramos, com Bakhtin que toda compreensão é uma resposta ativa, uma atitude frente a palavra alheia que nos faz povoar de nossos interesses e intenções, fazendo-a tornar palavra própria.

Finalmente, indicamos como resultado desta pesquisa as categorias aqui propostas para mapear as demandas que os estudantes fazem frente ao conhecimento científico que lhes vai sendo apresentado nas aulas de ciências. Elas emergiram da análise dos dados e de um diálogo com a literatura disponível sobre o assunto e nossos referenciais teóricos. Tais categorias nos pareceram suficientemente gerais e abrangentes de modo a interpretar os dados que temos analisado.

A identificação das demandas dos estudantes é relevante para a formação de professores de modo a aumentar a condição destes em estabelecer diálogos produtivos com seus alunos. Por essa razão, a análise aqui apresentada, pretendeu examinar as demandas de quem faz a pergunta e o atendimento (ou não) a essas demandas pelo discurso subsequente forjado pelo professor com a participação dos alunos.

Referências

- Autor e colaborador (2005) artigo em periódico
- Autor e colaborador (2006). Trabalho completo em evento de pesquisa.
- Autor e colaboradores (2009) artigo em periódico, in press.
- Autores e colaboradora (2007). Trabalho completo em evento de pesquisa.
- Autores e colaboradora (2008). Trabalho completo em evento de pesquisa.
- BAKHTIN, M.M. *Speech Genres & Other Late Essays*, ed. by Caryl Emerson and Michael Holquist, trans. by Vern W. McGee. Austin: University of Texas Press, 1986.
- CANDELA, A. (1999) *Ciencia en la aula: los alumnos entre la argumentacion y el consenso*. Ciudad de Mexico: Paidos Educador.
- CHIN, C., & BROWN, D. (2002). Student-generated questions: a meaningful aspect of learning in science. *International Journal of Science Education*, 24, 521-549.
- CHIN, C., & OSBORNE, J. (2008). Students' questions: a potential resource for teaching and learning science. *Studies in Science Education*, 44, 1-39.
- CHIN, C. (2007). Teacher questioning in science classrooms: approaches that stimulate productive thinking. *Journal of Research in Science Teaching*, 44, 815-843.
- DILLON, J.T. (1988). The remedial status of student questioning. *Journal of Curriculum Studies*, 20, 197-210.
- EAGLE, R. A., & CONANT, F. R. (2002). Guiding principles for fostering productive disciplinary engagement: explaining an emergent argument in a community of learners classroom. *Cognition and Instruction*, 20, 399-483.
- MORTIMER, E. & SCOTT, P. (2002). 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).
- MORTIMER, E.F.; SCOTT, P.H. *Meaning making in secondary science classrooms*. Maidenhead: Open University Press, 2003.
- OGBORN, J., KRESS, G., MARTINS, I. and MCGILLICUDDY, K. (1996). *Explaining science in the classroom*. Buckingham: Open University Press,.
- VYGOTSKY, L.S. *Formação social da mente*. São Paulo: Martins Fontes, 1984.