

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS**

**Faculdade de Educação**

**DOUGLAS HENRIQUE DE MENDONÇA**

**ATIVIDADE DISCURSIVA NA SALA DE AULA:  
CONTRIBUIÇÕES DAS PERGUNTAS DOS ESTUDANTES NA  
CONSTRUÇÃO DE CONHECIMENTO CIENTÍFICO**

Belo Horizonte  
2010

DOUGLAS HENRIQUE DE MENDONÇA

**ATIVIDADE DISCURSIVA NA SALA DE AULA:  
CONTRIBUIÇÕES DAS PERGUNTAS DOS ESTUDANTES NA  
CONSTRUÇÃO DE CONHECIMENTO CIENTÍFICO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Educação da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Educação.

Orientador: Prof. Dr. Orlando Gomes de Aguiar

Faculdade de Educação da Universidade Federal de Minas Gerais  
Belo Horizonte  
2010

## **DEDICATÓRIA**

**A minha esposa que soube tão bem compreender os meus momentos de ausência em função deste trabalho.**

**A minha mãe, pelos 13 anos de afeto, convivência e ensinamentos que levarei para sempre.**

**A meu pai e meu irmão pelo apoio irrestrito em todos os momentos de minha vida**

## **AGRADECIMENTOS**

A minha família, pelo imenso apoio e incentivo que tenho recebido todos esses anos.

Ao meu mestre Prof. Orlando Aguiar, pela competência, atenção, paciência, incentivo e bom humor que me ofereceu ao longo desta pesquisa. Agradeço ainda pela amizade e confiança construída desde o nosso primeiro contato.

Ao professor Carlos e seus alunos, por permitirem a realização deste trabalho.

Aos meus companheiros do Grupo de Pesquisa Linguagem em Cognição, pelas discussões e sugestões. Em especial, gostaria de agradecer a: Ana Luísa, Angélica, Helder, Penha, Fábio, Kátia, Adjane, Pazzini, Érico, Prof. Eduardo, Prof. Orlando (novamente) e Prof. Chico.

Ao prof. José Guilherme, por me dar a oportunidade e incentivo de iniciar um trabalho de iniciação científica em Ensino de Física, lutando contra as “convicções” divergentes de seu departamento.

Aos membros da banca, pela disponibilidade e interesse em contribuir para este trabalho.

À Patrícia, pelo incentivo e ajuda nas correções e formatações dos textos.

A todos aqueles que de alguma forma estiveram presentes na realização deste trabalho.

*“Quando a ignorância é a felicidade  
é loucura ser sábio.”*

Tomas Gray

## RESUMO

O problema que gerou a pesquisa relatada neste trabalho concentra-se em compreender quais as contribuições que as perguntas dos estudantes trazem para a construção de sentidos nas aulas de ciências. Inseridos no campo da perspectiva sociocultural inspirada em Vygotsky e Bakhtin nos propomos fazer um estudo das interações discursivas, particularmente ricas, iniciadas por questões genuínas dos estudantes e seus desdobramentos em uma sala de aula de ciências. Procuramos responder a três questões de pesquisa: 1ª quais são as circunstâncias que favorecem o surgimento das perguntas dos estudantes; 2ª como as demandas das perguntas dos estudantes se relacionam com os propósitos e as estratégias adotadas pelo professor; 3ª quais as repercussões das perguntas dos estudantes nas dinâmicas discursivas de uma sala de aula de ciências. O material empírico foi extraído de uma sequência 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 pela disposição do professor em acolher suas contribuições e perspectivas. Entre os resultados da pesquisa, destacamos a importância das perguntas como forma dos estudantes pensarem juntos, com orientação do professor, sobre temas e conceitos científicos, aproximando assim os conteúdos das ciências de contextos de vivência e significação. Outra contribuição que provém das perguntas dos alunos é o fornecimento de realimentação para os professores, o que permite um ajuste de sua estrutura explicativa aos interesses, experiências e conhecimentos prévios dos alunos. Para isso, a escuta atenta é crucial para que os professores compreendam as demandas dos estudantes quando formulam suas questões. Identificamos algumas características do ambiente de aprendizagem criado pelo professor que parecem favorecer a formulação de perguntas pelos estudantes – postura dialógica, currículo temático, diversificação de atividades, relação de afeto, confiança e respeito entre os participantes e a preparação dos estudantes, por meio de atividades realizadas antes das discussões. Nós confirmamos, ainda, os resultados de Aguiar, Mortimer e Scott (2010) de que tanto a abordagem comunicativa quanto os conteúdos tratados em uma aula não são resultado de uma simples escolha do professor, mas emergem, muitas vezes, de negociações forjadas nas interações entre professor e alunos.

## ABSTRACT

The problem that generates the research reported here is dedicated to understand the contributions that students' questions bring up to the meaning making in the science classrooms. Working on the socio-cultural perspective founded by Vygotsky and Bakhtin we investigate particularly rich discursive classroom interactions initiated by students' genuine questions and their unfolding in one science classroom. We follow three research questions: 1<sup>st</sup>. which are the circumstances that foster students' questions in science classrooms; 2<sup>nd</sup>. How the demands of students' questioning relate to purposes and strategies adopted by the teacher; 3<sup>rd</sup>. which are the unfolding of students questions in the discursive events in a science classroom. The empirical evidences came from a teaching sequence that introduces chemical reaction' model to a 8<sup>th</sup> grade class. The learning environment of this classroom is characterized by effective students' participation in the construction of scientific concepts and by the disposition of the teacher in praising students' contributions and perspectives. From our results, we detach the importance of questioning as a way of students collaborate and think together, with the teacher's guide, about scientific concepts and issues, closing the gaps between science contents and meaningful contexts of life. Other contribution of students' questioning is that it provides feedback to the teacher, allowing adjustments of the teaching explanatory structure to the interests, experiences and previous knowledge of the students. For this, the attentive listening is crucial for teachers to understand the students' demands when they ask questions. We identified some characteristics of the learning environment, created by the teacher that favored the students to raise their questions – dialogic teaching, thematic curriculum, diversification of activities, friendship, confidence and respect between the participants, and the preparation of students, by previous activities, for discussion. We also confirm the results from Aguiar, Mortimer and Scott (2010) that both the communicative approach and the science contents of the lessons are not a single choice made by the teacher, but emerge, many times, from negotiation by teacher-students interactions.

### LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 5.1 – Distribuição do tempo relativo de fala dos estudantes nas aulas da sequência de ensino.	<b>108</b>
Gráfico 5.2 – Distribuição do número total e do número de questões de alto nível cognitivo dos estudantes a cada aula da sequência.	<b>112</b>
Gráfico 5.3 – Valor médio de tempo por questão de alto nível cognitivo.	<b>113</b>

### LISTA DE FIGURAS

Figura. 3.1: Foto retirada da câmera do fundo da sala	<b>43</b>
Figura 4.1 – Desenho esquemático de moléculas de oxigênio apresentado em slide pelo professor.	<b>51</b>
Figura Gráfico 5.1 – Distribuição do tempo relativo de fala dos estudantes nas aulas da sequência de ensino.. 3.2: Foto retirada da câmera da frente da sala	<b>106</b>

### LISTA DE QUADROS

Quadro 2.1 – Quatro classes de abordagem comunicativa (MORTIMER; SCOTT, 2003)	27
Quadro 4.1 – Transcrição do Episódio 1: Existe espaço vazio entre os átomos?	51
Quadro 4.2 – Transcrição do Episódio 2: A decomposição da água oxigenada e outros assuntos.	68
Quadro 4.3 – Agrupamento das perguntas dos episódios 1 e 2 em relação a estrutura explicativa do professor.	72
Quadro 4.4 – Apresentando as demandas das perguntas dos estudantes no Episódio 1.	77
Quadro 4.5 – Apresentando as demandas das perguntas dos estudantes no Episódio 2.	81

Quadro 4.6 – Transcrição do Episódio 3: O enxofre é ácido?	82
Quadro 4.7 – Apresentando as demandas das perguntas dos estudantes no Episódio 3.	83
Quadro 4.8 – Transcrição do Episódio 4: O bromo é usado para quê?	86
Quadro 4.9 – Apresentando as demandas das perguntas dos estudantes no Episódio 4.	87
Quadro 5.1 – Visão panorâmica da sequência de ensino, participação discursiva dos locutores e número de questões dos estudantes aula a aula.	106
Quadro 5.2 – Média das participações discursivas dos locutores em todo período categorizado.	107
Quadro 5.3 – Categorização do primeiro momento da aula do dia 20/03.	110
Quadro 5.4 – Categorização do primeiro segundo da aula do dia 20/03.	111
Quadro 5.5 – Transcrição do episódio 5: Professor, eu acho que se a gente comer ferro faz bem.	125

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO</b>	12
1.1 – HISTÓRICO DA PESQUISA	12
1.2 – JUSTIFICATIVA	14
1.3 – PROBLEMA E QUESTÕES DE PESQUISA	15
1.4 – VISÃO GERAL E ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	16
<b>CAPÍTULO 2 – REFERENCIAIS TEÓRICOS</b>	
2.1 – A PERSPECTIVA SOCIOCULTURAL EM VYGOTSKY E BAKHTIN	18
2.2 – A FERRAMENTA ANALÍTICA PARA ANÁLISE DO DISCURSO EM SALA DE AULA	25
2.3 – REFERENCIAL PARA ANÁLISE DO ENGAJAMENTO DOS ESTUDANTES	29
2.4 – REVISÃO DOS ESTUDOS SOBRE AS QUESTÕES LEVANTADAS PELOS ESTUDANTES NO CONTEXTO DA SALA DE AULA	32
<b>CAPÍTULO 3 – METODOLOGIA</b>	
3.1 – REFERENCIAIS METODOLÓGICOS ADOTADOS NESTA PESQUISA	38
3.2 – A SALA DE AULA INVESTIGADA	39
3.3 – O PROFESSOR	41
3.4 – A SEQUÊNCIA DE ENSINO PESQUISADA	41
3.5 – A COLETA DOS DADOS	43
3.6 – TRATAMENTO DOS DADOS	44
<b>CAPÍTULO 4 – EXAMINANDO AS PERGUNTAS DOS ESTUDANTES E SEUS DESDOBRAMENTOS NAS AULAS DE CIÊNCIAS</b>	
4.1. – ANÁLISE DAS PERGUNTAS EM RELAÇÃO À ESTRUTURA EXPLICATIVA DO ENSINO	48
4.1.1 – EPISÓDIO 1: EXISTE ESPAÇO VAZIO ENTRE OS ÁTOMOS?	50
4.1.2 – EPISÓDIO 2: A DECOMPOSIÇÃO DA ÁGUA OXIGENADA E OUTROS ASSUNTOS	62
4.1.3 – ALGUMAS CONCLUSÕES DA SESSÃO	71

4.2 – TIPOLOGIA DAS PERGUNTAS EM RELAÇÃO ÀS DEMANDAS COLOCADAS PELOS ESTUDANTES	73
4.2.1 – RETOMANDO A ANÁLISE DO EPISÓDIO 1: EXISTE ESPAÇO VAZIO ENTRE OS ÁTOMOS?	75
4.2.2 – RETOMANDO A ANÁLISE DO EPISÓDIO 2: A DECOMPOSIÇÃO DA ÁGUA OXIGENADA E OUTROS ASSUNTOS	77
4.2.3 – EPISÓDIO 3: O ENXOFRE É ÁCIDO?	81
4.2.4 – EPISÓDIO 4: O BROMO É USADO PARA QUÊ?	84
4.2.5 – SISTEMATIZANDO ALGUNS PONTOS IMPORTANTES DAS ANÁLISES DA SESSÃO 4.2	87
<b>CAPÍTULO 5 – IDENTIFICANDO FATORES QUE FAVORECEM A EMERGÊNCIA DAS PERGUNTAS DOS ESTUDANTES</b>	
5.1 – FREQUÊNCIA DAS PERGUNTAS DOS ESTUDANTES AO LONGO DA SEQUÊNCIA DE ENSINO	89
5.2. – ATITUDE DO PROFESSOR FRENTE ÀS DEMANDAS DOS ESTUDANTES	115
5.2.1 – RETOMANDO A ANÁLISE DOS EPISÓDIOS:	116
5.2.2 – EPISÓDIO 5: PROFESSOR, EU ACHO QUE SE A GENTE COMER TERRA FAZ BEM	119
5.3 – OUTROS FATORES QUE FAVORECERAM A PARTICIPAÇÃO DOS ESTUDANTES	128
<b>CAPÍTULO 6 – CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	
<b>ANEXOS</b>	
ANEXO 1	140

# **CAPÍTULO 1**

## **INTRODUÇÃO**

### **1.1 HISTÓRICO DA PESQUISA**

Este trabalho apresenta um estudo de interações discursivas, particularmente ricas, iniciadas por questões levantadas pelos estudantes no espaço social da sala de aula, visando o entendimento do papel das perguntas formuladas por estudantes na construção do conhecimento científico em sala de aula. Os sujeitos da pesquisa são estudantes e professor de ciências de uma turma de 8º ano do ensino fundamental.

O interesse em fazer tal pesquisa surgiu em 2006 quando realizava um trabalho de iniciação científica. Sob orientação do professor Orlando Aguiar Jr., tive a oportunidade de participar do grupo de estudos intitulado Linguagem e Cognição na Sala de aula, que tem como foco o estudo das interações discursivas à luz das teorias socioculturais vigentes de inspiração vigostkiana e bakhtiniana.

No início de minha iniciação científica acompanhei as aulas de uma professora de física da rede pública de ensino de Belo Horizonte, que fazia um trabalho diferenciado com seus alunos focando principalmente na auto-estima dos mesmos. A professora trabalhava com uma abordagem conceitual valorizando a participação dos estudantes na construção do conhecimento. Para tanto, durante as aulas a professora desencadeava discussões nas quais os alunos eram levados a questionar, avaliar, opinar e principalmente a pensar.

Uma característica marcante da professora consistia no ajuste feito no currículo de modo a considerar os interesses dos estudantes. A frase abaixo, dita durante a entrevista, exemplifica o significado desta flexibilização do currículo para a professora: “Quando eu vejo que os alunos perdem o interesse eu mudo de assunto, não fico insistindo em um tema que não desperta interesse neles, eu vou ter que deixar muitas coisas de fora mesmo”.

A professora fazia uso de estratégias diferenciadas durante suas aulas para intensificar a participação de seus estudantes. Dentre as estratégias adotadas, destacamos a de propor a seus alunos atividades conceituais e instigantes, de fácil compreensão e imaginação, para as quais os estudantes eram chamados a pensar e a propor soluções, sem a necessidade do uso de cálculos. Sendo assim, a reflexão, a exposição e a discussão das idéias foram privilegiadas, com boa adesão da turma aos novos procedimentos de ensino. Apresentamos esses e outros resultados em um pôster apresentado no SNEF (Simpósio Nacional de Ensino de Física) em 2007.

Durante a realização da pesquisa de iniciação científica, relatada acima, foi surgindo o interesse sobre a participação dos estudantes nas salas de aula de ciências. Pude perceber que algumas estratégias adotadas por esta professora, tais como a busca de atividades desafiadoras, uma escuta sempre atenta e um bom relacionamento com seus alunos contribuía para um maior engajamento destes durante as aulas.

No início de 2007 auxiliei a pesquisadora Nilma Soares da Silva, durante seu trabalho de doutoramento, ao realizar gravações de áudio e vídeo em uma sala de aula de ciências do 8º ano do ciclo básico. O interesse da pesquisadora era de investigar o uso e a apropriação do conceito de elemento químico por estudantes do Ensino Fundamental. Ao acompanhar as gravações, percebi que naquelas aulas acontecia um movimento discursivo diferenciado dos que tradicionalmente são encontrados em aulas de ciências. Os alunos tinham uma participação bastante ativa no discurso, em especial em seus frequentes comentários críticos e questões levantadas ao longo de toda sequência de ensino.

O interesse de pesquisar a participação discursiva dos estudantes, em especial, as perguntas por eles elaboradas e seus desdobramentos em uma sala de aula de ciências, surgiu a partir dos dados empíricos que emergiram das gravações citadas acima, do interesse apresentado por meu orientador e do grupo de pesquisa do qual fazemos parte.

## 1.2 JUSTIFICATIVA

Nos últimos anos vêm crescendo a ênfase nas pesquisas sobre a importância que a linguagem, o discurso e a argumentação desempenham na construção do conhecimento científico (Duschl & Osborne, 2002; Lemke, 1990). Ao mesmo tempo vem crescendo o interesse no papel dos questionamentos levantados pelos estudantes na aprendizagem em ciências, tema ainda incipiente de pesquisa. Esses questionamentos são um componente essencial da atividade discursiva e do pensamento dialético.

Estudos indicam que questões levantadas pelos estudantes, em geral, são pouco sofisticadas e infrequentes, sem acréscimo significativo à dinâmica discursiva nas salas de aula (Dilon, 1988). As dificuldades dos estudantes em formular boas questões podem estar ligadas tanto a fatores cognitivos – dificuldades em identificar informações contraditórias ou a reconhecer conceitos que são necessários para dar continuidade ao raciocínio exigido – quanto a fatores sociais – receio de parecer tolo perante colegas e professor, dificuldade em tomar um turno de fala ou mudar o tema em pauta em uma aula, entre outros (Harper et al, 2003, Chin and Brown, 2002; van Zee et al, 2001).

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. Aguiar, Mortimer e Scott (2010), 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).

Segundo Christine Chin & Jonathan Osborne (2008), para os alunos que aprendem ciências, suas perguntas têm como potencial: direcionar sua aprendizagem e contribuir para a construção do conhecimento, fomentar a discussão e debates reforçando assim a qualidade do discurso na sala de aula, ajudá-los a avaliar a compreensão e monitorar seus conhecimentos, despertar nos estudantes a curiosidade, bem como motivá-los a estudar o tema com interesse.

Ainda segundo estes autores, as questões dos estudantes durante as aulas têm o potencial de: ajudar os professores a perceber possíveis problemas conceituais dos alunos ajustando assim sua sequência de ensino, avaliar o nível de entendimento dos estudantes, estimular mais questionamentos sobre o tema em estudo através de problemas abertos e provocar reflexões críticas sobre as ações em sala de aula.

Diante do cenário apresentado acima justificamos nosso trabalho ao fazer um estudo aprofundado das interações discursivas ocorridas em uma sala de aula de ciências do ensino fundamental, com características peculiares, e com grande participação discursiva dos estudantes. Mostramos aqui como o professor se articula perante a fala do aluno e destacamos algumas de suas atitudes e formas de organização do ambiente de aprendizagem que, a nosso ver, podem ter influenciado positivamente na participação dos estudantes na produção do discurso nas aulas de ciências. Também é de nosso interesse estimular a discussão sobre as contribuições das perguntas dos estudantes na construção de sentidos nas aulas de ciências. Esperamos que esse trabalho possa auxiliar a compreensão dos processos de ensino e aprendizagem em ciências e, além disso, apresentar desdobramentos importantes para a formação de professores nesta área.

### **1.3 PROBLEMA E QUESTÕES DE PESQUISA**

O problema que gerou a pesquisa relatada neste trabalho concentra-se em compreender quais as contribuições que as perguntas dos estudantes trazem para a construção de sentidos nas aulas de ciências. Para tanto, vamos fazer um estudo das interações discursivas iniciadas por questões genuínas, produzidas pelos alunos, e seus desdobramentos em uma sala de aula.

Este estudo leva em consideração três questões:

1ª Questão: Quais são as circunstâncias que favorecem o surgimento das perguntas dos estudantes?

Para o tratamento dessa primeira questão iremos considerar os contextos específicos do trabalho desse professor e a análise das formas de interação com seus alunos. Fatores como

currículo, material didático e relação entre professor e alunos serão considerados, mas a ênfase será dada às estratégias enunciativas utilizadas pelo professor na análise de episódios de ensino em que os estudantes formulam vários e instigantes questionamentos. Além disso, faremos uma análise quantitativa da frequência e tipo de perguntas formuladas pelos estudantes durante as aulas da sequência de ensino de modo a examinar em quais circunstâncias elas se fazem mais presentes.

2ª Questão: Como as demandas das perguntas dos estudantes se relacionam com os propósitos e as estratégias adotadas pelo professor?

Para o tratamento da segunda questão, faremos um esforço em identificar e agrupar as intenções subjacentes às perguntas formuladas pelos estudantes a partir da análise de episódios de ensino exemplares. A seguir, procuramos relacionar as demandas das perguntas dos estudantes e a estrutura explicativa adotada pelo professor para aquele momento da aula.

3ª Questão: Quais as repercussões das perguntas dos estudantes nas dinâmicas discursivas de uma sala de aula de ciências?

Para o tratamento da terceira questão, faremos uma análise qualitativa de episódios de ensino, considerando o contexto da aula e da sequência de ensino como um todo, de modo a identificar como o conteúdo do discurso e a abordagem comunicativa que vinham sendo desenvolvidos pelo professor podem ser alterados pelas questões dos estudantes. Além disso, tal análise permite compreender a importância das perguntas dos estudantes e seus desdobramentos para a aprendizagem em ciências.

## **1.4 VISÃO GERAL E ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO**

Além do capítulo introdutório esta dissertação apresenta mais cinco capítulos.

O capítulo 2 apresenta os referenciais teóricos adotados na pesquisa. Iniciamos com a apresentação de alguns aspectos da teoria sociocultural de Vygotsky e Bakhtin; em seguida, apresentamos parte da ferramenta analítica proposta por Mortimer e Scott (2003) para

caracterizar a natureza e os padrões das interações discursivas entre professores e alunos nas aulas de ciências; na terceira sessão apresentamos o conceito de engajamento disciplinar produtivo presente no trabalho de Engle e Conant (2002), por último, apresentamos uma revisão bibliográfica de estudos que fazem análise das questões dos estudantes.

No capítulo 3 tratamos dos procedimentos metodológicos utilizados na pesquisa. Esse capítulo encontra-se dividido em seis sessões: (i) referenciais metodológicos adotados nesta pesquisa; (ii) a sala de aula investigada; (iii) o professor; (iv) a sequência de ensino pesquisada; (v) coleta dos dados; (vi) tratamento dos dados.

No capítulo 4 fazemos uma análise das perguntas dos estudantes e seus desdobramentos na sala de aula pesquisada. Esse capítulo tem como objetivo principal responder a 2ª e a 3ª questões de pesquisa. O capítulo está dividido em três sessões: na primeira, apresentamos uma análise das perguntas em relação à estrutura explicativa do ensino, na qual mostramos dois episódios de ensino. Na segunda sessão, analisamos as perguntas dos estudantes em relação às demandas colocadas pelos estudantes. Retomamos aqui a análise dos episódios já apresentados e incluímos dois novos episódios extraídos da sequência de ensino. Por fim, na terceira sessão, realizamos a sistematização de alguns pontos importantes da sessão anterior.

O capítulo 5 tem como objeto de estudo a identificação dos fatores que favorecem a emergência das perguntas dos estudantes. Esse capítulo é dedicado a responder a primeira questão desta pesquisa. Ele se encontra dividido em duas sessões: na primeira, fazemos um estudo quantitativo sobre a frequência das perguntas dos estudantes ao longo da sequência de ensino. Na segunda sessão, exemplificamos as atitudes do professor frente às demandas dos estudantes quando estes se posicionam discursivamente perante o grupo, extraíndo exemplos dos 4 episódios apresentados no capítulo anterior e de um 5º episódio de ensino.

No capítulo 6 apresentamos as considerações finais da pesquisa, o que compreende uma discussão sobre os papéis das perguntas dos estudantes na construção de sentidos nas aulas de ciências, a tensão existente entre o discurso dialógico e de autoridade, demandas para a formação docente e desdobramentos para novas investigações.

## **CAPÍTULO 2**

### **REFERENCIAIS TEÓRICOS**

Conforme já discutido na introdução, este trabalho se insere em um ambiente de pesquisa que tem como objetivo principal compreender quais as contribuições que as perguntas dos estudantes trazem para a construção de sentidos nas aulas de ciências. Nossa pesquisa fundamenta-se nas interações discursivas que emergem dentro de uma sala de aula de ciências bastante específica, e em especial, nas interações discursivas que surgem a partir da formulação de questões por parte dos estudantes. Buscamos neste capítulo, estabelecer um diálogo com pesquisas que buscam compreender como as interações discursivas entre alunos e professores contribuem para o processo de internalização de conceitos científicos.

Este capítulo encontra-se dividido em três partes. Na primeira delas, demonstramos alguns aspectos apresentados por pesquisas inspiradas na tradição sociocultural de Vygotsky e na teoria da enunciação de Bakhtin e seu círculo. Essas pesquisas partilham o pressuposto de que o conhecimento é produzido no plano social da sala de aula e contribuem para uma melhor compreensão sobre a atividade mental dos estudantes e sua relação com o contexto histórico e cultural em que estão inseridos. Na segunda parte, apresentamos parte da ferramenta analítica proposta por Mortimer e Scott (2003), que nos permite caracterizar a natureza e os padrões de interação entre professor e alunos durante as interações discursivas na sala de aula. Por fim, na terceira parte do capítulo fazemos uma revisão na literatura sobre trabalhos que têm como objetivo estudar as questões dos estudantes em sala de aula.

#### **2.1 A PERSPECTIVA SOCIOCULTURAL EM VYGOTSKY E BAKHTIN**

O principal ponto da teoria de Vygotsky, que nos interessa para realização deste trabalho, é a visão que o autor tem sobre a constituição do sujeito e o desenvolvimento da consciência por meio da experiência social e histórica. Segundo o autor, a consciência humana se constitui

nessa experiência social e histórica com outros sujeitos sendo, portanto, forjada pela intersubjetividade.

Nesta perspectiva, ao longo da história da espécie humana – que tem o trabalho como principal responsável pelo desenvolvimento da atividade coletiva, das relações sociais e do uso de instrumentos – as representações da realidade têm se articulado em sistemas simbólicos. Estes símbolos não são apenas designações de nomes de objetos ou pessoas, eles passam a ser signos compartilhados pelo conjunto de membros do grupo social, permitindo a comunicação entre os indivíduos e o aprimoramento da interação social.

Esses símbolos se apresentam como representações da realidade e são, portanto, socialmente definidos. É o grupo cultural onde o indivíduo se desenvolve que lhe fornece formas de perceber e organizar o real, aos quais vão constituir os instrumentos psicológicos que fazem a mediação entre o indivíduo e o mundo. Neste contexto, a linguagem é considerada não apenas como sistema simbólico básico de comunicação entre os seres humanos, mas ainda como um artefato indispensável para a formação das funções mentais superiores, que incluem memória lógica, atenção voluntária e formação de conceitos.

O entendimento dos sistemas simbólicos está relacionado à cultura em que o sujeito está imerso. Para Vygotsky a cultura, não é pensada como um sistema estático ao qual o indivíduo se submete, mas como uma espécie de “palco de negociações”, em que seus membros estão num constante movimento de recriação e reinterpretação de informações, conceitos e significados (Oliveira 1993).

Estando o sujeito imerso num ambiente de significações construídas numa determinada cultura, o processo de construção de conhecimento e desenvolvimento de cada um se realiza nas interações sociais. Assim, nessa organização social e cultural encontram-se as possibilidades de produção de significados que alicerçam os processos de humanização e subjetivação dos indivíduos.

Para Vygotsky o desenvolvimento da aprendizagem envolve a passagem de contextos sociais para o entendimento individual. No nosso caso, o plano social seria formado pelo trabalho do professor com seus estudantes nas aulas de ciências. As interações ocorridas nesse contexto social específico são formadas por padrões de interação característicos desse ambiente e que se diferencia dos outros ambientes sociais, tais como, as interações ocorridas em uma fila de banco, em família, entre outros.

Nesse contexto, o processo de internalização acontece na reconstrução interna do sujeito a partir de uma operação que lhe é externa. Nesse caso é o aprendizado que possibilita o despertar de processos internos de desenvolvimento que, não fosse o contato do indivíduo com certo ambiente cultural, não ocorreria. O desenvolvimento das funções psicológicas superiores fica impedido de ocorrer na falta de situações propícias de aprendizado.

Essa concepção de que é o aprendizado que possibilita o despertar de processos internos do indivíduo liga o desenvolvimento da pessoa a sua relação com o ambiente sócio cultural em que vive e a suas situações de organismo que não se desenvolve plenamente sem o suporte de outros indivíduos de sua espécie. E essa importância que Vygotsky dá ao papel do outro social no desenvolvimento dos indivíduos cristaliza-se na formulação de um conceito específico dentro de sua teoria, essencial para a compreensão de suas ideias sobre as relações entre o desenvolvimento e aprendizado: o conceito de zona de desenvolvimento proximal. (Oliveira, 1993, p. 58)

A zona de desenvolvimento proximal é definida por Vygotsky como sendo “a distância entre o *nível de desenvolvimento real*, que se costuma determinar através da solução independente de problema, e o *nível de desenvolvimento potencial*, determinado através de resolução de um problema sob a orientação de um adulto ou em colaboração com outro companheiro”. Em outras palavras, o nível de desenvolvimento potencial é a série de conhecimentos que a pessoa tem como potencialidade de aprender, mas ainda não completou o processo; estando fora de seu alcance atual, são potencialmente atingíveis.

Oliveira (1993) pontua que essa possibilidade de alteração no desempenho de uma pessoa pela interferência de outra é ponto fundamental da teoria de Vygotsky. Em primeiro lugar pelo fato de representar um estágio do desenvolvimento: não é qualquer indivíduo que pode, a partir da ajuda do outro, realizar qualquer tarefa, isto é, a capacidade de se beneficiar da ajuda de outro indivíduo do grupo social irá ocorrer num certo nível de desenvolvimento, e não antes. Em segundo lugar, por indicar vínculos entre as interações sociais e a construção das funções psicológicas superiores.

É na zona de desenvolvimento proximal que as intervenções pedagógicas se tornam mais significativas e conseguem promover maiores transformações. Se pensarmos em nosso problema, as perguntas dos estudantes têm o potencial de fornecer, em algumas ocasiões, pistas sobre o nível de desenvolvimento do aluno, possibilitando ao professor um ajuste em seu planejamento visando o melhor atendimento às necessidades do estudante.

A compreensão de conceitos físicos ocorre por meio de construções individuais de interação com o mundo natural, bem como no processo social de comunicação com outros membros da comunidade científica (Driver, Asoko, Leach, Mortimer & Scott, 1994). Um desenvolvimento significativo na aprendizagem de conceitos científicos depende do sucesso da integração de conhecimentos prévios dos alunos com o conhecimento científico (Chin e Brown 2000). Se o conhecimento prévio e o conhecimento disciplinar não se conectam, a aprendizagem de conceitos científicos é reduzida a memorização de fatos. Ogborn et al (1998) sinalizam para a importância do trabalho do professor de tentar fazer com que os estudantes estabeleçam links entre os seus conhecimentos prévios e o científico escolar, como podemos ver no trecho a seguir:

[...] as explicações nas salas de ciências são guiadas pelas diferenças entre o que os alunos já sabem o que existe naquele momento e o que precisam saber [...] Parte do trabalho do professor é o de analisar e mostrar esta diferença. Porém, sobre tudo no caso das ciências naturais, isto origina um grande esforço por parte do professor, não é fácil que o aluno seja capaz de ver de antemão de forma sensata qual a diferença de conhecimento que ele precisa completar. (Ogborn, G Kress Martins, McGillicuddy, 1996, p. 45).

Desse movimento de ressignificação, surge a necessidade de pensarmos em uma forma de ensino mais dialógica, na qual não há apenas a transmissão de ideias do professor para seus alunos. Em lugar disso, a aprendizagem deve envolver cada participante do meio social num processo contínuo de avaliação e comparação entre as novas ideias colocadas na sala de aula e as já disponíveis no horizonte cultural dos estudantes.

Neste contexto de relação entre as aprendizagens, introduzimos as ideias de Bakhtin e seu círculo de estudos. Para esse autor, a linguagem é entendida como uma prática social de natureza dialógica, e que se estabelece na interação entre os sujeitos, sendo ela constitutiva dos conhecimentos que temos do mundo, de nós mesmos e dos outros.

As palavras possuem múltiplos significados, e estes vão sendo estabelecidos de acordo com o contexto em que as palavras são empregadas. Sobre estes múltiplos significados que a língua adquire com base no contexto em que é empregada, Bakhtin (2002) argumenta:

[...] o centro de gravidade da Língua não reside na conformidade à norma da forma utilizada, mas na nova significação que essa forma adquire no contexto [...]. Para o

Locutor, a forma linguística não tem importância enquanto sinal estável e sempre igual a si mesma, mas somente enquanto signo sempre variável e flexível [...] (Bakhtin, 2002, p. 92 e 93)

Um exemplo é a palavra calor, que na ciência para o ensino básico indica a transferência de energia térmica que ocorre exclusivamente dos corpos de maior temperatura para os de menor temperatura. Se mudarmos o meio social para, por exemplo, uma conversa informal entre amigos, a palavra calor certamente é empregada para designar uma temperatura elevada, sendo assim um antônimo de frio (“- Hoje está fazendo calor.”, “- Feche a janela para o frio não entrar.”) ou até mesmo para designar uma situação em que alguém agiu sem medir as consequências (“- No calor do momento...”). No próprio dicionário encontramos uma grande variação de sentidos atribuídos a esta palavra:

Qualidade daquilo que é quente. / Forma de energia que tem como efeito elevar a temperatura, dilatar, fundir, volatilizar ou decompor um corpo. / Temperatura elevada, tempo quente: os grandes calores do verão. / Elevação da temperatura do corpo: o calor natural da febre. / Fig. Ardor de sentimentos, vivacidade de expressão: defender com calor (ou acaloradamente) a causa de um amigo. // Calor animal, calor produzido pelas reações do catabolismo, do qual todos os animais são origem. // Calor específico, quantidade de calor necessária para elevar de 1°C a temperatura de um corpo. // No calor de, no auge de, sob a força de: no calor do combate. (Dicionário Aurélio<sup>1</sup>)

A comunicação, verbal ou escrita, segundo Bakhtin, se dá por meio de enunciados que emergem da interação entre integrantes de diferentes convívios sociais. Sendo assim, cada enunciado pressupõe um ouvinte, que por sua vez está inserido em uma esfera da atividade humana. Logo, não podemos considerar o enunciado isoladamente. Para todo enunciado deve existir o seu autor e seu destinatário. Mesmo que esse enunciado tenha sido produzido em pensamento pelo autor, ainda assim o autor estaria endereçando o enunciado ao seu destinatário. Sobre a enunciação Bakhtin argumenta:

Toda enunciação mesmo na forma imobilizada da escrita é uma resposta a alguma coisa e é construída como tal. Não passa de um elo da cadeia dos atos de fala. Toda inscrição prolonga aquelas que a precederam, trava uma polêmica com elas, conta com as reações ativas da compreensão, antecipa-as. [...] Uma inscrição [...] é produzida para ser

---

<sup>1</sup> Consulta virtual através do endereço eletrônico: <http://www.dicionariodoaurelio.com/> consultado em 17/07/2010 às 23h45min.

compreendida, é orientada para uma leitura no contexto da vida científica ou da realidade literária do momento, isto é, no contexto do processo ideológico do qual ela é parte integrante. (Bakhtin, 2002, p.98)

Sendo assim, a compreensão de um enunciado, só se realiza no curso da comunicação humana, pois o todo estaria sendo determinado pelos seus limites, que se configuram pelas relações entre uma determinada enunciação com o meio extraverbal e verbal, ou seja, com outras enunciações. Sendo assim, cada enunciação estaria ligada ao seu contexto de produção, que por sua vez está relacionado com diferentes situações do convívio social.

Para essas diferentes situações do convívio social (profissional, rodas de amigos, etc.), Bakhtin chama de gêneros do discurso, e o define como sendo os “tipos relativamente estáveis de enunciados” gerados nas diferentes esferas da atividade humana. Segundo o autor, cada enunciado reflete as condições específicas e as finalidades de cada uma das esferas, por seu “conteúdo (temático), estilo verbal e construção composicional”. Nessa perspectiva, os gêneros do discurso caracterizam-se principalmente pela pertinência a situações específicas de comunicação verbal, incluindo um determinado tipo de expressão inerente, temas característicos e, sobretudo, contatos específicos entre os significados das palavras e a realidade concreta sobre determinadas circunstâncias (Tourinho, 2008).

No caso de nossa pesquisa, estamos interessados em um gênero do discurso em especial, que é o gênero discursivo utilizado nas aulas de ciências. A sala de aula compõe uma instância concreta de comunicação humana com regras e padrões de comunicação peculiares. Assim, professores e alunos aprendem como devem participar e produzir enunciados nesse espaço social específico. Tomamos consciência disso quando usamos inadequadamente o modo de discurso da sala de aula em outros ambientes; por exemplo, ao discutir um problema em casa, nossa esposa nos diz: ‘amor, você não está dando aula’. Os conteúdos do discurso das salas de aula de ciências se valem de vários modos de comunicação, presentes em outras instâncias – o manual de instruções, o texto argumentativo, as narrativas, o texto jornalístico, as imagens e diagramas, etc. Por essa razão, são considerados híbridos semióticos.

No campo da pesquisa em educação, o termo gênero do discurso tem sido incorporado, numa perspectiva bakhtiniana, para designar os processos de interação específicos que acontecem em salas de aula. Nesta perspectiva, os gêneros do discurso caracterizam-se principalmente por sua coerência dentro de um conjunto de enunciados específicos. Neste sentido, o gênero

do discurso não corresponde a uma forma de linguagem em especial, mas advém de uma forma de enunciados característicos.

Apesar de, ao longo de seu trabalho, ter tentado estabelecer uma tipologia para categorizar os gêneros do discurso, Bakhtin não obteve progressos significativos no que diz respeito à construção de uma tipologia desses gêneros (Wertch, 1991). Pesquisas mais recentes mostraram importantes avanços na tentativa de mapear e tipificar o gênero discursivo da sala de aula. Esses estudos apontam para a importância de caracterizar as formas que os enunciados adquirem na interação entre os participantes – o gênero de discurso da sala de aula de ciências – e as linguagens sociais aí utilizadas.

O conceito de linguagem social é outra categoria utilizada por Bakhtin para examinar a diversidade da língua em seus usos sociais. Para o autor, as linguagens sociais são formas típicas de uso da língua por comunidades específicas de praticantes. Assim, temos a linguagem social dos filósofos, dos religiosos, dos comerciantes de rua, dos economistas, dos médicos, dos cientistas, e assim por diante. As pesquisas em educação em ciências têm mostrado que a linguagem social da ciência escolar não é uma mera reprodução da linguagem social da ciência, mas uma apropriação e transformação desta com fins didáticos.

Mortimer e Scott (2003) argumentam que a aprendizagem em ciências envolve a introdução de conceitos, convenções, leis, teorias, princípios e métodos de trabalho da ciência. Os autores destacam que aprender ciência envolve também introduzir os sujeitos à linguagem da comunidade científica. Esse modo de falar da ciência está imbuído de modos de pensar específicos largamente utilizados na cultura contemporânea e o acesso a esses modos de pensar e falar sobre o mundo é fundamental para a formação básica do homem contemporâneo crítico e ativo em sociedades fortemente marcadas por ciência e tecnologia.

Essas questões teóricas importantes, apresentadas até aqui, estão na base da ferramenta analítica proposta inicialmente por Mortimer e Scott (2003) e posteriormente aprimorada por Mortimer et al (2007). Nestes trabalhos os autores propõem uma tipologia que é fruto da tentativa de desenvolver uma linguagem para descrever o gênero do discurso das aulas de Ciências. Esta ferramenta vem sendo utilizada com sucesso em nosso grupo de pesquisa (MORTIMER E SCOTT, 2003; TOURINHO. 2008; SILVA, 2009; ARAÚJO, 2009, SOARES, 2009), para analisar como o professor, utilizando diferentes formas de discurso e

interação, pode ajudar os alunos a construir significados nas aulas de ciências. Na próxima sessão, apresentamos essa ferramenta analítica.

Outro ponto importante da teoria bakhtiniana para este trabalho é o conceito de compreensão ativa e responsiva. O autor considera que qualquer tipo genuíno de compreensão deve ser ativo e responsivo e que só este tipo de compreensão nos permite aprender o tema. Compreender a enunciação do outro significa orientar-se em relação a ela, encontrar o seu lugar mais pertinente e adequado no contexto correspondente. Ainda segundo o autor, para cada palavra da enunciação que estamos em processo de compreensão, estaríamos estabelecendo conexões com uma série de palavras já adquiridas historicamente ao longo de outras interações, formando uma réplica. Ele conclui dizendo que quanto mais numerosas e substanciais forem as réplicas, mais profunda e real é nossa compreensão. Sendo assim, toda a compreensão acontece de forma dialógica, e o autor argumenta que:

[...] Compreender é opor à palavra do locutor uma contrapalavra. [...] a significação pertence a uma palavra enquanto traço de união entre os interlocutores, isto é, ela só se realiza no processo de compreensão ativa e responsiva. A significação [...] é o efeito da interação do locutor e do receptor produzido através do material de um determinado complexo sonoro. [...] Só a corrente da comunicação verbal fornece à palavra a luz da sua significação. (Bakhtin, 2002, p. 132)

No caso de nosso tema em estudo, acreditamos que, ao formularem suas perguntas, os alunos estariam externalizando esse processo de compreensão ativa e responsiva, buscando contrapalavras à palavra inicialmente alheia da ciência escolar.

## **2.2 A FERRAMENTA ANALÍTICA PARA ANÁLISE DO DISCURSO EM SALA DE AULA**

Na sessão anterior, mostramos que segundo a perspectiva sociocultural de Vygotsky e Bakhtin, a sala de aula é um ambiente que desenvolve processos dialógicos por natureza, uma vez que várias vozes se fazem presentes. Para estes autores esta pluralidade de vozes acontece, primeiro, no plano social (interpsicológico) e, posteriormente, no plano individual (intrapicológico). A ferramenta analítica que apresentamos nesta sessão se apóia nestes

princípios, objetivando entender melhor o gênero discursivo da ciência escolar e as formas em que esse padrão de uso da linguagem apóia o desenvolvimento da linguagem social da ciência escolar. Os autores partem do princípio que a caracterização do gênero discursivo das aulas de ciências pode se dar pela caracterização das estratégias enunciativas que são aí estabelecidas. As categorias da ferramenta orientam a caracterização e análise dessas estratégias (Tourinho, 2008).

Mortimer e Scott (2003) demonstraram a preocupação em compreender as diferentes formas de interação entre professores e alunos ao falarem sobre temas científicos. Para os autores, aprender ciências envolve tanto adquirir a linguagem social da ciência escolar como reconhecer o gênero do discurso que circula nessas aulas e aprender a fazer uso de tal gênero (Silva, 2009). Para os autores, quando falamos que os estudantes devem reconhecer e usar o gênero do discurso das aulas de ciências significa dizer que são capazes de se engajarem nos movimentos interativos e discursivos do ambiente das aulas de ciências, ou seja, se envolverem nas estratégias enunciativas articuladas pelos professores.

Segundo a perspectiva sociocultural, se queremos investigar as maneiras pelas quais as pessoas pensam sobre o mundo ao seu redor, o lugar para começar é o de investigar as maneiras pelas quais eles falam e se comunicam sobre o mundo. Se você estiver interessado, por exemplo, na forma como ocorre a aprendizagem nas aulas de ciências, o ponto de partida é a análise da conversação e outros meios de comunicação de aulas de ciências. (Mortimer e Scott, 2003, p. 10)

A ferramenta analítica proposta por Mortimer e Scott (2003) contém cinco aspectos interrelacionados, sendo eles: intenções do professor, conteúdo do discurso, padrões de interação, abordagem comunicativa e intervenções do professor. Os padrões de interação são percebidos, nesta perspectiva, em sua relação com as diferentes intenções do professor em momentos distintos da sequência de ensino em que são estabelecidas diferentes demandas de aprendizagem. Neste trabalho, os autores mostram que os padrões de interação se relacionam à abordagem comunicativa, a qual se caracteriza o discurso do professor como dialógico ou de autoridade, considerando-se o nível de abertura desse discurso aos pontos de vista dos alunos.

O conceito de abordagem comunicativa é central para este sistema analítico de categorias, uma vez que ele permite entender como os professores trabalham com seus alunos para desenvolver os conteúdos da ciência, a ‘história científica’ a ser trabalhada em sala de aula.

Neste contexto, os autores caracterizam a abordagem comunicativa por meio do discurso estabelecido entre alunos e professor e entre os próprios alunos. Este discurso pode se constituir em duas dimensões: na primeira dimensão considera-se a predominância entre os pólos dialógico e de autoridade; na segunda dimensão, considera-se os aspectos de maior ou menor interatividade, ou seja, de mudanças de locutores e turnos de fala. O discurso dialógico acontece quando mais de um ponto de vista é considerado e surge, por exemplo, quando o professor considera o que os estudantes têm a dizer do ponto de vista deles próprios, com sua linguagem, seus modos de dizer e pensar. O discurso de autoridade acontece quanto apenas um ponto de vista é considerado, no caso do contexto da sala de aula de ciências apenas o ponto de vista científico é acatado. Um exemplo desta forma de discurso é quando o professor considera o que o estudante tem a dizer apenas algo do ponto de vista da ciência escolar, seja reformulando o que ele diz, negando ou desconsiderando sua fala, ou ainda, corrigindo-o quando julgar necessário.

Na segunda dimensão de análise da abordagem comunicativa, os autores consideram a quantidade de indivíduos que participam da produção dos enunciados. Assim, o discurso não-interativo é aquele em que apenas o professor fala, com poucas e raras falas entrecortadas dos estudantes. O discurso interativo, ao contrário, é aquele em que os alunos participam com seus turnos de fala.

Os autores combinam estas duas dimensões gerando quatro classes de abordagem comunicativa, como mostrado no Quadro 2.1 a seguir:

<b>DISCURSO</b>	<b>INTERATIVO</b>	<b>NÃO-INTERATIVO</b>
<b>DIALÓGICO</b>	<i>Interativo / dialógico</i>	<i>Não interativo / dialógico</i>
<b>DE AUTORIDADE</b>	<i>Interativo / de autoridade</i>	<i>Não interativo / de autoridade</i>

**Quadro 2.1. Quatro classes de abordagem comunicativa (MORTIMER; SCOTT, 2003)**

Mortimer e Scott (2003) resumem as 4 classes de abordagem comunicativa da seguinte forma:

- **Interativo/dialógico:** professor e estudantes exploram idéias, formulam e oferecem perguntas autênticas, consideram e trabalham diferentes pontos de vista.
- **Não-interativo/dialógico:** professor considera, na sua fala, vários pontos de vista, destacando similaridades e diferenças.
- **Interativo/de autoridade:** professor geralmente conduz os estudantes por meio de uma sequência de perguntas e respostas, com o objetivo de chegar a um ponto de vista específico.
- **Não-interativo/de autoridade:** professor apresenta um ponto de vista específico.

Scott, Mortimer e Aguiar (2006), apontaram para a existência de uma tensão existente entre o discurso de autoridade e o discurso dialógico. Segundo estes autores essa tensão é uma característica inevitável uma vez que a linguagem social da ciência é essencialmente de autoridade, mas para sua aquisição é necessário que o aluno dialogue com seus significados. Em alguns casos essa tensão seria vivenciada pelo professor, ao optar por uma abordagem comunicativa dialógica e encorajar os estudantes a explicitarem seus pontos de vista ou por focar naqueles enunciados que são mais aceitos pelo ponto de vista da ciência escolar. Os autores ressaltam a importância das transições entre interações dialógicas e de autoridade para apoiar a aprendizagem significativa dos conhecimentos disciplinares. Argumentam, ainda, que a forma como o professor articula discursos com diferentes aberturas — levando em consideração os pontos de vista dos alunos ao longo de uma atividade, aula ou sequência de aulas — pode favorecer o engajamento dos estudantes nas atividades de sala de aula.

Posteriormente Mortimer, Massicame, Thiberghien e Buty (2007) expandiram a estrutura analítica proposta por Mortimer e Scott (2003) em um esquema composto por oito conjuntos de categorias que abordam diferentes aspectos da sala de aula, sendo eles: tipo de conteúdo do discurso, posição do professor, locutor, padrão de interação, abordagem comunicativa, conteúdo do discurso, intenções do professor e níveis de referencialidade.

Na ampliação dessa estrutura analítica, Mortimer *et al* (2007) sinalizam que a caracterização do gênero do discurso das aulas de ciências pode ocorrer em função da descrição das estratégias enunciativas, estabelecidas nesse ambiente. Para os autores, o surgimento dos

enunciados na sala de aula decorre dos diversos movimentos interativos e discursivos que se estabelecem entre professor e alunos. Podemos perceber que os modos como o gênero do discurso se configuram nas aulas de ciências consideram tanto as interações verbais, em relação com as diferentes funções e tipos de discurso, quanto à forma como o conhecimento é trabalhado ao longo dessas interações.

Para este trabalho, com a intenção de entender como o professor lida com seus estudantes discursivamente durante as aulas de ciências, vamos utilizar apenas parte do sistema de categorias proposto por Mortimer e Scott (2003) e apresentado neste capítulo. Utilizaremos a categoria que permite classificar a abordagem comunicativa estabelecida na sala de aula pesquisada, assim como os padrões de interação emergentes. Outra categoria de nosso interesse é a que demarca o locutor.

### **2.3 REFERENCIAL PARA ANÁLISE DO ENGAJAMENTO DOS ESTUDANTES**

Para a análise do engajamento dos estudantes durante as atividades analisadas, vamos utilizar como referência o trabalho de Engle e Conant (2002). Estes autores propõem o conceito de engajamento disciplinar produtivo, no qual indica o alcance de envolvimento dos estudantes em temas e práticas de uma disciplina e se tal envolvimento resulta em progresso intelectual.

As evidências de engajamento são fornecidas pela análise do discurso, a qual leva em consideração os modos de participação dos estudantes nas diversas atividades propostas em sala de aula, em que porção tal participação ocorre e como diferentes construções dos estudantes são receptivas aos outros.

Os autores após realizarem diversas observações de diferentes grupos de estudantes dos Estados Unidos apontam seis características que indicariam um maior engajamento dos estudantes nas atividades, são elas:

- 1°. amplo número de estudantes fornece aportes substantivos ao conteúdo em discussão;
- 2°. as contribuições dos estudantes estão em sintonia com aquelas apresentadas pelos colegas em turnos anteriores, sem consistirem, portanto em comentários isolados;

- 3°. poucos estudantes encontram-se dispersos;
- 4°. os estudantes demonstram estar atentos uns aos outros por meio de postura corporal e contato olho no olho;
- 5°. os estudantes frequentemente expressam envolvimento apaixonado com os temas;
- 6°. os estudantes continuam engajados nos tópicos por um longo período de tempo.

Entretanto, para que essas características expressem engajamento disciplinar é necessário que exista íntima relação entre as ações dos estudantes e questões práticas do discurso curricular ou de uma disciplina. Nessa perspectiva, o engajamento disciplinar produtivo se dá quando os estudantes incorporam o discurso escolar em geral, sobretudo, o discurso de uma disciplina em particular.

Por fim, podemos considerar o engajamento como produtivo quando os estudantes fazem progresso intelectual. Os autores ponderam que a avaliação do que se considera como produtivo depende da disciplina, do conteúdo ou tema específico e ainda do ponto de partida intelectual dos estudantes. Os autores, em suas análises, discutem que esse progresso pode ser inferido, entre outros aspectos, pelo avanço na qualidade e sofisticação dos argumentos e pela apresentação de novas ideias e questionamentos relacionados ao conteúdo disciplinar. Em outras ocasiões, ele pode ser aparente no reconhecimento de uma confusão cognitiva por parte do estudante, pela construção de uma nova conexão entre ideias ou pelo planejamento de algo para satisfazer um objetivo.

Os autores, baseados em suas análises, apontam para 4 princípios que favorecem a criação de ambientes de aprendizagem que fomentam um engajamento disciplinar produtivo, são eles:

- 1°. problematizar os conteúdos;
- 2°. conceder autoridade aos estudantes;
- 3°. conceder aos estudantes responsabilidade para com os outros e para com as normas disciplinares;
- 4°. prover os estudantes recursos relevantes.

Com relação ao primeiro princípio, entende-se que os estudantes devem ser encorajados a problematizar o que estudam, definir problemas, propor questões, e não apenas assimilar informações conceituais e procedimentais. Os problemas podem ser apresentados pelos professores ou emergirem no curso das atividades dos estudantes.

No que concerne ao segundo princípio, a autoridade pode ser entendida como o reconhecimento por parte do professor e de outros membros da comunidade de aprendizagem sobre a competência dos estudantes em: tornarem-se responsáveis pela busca de informações e *experts* a respeito de um tópico em estudo, disponibilizarem essas informações aos colegas, assessorarem a aprendizagem de outros, planejarem projetos colaborativos, ou ainda, construir autonomia suficiente para assumir papel ativo na definição, discussão e resolução de problemas. Segundo os autores, essas diferentes formas de autoridade podem acontecer individualmente, em grupos de estudantes ou em relação a toda a classe.

O princípio de responsabilidade expressa a ideia de que cada membro da comunidade de aprendizagem não é uma autoridade em si mesmo, mas um colaborador intelectual entre os demais membros, dentro e além da sala de aula. Nesse sentido, a responsabilidade dos estudantes se dá, sobretudo, tendo em vista o grupo e as normas disciplinares estabelecidas.

Por fim, o quarto princípio corresponde ao suporte necessário para que os estudantes incorporem os demais. Para sustentar o engajamento disciplinar produtivo pode-se considerar como recursos: o tempo necessário para dedicar-se a um problema e aprofundá-lo ou o acesso a informações relevantes.

Em nosso trabalho utilizamos o conceito de engajamento disciplinar produtivo para analisar o envolvimento dos estudantes em situações de interação entre professores e alunos. Tal análise nos fornecerá aporte para discussões sobre a importância dos questionamentos dos estudantes no desenvolvimento dos conteúdos de ciências na sala de aula analisada.

## 2.4 REVISÃO DOS ESTUDOS SOBRE AS QUESTÕES LEVANTADAS PELOS ESTUDANTES NO CONTEXTO DA SALA DE AULA

Começamos nossa revisão teórica pela busca de trabalhos que tenham como objetivo o estudo das questões dos estudantes e, em especial, o seu potencial para a construção sentidos e apropriação de conceitos científicos em sala de aula. A pesquisa consistiu na busca pelo tema em periódicos nacionais ligados ao tema de ciências no ciclo básico, pesquisas em sites de busca, artigos internacionais e trabalhos de revisão da área.

Fizemos a busca nos periódicos nacionais utilizando as ferramentas de busca dos próprios sites das revistas pesquisadas. Procuramos pelas palavras chave: questões dos estudantes, questões dos alunos, perguntas dos estudantes, perguntas dos alunos. Pesquisamos nas seguintes revistas: *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências* de 2001 a 2010, *Ciência & Educação* de 1998 a 2010, *Investigação em Ensino de Ciências* de 1996 a 2010, *Caderno Brasileiro de Ensino de Física* de 1994 a 2010, *Revista Ensaio* de 1999 a 2010, *Revista Brasileira de Ensino de Física* de 1979 a 2010, *Ciência & Ensino* de 2005 a 2010. Surpreendentemente não encontramos nenhum artigo destas revistas que se propusesse a estudar especificamente as questões levantadas pelos estudantes e seus impactos na sua aprendizagem. Encontramos apenas trabalhos que tinham os termos pesquisados ao longo dos seus textos, mas nunca como foco da pesquisa.

Procurando por trabalhos acadêmicos no site de busca *Google*<sup>2</sup>, encontramos diversos textos ao pesquisarmos pelas mesmas palavras chaves usadas na pesquisa dos periódicos, mas eram raros os trabalhos que foram encontrados fora do nosso grupo de pesquisa que tratassem das questões levantadas pelos estudantes durante as aulas.

Um dos trabalhos encontrados na pesquisa pelo site citado, e que apresentou discussões mais relevantes sobre nosso tema, foi o de Oliveira (2008) que, em sua dissertação de mestrado, procurou analisar os tipos de questões formuladas por alunos, e/ou grupos de alunos, de diferentes níveis de escolaridade, a fim de averiguar se existem ou não contextos capazes de conduzir à formulação de nível elevado uma maior quantidade de questões. Os resultados

---

<sup>2</sup> Site conhecido como Google acadêmico acessado pelo endereço <http://scholar.google.com.br/> (último acesso dia 24 de julho de 2010)

revelaram que a partir de contextos problemáticos os alunos, de todos os níveis de escolaridade, foram capazes de formular questões de nível elevado, sendo que os alunos de maior escolaridade formularam mais questões de alto nível. A autora afirma não ter obtido uma relação direta entre tipo de contexto e nível das questões formuladas. Em todos os anos de escolaridade pesquisados, quando os alunos formularam questões apenas em grupo, obteve-se uma quantidade ligeiramente superior de questões de nível elevado quando comparadas com questões formuladas em grupo por alunos que já tinham elaborado questões individualmente. Os dados mostraram também que na elaboração individual se obteve menos questões de nível elevado.

Dentro do nosso grupo de pesquisa destacamos os trabalhos de Aguiar, Mendonça e Silva (2007); Mendonça, Aguiar e Silva (2008); Mendonça e Aguiar (2009) e Aguiar, Mortimer e Scott (2006 e 2010). Os três primeiros trabalhos fazem parte do conteúdo desta dissertação. Os outros dois últimos realizaram uma análise de interações discursivas iniciadas por questões pelos estudantes no contexto das aulas de ciências dos últimos anos do ensino fundamental. Os autores tinham como objetivo identificar as contribuições que as perguntas dos alunos trazem para a construção de sentidos na sala de aula de ciências, e como essas perguntas influenciam e modificam os conteúdos e a estrutura do discurso na sala de aula. Com relação às contribuições das perguntas dos estudantes, os resultados apresentados pelos autores sugerem que ao formular suas perguntas, os estudantes parecem estar procurando ligar novos conceitos e ideias de ciências com seus próprios interesses, experiências e conhecimentos. Outro resultado da pesquisa indica que as perguntas dos estudantes abrem oportunidades de se engajarem em um trabalho colaborativo com outros (inclusive com o professor). Os autores afirmam que ao fazer uma pergunta, o estudante estimula, com frequência, seus colegas a compartilharem ou contestarem suas ideias e argumentos, criarem novas soluções e considerarem o problema a partir de outro ponto de vista, ou até mesmo confirmarem uma resposta já conhecida. Os autores sinalizam a contribuição que advém das perguntas dos estudantes no fornecimento de *feedbacks* para os professores, o que permite um ajuste de suas estruturas explicativas aos interesses, experiências e conhecimentos prévios dos alunos. O estudo mostra que, tanto a abordagem comunicativa quanto os conteúdos da aula, não são apenas resultados de uma livre escolha do professor, mas emergem das interações entre alunos e professor.

Em periódicos internacionais, encontramos um número considerável de pesquisas que tratam de perguntas dos estudantes em salas de aula de ciências. No geral, os pesquisadores

concordam com a caracterização de Dillon (1988) e Graesser & Person (1994) que, através de estudos observacionais constataram que os alunos formulam poucas questões, sendo estas pouco sofisticadas e de baixo nível cognitivo. Dillon (1988), após examinar dados coletados em 27 salas de aula, afirma que em todas elas as perguntas eram normalmente formuladas pelos professores, e que os alunos, independente da escolaridade, se tornavam mestres em responder questões, mas continuavam pouco habilidosos em elaborar questões.

Existem vários obstáculos pessoais, psicológicos e sociais que podem impedir os estudantes de fazer perguntas na sala de aula. O número e o tipo de perguntas que os alunos indagam podem ser influenciados pela idade, experiência, conhecimento prévio e habilidades dos estudantes, pela atitude e estilo de ensino do professor, e ainda pela natureza dos temas, padrões de interação, clima e recompensa avaliativa em sala de aula (Biddulph & Osborne, 1982). Outros fatores incluem o conhecimento do aluno de diferentes tipos e níveis de perguntas, as reações do professor e da classe às perguntas dos alunos, bem como as estruturas de suporte (físico, social, processual, e pertencentes logístico para o espaço e tempo) que estão em vigor na sala de aula (Chin e Osborne, 2008).

O estilo de ensino do professor é determinante para o grau e formas de participação dos alunos em sala de aula. Segundo Woodward (1992) esse problema é enfrentado principalmente pelo professor que vê seu papel como disseminador de conhecimentos. Assim, o professor que não tem certeza de sua própria base de conhecimento pode evitar ou reprimir as perguntas dos estudantes para evitar questões problemáticas. No entanto, se optar por tratar de apenas alguns tipos de questões, nas quais ele tem certeza, ele corre o risco de sufocar ou reprimir a curiosidade e a criatividade de seus alunos.

Outro fator inibidor de perguntas está relacionado à extensa base curricular de algumas salas de aula, em especial nos últimos anos de escolarização básica. A preocupação dos professores quanto às restrições de tempo real, para a cobertura de conteúdo, as pressões que eles enfrentam, a responsabilidade de ensinar para os testes e os exames nacionais são forças poderosas que influenciam a dinâmica discursiva da sala de aula, limitando o tempo para discussão (Chin e Osborne, 2008).

Apesar de todas as dificuldades reportadas na literatura, todos os estudos encontrados apontam para a importância das perguntas dos estudantes para o bom desenvolvimento das aulas de ciências. Vários estudos indicam que as perguntas dos estudantes fazem com que eles

pensem sobre as ideias apresentadas e que tentem vinculá-las com outras que já são de seu conhecimento (Chin e Brown, 2002; Chin, Brown e Bruce, 2002; Dori e Herscovitz, 1985; Chin e Chia, 2004). As questões levantadas pelos alunos podem ativar seus conhecimentos prévios, concentrar os seus esforços na aprendizagem e ajudá-los a elaborar novos conhecimentos. A habilidade de levantar boas questões é um componente importante da aprendizagem científica, na qual a meta é tornar os indivíduos consumidores críticos do conhecimento científico (Millar e Osborne, 1998).

As perguntas dos estudantes teriam sua origem na lacuna ou discrepância entre o conhecimento dos alunos e o conhecimento científico escolar ou, ainda, no simples desejo de ampliar seus conhecimentos em alguma direção.

Van Zee *et al* (2001) investigaram formas de discurso no ensino elementar, no ensino médio e na universidade, consideradas encorajadoras para os estudantes formularem questões perspicazes sobre tópicos da Ciência e expressarem as suas próprias ideias durante discussões reflexivas. As asserções sobre os questionamentos dos estudantes foram as seguintes: estudantes fazem questionamentos quando são convidados a fazê-lo, quando a discussão envolve contextos familiares em que eles tenham feito observações por um longo período de tempo, quando os professores criam ambientes de discurso dentro dos quais eles possam tentar entender o pensamento um do outro e quando eles trabalham juntos em pequenos grupos sem a presença do professor.

Chin e Osborn (2008), em um trabalho de revisão teórica sobre as questões dos estudantes, relataram que os trabalhos da área apontam que, para os estudantes, as questões têm o potencial de: guiar sua aprendizagem e a construção de conhecimento, fomentar a discussão e debate, aumentando assim a qualidade do discurso na sala de aula, ajudá-los a se auto avaliar e acompanhar a sua compreensão, aumentar a sua motivação e interesse em um tema, despertando a curiosidade epistemológica. Já para os professores, os autores argumentam que as questões dos estudantes têm o potencial de: diagnosticar o entendimento do estudante e fazer ajustes no currículo, debater sobre o pensamento dos estudantes, avaliar níveis mais altos de entendimento, estimular futuros questionamentos em um tópico de estudo via problemas abertos de investigação.

Chin e Brown(2000a e 2000b) apresentaram uma revisão das formas de levar os alunos a elaborar perguntas. Dentre as várias estratégias apresentadas pelos autores em seus textos,

destacamos: proporcionar aos alunos estímulos adequados para que eles façam perguntas, propiciar um ambiente adequado, não ameaçador, porém receptivo às suas perguntas, pedir para que os alunos coloquem suas questões através de um diário ou relatório semanal, definir “fazer perguntas” na lição de casa, uso de abordagens de ensino interativas nas quais os alunos trabalhem em grupos colaborativos para gerar perguntas.

Vários estudos buscam relacionar as questões dos estudantes com variáveis distintas – relação da pergunta com o nível de aprendizagem (Harper, Etkina & Lin, 2003), a relação entre a natureza das perguntas dos alunos e as ações durante o processo de construção do conhecimento (Chin, Brown & Bruce, 2002), a relação existente entre a qualidade e a quantidade de perguntas, relação entre o ambiente de aprendizagem e a qualidade das perguntas (Maskill, R. e Pedrosa de Jesus 1997b).

Para o nosso trabalho estamos interessados no sistema de categorias proposto por Chin e Brown (2002), que baseados na categorização feita por Scardamalia e Bereiter (1992), distinguiram dois tipos de perguntas: questões de informação básica e questões de alto nível cognitivo. Scardamalia e Bereiter (1992) denominam essas últimas ‘wonderment questions’, perguntas que revelam certo estado de encantamento, surpresa ou estupefação por parte de quem a formula. Os autores identificaram ainda dois subtipos de questões que buscam por informação básica: 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 orientações sobre como uma tarefa deve ser realizada. Ao contrário dessas perguntas básicas, Chin e Brown argumentam que as questões aqui chamadas de alto nível exigem uma aplicação ou extensão dos conceitos ensinados, fazer previsões, buscar explicações e causas, identificar e resolver discrepâncias e lacunas no conhecimento. As perguntas de alto nível cognitivo são formuladas quando, durante seus esforços de entendimento, os estudantes tentam lidar com 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, ainda, revelam reflexões, curiosidades, 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.

Outro sistema de categorias que nos interessa aparece nos trabalhos de Aguiar, Mortimer e Scott (2006 e 2010). Nestes trabalhos, para tratar dos conflitos entre as perspectivas dos estudantes e de professores, os autores classificam as questões dos estudantes de acordo com sua posição em relação à estrutura explicativa do ensino, segundo as definições<sup>3</sup> a seguir:

- a) **Perguntas de esclarecimento ou extensão**: buscam informações sobre os aspectos não compreendidos na explicação do professor ou explorações adicionais desta mesma estrutura, mantendo-se fiéis à estrutura explicativa do ensino.
- b) **Perguntas de extrapolação**: vão além da lógica proposta pela estrutura explicativa do ensino, demandando mudanças na mesma.
- c) **Perguntas de contestação**: usam visões alternativas àquelas sugeridas pelo ensino para abordarem um dado problema. Desafiam, desse modo, a estrutura explicativa do ensino.

Trataremos com maiores detalhes dos sistemas de categorias utilizadas na análise dos nossos dados nos capítulos 4 e 5 desta dissertação.

---

<sup>3</sup> Os autores afirmam que o sistema de categoria é fruto de adaptações do trabalho de Candela (1999).

## **CAPÍTULO 3**

### **3. METODOLOGIA**

Neste capítulo apresentamos as escolhas metodológicas que embasam nossa pesquisa. Justificamos os critérios para a escolha do ambiente de pesquisa, e, apresentamos a sala de aula e o professor pesquisado. Também é objetivo deste capítulo apresentar o processo de construção das categorias utilizadas na análise dos dados, bem como as definições das mesmas.

#### **3.1 REFERENCIAIS METODOLÓGICOS ADOTADOS NESTA PESQUISA**

Temos observado, nos últimos anos, um crescimento do interesse de pesquisas que tentam entender como se dão os processos de interação discursiva e como o conhecimento científico vai sendo trabalhado, discutido, apropriado e transformado ao longo do processo de ensino e aprendizagem (Lemke, 1990; Ogborn et al, 1996; Candela, 1999; Mortimer e Scott, 2003; Mortimer et al 2007; Tourinho, 2008; Silva, 2009; Araújo, 2009). Tais pesquisas consolidaram certos tipos de procedimentos, dentre eles: a gravação de aulas, transcrição e cuidados metodológicos ao fazê-las, uso de alguns softwares, formas e categorias das quais passamos a lidar e que passam a fazer parte de uma preocupação da área ao trabalhar com os dados.

Nosso trabalho faz uso destas metodologias aplicadas a um estudo de caso que envolve uma sala de aula de ciências com características marcantes – grande interação discursiva, professor diferenciado e escola com características peculiares.

O estudo de caso pode ser definido como uma abordagem metodológica de investigação especialmente adequada ao procurar compreender, explorar ou descrever acontecimentos e contextos complexos, nos quais estão envolvidos, simultaneamente, diversos fatores. Yin (2005) define “estudo de caso” com base nas características do fenômeno em estudo e com

base num conjunto de características associadas ao processo de recolha de dados e às estratégias de análise dos mesmos.

O trecho abaixo, extraído do trabalho de Yin, 2005, define muito bem a nossa escolha metodológica pelo estudo de caso:

“O estudo de caso [...] é uma investigação que se assume como particularística, isto é, que se debruça deliberadamente sobre uma situação específica que se supõe ser única ou especial, pelo menos em certos aspectos, procurando descobrir a que há nela de mais essencial e característico e, desse modo, contribuir para a compreensão global de certo fenómeno de interesse.” (Yin, 2005, p 12)

Vale ressaltar que nosso trabalho não tem como objetivo construir generalizações a partir do estudo dos nossos dados relativos a uma sala de aula específica. As decisões tomadas pelos integrantes presentes no ambiente da sala de aula formaram um conjunto de eventos que são singulares e específicos daquela situação. Como já discutimos no capítulo anterior, a teoria bakhtiniana considera que os enunciados produzidos em dado momento formam elos na cadeia de comunicação verbal, tendo, portanto, um histórico de acontecimentos e situações que são inerentes ao ambiente de aprendizagem e principalmente das relações entre os sujeitos da constituição sócio-histórica dos mesmos.

No nosso caso, buscamos identificar as estratégias adotadas por esse professor bem como a constituição do ambiente de aprendizagem que possam ter contribuído para a emergência do grande número de perguntas e intensa participação dos estudantes nessa sala de aula. É também interesse nosso, avançar na compreensão do papel das perguntas dos estudantes e de seus desdobramentos na aprendizagem em ciências.

### **3.2 A SALA DE AULA INVESTIGADA**

As filmagens das aulas ocorreram no período de fevereiro a maio de 2007, em uma escola particular de Belo Horizonte. Instalada desde 1973, a escola está localizada em um bairro considerado nobre da cidade. É uma escola bem conceituada, atendendo a alunos, em geral, da classe média ou média alta, entre eles muitos filhos de professores universitários, pela

proximidade da escola com a UFMG. A escola é relativamente pequena com boas instalações e é razoavelmente bem equipada. Essa escola se destaca, dentre outros aspectos, por parcerias com a Universidade, permitindo a entrada de pesquisadores em suas salas de aula e acolhendo muitos licenciandos em estágios de formação profissional.

As gravações foram realizadas em uma sala de oitavo ano. A turma era composta por 22 alunos cuja faixa etária se encontra entre 12 e 14 anos. A maioria destes alunos já estudava junto há algum tempo. A turma tinha um comportamento bastante agitado, típico da faixa etária em que se encontravam. As aulas de ciências ocorriam com uma frequência de 3 aulas semanais no período da tarde, sendo duas aulas geminadas na terça-feira e uma aula na quinta-feira. Esta última acontecia depois da educação física, o que contribuía para maior agitação dos estudantes. Apesar da agitação, os estudantes mostravam, em média, grande interesse pelas aulas de ciências e uma relação de profundo respeito e admiração pelo professor. Este atuava com firmeza em alguns momentos, mas em geral tinha uma postura de tolerância com o nível de dispersão da classe. Alguns estudantes foram mais participativos e estiveram sempre se colocando discursivamente perante a turma, os demais estudantes foram também participativos, mas menos envolvidos nas interações discursivas que ocorreram nesta sala de aula.

Na escola, os estudantes têm acesso aos serviços de acompanhamento pedagógico individualizado feito pelas coordenadoras do segmento; acompanhamento de estudos extra-turmo feito pelas bibliotecárias em seu local de trabalho; lanchonete; oficinas de artes e esportes em horários extra-turmo. Em relação aos recursos materiais, os estudantes têm acesso à biblioteca, a sala de informática, a mesas de tênis de mesa, a quadras de futebol/basquete e de vôlei e a mesas de estudo espalhadas pelos jardins da escola, além de uma sala de projeção com uma TV ligada a um computador. A escola não possuía um laboratório de ciências e as atividades experimentais eram realizadas na própria sala de aula.

Os pais têm amplo acesso à direção da escola e professores, sendo frequente circularem pelos corredores e pátios antes do início e ao final dos turnos. A coordenação pedagógica exerce na escola um papel aglutinador entre os professores que atuam de modo coeso e coerente com o projeto da escola. Os professores são, em sua maioria, jovens entre 25 e 35 anos (incluindo o professor Carlos) e discutem intensamente projetos e problemas pedagógicos em reuniões periódicas e nos intervalos entre as aulas.

### **3.3 O PROFESSOR**

Licenciado em Física pela UFMG em 1999, o professor pesquisado vem trabalhando no ensino fundamental há 9 anos. Durante esse período vem mantendo vínculos com a Faculdade de Educação da UFMG, seja como aluno do curso de especialização em ensino de ciências do CECIMIG, seja como docente e colaborador do CECIMIG em cursos de formação continuada para professores.

O professor possui um amplo e rico repertório de ensino e se destaca na produção de boas e frequentes dinâmicas discursivas com os estudantes, como teremos oportunidade de examinar em detalhe no capítulo 4. Apesar de ser físico por formação, o Professor Carlos não se recusa a trabalhar com temas de química e biologia e encara a docência em ciências no Ensino Fundamental como um desafio e um exercício a um aprendizado contínuo e renovado. Ele é muito querido pelos alunos da escola que têm por ele um grande respeito e proximidade, seja por seu espírito jovial e alegre, pela seriedade com que conduz seu trabalho ou por seu modo atencioso de lidar com as pessoas e, em especial, com os adolescentes.

Acreditamos que o estudo de atuação de professores experientes e inovadores como o Professor Carlos fornecem elementos para compreender melhor a ação docente em sala de aula, constituindo repertórios para a formação de professores.

### **3.4 A SEQUÊNCIA DE ENSINO PESQUISADA**

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 apresentadas pelo livro, além da mediação nas leituras em sala de aula. A coleção é fruto de um trabalho desenvolvido por uma equipe de pesquisadores<sup>4</sup> que atua em diversos projetos de pesquisa em ensino,

---

<sup>4</sup> A coleção é intitulada *Construindo Consciência* (APEC, 2004). O orientador desta pesquisa participou da produção como um dos autores. O livro utilizado pelos estudantes é indicado para o 8º ano do ensino fundamental.

reformulação curricular e formação continuada de professores de Ciências, Biologia, Física e Química.

Na coleção, os conteúdos habitualmente tratados no curso de ciências no Ensino Fundamental são reorganizados de modo que as ideias estruturadoras do pensamento científico sejam apresentadas em contextos e possam ser revistas e relacionadas entre si. A coleção adota uma abordagem temática, em que os conceitos emergem de contextos de aplicação, e apresenta uma alternativa ao modo fragmentado como normalmente se apresentam os conteúdos de ciências no Ensino Fundamental. A física, a química e a biologia estão presentes em todos os volumes da coleção, de modo integrado e recursivo. Isso contribui para a abordagem dos conceitos nos contextos de vivência dos alunos e para promover a compreensão dos recursos criados pelas ciências para explicar os fenômenos naturais.

O texto do 8º ano está dividido em quatro unidades – As transformações dos materiais; O nosso corpo é dinâmico; História natural da sexualidade; O organismo humano e suas interações com o ambiente. Acompanhamos o trabalho do professor durante o desenvolvimento da primeira unidade - As transformações dos materiais -, composta de dois capítulos, “Os Minerais e a Vida” e “Compreendendo as reações químicas”. Ao todo o professor utilizou 36 horas-aula<sup>5</sup> para desenvolver os temas referentes a esta primeira unidade, sendo que 6 horas-aula foram utilizadas para realização de provas.

A sequência de ensino estudada tem a intenção de introduzir ideias centrais e estruturadoras do pensamento químico, como a diferenciação entre elemento e substância, átomo e moléculas e o modelo de reação química enquanto re-arranjo dos constituintes da matéria, formando novas substâncias a partir de outras. O contexto inicial apresentado é o do ciclo de minerais que são incorporados ao solo e passam a constituir tecidos de vegetais e animais. A análise dos processos de formação de conceitos nessa experiência de ensino foi relatada na tese de Nilma Soares da Silva (Silva, 2009) que constatou dificuldades vivenciadas pelos estudantes durante o processo de ensino, mas também avanços consideráveis na compreensão dessas ideias, cuja apropriação sem dúvida se prolonga para além do Ensino Fundamental. Em sua tese, Silva conclui os processos de significação adquirem sentido na medida em que esses conceitos relacionam-se com outros conceitos e contextos em que se aplicam.

---

<sup>5</sup> Na escola, 1 hora aula equivale a 50 minutos

### 3.5 A COLETA DOS DADOS

As gravações em vídeo foram feitas por duas câmeras, uma localizada no fundo da sala focalizando o professor, e a segunda câmera situada à frente da sala, operada por mim na tentativa de registrar as reações e falas dos estudantes. As duas primeiras aulas não foram filmadas, a pesquisadora utilizou estas aulas para conversar com a turma e entregar o termo de livre esclarecimento. Esse termo explicava as intenções da pesquisa e os informava dos cuidados éticos que seriam adotados, tais como sigilo e anonimato dos envolvidos, e uso exclusivo das gravações para fins de pesquisa<sup>6</sup>. No total registramos 28 aulas em vídeo, vale lembrar que algumas destas aulas eram geminadas, gerando então apenas um arquivo de vídeo em cada câmera referente às duas aulas geminadas. Para cada aula filmada têm-se dois arquivos, que correspondem respectivamente às capturas feitas pelas câmeras da frente e do fundo da sala de aula. As figuras 3.1 e 3.2 apresentam fotos extraídas das filmagens com as duas câmeras. Esta metodologia de gravação de vídeo já vem sendo utilizada com sucesso em outros trabalhos conduzidos por membros de nosso grupo de pesquisa (ver exemplo: Tourinho, 2008; Silva, 2009; Couto, 2009; Araújo 2009).



**Figura. 3.1: Foto retirada da câmera do fundo da sala**



**Figura. 3.2: Foto retirada da câmera da frente da sala**

<sup>6</sup> Conforme recomendações do Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG, que autorizou os procedimentos adotados.

As gravações em áudio foram realizadas durante as atividades que aconteciam em pequenos grupos de estudantes. Um gravador de áudio foi colocado em cada grupo, capturando, principalmente, as falas produzidas pelos estudantes do grupo. Neste trabalho não fizemos uso dessas gravações. Justificamos esta escolha por considerar que as interações entre professor e alunos com toda a classe já forneciam material suficientemente abrangentes para os propósitos desta pesquisa, dada a alta incidência de perguntas genuínas dos estudantes. Sabemos da importância dos momentos de trabalho dos estudantes em grupos para o entendimento do contexto global de trabalho do professor e da turma. Entretanto, nos pareceu prudente, no primeiro momento, considerar apenas as perguntas dos estudantes que emergiram nas interações do professor com toda a classe. Temos interesse, em trabalhos futuros, de revisitar esses dados para observar as dinâmicas discursivas dos estudantes nos trabalhos em grupo e as questões que emergem destas discussões. Interessa, sobretudo, saber se o comportamento de alguns alunos mais calados nos momentos coletivos se altera nas interações em grupos e se as perguntas colocadas para toda a classe repercutem nos momentos de trabalhos em equipes ou, inversamente, como o trabalho em grupos sustenta questões levantadas nos momentos coletivos.

Dois pesquisadores – o autor desse relato de pesquisa e a então doutoranda Nilma Soares da Silva – acompanharam todas as aulas durante a sequência de ensino. As anotações no caderno de campo foram feitas pela pesquisadora Nilma Soares da Silva. Estas anotações enriquecem significativamente os dados, uma vez que contêm elementos que muitas vezes não são percebidos pela simples gravações em áudio e vídeo.

### **3.6 TRATAMENTO DOS DADOS**

As 28 aulas gravadas em vídeo foram digitalizadas e gravadas em DVD, com 3 cópias para cada aula gravada. No processo de digitalização, 5 aulas apresentaram erro no arquivo, e infelizmente só observamos esse problema após outros dados já terem sido gravados por cima da fita de vídeo, impossibilitando acesso aos dados. Assim, as 23 aulas restantes foram sistematicamente assistidas e anotadas gerando um mapa de eventos que está reproduzido no

Anexo 1 deste trabalho. Este mapa permite ter uma visão mais ampla da sequência de ensino, contribuindo para o melhor entendimento das várias intervenções dos estudantes. O mapa nos dá uma dimensão da sequência de ensino enquanto totalidade e permite, ainda, examinar como um acontecimento em sala, em uma determinada aula, pode desencadear participação discursiva dos estudantes em aulas posteriores. Nesse sentido, a construção do mapa de eventos tem o papel importante de aproximar o pesquisador dos inúmeros contextos de produção e transformação de significados nas aulas de ciências.

A visão da sequência de ensino como um todo e a recusa em considerar os episódios vistos isoladamente é uma consequência do princípio bakhtiniano de que todo enunciado é um elo de uma cadeia complexa e interminável da comunicação humana.

As 23 aulas gravadas em vídeo foram cuidadosamente analisadas com o auxílio do programa Videograph®. Este *software* permite a categorização do vídeo em tempo real, segundo algumas categorias previamente estabelecidas ou que vão sendo testadas e reformuladas ao longo da análise do material.

O Videograph® possibilita que apareçam na tela do computador o registro audiovisual da aula, as categorias informadas pelo pesquisador e uma linha do tempo. À medida que a aula gravada progride na tela do computador, o pesquisador seleciona a categoria que ele considera que corresponde àquele momento da aula e tal categoria vai sendo registrada na linha do tempo, localizada abaixo da imagem dessa aula. Ao mudar de categoria, uma nova passa a ser registrada em lugar da anterior. O programa registra o tempo correspondente a cada segmento da aula em que a categoria apareceu. Os dados referentes aos tempos de cada categoria considerada são transportados para o programa Excel®. Com esse programa, utilizando as fórmulas adequadas, é possível somarem cada categoria os tempos correspondentes aos diferentes segmentos em que ela apareceu durante a aula, para que se obtenha o tempo total em que ela foi empregada. A partir desses tempos absolutos, obtemos os percentuais de tempo de cada categoria para cada aula em particular. Considerando-se uma sequência de aulas, os tempos de cada categoria em cada uma devem ser somados entre si para que sejam obtidos os percentuais de tempo que correspondem a sequência de aulas como um todo. No caso de nossa pesquisa, procuramos registrar as perguntas e feitas pelos estudantes e classificá-las ao longo da sequência de ensino de modo a examinar sua frequência e distribuição. No entanto, esses dados quantitativos para os propósitos desta pesquisa só fazem sentido quando

combinados com uma análise qualitativa e aprofundada das interações discursivas em situações específicas. Esta metodologia, que combina análise qualitativa e quantitativa, vem sendo utilizada com sucesso por outros membros de nosso grupo de pesquisa (por exemplo: Tourinho, 2008, Araújo, 2009, Silva 2009).

O Videograph® apresenta uma limitação que merece atenção, o seu menor tempo de codificação é de 1 segundo; portanto, se uma categoria toma menos tempo que isso, torna-se impossível fazer um registro correto do tempo empregado. Não é raro acontecer de um falante ocupar menos tempo que um segundo em sua fala, ou de outra forma, dois ou mais falantes se expressarem durante um segundo. No entanto, acreditamos que essa limitação não compromete a nossa análise, uma vez que diante do grande volume de tempo categorizado o tempo de erro se torna desprezível.

Após a categorização de todos os vídeos da sequência de ensino, selecionamos alguns trechos para serem submetidos à análise detalhada e posterior transcrição. Realizamos a transcrição com o auxílio do programa Transana versão 2.41. Esse *software* possui ferramentas que facilitam a transcrição, como: comandos no teclado que permitem retrocessos, parada ou retomada do vídeo, apresentação da onda de áudio do arquivo digitalizado, marcação de início de episódio, possibilidade de ligar a transcrição diretamente ao vídeo (legenda do filme), e a facilitação de acesso ao banco de dados de transcrição criada pelo próprio programa.

Temos consciência de que mesmo com todos esses recursos disponíveis, a transcrição apresenta limitações e recortes da sala de aula. O mesmo aconteceria se o pesquisador procurasse explicitar os mais variados recursos linguísticos tais como entonação, pausas e gestos,- a transcrição continuaria sendo muito mais limitada do que o evento real em sala de aula. Algumas falas são perdidas, outras são recuperadas, mas nem sempre uma fala transcrita foi realmente ouvida pelos participantes. Em outros momentos, ocorre o inverso – os participantes (em especial o professor) ouvem certos enunciados dos estudantes que não foram captados pela gravação e reagem em seguida a ele. Há ainda o fato de sobreposição de turnos de fala e o entendimento de qual enunciado desencadeia a resposta seguinte.

As transcrições serão apresentadas em quadros com 4 colunas, constituídas pelas numerações dos turnos de fala (coluna 1), transcrições com respectivos locutores (coluna 2), comentários contextuais e gestuais (coluna 3) e a identificação das perguntas dos estudantes (coluna 4).

Os critérios adotados para a transcrição da linguagem oral foram: o uso de barra (/) para indicar pausas; para comentários contextuais usamos duplos parênteses (( )); o único sinal de pontuação utilizado é o ponto de interrogação (?), quando a entonação sugere uma pergunta. Procuramos, assim, aproximar, tanto quanto possível, a transcrição da linguagem oral.

A captação do áudio dentro de uma sala de aula real nem sempre permite captar os sinais com qualidade para serem transcritos, sobretudo no que se refere às falas dos estudantes. Algumas vezes os estudantes falam em voz baixa, apresentam enunciados incompletos e lacunares e, ainda, falas simultâneas que impedem uma transcrição completa dos enunciados produzidos pela turma. Nesses casos, indicamos as falas com o registro 'inaudível' entre parêntesis.

Os sistemas de categorias utilizados para tipificarmos as perguntas dos estudantes foram inspirados em outros trabalhos de pesquisa sobre o tema, tendo sido ainda reconstruídos e adaptados a partir dos dados empíricos, tendo em vista os nossos problemas de pesquisa. Os procedimentos adotados para tal elaboração de categorias serão apresentados no próximo capítulo.

## **CAPÍTULO 4**

### **EXAMINANDO AS PERGUNTAS DOS ESTUDANTES E SEUS DESDOBRAMENTOS NAS AULAS DE CIÊNCIAS**

Neste capítulo fazemos uso de trechos transcritos da sequência de ensino pesquisada para exemplificar os diferentes tipos de questões dos estudantes feitas nas aulas de ciências. Consideramos as questões dos estudantes a partir de dois aspectos: o primeiro é com relação à estrutura explicativa do ensino; o segundo é com relação às demandas colocadas pelos alunos. Em seguida verificamos as repercussões destas perguntas na dinâmica discursiva em sala de aula.

Objetivamos entender quais os mecanismos discursivos utilizados pelos alunos durante a tentativa de aprender ciências. Um desses mecanismos consiste em formular perguntas ou comentários críticos durante as aulas. Acreditamos que as perguntas dos estudantes desencadeiam um processo na sala de aula que enriquece bastante o tema proposto que às vezes contribuem para continuidade da aula, outras vezes provocam desvios e até mesmo modificações significativas nos conteúdos, objetivos e dinâmicas inicialmente propostas pelo professor. Assim, entender esse cruzamento de perspectivas culturais entre professores e alunos nos parece bastante interessante, tanto para compreender a própria sala de aula quanto para contribuir para a formação de professores.

#### **4.1. ANÁLISE DAS PERGUNTAS EM RELAÇÃO À ESTRUTURA EXPLICATIVA DO ENSINO**

O primeiro sistema de categorias que será utilizado para investigar as perguntas dos estudantes e suas repercussões nas aulas de ciências consiste em confrontar a perspectiva da pergunta do estudante com a estrutura explicativa desenvolvida pelo professor naquela aula.

Para tanto, nos valem do sistema de categorias utilizado inicialmente por Aguiar, Scott e Mortimer (2010) para entender como essas perguntas dos estudantes se relacionam com a

proposta explicativa do professor. Estes autores afirmam ter construído esse sistema de categorias a partir da análise do trabalho de Candela (1999) e de Ogborn et al (1996).

Candela (1999) se vale de situações de uma sala de aula de ciências para mostrar como professores utilizam atividades propostas em livros didáticos e a reconstróem para o contexto da sala de aula e como, por sua vez, os alunos recebem as atividades propostas pelo professor e as transformam de acordo com seus interesses e dinâmica que eles estabelecem, mesmo considerando as restrições impostas pela orientação dada pelo professor. Sendo assim, conclui a autora, os alunos não executam apenas os comandos dados pelos professores e nem o professor apenas executa o que o currículo prescreve, mas ambos transformam as atividades de aprendizagem no curso das interações em sala de aula.

Candela não nega a existência de uma assimetria na sala de aula, e as tentativas dos professores em controlar a agenda e o tratamento dado aos conteúdos. Apesar disso, a autora traz evidências de que a autoridade do professor não é algo dado e garantido, mas forjada no curso das interações com os estudantes. Além disso, essa autoridade se exerce quando confrontada com os interesses dos estudantes que têm também algum poder na condução das aulas, mesmo sendo este mais limitado do que o de seus mestres. Por exemplo, não basta o professor escolher conduzir a apresentação de um problema por meio de tríades I-R-A (iniciação, resposta e avaliação) se os alunos se recusam a responder às solicitações ou se o fazem de modo completamente descomprometido. Por outro lado, a inclusão de alguns temas e conteúdos nas aulas é, algumas vezes, decorrente de questionamentos dos estudantes.

O outro conceito utilizado por Aguiar, Mortimer e Scott (2010) é o da estrutura explicativa do ensino. Esse conceito foi apresentado por Ogborn et al (1996) que afirmam que os professores fazem escolhas sobre o que e como explicar e, ainda, em que nível de complexidade pretendem fazê-lo. Para os autores, as explicações dadas em sala de aula se ajustam umas às outras e formam uma estrutura refletindo objetivos de ensino a curto e longo prazo. Elas dependem do estilo pessoal do professor, das relações que ele estabelece com a classe e do seu estoque de recursos explicativos. Tais estruturas explicativas são, ainda, flexíveis, sendo produzidas, modificadas e ajustadas em relação com as necessidades percebidas nas interações que o professor estabelece com a classe.

A partir dessas contribuições, Aguiar, Mortimer e Scott (2010) sugerem que as perguntas dos estudantes podem se relacionar com a estrutura explicativa do ensino de três modos distintos, conforme definições apresentadas a seguir:

- a) **Perguntas de esclarecimento ou extensão:** buscam informações sobre aspectos não compreendidos na explicação do professor ou explorações adicionais desta mesma estrutura, mantendo-se fiéis à estrutura explicativa do ensino.
- b) **Perguntas de extrapolação:** vão além da lógica proposta pela estrutura explicativa do ensino, demandando mudanças na mesma.
- c) **Perguntas de contestação:** usam visões alternativas às sugeridas pelo ensino a fim de abordar um dado problema. Desafia-se, desse modo, a estrutura explicativa do ensino.

Nossa investigação tem como objetivo entender melhor como os propósitos, estratégias e interesses dos estudantes se relacionam com propósitos, interesses e estratégias dos professores. Acreditamos que esta análise pode nos fornecer elementos para compreender como se dá o processo de apropriação, pelos estudantes, dos conteúdos das ciências, uma vez que esta se dá na ‘atitude responsiva’ dos estudantes em relação à palavra alheia da ciência escolar (Bakhtin, 2003).

Para tal análise, apresentaremos dois episódios de ensino que a nosso ver exemplificam tal tipologia e, assim, nos oferecem elementos para examinar as repercussões das perguntas e suas contribuições para a produção e circulação de sentidos nas aulas de ciências e para a apropriação, pelos estudantes, de conceitos científicos, da linguagem e formas de pensamento científico. Valemo-nos, para tal, de elementos da estrutura analítica proposta por Mortimer e Scott (2003), em especial ao conceito de abordagem comunicativa, como apresentado brevemente no capítulo 2.

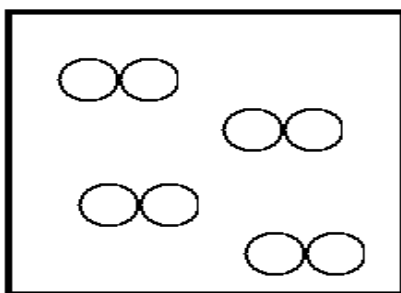
#### **4.1.1 EPISÓDIO 1: EXISTE ESPAÇO VAZIO ENTRE OS ÁTOMOS?**

Apresentamos abaixo um trecho pertencente a 18ª e 19ª aula da sequência de ensino. Até então, os alunos já haviam estudado no primeiro capítulo do livro um texto que tinha como

objetivo: mostrar o ciclo de alguns minerais na natureza, apresentar a tabela periódica e diferenciar elemento, substância, átomo e molécula. Na 12ª e 13ª aula, os alunos realizaram uma avaliação sobre o capítulo 1, entre a 13ª aula e a 18ª aula, o professor iniciou o segundo capítulo que trabalha os conceitos envolvidos na compreensão das reações químicas.

As 18ª e 19ª aulas podem ser divididas em três momentos distintos. No primeiro o professor preparou uma apresentação que pretendia fazer uma revisão e sistematizar as diferenças entre elementos e substâncias, átomos e moléculas. No segundo momento o professor devolveu as avaliações corrigidas para os alunos e iniciou uma discussão sobre algumas questões da prova. No terceiro e último momento da aula o professor passou algumas atividades para que os alunos fizessem e as entregassem ao final da aula. Entretanto a entrega desta atividade teve que ser adiada para a próxima aula, uma vez que os alunos não tiveram tempo suficiente para terminá-la em sala de aula.

Para a primeira parte da aula, o professor preparou uma apresentação de slides com modelos de representação de diferentes substâncias e apresentou-os no televisor. Tais representações utilizavam bolas de cores e tamanhos diferentes, agregadas umas a outras, formando totalidades identificadas como sendo as moléculas. Estas moléculas, por sua vez, formariam as substâncias (água, gás carbônico, oxigênio e outras). A figura abaixo é uma representação de um dos slides apresentados pelo professor durante a aula:



**Figura 4.1: Desenho esquemático de moléculas de oxigênio apresentado em slide pelo professor.**

Nesta aula, o professor utiliza as representações buscando relacioná-las com substâncias que foram manipuladas pelos estudantes em aulas anteriores (como o enxofre, pó amarelo, composto por...) e identificando os elementos, átomos e moléculas envolvidas. O episódio que

vamos relatar (duração 4 minutos e 6 segundos) se insere nesse contexto e é iniciado pela pergunta do aluno Sérgio:

Turno	Transcrição	Comentários contextuais	Perguntas e comentários críticos dos estudantes
1	<b>Sérgio:</b> Existe espaço entre os átomos?	<p><b>Professor:</b> Na frente da sala.</p> <p>Alunos: Todos virados para frente da sala.</p>	Pergunta 1
2	<b>Prof.:</b> Sim.		
3	<b>Samuel:</b> O que ele perguntou professor?		
4	<b>Prof.:</b> Se existe espaço vazio entre um átomo e outro?		
5	<b>Gustavo:</b> Existe?		Reformulação da pergunta 1
6	<b>Prof.:</b> Existe.		
7	<b>Rafael:</b> Ué...		
8	<b>Prof.:</b> Ahn / existe/ e entre uma molécula e outra também. Mas olha só...	<b>Professor:</b> coça a cabeça, sinalizando sua duvida em como responder a questão do estudante.	
9	<b>Rafael:</b> Professor se for um átomo / por exemplo / molécula de oxigênio/ as duas estão grudadinhas não estão ai?	<p><b>Rafael:</b> aponta para a figura apresentada no slide de apresentação da aula.</p> <p>Professor: Escuta atentamente.</p>	Pergunta 2

10	<b>Prof.:</b> Pêra ai		
11	<b>Rafael:</b> As duas estão grudadas?		Reformulação da pergunta 2
12	<b>Prof.:</b> Não sei, você está falando deste pedacinho aqui?	<b>Professor:</b> Aponta para a representação da molécula de oxigênio projetada no quadro.	
13	<b>Gustavo e Rafael:</b> As duas bolhinhas.	Fala simultânea dos dois alunos.	
14	<b>Rafael:</b> As duas bolhinhas estão juntas?		Reformulação da pergunta 2
15	<b>Prof.:</b> As duas bolhinhas juntas, então como é que chama?		
16	<b>Alunos:</b> Moléculas		
17	<b>Prof.:</b> Moléculas. Moléculas de oxigênio, beleza. O que é que têm eles?	<b>Professor:</b> com a cabeça, faz sinal afirmativo.	
18	<b>Rafael:</b> Estão coladas?		Reformulação da pergunta 2
19	<b>Prof.:</b> Estão bem próximos		
20	<b>Rafael:</b> Não estão coladas?		Reformulação da pergunta 2
21	<b>Valéria:</b> Tem um arzinho ali no meio		Comentário 1
22	<b>Rafael:</b> Porque/se eu não me engano/ a bomba nuclear é quando dois átomos colidem um com o outro/ então não pode		Comentário 2

	assim		
23	<b>Prof.:</b> A bomba nuclear é um pouquinho mais complicada / porque a bomba nuclear vai mexer com o núcleo destes átomos.		
24	<b>Sérgio:</b> Então quando dois átomos se tocam eles provocam uma/ explosão?		Pergunta 3
25	<b>Prof.:</b> Nem sempre, a bomba nuclear, rapidinho olha só/ a bomba nuclear é quando eu destruo o núcleo/ por hora eu vou dar uma resposta provisória mas é mais ou menos isso/ Tá? Espera só um pouquinho Valéria, Sérgio.	<b>Alunos:</b> começam a falar simultaneamente – inaudível.  <b>Professor:</b> gesticula no sentido de acalmar os ânimos dos alunos  A aluna Valéria e o aluno Sergio permanecem durante a segunda metade do turno com a mão levantada, solicitando permissão para falar.	
26	<b>Sérgio:</b> Por que a bomba de Hidrogênio desmaterializa os objetos?		Pergunta 4
27	<b>Prof.:</b> 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 representando 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	<b>Valéria:</b> 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.		Pergunta 5
29	<b>Prof.:</b> O problema é o seguinte / as moléculas formam o ar.	<b>Professor:</b> faz gestos com as mãos tentando mostrar que o ar é composto por partículas.	
30	<b>Valéria:</b> Não/ assim/ eu perguntei se elas estão juntinhas ou tem um espaço entre elas.		Reformulação da pergunta 5
31	<b>Aluno (?):</b> Vácuo.		
32	<b>Prof.:</b> Você está falando da molécula? Ai eu tenho oxigênio e outro átomo de oxigênio/ você está me perguntando aquilo que tem no meio?	<b>Professor:</b> usa as mãos para simbolizar os átomos de oxigênio, aproximando-os para formar a molécula	
33	<b>Valéria:</b> Se tem alguma coisa		Reformulação da pergunta 5

34	<b>Prof.:</b> Não pode ser ar/ porque a molécula forma o ar.		
35	<b>Aluno (?):</b> Espaço vazio.		
36	<b>Prof.:</b> 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 espacinho.	Professor: faz uso de vários gestos com as mãos.	
37	<b>Alunos:</b> inaudível.	Vários alunos comentam ao mesmo tempo sobre a existência do espaço vazio.	
38	<b>Valéria:</b> Mas o que é o espaço?		Pergunta 6
39	<b>Gustavo:</b> Por exemplo / mas aqui nesta parede / tem um espaço vazio entre elas?	<b>Gustavo:</b> aponta para a parede esquerda da sala	Pergunta 7
40	<b>Prof.:</b> Os cientistas imaginam que sim Gustavo/ apesar de ser sólido/de fazer barulho quando eu bato / e apesar de que nada que eu conheço atravessasse a parede / a não ser que eu quebre ela 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	<b>Professor:</b> professor faz vários gestos acompanhando a narrativa.	

	vai entender.		
41	<b>Valéria:</b> Mas o que é esse espaço vazio?		Reformulação da pergunta 6
42	<b>Alunos:</b> Vácuo.		
43	<b>Prof.:</b> Eu sei que o nada é difícil de imaginar Valéria / mas é o espaço onde não tem moléculas / ou onde não tem átomos / é só o espaço.	<b>Professor:</b> novamente coça a cabeça sinalizando dúvida em como responder a questão da estudante.	
44	<b>Luana:</b> Mas neste espaço não tem ar também não?	Alunos: conversam simultaneamente.	Reformulação da pergunta 5
45	<b>Prof.:</b> Não pode ter oxigênio ou ar ali no meio / porque o ar é formado por oxigênio.		
46	<b>Luana:</b> Então o que tem ali?		Reformulação da pergunta 6
47	<b>Valéria:</b> A não sô.		
48	<b>Luana:</b> Ai que horror		
49	<b>Aluno:</b> Inaudível.		
((O professor continua a aula mostrando slides com modelos de partículas para outras substâncias))			

#### Quadro 4.1: Transcrição do Episódio 1: Existe espaço vazio entre os átomos?

Faremos uma análise geral do episódio, considerando todo o movimento de construção de sentidos nele instaurado. Ao fazê-lo, iremos destacar a posição das perguntas originalmente formuladas pelos estudantes em relação à estrutura explicativa que vinha sendo construída pelo professor na aula. Não faremos essa análise nas reformulações das perguntas pelo aluno

que as formulou originalmente ou pelos colegas, conforme indicado na 4ª coluna do quadro 4.1.

Sérgio inicia a discussão, no turno 1, com uma pergunta que **extrapola** o conteúdo da aula, posto que o foco do trabalho do professor era a diferenciação entre os conceitos de substância, elemento químico e mistura, enquanto o aluno procura, em lugar disso, aprofundar e questionar aspectos do modelo de partículas (existência ou não de espaços vazios). Isto muda completamente a estrutura explicativa da aula. O professor procura dar uma resposta rápida à questão proposta, para retomar a agenda da mesma. Tal atitude é compreensível, sobretudo se considerarmos que na aula seguinte ele iria iniciar o próximo capítulo da unidade (estudo de reações químicas).

As questões levantadas pelos estudantes nos turnos 1, 3, 5, 9, 11, 13, 14, 16, 18 e 20 parecem ter sido evocadas pelas representações trazidas pelos slides do professor, nas quais dois átomos de oxigênio eram representados por bolinhas, e estas bolinhas estavam unidas formando uma molécula de oxigênio.

Ao analisarmos os turnos seguintes, podemos observar que a dúvida, inicialmente levantada pelo aluno Sérgio, ecoava em toda a sala, sendo uma dificuldade comum entre seus colegas. Verificamos, então, a importância das perguntas dos estudantes, já apontada por outros autores (Etkina, 2000; Harper et al., 2003; Watts et al., 1997), em fornecer feedback ao professor sobre lacunas e dificuldades de aprendizagem dos alunos, possibilitando ao professor ajustar seu ensino às reais necessidades dos estudantes.

Tais questões, já discutidas por outros autores (ver, por exemplo, Mortimer, 2000), evocam dificuldades conceituais dos estudantes em lidar com modelos microscópicos e, especialmente, em conceber a existência de espaço vazio entre as partículas que compõem a matéria. Essas questões são de natureza ontológica e se manifestam quando os alunos procuram indagar sobre a natureza das ligações químicas (as partículas estão grudadas umas às outras?).

No turno 9, Rafael não apenas repete a pergunta inicial do colega Sérgio, mas introduz um novo aspecto: os átomos estão colados uns aos outros? Essa é uma questão que do mesmo modo **extrapola** o conteúdo e a estrutura explicativa da aula. Contudo, o professor, ao perceber a confusão do aluno sobre qual conceito utilizar, o de átomo ou o de molécula, habilmente a toma como uma pergunta de **esclarecimento**. Para isso, o professor propõe

novas questões (turnos 12, 15 e 17) na tentativa de superar a dificuldade na diferenciação entre átomo e molécula, manifestada pelo estudante no turno 9. Essa dificuldade é tratada com maior interesse pelo professor, posto que era esse o objetivo da aula – uma síntese e discussão dos conceitos de elemento, substância, átomos e moléculas trabalhados até então. Os alunos, entretanto, insistem em outra direção, interessados agora pela questão do espaço entre as partículas e por saber o que as mantém unidas. No turno 19, o professor tenta finalizar a discussão sem entrar em detalhes.

No entanto, a hipótese de Valéria (turno 21) de que entre as moléculas existiria ar reacende a polêmica. Essa hipótese remete novamente à tendência de atribuir aos modelos microscópicos os mesmos referentes macroscópicos da experiência cotidiana, uma vez que, entre dois objetos afastados entre si existe ar.

Nos turnos 22, 24 e 26, ao tratarem de questões relacionadas a reações nucleares, os alunos Rafael e Sérgio **extrapolam novamente** os conteúdos propostos para a aula. Tal temática aparece, no primeiro enunciado (Rafael, turno 22) como uma evidência da existência de espaços vazios entre as partículas (de outro modo, como as colisões entre átomos poderiam resultar na explosão?). No entanto, o tema em si evoca outras questões (Sérgio, turnos 24 e 26) que causam grande dispersão em relação aos conteúdos da aula, já suficientemente complexos e diversificados.

Apesar disso, o professor continua acolhendo as intervenções dos estudantes, mas evita a dispersão tratando-as com respostas curtas (turnos 23 e 25) e com certo controle do que deve ser dito naquele momento. Assim, no turno 27, vemos 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 (“vocês estão curiosos com a bomba de hidrogênio, ótimo”), mas justifica o fato de não poder tratar daquele assunto naquele momento.

Mesmo diante desta tentativa por parte do professor de finalizar a temática, os estudantes ainda se sentem à vontade para retomar a questão do modelo de partículas (Valéria, turno 28). Mais uma vez, o professor cede, elaborando, com a participação dos estudantes, uma explicação sobre o problema do espaço entre as partículas (turnos 29 ao final). Por outro lado, o professor tenta retomar o conteúdo da aula, utilizando o conceito de que os átomos formam as moléculas para explicar por que razão entre as moléculas não poderia ter ar. Essa resposta

pode ser vista como uma tentativa de voltar ao tema da aula, qual seja, o de diferenciar elementos e substâncias; átomos e moléculas. A nosso ver, apesar do deslocamento do conteúdo da aula, a pergunta da estudante é ainda tratada pelo professor como uma **extrapolação**; ele se desvia momentaneamente do conteúdo inicialmente proposto para a aula, mas tenta, a todo o momento, retornar a ele.

No turno 40, o aluno Gustavo levanta uma questão que desafiava a explicação do professor, (“Mas aqui nesta parede, tem um espaço vazio entre elas?”). Esta é, portanto, uma **pergunta de contestação**, uma vez que se contrapõe à explicação sugerida pelo professor: como poderia uma parede sólida ser feita de espaços vazios? O professor novamente acolhe a pergunta do estudante, e reafirma seu estranhamento indicando a diferença entre os modelos teóricos da ciência e a impressão primeira que nos causam os objetos. Apesar do esforço do professor, as alunas Valéria e Luana demonstram, ao final, desconforto com a imagem do espaço vazio entre as moléculas.

Este episódio é marcado por grande participação dos estudantes, tanto na forma de escuta atenta quanto na forma discursiva. O professor faz uso de vários gestos que dão expressividade aos seus enunciados e auxiliam os estudantes a imaginarem entidades não diretamente observáveis (por exemplo, o ar e seus constituintes, as partículas e os espaços entre elas).

Verificamos, nesse episódio, uma tensão entre as questões propostas pelos estudantes e a intenção do professor para aquela aula. O professor pretendia, com seus slides, promover uma síntese de aspectos trabalhados até então, considerados fundamentais para introduzir o capítulo seguinte, sobre reações químicas. Entretanto, as imagens projetadas evocam perguntas que fazem sentido do ponto de vista científico, embora não fossem conteúdos a serem tratados naquele momento. Na coleção adotada pelo professor, os aspectos relativos ao modelo cinético de partículas são tratados no ano seguinte. Além disso, não bastasse a complexidade dos temas em discussão – conceitos de elemento e substância, de átomos e moléculas – os estudantes trazem outros tão ou mais difíceis – a questão do vazio entre as partículas e a natureza das ligações entre as elas. Por essa razão, vemos o professor oscilar entre evitar a discussão desses temas, tentando retomar a agenda, e lidar, mesmo que provisoriamente, com os temas levantados pelos estudantes. Nesse sentido, vemos uma tensão

vivenciada pelo professor, entre adotar um discurso de autoridade ou o discurso dialógico (Scott, Mortimer e Aguiar, 2006).

O episódio se inicia com uma abordagem predominantemente interativa e de autoridade, em decorrência dos esforços do professor em manter a agenda e em oferecer respostas curtas e objetivas que não colocassem em questão o modelo proposto como mediação ao entendimento sobre o que são os elementos químicos e as substâncias. No entanto, a insistência dos estudantes acaba por modificar a abordagem, que a partir do turno 29, pode ser caracterizada como predominantemente dialógica. A escolha da abordagem comunicativa não é, nesse caso, exclusiva do professor, mas construída e negociada pelos participantes.

O tom dialógico é dado, em primeira instância, pela atitude responsiva dos estudantes frente à palavra alheia da ciência (Bakhtin, 1986; Voloshinov, 1973), expressas em enunciados que extrapolam e buscam justificativas ao modelo científico apresentado pelo professor à classe. Essa atitude responsiva dos estudantes se manifesta tanto pelo estranhamento em relação à imagem das bolinhas unidas, quanto pelo questionamento da existência de espaço vazio entre elas (o que é o vácuo?) ou ainda pela identificação do campo de aplicabilidade das idéias da ciência (a parede sólida, na pergunta de Gustavo turno 39). Esse tom dialógico é então assumido pelo professor a partir do turno 29, quando ele, ao final, cede às pressões e aceita discutir aspectos do modelo vistos como problemáticos pelos estudantes. A partir de então, em sua resposta, o professor considera os pontos de vista dos estudantes, destacando a diferença entre o mundo tal como é percebido em ações cotidianas (o aspecto compacto de uma parede) e a percepção criada pelos modelos da ciência ('o cientista cria, imagina pequenos espaços vazios entre uma coisa e outra').

No fim do episódio, as alunas Valéria e Luana, turnos 41 e 44 respectivamente, reformulam questões anteriores tentando compreender como seria possível um espaço vazio onde não tivesse nem mesmo o ar. Neste episódio é clara a dificuldade encontrada pelas estudantes na tentativa de reestruturar sua concepção de espaço já constituída ao longo de seu desenvolvimento sociocultural para a nova concepção da ciência escolar que lhe é apresentada. O episódio se encerra com as estudantes demonstrando seu estranhamento perante aos novos conceitos científicos apresentados a elas.

#### 4.1.2 EPISÓDIO 2: A DECOMPOSIÇÃO DA ÁGUA OXIGENADA E OUTROS ASSUNTOS

Este episódio ocorreu na aula nº: 28 da seqüência de ensino. O tema em discussão era o da conservação da massa nas reações químicas e do modelo de reação por meio de rearranjo dos átomos que formam as substâncias. Nas aulas anteriores, o tema havia sido introduzido por meio de um experimento (reação de bicarbonato de sódio e vinagre em um sistema fechado) e de um texto (“Lavoisier e a lei da Conservação da Massa”) cuja leitura foi feita em sala de aula. Nesse momento da aula, o professor corrigia com a turma um exercício (feito em casa pelos estudantes) cujo contexto era o da reação de decomposição da água oxigenada. O trecho tem 3 minutos e 43 segundos.

Turno	Transcrição	Comentários contextuais	Perguntas ou comentários dos estudantes
1	<p><b>Professor:</b> Muito bem, vamos começar pela página 35 / Felipe olha só / você vai responder à primeira / a água oxigenada é uma mistura de <math>H_2O_2</math> / peróxido de hidrogênio / e <math>H_2O</math>, água / a água oxigenada é uma mistura de <math>H_2O_2</math> e água / seu prazo de validade está indicado no frasco / pois o <math>H_2O_2</math> / aquoso / se decompõe na ação da luz / e se transforma em água e oxigênio / letra a/ escreva a equação que representa esta reação de decomposição / escrever a equação é aquela história / você escreve os reagentes / setinha / as setinhas representam: se transforma em produto / Felipe você quer ditar a equação ai para mim?</p>	<p><b>Professor:</b> situado a frente da turma realizando a leitura.</p> <p>O aluno Felipe conversa intensamente com seus colegas.</p> <p>Em geral, a turma acompanha a leitura do professor.</p>	

2	<b>Felipe:</b> Não.	Felipe vira para frente e começa a realizar a leitura silenciosamente.	
3	<b>Mara:</b> Deixa-me ler a equação?		
4	<b>Professor:</b> Pode.		
5	<b>Mara:</b> H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> .		
6	<b>Professor:</b> H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> .	<b>Professor:</b> escreve a equação no quadro.	
7	<b>Mara:</b> setinha H <sub>2</sub> O.		
8	<b>Professor:</b> Setinha significa se transforma em / H <sub>2</sub> O.	<b>Professor:</b> vira-se para a turma para fazer sua observação, em seguida continua a escrever no quadro.	
9	<b>Mara:</b> Entre parêntese (I)	(I) ela diz que entre parênteses estava a vogal i.	
10	<b>Professor:</b> Entre parêntese (I)?	Professor: vira novamente para a turma	
11	<b>Mara:</b> (I).		
12	<b>Professor:</b> Mais? Ah ta / É (I)?	Professor diz que entre parênteses estava a consoante l	
13	<b>Mara:</b> Ah, é.		

14	<b>Professor:</b> Mas não é (l) não / é (l) de água líquida /esse parêntese e esse (l) aí significa líquido / forma o líquido que a gente chama de água.		
15	<b>Mara:</b> Mais O <sub>2</sub> (g).		
16	<b>Professor:</b> O que será esse (g)?		
17	<b>Alunos:</b> Gasoso.		
18	(inaudível)	Três alunos produzem falas simultâneas, impossível a transcrição.	
19	<b>Ramon:</b> Professor como é que eles fazem a água oxigenada?		Pergunta 1
20	<b>Professor:</b> Como é que eles fazem à água oxigenada? Acho que vou pedir ajuda da Nilma aqui / é por reação inversa mesmo / que precisa de energia?	Professor: olha para o fundo direito da sala, onde estava a pesquisadora.	
21	<b>Nilma:</b> Sabe que eu também não sei.		
22	<b>Professor:</b> Reação de obtenção da água oxigenada / eu também não vou saber como é esta reação / Ramon / eu vou ter que pesquisar para entender como é a obtenção industrial.	Professor: se vira para o aluno.	
23	<b>Nilma:</b> É / não é simplesmente a água com o oxigênio que vai dar a água		

	oxigenada.		
24	<b>Professor:</b> A gente vai ter que pesquisar para saber como é que a indústria faz para obter a água oxigenada e colocá-la ai no potinho.		
25	<b>Mara:</b> E por que ela “negocia” os pelos?		Pergunta 2
26	<b>Professor:</b> “Negociar” os pelos é torná-los mais claros?		
27	<b>Alunos:</b> Sim.		
28	<b>Professor:</b> E essa Nilma? Me ajuda nesta ai também?		
29	<b>Nilma:</b> A água oxigenada / a gente fala que ela é um poderoso oxidante / clarear os pelos é uma reação de oxidação / que envolve ganhos e perdas de elétron / cargas / das substâncias que estão nos seus pêlos / a água oxigenada faz as substâncias presentes nos seus pêlos oxidar / por isso descolore /que é uma reação química.		
30	<b>Professor:</b> Deixa eu ver / é uma reação química.	<b>Professor:</b> faz uma longa pausa passando a mão na cabeça, aparentemente refletindo sobre como tornar a fala da	

		pesquisadora compreensiva para os alunos.	
31	<b>Daniel:</b> Como é que eles colocam o gás no refrigerante?		Pergunta 3
32	<b>Professor:</b> É sobre pressão / é como se eles pressionassem o gás carbônico entre o líquido / e ai o gás carbônico consegue se misturar ao líquido.	<b>Professor:</b> faz vários gestos com a mão simbolizando a pressão feita em uma garrafa.	
33	<b>Daniel:</b> E como que o gás carbônico não vai sair?		Pergunta 4
34	<b>Professor:</b> É como se eles pressionassem o gás carbônico no líquido a alta pressão contínua / e ele continua misturado /depois pega e tampa.	<b>Professor:</b> faz vários gestos com a mão simbolizando o processo descrito por ele.	
35	<b>Mara:</b> É por isso que depois de algum tempo o refrigerante fica sem gás?		Pergunta 5
36	<b>Daniel:</b> É porque todo o gás carbônico não sai quando abre a garrafa / ele só sai aqueles pouquinhos?	<b>Aluno:</b> gesticula bastante.	Pergunta 6
37	<b>Professor:</b> Mas pensa bem / quando você abre a latinha ou tira a tampinha da garrafa não dá aquele “chiii”? Então ali começa a sair o gás carbônico / tem uma queda de pressão / na hora que você abre a latinha já tem uma queda de pressão / e isso faz com que parte do gás carbônico	<b>Professor:</b> faz vários gestos com a mão simbolizando o processo descrito por ele.	

	comece a sair.		
38	<b>Alunos:</b> Mas é pouco.		
39	<b>Professor:</b> Pois é / mas quando o refrigerante está quente sai até mais gás quando abre / e inclusive esfria o refrigerante / e se você balança sai um pouco do gás carbônico devido ao seu balançar / ai fica acumulado / e quando você abre a latinha sai de uma vez / e durante todo o tempo em que a latinha estava aberta o gás está saindo.		
40	<b>Mara:</b> Isso acontece na garrafa também.		Comentário 1
41	<b>Professor:</b> Lá na fábrica ele coloca sob alta pressão para ajudar o gás a se misturar no líquido / quando a gente abre a latinha e ela fica a pressão normal / e isso vai saindo aos poucos.		
42	<b>Daniel:</b> Mas isso altera / por exemplo / a massa do gás carbônico / por exemplo / quando está lá dentro o gás vai estar mais pesado fazendo com que ele não saia?	<b>Daniel:</b> gesticula com a mão mostrando que o gás estaria pressionado	Pergunta 7
43	<b>Professor:</b> Sabe qual é um experimento interessante da gente fazer? Olha o que eu pensei aqui / a gente pega um refrigerante fechado lá na lanchonete / e coloca ele aqui na balança e vamos pesar / ai depois a gente abre e deixa ficar bem velho /	<b>Professor:</b> faz vários gestos com a mão simbolizando o processo descrito por ele.	

	igual a Coca Cola sem gás que esqueceu na geladeira e pesa de novo / será que a massa vai ser igual?		
44	<b>Alunos:</b> Não	Muita conversa entre os alunos sobre o assunto	
45	<b>Daniel:</b> O que acontece / a pressão feita sobre o gás serve para fazer com que ele fique mais pesado?		Pergunta 8
466	<b>Professor:</b> Não / faz com que ele se misture às moléculas do líquido.		
A discussão se encerra com a promessa do professor de realizar o experimento em outra aula. Ele, então, parte para a correção de outro exercício.			

#### **Quadro 4.2: Transcrição do Episódio 2: A decomposição da água oxigenada e outros assuntos**

O episódio se inicia no turno 1, o professor realiza a leitura de uma questão do livro. A questão tinha como um dos objetivos ensinar como representar uma reação química por meio de uma equação. O professor já havia trabalhado este tipo de representação na aula anterior e estava retomando o tema com este exercício. Antes de iniciar a leitura da questão, Felipe conversava intensamente com seus colegas. O professor, então, pede ajuda para o aluno na tentativa de fazer com que este participe da aula. O aluno nega o pedido do professor, em seguida, Mara se mostra disponível. Durante a leitura da equação os alunos apresentam algumas dificuldades, em especial com a leitura da letra *l* minúscula que se aproxima do formato da vogal *i* em letra maiúscula. É uma pergunta de informação básica, que não requer mais do que um esclarecimento pontual (embora importante) por parte do professor.

No turno 19 o estudante Ramon levanta uma questão que **extrapola** o tema proposto para a aula: “Professor como é que eles fazem a água oxigenada?”. O exercício proposto tratava da representação da reação de decomposição da água oxigenada e, ao que parece, esta informação evoca, no estudante, o interesse sobre como esta substância é formada. Diante de pergunta tão específica (e inesperada), o professor pede ajuda para a pesquisadora (professora de química), especulando sobre uma possível reação inversa (oxigênio mais água, com consumo de energia) o que é descartado pela pesquisadora. Diante da indefinição, o professor promete buscar informações sobre o tema, mas o faz reformulando a pergunta com uma linguagem apropriada – em lugar de ‘como eles fazem a água oxigenada’ o professor diz ‘como é essa reação... como é a obtenção industrial [da água oxigenada]... como a indústria faz para obter a água oxigenada e colocá-la aí no potinho’. Ao fazer isso, ele indica as relações entre a pergunta do estudante e o tema geral em estudo – as reações químicas. Ao que parece, tal atitude de valorização do interesse do aluno oferece oportunidade para que outras perguntas sejam formuladas pelos estudantes.

No turno 25, Mara levanta outra questão que **extrapola** novamente o conteúdo da aula perguntando sobre o motivo da água oxigenada descolorir os pelos. O professor novamente é pego de surpresa e não tem uma resposta imediata. A pesquisadora quando solicitada pelo professor no turno 28, ao tentar explicar, introduz novos conceitos – elétrons, oxidação (perda de elétrons) – à aula que por sua vez já se mostrava suficientemente complexa. O professor tenta voltar para o foco da aula dizendo que o fenômeno de descolorir o pelo é uma reação química.

Mesmo com a tentativa de retomada da aula por parte do professor, o aluno Daniel no turno 31 se sente á vontade para levantar mais uma questão: “Como é que eles colocam o gás no refrigerante?”. Aparentemente, com esta pergunta o aluno está tentando estabelecer conexões com o caso da água oxigenada, que libera Oxigênio ao se decompor, com o gás liberado pelos refrigerantes (na sessão 4.2.2, retomamos a discussão sobre as relações possivelmente realizadas pelo estudante ao realizar seu questionamento). A pergunta do estudante **extrapola** novamente o conteúdo programado para a aula, e o professor, ao acolher a pergunta deste estudante, altera significativamente os rumos da aula. O professor, ao tentar explicar o processo para o estudante, adiciona mais um conceito, o de pressão. Aparentemente o novo conceito, de pressão, não se apresentou problemático entre os alunos, uma vez que neste contexto, ele é bastante usado no cotidiano.

No turno 35 a aluna Mara faz uma pergunta que estabelece uma relação entre o que o professor está explicando e uma experiência vivenciada cotidianamente – a perda de gás do refrigerante quando deixado ao longo do tempo. Se considerarmos o tema inicial da aula (representação de uma reação química), a pergunta é de extrapolação, embora esteja em continuidade com o tema em discussão naquele momento. Mais uma vez vamos considerar a posição da pergunta em relação à estrutura explicativa do ensino, que se refere ao planejamento e recursos explicativos do professor com objetivos de longo e médio prazo.

A explicação do professor aparentemente apresentava uma lacuna para o estudante Daniel, e, no turno 36, o estudante pergunta sobre a razão do gás carbônico presente no refrigerante não sair todo de uma vez quando o recipiente for aberto. Esta pergunta do estudante **contesta** a explicação fornecida pelo professor. O professor tenta, então, resolver esse conflito dizendo que o gás carbônico é colocado no refrigerante sob alta pressão, fazendo com que este se misture ao líquido. Sabemos que a explicação química mais completa envolve um tratamento mais aprofundado sobre as ligações intermoleculares entre as moléculas do gás carbônico e do líquido. Entretanto, o professor considera que, para este momento, a sua explicação, mesmo que lacunar e simplificada, é a mais adequada.

No turno 42, o estudante Daniel dá continuidade a este tema novamente com uma pergunta que **extrapola** a estrutura explicativa do ensino. Diferentemente do primeiro episódio, o professor aqui se deixa levar mais facilmente pelas discussões iniciadas pelas questões dos estudantes. Este fato pode ser justificado se observarmos a posição do episódio em relação à sequência de ensino como um todo, o episódio 1 acontece durante uma atividade de revisão em que o planejamento do professor para a aula era muito extenso, inclusive nem foi possível que todo ele fosse concluído, conforme foi observado na apresentação do mesmo. Já no episódio 2, aparentemente a agenda do professor estava menos apertada, percebemos isto ao contrastarmos as duas aulas verificando que no segundo caso as discussões despendiam um maior tempo.

Neste episódio podemos perceber como as perguntas dos estudantes contribuíram significativamente para o enriquecimento da aula. Através de suas perguntas, novos temas foram sendo trabalhados, mesmo que estes não fossem relevantes para o propósito inicial da aula.

### 4.1.3 ALGUMAS CONCLUSÕES DA SESSÃO

Podemos então extrair algumas conclusões da análise que fizemos dos dois episódios, quanto à tipologia das questões dos estudantes e quanto às relações que são estabelecidas frente a estrutura explicativa do professor. Várias dessas perguntas colocam o professor em situação difícil. Em geral, perguntas de esclarecimento são bem acolhidas pelos professores por serem mais facilmente incorporadas à estrutura explicativa que vai sendo construída pelo professor. Por meio dessas perguntas, o professor é alertado para algumas dificuldades dos alunos e abrindo-lhe a oportunidade de ajustar sua explicação às demandas dos estudantes. As perguntas de extrapolação, ao contrário, oferecem maiores dificuldades aos professores, principalmente pela imprevisibilidade das mesmas e diante da dificuldade do professor em tratar de determinados temas que não haviam sido planejados para aquele momento. Além disso, tais perguntas demandam conhecimentos contextuais que extrapolam o mero entendimento dos conteúdos científicos tratados (ver, por exemplo, a demanda do aluno Sérgio sobre o processo de obtenção da água oxigenada). Vimos que, diante de perguntas de extrapolação, o professor deve decidir entre, por um lado, acolher a pergunta e assim estimular o interesse dos alunos por temas científicos ou, por outro lado, evitar o seu tratamento de modo a garantir o desenvolvimento dos conteúdos planejados para aquela aula. As perguntas de contestação, por sua vez, introduzem uma dificuldade adicional, pois são formuladas a partir de um horizonte conceitual distinto e, muitas vezes, em oposição à perspectiva científica. É o que ocorre, por exemplo, quando a estudante Valéria indica que entre as partículas deveria haver ar ou quando o estudante Rodrigo questiona como um objeto compacto como uma parede poderia ser formada por espaços vazios.

Outro ponto que podemos observar nos dois trechos analisados é o engajamento dos estudantes nas discussões. Diversos alunos – Daniel, Mara, Ramon, Luana, Valéria, Gustavo, Rafael e Samuel, entre outros que não puderam ser identificados – forneceram aportes substantivos ao conteúdo em discussão. Suas contribuições estavam em sintonia com aquelas apresentadas pelos colegas em turnos anteriores, sem consistirem, portanto, em comentários isolados. Pela análise dos vídeos vemos que poucos estudantes encontravam-se distraídos; os estudantes demonstraram estarem atentos uns aos outros por meio de postura corporal e contato olho no olho; os estudantes expressaram envolvimento interessado com os temas e permaneceram engajados nas discussões por um período de tempo relativamente longo. Todas

estas observações vão de encontro com as ideias de Engle e Conant (2002) para definir os momentos em que os estudantes estão em estado de engajamento disciplinar produtivo, evidenciando, assim, a importância do ato de questionar por parte dos estudantes para a aprendizagem em ciências.

O quadro 4.4 contém o número de questões genuínas nos dois episódios, segundo a tipologia apresentada.

	Perguntas de esclarecimento	Perguntas de extrapolação	Perguntas de contestação
Episódio 1	Pergunta 2	Pergunta 1 Pergunta 3 Pergunta 4 Pergunta 5 Pergunta 6	Pergunta 7
Episódio 2		Pergunta 1 Pergunta 2 Pergunta 3 Pergunta 5 Pergunta 7 Pergunta 8	Pergunta 4 Pergunta 6

**Quadro 4.3: Agrupamento das perguntas dos episódios 1 e 2 em relação a estrutura explicativa do professor**

## 4.2 TIPOLOGIA DAS PERGUNTAS EM RELAÇÃO ÀS DEMANDAS COLOCADAS PELOS ESTUDANTES

Esta sessão 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. Tal análise será feita com maior ênfase no próximo capítulo, na sessão 5.2.

Estamos cientes de que ao tentar analisar as intenções dos estudantes, estamos trabalhando com um nível relativamente elevado de inferência. Ao fazer uma pergunta o aluno poderia tentar especular sobre um assunto ou simplesmente demandar uma resposta pronta do professor. Para entender qual a intenção do aluno, nós procuramos sempre pensar na sequência de ensino com um todo, sendo que a fala do aluno em um momento poderia estar ligada a um tema anterior ainda não compreendido ou a uma situação intrigante que ele tenha tomado conhecimento.

Para tal análise, partimos das categorias propostas por Chin e Brown (2002), apresentados na seção 2.3 desta dissertação. São elas:

- 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) **questões de planejamento** ou estratégia, em que os estudantes tentam traçar um plano de ação ou procedimento que não tenha sido dado anteriormente.

Entretanto, estas categorias foram criadas pelas autoras para lidarem com ambientes de aprendizagem, em que os estudantes planejavam e desenvolviam investigações num cenário bastante diferente do ambiente da sala de aula que estávamos a pesquisar. Assim, testamos outras categorias, fundindo algumas delas, abandonando outras, em um processo progressivo, a medida que as categorias foram sendo criadas ou re-criadas indutivamente a partir do material empírico disponível. As categorias foram sendo assim 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 formularam 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 ceticismo 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 relação com experiências pessoais ou próximas da vida cotidiana.

Acreditamos que a análise dos episódios, à luz de nossas categorias, possa contribuir para uma melhor compreensão do objetivo geral de nosso grupo de pesquisa - como se dão os

movimentos de construção de sentidos nas salas de aula, ou seja, como os significados emergem das interações nas aulas de ciências – e para o segundo objetivo desta pesquisa – como os propósitos, estratégias e interesses dos estudantes se relacionam com propósitos, interesses e estratégias dos professores.

Retomamos, a seguir, a análise dos dois episódios da sessão anterior – “Existe espaço vazio entre os átomos?” e “A decomposição da água oxigenada e outros assuntos”- com base em nosso novo sistema de categorias. Apresentamos também mais dois novos episódios – ‘O enxofre é ácido?’ e ‘O bromo é usado para quê?’ – com o propósito de enriquecer nossa análise e corroborar os critérios utilizados para identificação das demandas dos estudantes.

#### **4.2.1 RETOMANDO A ANÁLISE DO EPISÓDIO 1: EXISTE ESPAÇO VAZIO ENTRE OS ÁTOMOS?**

Tendo apresentado contexto e análise do primeiro episódio, retornaremos a ele para caracterizar as demandas colocadas pelas perguntas e comentários dos estudantes. Para tanto, iremos considerar apenas perguntas e comentários originalmente formulados pelos estudantes no episódio 1, sem considerar as reformulações das mesmas.

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. Tal pergunta (turno 1, “Existe espaço entre as partículas?”) sugere **a identificação de lacuna ou contradição na representação proposta** no que se refere à existência ou não de espaços vazios entre as partículas. Na sequência, acompanhamos o professor procurando dar uma resposta curta à questão, de modo a retomar a agenda da aula, enquanto outros alunos sustentavam e reiteravam o interesse pela pergunta inicialmente proposta pelo colega.

No turno 11, o estudante Rafael desloca o foco da pergunta inicial, do espaço entre as partículas para as interações entre elas (‘as duas estão grudadinhas, não estão, aí?’). Nesse caso, o estudante está **checando seu entendimento** sobre a situação proposta, ao que parece, sugerindo que alguma coisa ou força as mantém unidas. Como desdobramento do debate, a aluna Valéria (turno 21) e o aluno Rafael (turno 22) fazem comentários que remetem a hipóteses de soluções do problema. O comentário da Valéria (‘tem um arzinho ali no meio’) é uma tentativa de solução do problema, e a aluna está, portanto, **checando seu entendimento**. O aluno Rafael (turno 22) apresenta a bomba nuclear como uma evidente existência de

espaço entre as partículas, posto que, de outro modo, não haveria choque entre as partículas. Ao trazer esse comentário, o aluno está também **checando seu entendimento**, nesse caso, buscando legitimar o mesmo com o aval do professor. No entanto, o contexto da bomba de hidrogênio desloca o interesse de Sérgio em direção aos **mecanismos causais** de funcionamento da bomba (turno 24, ‘quando dois átomos se tocam eles provocam uma explosão?’ e turno 26, ‘por que ela desmaterializa objetos?’).

Desfeito o desvio do contexto, o discurso volta para a questão do espaço vazio na representação do modelo de partículas. Nesse contexto, no turno 28, a aluna Valéria **checa o entendimento** sobre a existência de um ‘arzinho’ entre as moléculas representadas pelo modelo. Mais adiante, no turno 38, a questão é de ordem ontológica e a aluna demanda um **esclarecimento conceitual** (‘o que é espaço?’) 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 desta intenção se dá por meio de análise de elementos do enunciado (pausa, entonação, inflexões) que não são passíveis de transcrição.

Notamos, desse modo, que uma análise detalhada permite indicar diferentes demandas por parte dos estudantes quando estes formulam perguntas ou comentários críticos nas aulas de ciências. O quadro abaixo sistematiza as ocorrências no episódio 1:

Pergunta ou comentário	Turno de fala e reprodução do enunciado	Demanda da pergunta/comentário
Pergunta 1	<b>1. Sérgio:</b> Existe espaço entre os átomos?	Identificando lacunas ou contradições.
Pergunta 2	<b>9. Rafael:</b> Professor se for um átomo / por exemplo / molécula de oxigênio / as duas estão grudadinhas não estão ai?	Checando o entendimento.
Comentário 1	<b>21. Valéria:</b> Tem um arzinho ali no meio	Checando o entendimento.

Comentário 2	<b>22. Rafael:</b> Porque / se eu não me engano / a bomba nuclear é quando dois átomos colidem um com o outro / então não pode assim	Checando o entendimento.
Pergunta 3	<b>24. Sérgio:</b> Então quando dois átomos se tocam eles provocam uma / explosão?	Buscando mecanismo causal.
Pergunta 4	<b>26. Sérgio:</b> Por que a bomba de Hidrogênio desmaterializa os objetos?	Buscando mecanismo causal.
Pergunta 5	<b>28. Valéria:</b> 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.	Checando o entendimento.
Pergunta 6	<b>38. Valéria:</b> Mas o que é o espaço?	Solicitando esclarecimento conceitual.
Pergunta 7	<b>39. Gustavo:</b> Por exemplo / mas aqui nesta parede / tem um espaço vazio entre elas?	Identificando lacunas ou contradições.

**Quadro 4.4: Apresentando as demandas das perguntas dos estudantes no Episódio 1**

#### **4.2.2 RETOMANDO A ANÁLISE DO EPISÓDIO 2: A DECOMPOSIÇÃO DA ÁGUA OXIGENADA E OUTROS ASSUNTOS**

Vamos retomar a análise deste episódio já no turno 19, no qual acontece a primeira pergunta de alto nível: o estudante Ramon interrompe o professor para perguntar sobre o processo de fabricação da água oxigenada. Acreditamos que a pergunta do estudante reflete uma curiosidade sobre o tema, e em especial, uma necessidade de informações adicionais sobre como a substância água oxigenada é obtida. Assim, o estudante estaria **identificando uma**

**lacuna** no contexto do exercício e da atividade prática por eles, realizada com a reação de decomposição da água oxigenada.

No turno 25, Mara solicita uma **explicação sobre os mecanismos causais** que fazem com que a água oxigenada descolore os cabelos. Aparentemente este tema é de grande interesse dos estudantes, uma vez que ao responder a estas perguntas (nos turnos subsequentes ao 19 e 25), o professor encontra nos alunos não uma audiência passiva, mas uma atitude responsiva e um exame crítico à luz de evidências disponíveis. Segundo Bakhtin (1986) a compreensão passa por esta atitude responsiva, ou seja, pelo povoamento da palavra alheia da ciência com a palavra própria (relatos de experiências extraídas da vida cotidiana).

A pesquisadora Nilma tenta dar uma resposta, mas como já discutido na sessão anterior, em sua resposta ela faz uso de elementos um tanto quanto complexos para o momento. O professor tenta então encerrar o assunto dizendo que este processo trata-se de uma reação química.

O término do assunto não ocorre como pretendido pelo professor e, no turno 31, Daniel levanta a pergunta: “Como é que eles colocam o gás no refrigerante?”. O que teria levado o aluno, naquele momento da aula, a perguntar sobre a introdução de gases em bebidas? Uma hipótese é de que ela teria sido desencadeada pela conversa sobre a representação do oxigênio gasoso na reação (turnos 15 a 18) e, talvez, a uma interpretação equivocada de que o  $O_2$  da substância  $H_2O_2$  é o oxigênio gasoso. Assim, a água oxigenada seria água com oxigênio de modo semelhante aos gases em um refrigerante. Neste caso, o aluno estaria tentando **aplicar o conhecimento a um novo contexto** que, aparentemente, estabelece a conexão entre o gás no refrigerante com o processo de decomposição da água oxigenada. Na lógica da ciência, essa conexão não faz sentido. Não há, segundo a perspectiva científica, qualquer conexão entre a dissolução de gás carbônico em bebidas e a reação de decomposição da água oxigenada.

O professor, no turno 32, reconhecendo a diferença entre os dois processos – decomposição da água oxigenada e a inserção de gás nos refrigerantes – promove uma explicação diferente para o segundo caso, ele afirma que nos refrigerantes, o gás carbônico é colocado sob pressão fazendo com que este se misture ao líquido. Percebemos que no turno 33 e 36, o estudante **identifica uma lacuna ou contradição** na explicação do professor, como seria possível o gás ficar dentro da garrafa misturado no líquido?

No turno 35, a aluna Mara, após ouvir a explicação dada pelo professor para resolver o problema da colocação do gás no refrigerante, lança a sua pergunta com a intenção de **checar sua interpretação** sobre o assunto, relacionando uma experiência vivenciada em seu dia a dia – a perda do gás do refrigerante quando este é mantido destampado – e a explicação fornecida pelo professor.

Desse movimento de produção de sentidos, o tema da conservação da massa parece voltar à tona na voz do aluno Daniel no turno 42. Uma primeira análise sobre o enunciado do estudante nos levaria a concluir que este, ao elaborar sua questão, queria saber o que aconteceria com a massa do refrigerante quando o gás carbônico escapasse, o que levaria ao tema inicial da aula, a conservação da massa. E foi exatamente assim que o professor percebeu a pergunta do estudante, podemos perceber a interpretação do professor ao analisarmos sua proposta no turno 42 quanto à realização de um experimento para observar o que ocorre com a massa do refrigerante aberto ao longo do tempo. Uma análise mais cuidadosa nos mostra que, ao elaborar sua pergunta, o estudante estaria levantando uma hipótese para tentar justificar a permanência do gás carbônico dentro do refrigerante, inclusive se observarmos sua intervenção no turno 45, na qual ele volta a questionar se a pressão faria com que o gás ficasse mais pesado. Assim, ao fazer sua pergunta, o aluno estaria **solicitando um esclarecimento conceitual**, uma vez que os argumentos apresentados pelo professor para justificar o fato do gás carbônico não sair imediatamente após o refrigerante ser aberto não parecem ser suficientes para convencer o estudante. É claro que não podemos cometer o equívoco de achar que o professor foi descuidado, obviamente ele não tem os mesmos recursos que temos ao fazermos nossa análise: podemos avançar e retroceder várias vezes no vídeo, perceber os vários elos entre os enunciados, tanto os elos referentes aos enunciados anteriores à pergunta, quanto aos posteriores. A decisão tomada pelo professor foi embasada no calor da discussão pautada por sua sensibilidade e percepção do momento, que nem sempre é a mais adequada para suprir a demanda do estudante.

Pergunta ou comentário	Turno de fala e reprodução do enunciado	Demanda da pergunta/comentário
Pergunta 1	<b>19. Ramon:</b> Professor como é que	Identificando lacunas ou

	eles fazem a água oxigenada?	contradições.
Pergunta 2	<b>25. Mara:</b> E por que ela “negocia” os pelos?	Buscando mecanismos causais.
Pergunta 3	<b>31. Daniel:</b> Como é que eles colocam o gás no refrigerante?	Aplicando o conhecimento a um novo contexto.
Pergunta 4	<b>33. Daniel:</b> E como que o gás carbônico não vai sair?	Identificando lacunas ou contradições.
Pergunta 5	<b>35. Mara:</b> É por isso que depois de algum tempo o refrigerante fica sem gás?	Checando interpretação pessoal.
Pergunta 6	<b>36. Daniel:</b> E por que todo o gás carbônico não sai quando abre a garrafa / ele só sai aqueles pouquinhos?	Identificando lacunas ou contradições.
Comentário 1	<b>40. Mara:</b> Isso acontece na garrafa também.	Aplicando o conhecimento a um novo contexto.
Pergunta 7	<b>42. Daniel:</b> Mas isso altera / por exemplo / a massa do gás carbônico / por exemplo / quando está lá dentro o gás vai estar mais pesado fazendo com que ele não saia?	Solicitando esclarecimento conceitual.
Pergunta 8	<b>45. Daniel:</b> O que acontece / a pressão feita sobre o gás serve para fazer com que ele fique mais pesado?	Solicitando esclarecimento conceitual.

#### Quadro 4.5: Apresentando as demandas das perguntas dos estudantes no Episódio 2

##### 4.2.3 EPISÓDIO 3: O ENXOFRE É ÁCIDO?

Nesta aula, a 31ª da sequência, o professor realiza a correção oral de uma atividade avaliativa feita por eles na 26ª/27ª aula e que serviria de base para os estudantes se prepararem 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 sua questão dando início ao episódio. A duração deste episódio foi de 1 minuto e 22 segundos.

Turno	Transcrição	Comentários contextuais	Perguntas ou comentários dos estudantes
1	<b>Rafael</b> : Professor /o enxofre / ele é ácido?	Os alunos prestam atenção na pergunta do colega. Professor: Fica na frente da sala virado para os alunos, faz muitos gestos durante suas falas	Pergunta 1
2	<b>Prof.:</b> Não o enxofre como a gente viu na aula passada ele pode formar um ácido como o ácido sulfúrico.		
3	<b>Rafael:</b> Mas um elemento só pode ser considerado ácido como o enxofre?		Pergunta 2
4	<b>Prof.:</b> A gente não caracteriza os elementos como ácidos ou básicos / a gente caracteriza as substâncias como ácidas ou básicas / está bom / não dá para usar pH com os elementos / você tem que os elementos formam as substâncias / ai		

	as substâncias você mede o pH delas.		
5	<b>Rafael:</b> Mas tipo / o hidrogênio mais uma outra substância / como vimos na outra aula / pois todo ácido tem hidrogênio.		Pergunta 3
6	<b>Prof.:</b> É na verdade essa / eu podia até definir ácidos para você como a substância que tem hidrogênios que pode ser libertados / por exemplo / eu joga a substância na água ai os hidrogênios se libertam / ai a gente diz que é uma substância ácida / eles se soltam da molécula.		

**Quadro 4.6: Transcrição do Episódio 3: O enxofre é ácido?**

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** de que o enxofre é ácido, talvez por identificar o enxofre com a chuva ácida, texto do livro didático lido que foi discutido na aula anterior. 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, a de checar o entendimento, mas a 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 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 nas 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.

Pergunta ou comentário	Turno de fala e reprodução do enunciado	Demanda da pergunta/comentário
Pergunta 1	<b>1. Rafael:</b> Professor / o enxofre / ele é ácido?	Checando o entendimento.
Pergunta 2	<b>3. Rafael:</b> Mas um elemento só pode ser considerado ácido como o enxofre?	Checando o entendimento.
Pergunta 3	<b>Rafael:</b> Mas tipo / o hidrogênio mais uma outra substância / como vimos na outra aula / pois todo ácido tem hidrogênio.	Identificando lacunas ou contradições.

**Quadro 4.7: Apresentando as demandas das perguntas dos estudantes no Episódio 3**

#### 4.2.4 EPISÓDIO 4: O BROMO É USADO PARA QUÊ?

Este episódio foi extraído da mesma aula do episódio 3 (“O enxofre é ácido?”). Vale lembrar que nesta aula o professor realizou a correção coletiva de exercícios realizados pelos alunos. Este episódio ocorre durante a correção de uma questão que tinha como objetivo avançar na compreensão sobre a diferenciação entre átomos e moléculas e entre elemento e substância. A questão solicitava aos estudantes a representação de moléculas de determinadas substâncias. O episódio acontece quando o professor corrige a questão em que os alunos deveriam representar moléculas da substância de Bromo ( $\text{Br}_2$ ), líquido contido em um recipiente. O episódio tem 2 minutos e 13 segundos.

Turno	Transcrição	Comentários contextuais	Perguntas ou comentários dos estudantes
1	<b>Prof.:</b> 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 ai eu amplio / eu pego um pedaço e amplio.	Professor: voltado de frente para a turma	
2	<b>Valéria:</b> Professor / bromo é usado para quê?		Pergunta 1
3	<b>Prof.:</b> Nossa Valéria eu não consigo pensar em nenhuma aplicação / me ajuda aqui Nilma / uma aplicação do bromo / para que a gente usa esse líquido castanho / você consegue	Professor: volta seu olhar para a pesquisadora no fundo da sala.	

	pensar?		
4	<b>Pesquisadora:</b> O bromo é utilizado em reações químicas / por exemplo ele identifica a dupla ligação entre as moléculas.		
5	<b>Prof.:</b> Entendi.		
6	<b>Alunos:</b> Eu não!	Muito barulho por parte dos alunos	
7	<b>Prof.:</b> Então deixa eu pensar aqui / ele é utilizado para ver o formato de outras moléculas.	<b>Professor:</b> faz uma grande pausa passando a mão no rosto pensando.	
8	<b>Rafael:</b> Carlos eu li em um negócio lá em casa e estava escrito azul de bromotinol / tem alguma coisa a ver com este átomo de Bromo?		Pergunta 2
9	<b>Prof.:</b> Tem bromo.		
10	<b>Rafael:</b> O que é isso?		
11	<b>Prof.:</b> Eu não vou saber a fórmula		
12	<b>Pesquisadora:</b> É um indicador de pH.		
13	<b>Rafael:</b> 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	O aluno vira para trás, voltando seu olhar para a pesquisadora. Faz muitos gestos para expressar seu	

	verde.	depoimento.	
--	--------	-------------	--

**Quadro 4.8: Transcrição do Episódio 4: O bromo é usado para quê?**

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 aplicação da mesma. O professor pede ajuda para a pesquisadora, que também é professora de química, 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, traz outro exemplo em que os elementos e substâncias químicas estão presentes. Nesse caso, ele evoca uma relação possível entre uma substância (chamada azul de bromotinol) 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 que muda a coloração dependendo da substância em que é colocado.

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 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.

Pergunta ou comentário	Turno de fala e reprodução do enunciado	Demanda da pergunta/comentário
Pergunta 1	<b>2. Valéria:</b> Professor / bromo é usado para quê?	Aplicação de idéias científicas a novos contextos.
Pergunta 2	<b>8. Rafael:</b> Carlos eu li em um negócio lá em casa e estava escrito azul de bromotinol / tem alguma coisa a ver com este átomo de Bromo?	Aplicação de idéias científicas a novos contextos.

**Quadro 4.9: Apresentando as demandas das perguntas dos estudantes no Episódio 4**

#### 4.2.5 SISTEMATIZANDO ALGUNS PONTOS IMPORTANTES DAS ANÁLISES DA SESSÃO 4.2

Nos episódios aqui relatados, podemos notar 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 levantam em classe. Uma maneira de compreender melhor suas demandas seria dar prosseguimento a elas, solicitando aos alunos que reformulem ou esclareçam o conteúdo de suas questões ou comentários.

Nos episódios analisados, vemos que o professor procura atender às demandas dos estudantes e que as aulas são enriquecidas com as discussões em torno das perguntas e comentários feitos pelos estudantes. Tal atitude está de acordo com nosso referencial que considera que o

processo de apropriação de conceitos científicos vai se dando gradualmente quando os estudantes vão atribuindo a eles sentidos em contextos adequados. Por exemplo, os elementos químicos e a tabela periódica são ferramentas culturais disponibilizadas no contexto de estudo, e vão se convertendo também em ferramentas intelectuais com as quais esses alunos operam e com as quais passam a interpretar coisas e processos. Lembramos, com Bakhtin que toda compreensão é uma resposta ativa, uma atitude frente à palavra alheia que nos faz povoar nossos interesses e intenções, tornando-se palavra própria.

## **CAPÍTULO 5**

### **IDENTIFICANDO FATORES QUE FAVORECEM A EMERGÊNCIA**

#### **DAS PERGUNTAS DOS ESTUDANTES**

Este capítulo tem como objetivo identificar os fatores que contribuíram para tornar esta sequência de ensino marcante pelo alto índice de participação discursiva dos estudantes e da qualidade das mesmas, no sentido de buscar uma compreensão dos temas em estudo. Dividimos o capítulo em três partes. Na primeira sessão apresentamos as análises quantitativas relativas ao tempo do discurso para cada aula da sequência de ensino. Pretendemos, desse modo, fazer uma discussão da relação existente entre o tipo de aula conduzida pelo professor, os temas em estudo e os indicadores de participação dos estudantes em cada aula. Na segunda sessão fazemos uma discussão sobre as atitudes do professor perante a turma, o que parece ter favorecido o alto índice de participação discursiva dos estudantes na sequência de ensino. Para realizar esta discussão, retomamos em alguns pontos a análise dos episódios já apresentados no capítulo 4 e trazemos um novo episódio de uma aula de introdutória e que contribuirá significativamente para nossa discussão. Na terceira sessão apresentamos trechos das entrevistas feitas individualmente com os alunos nas quais eles falam sobre as relações que estabelecem com o professor e sobre como avaliam as aulas de ciências. Por fim, na quarta sessão, com base nos pontos apresentados ao longo deste capítulo, procuramos examinar e discutir alguns dos fatores que parecem explicar o alto índice de participação discursiva qualificada dos estudantes, em especial, na forma de questionamentos, ao longo da sequência de ensino.

#### **5.1 FREQUÊNCIA DAS PERGUNTAS DOS ESTUDANTES AO LONGO DA SEQUÊNCIA DE ENSINO**

Antes de iniciarmos a apresentação dos dados quantitativos, gostaríamos de explicitar os métodos utilizados desde a coleta até o tratamento quantitativo destes dados.

A análise e a obtenção dos dados quantitativos foram feitas através da aplicação do software Videograph aos dados da sala de aula registrados em vídeo. Utilizamos duas categorias principais para a categorização, sendo a primeira categoria denominada *locutor*, composta pelas subcategorias *professor* e *alunos*. A outra categoria foi denominada *perguntas dos estudantes*, na qual usamos a mesma distinção feita por Chin e Brown (2002) entre as *perguntas de informação básica*, ambas assim denominadas por remeterem a uma mera evocação de fatos ou procedimentos, e as *perguntas de alto nível cognitivo*<sup>7</sup>, por exigirem aplicação ou extensão dos conceitos envolvidos. A utilização do software Videograph possibilitou a obtenção dos percentuais de tempo de cada categoria, os quais indicam o peso de cada uma delas nas sequências de aulas investigadas. Neste sentido, considerando-se todas as aulas da sequência que delimitamos para cada aula, podemos verificar com que frequência cada categoria foi empregada.

Um ponto importante a ser esclarecido é que a categoria locutor foi acionada sempre que o professor interagiu com toda a turma discutindo sobre os conteúdos estudados. Por escolha metodológica, deixamos de fora a categorização do tempo despendido pelos participantes para discussões de agenda, leituras, trabalhos em grupos e assuntos não pertinentes à aula. Para início de marcação do tempo da aula observamos a entonação de voz do professor, que reflete um tom de voz pública que se difere da voz usada por ele em conversações privadas a poucos segundos antes do início da aula. Lemke (1990, p 4) recomenda que, para considerar o início efetivo da aula, o pesquisador deve olhar os eventos anteriores e conseguir perceber que este está agora no meio de uma sequência de eventos que só faz sentido se o primeiro evento foi, retrospectivamente, o início de uma lição. No nosso caso, essa decisão foi mais simples, pois contamos com uma marcação que o professor fazia sempre ao início da aula. Depois dos momentos iniciais de chegada e conversas informais, o professor dizia em tom solene: “Boa tarde sétima série<sup>8</sup>, vamos iniciar nossa aula de ciências naturais”. Assim, tínhamos sempre como ponto de partida a categorização deste momento. Para o encerramento da mesma, contávamos com outras marcas características desse professor.

---

<sup>7</sup> Chamamos aqui de perguntas de alto nível cognitivo o que Chin e Brown (2002) chamaram de *wonderment questions*.

<sup>8</sup> A antiga sétima série equivale hoje ao 8º ano do Ensino Fundamental

O software videograph apresenta como limitação o tempo mínimo de 1s para categorização. Na prática, algumas intervenções, geralmente por parte dos estudantes, duram um intervalo inferior a 1s. Isso acontece, por exemplo, quando os estudantes dão respostas curtas para iniciações de escolha (Mortimer et al. 2007) feitas pelo professor. Mesmo nesses casos, acionamos a categoria *alunos* para registrar as intervenções dos estudantes. Tal procedimento poderia gerar uma discrepância significativa entre o tempo real de fala dos estudantes e o tempo registrado pelo programa caso a frequência de respostas lacônicas destes fosse alta. Entretanto, julgamos não ser esse o caso. Em geral, o professor usava perguntas mais sofisticadas (de processo ou produto) e ao fazê-lo aguardava um tempo para que os alunos pensassem e elaborassem uma resposta.

Outra dificuldade encontrada durante a categorização dos vídeos foi relativa ao discurso dos estudantes, pois havia muitos momentos de falas simultâneas, tanto entre alunos quanto entre professor e alunos. Para evitar ambiguidades, usamos dois critérios para marcar a categoria *aluno* como locutor: momentos em que os alunos produziam enunciados sobre conteúdos de ciências (espontaneamente ou em resposta a perguntas do professor) e quando o professor dava atenção a suas falas.

Para acionarmos a categoria *pergunta dos estudantes*, levamos em consideração as perguntas quando formuladas originalmente por algum estudante. Desse modo, não consideramos no número total de questões os momentos em que as perguntas feitas por um estudante eram, instantes depois, reformuladas ou repetidas pelo mesmo estudante ou por algum colega. Sendo assim, o número de perguntas apresentado nas tabelas que se seguem refere-se aos momentos de intervenções genuínas na forma de questionamentos feitos pelos estudantes desta turma.

Além dos percentuais de tempo e tempos absolutos correspondentes a cada categoria para as sequências de aulas como um todo, consideraremos também os respectivos valores para cada aula em particular. Isso nos possibilitará considerar como as categorias adquiriram pesos diferentes ao longo da sequência, em suas diferentes fases.

Para caracterizar cada aula, destacamos o conteúdo tratado e o tipo de aula, considerando-se, nesse caso, a presença de: atividade experimental, atividade demonstrativa, aplicação de exercício, exposição de conteúdos, leituras e discussões, entre outros. Os dados quantitativos, referentes a cada aula em particular, aliados a uma descrição de aspectos fundamentais de

cada aula, nos permitem uma visibilidade geral de como foi desenvolvida esta sequência de ensino e como a participação dos estudantes se relaciona com os diferentes tipos de aula e de conteúdos tratados.

As tabelas que são apresentadas a seguir apresentam os dados quantitativos de cada aula no que se refere às categorias *locutor* e *perguntas dos estudantes*. A coluna referente ao *percentual geral* para a categoria *locutor* foi obtida dividindo-se o *tempo absoluto* de cada subcategoria pelo *tempo total da aula* e a coluna *percentual específico* foi obtida dividindo-se o *tempo absoluto* para cada subcategoria pelo *tempo total de categorização da aula*. Vale lembrar que o tempo total de categorização refere-se ao tempo em que a categoria locutor foi acionada. Este tempo é sempre inferior ao tempo total da aula, devido a momentos não codificados de discurso de agenda, trabalhos em grupos ou outros assuntos não referentes ao tema da aula. No caso das categorias referentes às *perguntas dos estudantes*, dividimos em duas subcategorias – *informação básica* e *alto nível cognitivo* – sendo que em uma coluna apresentamos o número de questões de cada subcategoria e na outra, o percentual de cada subcategoria em relação ao número total de questões dos estudantes na aula. Apresentamos também os temas de cada aula, as atividades desenvolvidas e o tipo da aula.

06/02 - 1ª e 2ª aulas				
Aulas sem registro de áudio e vídeo.				
Neste primeiro encontro foram apresentadas as intenções da pesquisa e discutido sobre a possibilidade das futuras gravações.				
<b>08/02 - 3ª aula</b>  <b>Tempo total da aula:</b> 00:41:23  <b>Tempo total categorizado:</b> 00:21:12  <b>Tema da aula:</b>  Iniciar o estudo de minerais e a vida, analisando os minerais presentes nos	Categorias referentes ao locutor			
	Locutor	Percentual geral	Percentual específico	Tempo absoluto
	Professor	43,3%	84,6%	00:17:56

<p>alimentos.</p> <p style="text-align: center;"><b>Atividades</b></p> <p>No primeiro momento da aula, o professor realizou discussões sobre o ciclo do fósforo, acompanhadas de leitura do livro texto.</p> <p>No segundo momento da aula, a turma foi dividida em grupos de 5 alunos para análise de rótulos de alimentos.</p> <p style="text-align: center;"><b>Tipo da aula</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Leitura e discussões sobre o texto introdutório;</li> <li>• Atividade em grupos.</li> </ul>	Aluno	7,9%	15,4%	00:03:16
	Categorias referentes às perguntas dos estudantes			
	Tipo de demanda da pergunta	Número de questões		Percentual
	Informação básica	4		100%
	Alto nível cognitivo	0		0%
<p style="text-align: center;"><b>13/02 – 4ª e 5ª aulas</b></p> <p><b>Tempo total das aulas:</b> 01:21:54</p> <p><b>Tempo total categorizado:</b> 01:00:27</p> <p style="text-align: center;"><b>Tema das aulas:</b></p> <p>O ciclo do cálcio no organismo e no ambiente.</p> <p style="text-align: center;"><b>Atividades</b></p> <p>No primeiro momento, o professor realizou a correção do para casa sobre as necessidades diárias de cálcio por idade e sexo.</p> <p>No segundo momento, o professor apresentou o resultado do experimento feito</p>	Categorias referentes ao locutor			
	Locutor	Percentual geral	Percentual específico	Tempo absoluto
	Professor	46,3%	62,7%	00:37:55
	Aluno	27,5%	37,3%	00:22:31
	Categorias referentes às perguntas dos estudantes			
	Tipo de demanda da pergunta	Número de questões		Percentual

<p>por ele: colocar o ovo de molho no vinagre.</p> <p><b>Tipo das aulas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Correção de atividades e discussão coletiva;</li> <li>• Atividade demonstrativa.</li> </ul>	<p>Informação básica</p> <p>12</p> <p>54,5%</p>												
	<p>Alto nível cognitivo</p> <p>10</p> <p>45,5%</p>												
<p><b>15/02 – 6ª e 7ª aulas</b></p> <p>Estas aulas foram inteiramente experimentais, realizadas com trabalhos em grupos. Conforme já justificado, por escolha metodológica, não analisamos este tipo de aula.</p> <p>Os alunos fizeram a atividade de plantio de Hortas Hidropônicas.</p>													
<p style="text-align: center;"><b>22/02 – 8ª aula</b></p> <p>Esta aula foi gravada, mas, infelizmente, durante análise dos dados percebemos que o arquivo estava corrompido.</p> <p>Os alunos retomaram nesta aula discussões sobre o ciclo de cálcio. Resolveram alguns exercícios do livro texto e observaram os pés de feijão plantados na aula anterior.</p>													
<p style="text-align: center;"><b>27/02 – 9ª e 10ª aulas</b></p> <p><b>Tempo total das aulas:</b> 01:31:38</p> <p><b>Tempo total categorizado:</b> 00:54:09</p> <p style="text-align: center;"><b>Tema das aulas:</b></p> <p>Minerais essenciais à saúde e nutrição vegetal.</p> <p style="text-align: center;"><b>Atividades</b></p> <p>No primeiro momento, o professor iniciou as aulas realizando a correção do para casa sobre dietas ricas em minerais.</p> <p>No segundo momento, o professor</p>	<p style="text-align: center;">Categorias referentes ao locutor</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Locutor</th> <th>Percentual geral</th> <th>Percentual específico</th> <th>Tempo absoluto</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Professor</td> <td>40,1%</td> <td>67,9%</td> <td>00:36:45</td> </tr> <tr> <td>Aluno</td> <td>19,0%</td> <td>32,1%</td> <td>00:17:25</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">Categorias referentes às perguntas dos estudantes</p>	Locutor	Percentual geral	Percentual específico	Tempo absoluto	Professor	40,1%	67,9%	00:36:45	Aluno	19,0%	32,1%	00:17:25
Locutor	Percentual geral	Percentual específico	Tempo absoluto										
Professor	40,1%	67,9%	00:36:45										
Aluno	19,0%	32,1%	00:17:25										

<p>apresentou os feijões plantados pelos estudantes na aula anterior, realizando várias discussões sobre as razões de alguns feijões terem crescido mais que outros.</p> <p>No terceiro momento, os estudantes foram separados em grupos de 4 alunos para sistematizarem a interpretação dos resultados do experimento de plantio das Hortas Hidropônicas</p> <p style="text-align: center;"><b>Tipo das aulas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Correção de exercícios com discussão coletiva;</li> <li>• Discussão coletiva sobre resultado de experimento;</li> <li>• Atividade em grupo.</li> </ul>	Tipo de demanda da pergunta	Número de questões	Percentual	
	Informação básica	11	61,1%	
	Alto nível cognitivo	7	38,9%	
<p style="text-align: center;"><b>02/03 – 11ª aula</b></p> <p><b>Tempo total da aula:</b> 00:43:04</p> <p><b>Tempo total categorizado:</b> 00:16:44</p> <p style="text-align: center;"><b>Tema da aula:</b></p> <p>História da classificação periódica dos elementos</p> <p style="text-align: center;"><b>Atividades</b></p> <p>Nesta aula o professor apresentou a tabela periódica para seus alunos e, em seguida,</p>	Categorias referentes ao locutor			
	Locutor	Percentual geral	Percentual específico	Tempo absoluto
	Professor	35,4%	91,2%	00:15:16
	Aluno	3,4%	8,8%	00:01:28
	Categorias referentes às perguntas dos estudantes			

<p>pediu para que os alunos fizessem uma leitura em dupla de um texto sobre a história da classificação periódica dos elementos. Ao final, entregariam os exercícios propostos pela atividade do livro texto.</p> <p style="text-align: center;"><b>Tipo da aula</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aula expositiva;</li> <li>• Leitura e interpretação de texto em dupla.</li> </ul>	Tipo de demanda da pergunta	Número de questões	Percentual	
	Informação básica	4	0,8%	
	Alto nível cognitivo	0	0%	
<b>06/03 – 12ª e 13ª aulas</b>				
<p>Aplicação da primeira avaliação individual para a turma. A avaliação era composta de 10 questões referentes ao tema: os minerais e a vida.</p>				
<p style="text-align: center;"><b>08/03 – 14ª aula</b></p> <p><b>Tempo total da aula:</b> 00:31:15</p> <p><b>Tempo total categorizado:</b> 00:12:04</p> <p style="text-align: center;"><b>Tema da aula:</b></p> <p>Compreendendo as reações químicas: O que acontece com o combustível de um veículo?</p> <p style="text-align: center;"><b>Atividades</b></p> <p>No primeiro momento, o professor realizou a leitura e discussão do texto introdutório do capítulo 2 do livro didático – <i>compreendendo as reações químicas</i>.</p> <p>No segundo momento, o professor pediu para que os estudantes respondessem às questões do livro e as entregassem em folha separada.</p>	Categorias referentes ao locutor			
	Locutor	Percentual geral	Percentual específico	Tempo absoluto
	Professor	32,7%	84,8%	00:10:14
	Aluno	5,9%	15,2%	00:01:50
	Categorias referentes às perguntas dos estudantes			
	Tipo de demanda da pergunta	Número de questões	Percentual	
	Informação básica	3	60%	

<p style="text-align: center;"><b>Tipo da aula</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Leitura e comentários sobre o texto introdutório;</li> <li>• Resolução de exercícios em grupos.</li> </ul>	Alto nível cognitivo	2	40%
<p><b>13/03 – 15ª e 16ª aulas</b></p> <p>Estas aulas foram gravadas, mas, infelizmente, durante análise dos dados, percebemos que o arquivo estava corrompido.</p> <p>Nestas aulas o professor retomou questões da aula anterior, discutindo sobre o que acontece com o combustível de um automóvel. Em seguida, dividiu a sala em grupos para a realização de uma atividade experimental cujo objetivo era, após a realização de alguns experimentos, observar e comparar os estados inicial e final dos sistemas e responder a algumas questões propostas pela atividade.</p>			
<p style="text-align: center;"><b>15/03 – 17ª aula</b></p> <p><b>Tempo total da aula: 00:40:15</b></p> <p><b>Tempo total categorizado: 00:37:48</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Tema da aula:</b></p> <p>Evidências de reações químicas.</p> <p style="text-align: center;"><b>Atividades</b></p> <p>O professor realizou a correção dos exercícios referentes à atividade experimental da aula anterior, na qual os alunos tiveram que comparar os sistemas inicial e final de cada um dos experimentos realizados.</p> <p style="text-align: center;"><b>Tipo da aula</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Correção de exercícios com discussão coletiva.</li> </ul>	<p><b>Categorias referentes ao locutor</b></p>		
Locutor	Percentual geral	Percentual específico	Tempo absoluto
Professor	52,3%	55,7%	00:21:03
Aluno	41,6%	44,3%	00:16:45
<p><b>Categorias referentes às perguntas dos estudantes</b></p>			
Tipo de demanda da pergunta	Número de questões	Percentual	
Informação básica	7	77,8%	
Alto nível cognitivo	2	22,2%	

<p align="center"><b>20/03 – 18<sup>a</sup> e 19<sup>a</sup> aulas</b></p> <p><b>Tempo total das aulas:</b> 01:08:16</p> <p><b>Tempo total categorizado:</b> 00:47:45</p> <p align="center"><b>Tema das aulas:</b></p> <p>Sistematização do Capítulo 1: ciclo dos minerais, tabela periódica, diferenciação entre átomo, elemento, substância e mistura.</p> <p align="center"><b>Atividades</b></p> <p>No primeiro momento, o professor apresentou slides que sistematizavam os conteúdos aprendidos até então.</p> <p>No segundo momento, o professor entregou as provas para os alunos e iniciou a correção com discussão coletiva.</p> <p>No terceiro momento, propôs a realização de exercícios de revisão de forma individual.</p> <p align="center"><b>Tipo das aulas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aula expositiva com recursos multimídia sobre a sistematização de conteúdos;</li> <li>• Correção da prova;</li> <li>• Realização de exercícios individual.</li> </ul>	Categorias referentes ao locutor			
	Locutor	Percentual geral	Percentual específico	Tempo absoluto
	Professor	57,2%	81,8%	00:39:05
	Aluno	12,7%	18,2%	00:08:41
	Categorias referentes às perguntas dos estudantes			
	Tipo de demanda da pergunta	Número de questões	Percentual	
	Informação básica	5	17,9%	
	Alto nível cognitivo	23	82,1%	
	<p align="center"><b>22/03 – 20<sup>a</sup> aula</b></p> <p><b>Tempo total da aula:</b> 00:33:09</p> <p><b>Tempo total categorizado:</b> 00:23:25</p>	Categorias referentes ao locutor		
Locutor		Percentual geral	Percentual específico	Tempo absoluto

<p><b>Tema da aula:</b></p> <p>Fatores que alteram a velocidade das reações químicas – concentração, superfície de contato e temperatura.</p> <p><b>Atividades</b></p> <p>No primeiro momento, o professor retomou a discussão da aula anterior sobre a diferenciação entre substância e mistura e evidências da ocorrência de reações químicas.</p> <p>No segundo momento, a turma foi dividida em grupos para a realização de experimentos sobre os fatores que interferem na velocidade das reações químicas sendo já investigados concentração, temperatura e superfície de contato.</p> <p><b>Tipo da aula</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aula expositiva com discussão coletiva e sistematização de resultados encontrados em atividades anteriores</li> <li>• Atividade experimental em grupo.</li> </ul>	Professor	52,9%	74,9%	00:17:33
	Aluno	17,7%	25,1%	00:05:52
	Categorias referentes às perguntas dos estudantes			
	Tipo de demanda da pergunta	Número de questões	Percentual	
	Informação básica	5	62,5%	
	Alto nível cognitivo	3	37,5%	
<p style="text-align: center;"><b>27/03 – 21ª e 22ª aulas</b></p> <p><b>Tempo total das aulas:</b> 01:13:48</p> <p><b>Tempo total categorizado:</b> 00:18:11</p> <p><b>Tema das aulas:</b></p> <p>Fatores que alteram a velocidade das reações</p>	Categorias referentes ao locutor			
	Locutor	Percentual geral	Percentual específico	Tempo absoluto

<p>químicas – catalisador inorgânico e orgânico.</p> <p style="text-align: center;"><b>Atividades</b></p> <p>No primeiro momento, o professor retomou a discussão e interpretação dos resultados do experimento realizado na aula anterior.</p> <p>Nos segundo momento, os estudantes realizaram uma atividade experimental sobre o uso de catalisadores inorgânicos e orgânicos na decomposição da água oxigenada.</p> <p style="text-align: center;"><b>Tipo das aulas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Primeira aula expositiva com sistematização de resultados encontrados em atividades anteriores com discussão coletiva;</li> <li>• Atividade experimental em grupo.</li> </ul>	Professor	20,3%	82,3%	00:14:58
	Aluno	4,4%	17,8%	00:03:13
	Categorias referentes às perguntas dos estudantes			
	Tipo de demanda da pergunta	Número de questões		Percentual
	Informação básica	6		46,1%
	Alto nível cognitivo	7		53,9%
Categorias referentes ao locutor				
<p style="text-align: center;"><b>29/03 – 23ª aula</b></p> <p><b>Tempo total da aula:</b> 00:44:08</p> <p><b>Tempo total categorizado:</b> 00:41:03</p> <p style="text-align: center;"><b>Tema da aula:</b></p> <p>Reação de decomposição da água oxigenada com o uso de catalisador.</p> <p>Estudo da equação representativa da decomposição.</p> <p style="text-align: center;"><b>Atividades</b></p>				
Locutor	Percentual geral	Percentual específico	Tempo absoluto	
Professor	75,0%	80,6%	00:33:06	
Aluno	18,0%	19,4%	00:07:57	
Categorias referentes às perguntas dos estudantes				

<p>No primeiro momento, o professor realizou a correção dos exercícios sobre as interpretações dos resultados dos experimentos realizados na aula anterior.</p> <p>No segundo momento, o professor introduziu modelos para o estudo da reação envolvida (decomposição da água oxigenada) utilizando bolinhas feitas de cartolina coloridas para representar átomos de diversos elementos, coladas e reorganizadas no quadro pelo professor em discussão com os estudantes.</p> <p style="text-align: center;"><b>Tipo da aula</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aula expositiva com discussão coletiva e sistematização de resultados encontrados em atividades anteriores;</li> <li>• Aula expositiva com introdução de novo assunto.</li> </ul>	Tipo de demanda da pergunta	Número de questões	Percentual	
	Informação básica	17	60,7%	
	Alto nível cognitivo	11	39,3%	
<p style="text-align: center;"><b>03/04 – 24<sup>a</sup> e 25<sup>a</sup> aulas</b></p> <p><b>Tempo total das aulas:</b> 01:31:10</p> <p><b>Tempo total categorizado:</b> 00:43:55</p> <p style="text-align: center;"><b>Tema das aulas:</b></p> <p>Reações químicas: evidências, fatores que alteram a velocidade, representação através de equações e a lei da conservação da massa.</p>	Categorias referentes ao locutor			
	Locutor	Percentual geral	Percentual específico	Tempo absoluto
	Professor	37,5%	77,9%	00:34:12
	Aluno	10,7%	22,1%	00:09:43

<p style="text-align: center;"><b>Atividades</b></p> <p>No primeiro momento, professor fez um resumo sobre catalisadores.</p> <p>No segundo momento, o professor realizou duas atividades experimentais demonstrativas. Na primeira ele misturou hidróxido de sódio e sulfato de cobre mostrando a alteração na textura após a reação. Na segunda experiência, ele misturou vinagre e bicarbonato de sódio e discutiu sobre o que ocorre com a massa dos materiais depois de uma reação química. Em seguida pediu aos alunos que resolvessem alguns exercícios propostos pelo livro texto para este último experimento.</p> <p>No terceiro momento, o professor iniciou a correção dos exercícios e representou no quadro a reação de combustão do carvão discutindo a conservação da massa.</p> <p>No quarto momento, o professor pediu para que os alunos fizessem a leitura de um texto sobre Lavoisier e respondessem às questões propostas pela atividade do livro texto.</p> <p style="text-align: center;"><b>Tipo das aulas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Leitura de um texto e síntese sobre catalisadores no quadro;</li> <li>• Atividade experimental demonstrativa;</li> <li>• Realização de exercícios seguida de correção coletiva;</li> </ul>	Categorias referentes às perguntas dos estudantes		
	Tipo de demanda da pergunta	Número de questões	Percentual
	Informação básica	16	72,7%
	Alto nível cognitivo	6	27,3%

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interpretação de texto em dupla.</li> </ul>				
<b>10/04 – 26<sup>a</sup> e 27<sup>a</sup> aulas</b>				
<p>Nestas aulas o professor entregou para os estudantes uma folha extra para que trabalhassem em grupos. A aula não foi categorizada por se tratar de uma aula de atividade em grupo.</p>				
<p>A atividade entregue pelo professor envolvia a manipulação de massinhas para discutirem diversos assuntos, tais como: a diferenciação entre átomo e molécula e entre elemento, substância e mistura; modelo de reação química como re-arranjo de átomos, fatores que alteram a velocidade de reação; representação através de equações e lei da conservação da massa.</p>				
<p style="text-align: center;"><b>12/04 – 28<sup>a</sup> aula</b></p> <p><b>Tempo total da aula:</b> 00:42:18</p> <p><b>Tempo total categorizado:</b> 00:38:09</p> <p style="text-align: center;"><b>Tema da aula:</b></p> <p>Reações químicas: evidências, fatores que alteram a velocidade, representação através de equações e a lei da conservação da massa.</p> <p style="text-align: center;"><b>Atividades</b></p> <p>O professor realizou a correção dos exercícios da aula anterior.</p> <p style="text-align: center;"><b>Tipo da aula</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Correção de exercícios com discussão coletiva.</li> </ul>	<b>Categorias referentes ao locutor</b>			
	<b>Locutor</b>	<b>Percentual geral</b>	<b>Percentual específico</b>	<b>Percentual</b>
	Professor	57,8%	64,1%	00:24:27
	Aluno	32,4%	35,9%	00:13:42
	<b>Categorias referentes às perguntas dos estudantes</b>			
	<b>Tipo de demanda da pergunta</b>	<b>Número de questões</b>	<b>Percentual</b>	
Informação básica	8	34,8%		
Alto nível cognitivo	15	65,2%		
<b>17/04 – 29<sup>a</sup> e 30<sup>a</sup> aulas</b>	<b>Categorias referentes ao locutor</b>			

<p><b>Tempo total das aulas:</b> 01:12:13</p> <p><b>Tempo total categorizado:</b> 00:46:56</p> <p><b>Temas das aulas</b></p> <p>- Reações químicas: poluição atmosférica.</p> <p>- Acidez e basicidade - escala de pH.</p> <p><b>Atividades</b></p> <p>No primeiro momento, o professor realizou a leitura de um texto sobre o preço de um mundo civilizado e a produção de chuva ácida. Em seguida discutiu sobre a escala de pH realizando uma atividade demonstrativa com utilização da escala.</p> <p>No segundo momento, os alunos foram orientados a realizarem uma atividade experimental que simulava uma chuva ácida e a resolverem os exercícios sugeridos pelo livro texto.</p> <p><b>Tipo das aulas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aula expositiva;</li> <li>• Atividade experimental demonstrativa;</li> <li>• Atividade experimental em grupos.</li> </ul>	<b>Locutor</b>	<b>Percentual geral</b>	<b>Percentual específico</b>	<b>Tempo absoluto</b>
	Professor	48,0%	87,0%	00:34:40
	Aluno	7,2%	13,0%	00:05:12
	Categorias referentes às perguntas dos estudantes			
	<b>Tipo de demanda da pergunta</b>	<b>Número de questões</b>	<b>Percentual</b>	
	Informação básica	7	77,8%	
Alto nível cognitivo	2	22,2%		
<p><b>19/04 – 31ª aula</b></p> <p><b>Tempo total da aula:</b> 00:30:17</p> <p><b>Tempo total categorizado:</b> 00:29:42</p> <p><b>Tema da aula</b></p> <p>Correção da atividade avaliativa aplicada dia</p>	Categorias referentes ao locutor			
	<b>Locutor</b>	<b>Percentual geral</b>	<b>Percentual específico</b>	<b>Tempo absoluto</b>
	Professor	66,5%	67,8%	00:20:08

<p>10/04.</p> <p style="text-align: center;"><b>Atividades</b></p> <p>Nesta aula o professor realizou, oralmente com os estudantes, a correção dos exercícios avaliativos realizados por eles no dia 10/04. Esta aula tem, também, um caráter de revisão, tendo em vista que na próxima aula eles teriam uma avaliação.</p> <p style="text-align: center;"><b>Tipo da aula</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Correção de exercícios com discussão coletiva.</li> </ul>	Aluno	31,6%	32,2%	00:09:33
	Categorias referentes às perguntas dos estudantes			
	Tipo de demanda da pergunta	Número de questões		Percentual
	Informação básica	14		48,3%
	Alto nível cognitivo	15		51,7%
<b>24/04 – 32ª e 33ª aulas</b>				
<p>Aplicação da segunda avaliação individual para a turma. A avaliação era composta de 5 questões abertas referente aos temas: diferenciação entre átomo, elemento, substância e mistura; reações químicas - evidências, fatores que alteram a velocidade, representação através de equações e a lei da conservação da massa.</p>				
<p><b>26/04 – 34ª aula</b></p> <p><b>Tempo total da aula:</b> 00:35:42</p> <p><b>Tempo total categorizado:</b> 00:27:43</p> <p style="text-align: center;"><b>Tema da aula:</b></p> <p>Correção da prova aplicada dia 24/04.</p> <p style="text-align: center;"><b>Atividades</b></p> <p>O professor entregou as avaliações realizadas pelos estudantes na aula anterior e discutiu sobre as questões com os estudantes.</p> <p style="text-align: center;"><b>Tipo da aula</b></p>	Categorias referentes ao locutor			
	Locutor	Percentual geral	Percentual específico	Tempo absoluto
	Professor	48,3%	62,3%	00:17:15
	Aluno	29,3%	37,7%	00:10:28
	Categorias referentes às perguntas dos estudantes			
Tipo de demanda da pergunta	Número de questões		Percentual	

• Correção da prova com discussão coletiva.	Informação básica	6	40,0%
	Alto nível cognitivo	9	60,0%
<b>03/05 – 35ª e 36ª aulas</b>			
<p>Aplicação da avaliação final individual para a turma. A avaliação era composta de 14 questões objetivas e uma questão aberta referente aos temas: diferenciação entre átomo, elemento, substância e mistura; reações químicas - evidências, fatores que alteram a velocidade, representação através de equações e a lei da conservação da massa.</p>			

**Quadro 5.1: Visão panorâmica da sequência de ensino, participação discursiva dos locutores e número de questões dos estudantes aula a aula.**

O quadro abaixo apresenta um somatório dos dados apresentados no Quadro 5.1, sendo que a coluna “Tempo médio para o surgimento de uma questão” foi obtida dividindo-se o tempo total categorizado pelo número total de questões da sequência.

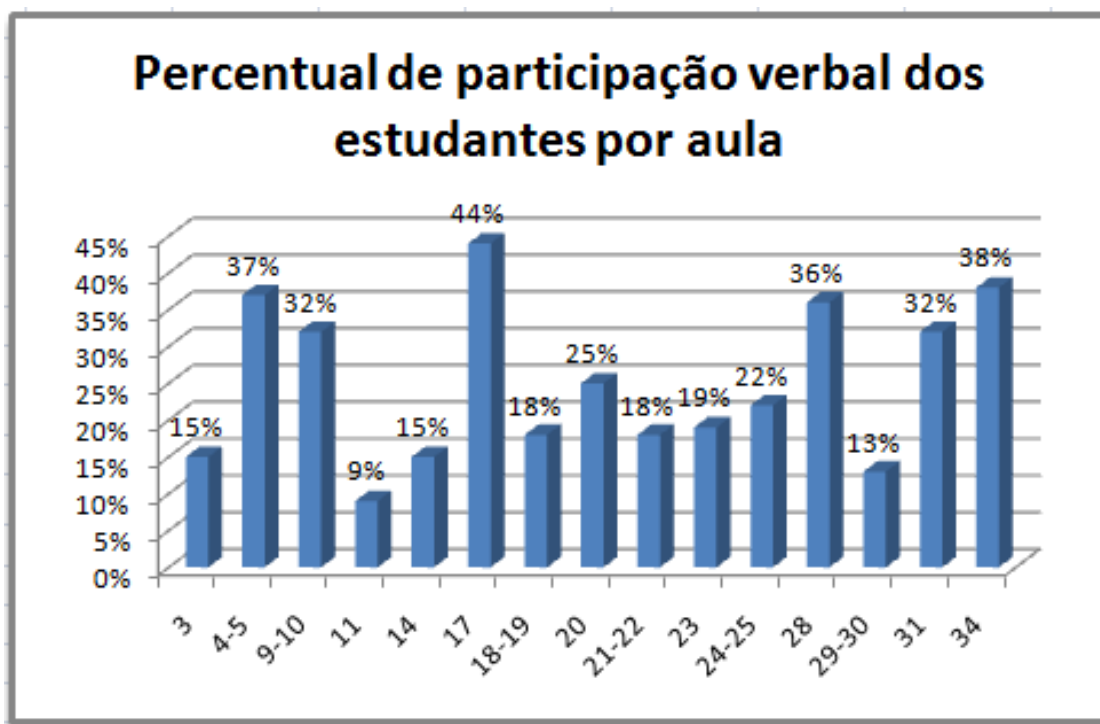
<b>Somatório das aulas</b>  <b>Tempo total das aulas:</b> 13:40:33  <b>Tempo total categorizado:</b> 9:03:03	Categorias referentes ao locutor			
	Locutor	Percentual geral	Percentual específico	Tempo absoluto
	Professor	47,5%	71,9%	6:30:28
	Aluno	28,6%	28,1%	2:32:36
	Categorias referentes às perguntas dos estudantes			

	Tipo de demanda da pergunta	Tempo médio para o surgimento de uma questão	Percentual
	Informação básica	4 minutos e 20 segundos	52,4%
	Alto nível cognitivo	4 minutos e 51 segundos	47,6%

**Quadro 5.2: Média das participações discursivas dos locutores em todo período categorizado.**

Os dados apresentados acima nos permitem entender a dinâmica desta sala de aula. O professor fez uso de várias estratégias metodológicas durante a sequência de ensino tais como: uso de experimentos, demonstrações, discussões sobre resultados de experimentos e demonstrações, aulas expositivas, leituras, realizações de exercícios, uso de recursos multimídia, dentre outros. Estas diferentes formas de organização das aulas geraram diferentes padrões de participação dos estudantes ao longo da sequência. Nos parágrafos seguintes vamos fazer uma discussão sobre a relação entre os índices de participação dos estudantes e as diferentes formas de organização da aula feita pelo professor.

Como já afirmamos em capítulos anteriores, esta sala de aula se mostrou bastante diferenciada em relação à participação discursiva dos estudantes, verificamos um índice de 28,1% para o tempo de participação discursiva dos estudantes ao longo do período categorizado nesta sequência de ensino, mesmo desconsiderando momentos de atividades dos estudantes em pequenos grupos.



**Gráfico 5.1: Distribuição do tempo relativo de fala dos estudantes nas aulas da sequência de ensino**

Em relação à participação verbal dos estudantes, verificamos que em algumas aulas suas intervenções discursivas se aproximam ou até ultrapassam um terço do tempo total do discurso categorizado (ver, por exemplo, as aulas: 4-5, 9-10, 17, 28, 31 e 34). Nestas aulas o professor realizou a correção de atividades ou exercícios. As correções das tarefas eram feitas sempre através de discussões e debates onde o professor evitava responder diretamente às questões propostas pela atividade deixando, sempre que possível, que elas fossem respondidas coletivamente. Mapeamos na sequência de ensino os alunos que participaram das discussões e observamos que todos os 22 alunos participaram discursivamente em algum momento das discussões. Nove<sup>9</sup> deles tiveram participação em todas as aulas, os outros tiveram participações em aulas isoladas sendo que parte deles só participava quando solicitados diretamente pelo professor. Durante a correção de exercícios, o professor tinha o costume de direcionar algumas questões aos estudantes que participavam menos das aulas.

<sup>9</sup> Os 9 alunos que participaram em quase todas as aulas foram: Samuel, Rafael, Valéria, Sérgio, Luana, Mara, Daniel, Gustavo e Leandro (Nomes Fictícios)

Consideramos esse expressivo resultado de participação à preparação que os estudantes faziam antes das discussões, durante a realização de uma atividade prática, leitura de um texto seguido da realização de alguma atividade de interpretação ou mesmo durante a realização de um exercício referente ao conteúdo a ser discutido.

Nas aulas em que o objetivo era o de apresentar um novo conteúdo, verificamos um decréscimo na participação discursiva dos estudantes (ver, por exemplo, aulas: 3, 11, 14, 29-30), atribuímos esse resultado ao fato de que nestas aulas os alunos estavam estabelecendo, na maioria das vezes, o primeiro contato com as informações trazidas pelo professor, possivelmente sem nunca terem discutido ou mesmo pensado sobre o assunto. Nestes casos, mesmo que os alunos tenham interesse na aula e que esta apresente novidades ou situações intrigantes, aparentemente eles ainda não têm conhecimento suficiente para dialogar com os conteúdos tratados.

Um terceiro tipo de aula observada nesta sequência aconteceu durante a sistematização de conteúdos ou atividades trabalhadas em aulas anteriores (ver, por exemplo, aulas: 18-19, 20, 21-22 e 23). Neste caso, a participação verbal dos estudantes é de cerca de 20% do tempo categorizado da aula. Nestas aulas o professor utilizava os trabalhos já feitos pelos estudantes para extrair as informações mais relevantes e enfatizá-las. Em certas ocasiões, tais informações eram sistematizadas no quadro para que todos os alunos as registrassem no caderno. Durante a sistematização, o professor pedia para que os estudantes falassem sobre as atividades que haviam realizado, bem como os resultados encontrados por eles.

Na aula do dia 20/03 (18<sup>a</sup> e 19<sup>a</sup> aulas da sequência), o professor se valeu de recursos multimídia para a sistematização de conteúdos e, como vimos no capítulo 4 (episódio “Existe espaço vazio entre os átomos”), o uso de representações de partículas que compõem a matéria gerou interesse entre os estudantes sobre aspectos dos modelos subjacentes a tais representações. Nessa aula o professor realizou também a correção coletiva da avaliação feita pelos estudantes no dia 06/03, e propôs a realização de exercícios individuais no final da aula. O tempo categorizado para esta aula corresponde aos dois primeiros momentos – sistematização dos conteúdos e correção da prova; o terceiro momento não foi considerado por se tratar de um trabalho realizado individualmente. Para entendermos como se deu a participação dos estudantes nos dois primeiros momentos desta aula realizamos, separadamente, as análises. As tabelas que seguem, apresentam os resultados.

<p><b>Primeiro momento da aula do dia 20/03</b></p> <p><b>Tempo total da aula: 1:08:16</b></p> <p><b>Tempo total categorizado: 00:29:53</b></p> <p>Estes dados referem-se ao primeiro momento da aula, no qual o professor apresentou slides que sistematizavam os conteúdos aprendidos até então.</p>	Categorias referentes ao locutor			
	Locutor	Percentual geral	Percentual específico	Tempo absoluto
	Professor	43,74	82,54%	00:29:53
	Aluno	9,25%	17,46%	00:06:19
	Categorias referentes às perguntas dos estudantes			
	Tipo de demanda da pergunta	Número de questões	Percentual	
	Informação básica	3	11,5%	
Alto nível cognitivo	23	88,5%		

**Quadro 5.3: Categorização do primeiro momento da aula do dia 20/03**

<p><b>Segundo momento da aula do dia 20/03</b></p> <p><b>Tempo total da aula: 1:08:16</b></p> <p><b>Tempo total categorizado: 00:12:15</b></p> <p>Estes dados referem-se ao segundo momento da aula em que o professor entregou as provas para os alunos e iniciou a correção com discussão coletiva</p>	Categorias referentes ao locutor			
	Locutor	Percentual geral	Percentual específico	Tempo absoluto
	Professor	14,61%	81,48%	00:09:59
	Aluno	3,32%	18,52%	00:02:16
	Categorias referentes às perguntas dos estudantes			
	Tipo de demanda da pergunta	Número de questões	Percentual	

	Informação básica	2	100%
	Alto nível cognitivo	0	0%

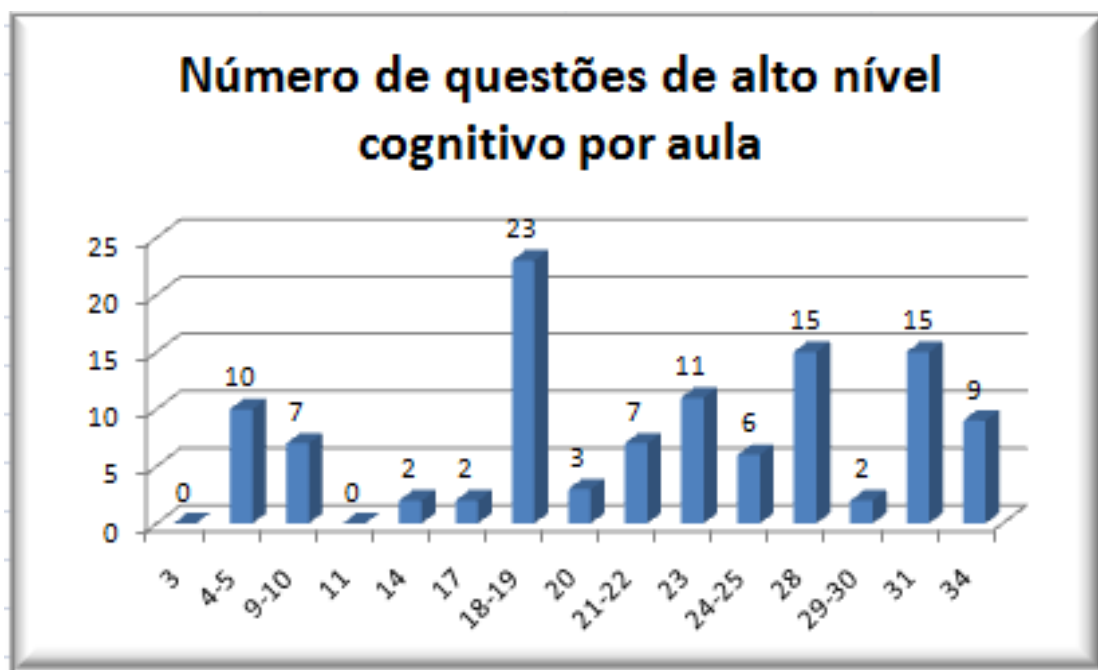
**Quadro 5.4: Categorização do primeiro segundo da aula do dia 20/03**

Podemos verificar nessas tabelas que o índice de participação dos estudantes nos dois momentos da aula permaneceu praticamente constante variando de 17,46% no primeiro caso, para 18,52% no segundo caso. Se compararmos o segundo momento da aula, em que o professor realizava a correção coletiva da avaliação escrita feita pelos estudantes, com as outras aulas, em que ele também utilizou esta estratégia, verificamos que o índice é relativamente baixo. Atribuímos esse decréscimo ao fato de ter sido uma atividade de correção de avaliação (com nota) e não da correção de uma tarefa ou atividade realizada em casa ou em classe. Os alunos costumam não ter interesse nesse tipo de correção, pois os que erraram estão chateados com os pontos perdidos e aqueles que acertaram julgam que não têm nada mais a aprender sobre o assunto. Outra possível interpretação se deve à forma como o professor conduziu a correção; ele iniciou dizendo que não havia a necessidade de corrigir algumas questões, uma vez que os alunos não apresentaram dificuldades e que isso permitiria um maior tempo para o terceiro momento da aula, no qual os alunos fariam alguns exercícios de fixação. A correção ocorreu de forma bastante rápida e sucinta, logo que um aluno respondia corretamente a uma questão, o professor socializava a resposta do estudante para toda a turma e passava para a próxima questão. Nas outras aulas em que a correção de algum exercício estava em pauta, o professor fazia o movimento de ouvir os alunos, socializar as suas falas, reforçando inclusive os pontos considerados por ele importantes, e discutir aquela resposta com os outros estudantes.

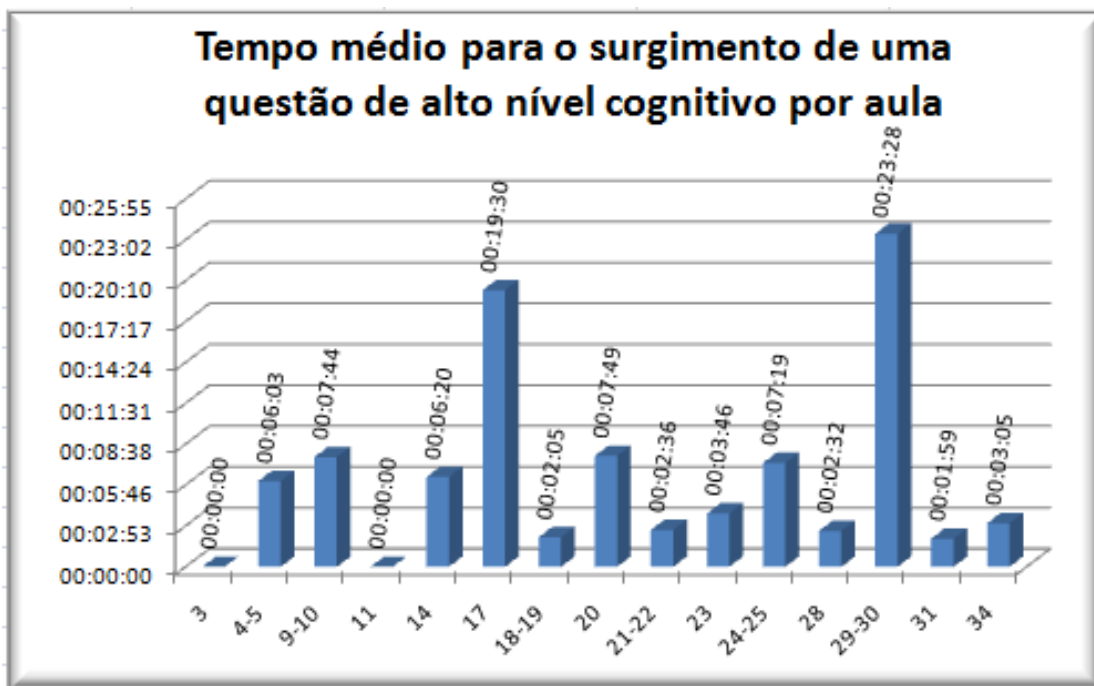
A análise da frequência de questões dos estudantes ao longo da sequência de ensino também nos fornece dados interessantes sobre as aulas em que houve maior quantidade de perguntas por tempo categorizado. Para encontrar esses valores, efetuamos a soma de todas as questões da sequência de ensino, totalizando 237 questões ao todo, sendo 125 questões que solicitavam informações básicas e 112 questões de alto nível cognitivo, e dividimos pelo tempo total categorizado. Ao realizarmos esta operação, encontramos o total de 0,4 perguntas por minuto categorizado, em outras palavras, em média uma pergunta a cada 2 minutos e 17 segundos do

tempo de aula codificado. Se considerarmos apenas as questões de alto nível cognitivo, que é de nosso interesse nesta dissertação, teremos um tempo médio de 4 minutos e 51 segundos entre duas perguntas no tempo de aula codificado. Consideramos este tempo como bastante expressivo, e bem diferente do que se encontra tradicionalmente na literatura, que afirma serem as questões dos estudantes infrequentes e pontuais (Dillon, 1998). Se considerarmos o tempo total de aula, o valor será bem inferior, mas devemos lembrar que não categorizamos os tempos de interação dos alunos em atividades realizadas em grupos, momentos em que eles tiveram ampla oportunidade de manifestar dúvidas e apresentar pontos de vista próprios. Por outro lado, parte considerável do tempo não codificado foi constituída por discurso de agenda e de gestão de classe, nos quais os estudantes não apresentam perguntas relativas aos conteúdos de ciências.

Entretanto, como mostram os gráficos 5.2 e 5.3., a distribuição das perguntas não é uniforme ao longo da sequência:



**Gráfico 5.2:** Distribuição do número total e do número de questões de alto nível cognitivo dos estudantes a cada aula da sequência.



**Gráfico 5.3: Valor médio de tempo por questão de alto nível cognitivo - considerando apenas os intervalos das aulas que foram codificados. (Observação: as aulas 3 e 11 não tiveram perguntas de alto nível cognitivo; sendo assim, o tempo médio para o surgimento de uma questão seria infinito, atribuímos manualmente para estas aulas o tempo igual a zero para o surgimento de uma pergunta. Decidimos apresentar este dado na tabela para que o leitor tenha uma melhor visão da distribuição de perguntas ao longo da sequência de ensino)**

Os dados da pesquisa indicam que as perguntas dos estudantes são encontradas, geralmente, em bloco. Em outras palavras, a pergunta de um estudante, quando acolhida pelo professor, parece abrir um espaço na sala de aula para que outros estudantes possam também esclarecer suas dúvidas. Este padrão de interação foi identificado por Jay Lemke e por ele denominado padrão de ‘pergunta e resposta’ (Lemke, 1990).

Verificamos que em algumas aulas o tempo médio para o surgimento de uma questão de alto nível cognitivo ficou próximo ou menor que 3 minutos, (ver, por exemplo, aulas: 18-19; 21-22; 28; 31 e 34). Em todas estas aulas aconteceram discussões de assuntos já trabalhados, seja via correção de exercício, sistematização de conteúdo com discussão coletiva ou discussão sobre atividade experimental realizada. Podemos inferir que os estudantes tendo já trabalhado com tais assuntos tinham questões a fazer sobre eles. Isto mostra a relevância que este tipo de atividade de retomada e discussão tem para manifestação dos pontos de vista, dificuldades e interpretações dos estudantes na forma de perguntas ao professor.

Destacamos, dentre as aulas citadas no parágrafo anterior, a 31ª aula (dia 19/04) na qual foram formuladas em média uma pergunta de alto nível a cada dois minutos. Vale lembrar que estamos considerando como tempo total o período em que o professor trabalhava com conteúdos de ciências com toda a classe (tempo de codificação utilizado). Nesta aula o professor realizou a correção com discussão coletiva de exercícios avaliativos feitos pela turma em sala no dia 10/04. A aula tinha um caráter de revisão, uma vez que era a última aula antes da avaliação do dia 23/04. A maioria das questões feitas pelos estudantes nesta aula foi no sentido de verificar a sua compreensão em relação a algum conceito já aprendido (categorizadas como ‘checando o entendimento pessoal’ e ‘solicitando esclarecimento conceitual’ na tipologia apresentada no capítulo 4).

Consideramos como destaque também a aula do dia 20/03, dado o grande número de questões de alto nível (23 questões). Se considerarmos a divisão feita pelas duas últimas tabelas na qual as 23 questões de alto nível cognitivo aparecem no primeiro momento da aula no qual o professor realiza a sistematização dos conteúdos, temos 23 questões que aparecem em um intervalo de tempo de 29 minutos e 53 segundos, ou seja, uma pergunta de alto nível a cada 1 minuto e 18 segundos de interação do professor com a classe. Este número de questões de alto nível é surpreendente e vale lembrar que foram suscitadas por um recurso adicional (representação de substâncias com modelo de partículas) trazido pelo professor para a aula.

Os dados de que dispomos não permitem generalizar que em toda aula de correção de atividades ou de sistematização ocorreu grande quantidade de perguntas. De fato na 17ª aula, que era dedicada à correção das questões relativas à interpretação de uma atividade prática já realizada, o tempo médio para o surgimento de uma questão de alto nível cognitivo foi de 19 minutos e 30 segundos. Esta aula apresentou o maior índice de participação discursiva dos estudantes, 44,3%, mas não na forma de questões. Voltando aos dados na tentativa de entender qual o motivo de tal discrepância, verificamos que as intervenções discursivas dos estudantes ocorridas nesta aula tinham, quase em sua totalidade, o objetivo de relatar os fatos ocorridos durante a realização dos experimentos bem como a apresentação de suas interpretações sobre a atividade. Nesta aula, as perguntas feitas pelo professor também tinham como objetivo estimular os alunos a comparecerem com respostas completas e bem fundamentadas. Além disso, acontecia de vários alunos responderem à mesma questão e o professor teve a atenção de ouvir cada resposta e socializá-la com a turma.

As outras aulas que apresentaram um baixo tempo médio para o surgimento de questões de alto nível cognitivo dos estudantes foram pautadas de aulas expositivas nas quais o professor apresenta pela primeira vez um conteúdo para os alunos (ver, por exemplo, aulas: 3; 11 e 29-30).

O estudo dessa sala de aula, por meio das análises de seus episódios, sinaliza a importância da diversificação de atividades nas aulas e a inserção de atividades que propiciem situações em que o aluno tenha que trabalhar com determinado conteúdo tendo a oportunidade de posteriormente discuti-lo com o suporte do professor. Vemos o cuidado que este professor tem em debater e comentar as respostas dos estudantes tentando sempre extrair das informações ou dúvidas apresentadas por eles, conceitos importantes para a aprendizagem dos temas em questão ou da ciência como um todo. Ele não nega métodos tradicionais de ensino, tais como aula expositiva, exercício em classe e correção de exercícios feitos em casa, mas tenta sempre trabalhar estes métodos de forma a favorecer ricos debates na sala de aula.

## **5.2. ATITUDE DO PROFESSOR FRENTE ÀS DEMANDAS DOS ESTUDANTES**

O objetivo central desta dissertação é o de estudar as contribuições das perguntas dos estudantes na construção do conhecimento científico escolar. Na sessão anterior apresentamos os expressivos índices de participação dos estudantes ao longo da sequência de ensino e apontamos para alguns tipos de aula que parecem favorecer a participação dos estudantes, em especial a participação na forma de questionamentos. Nesta sessão vamos mostrar como o professor se articulou perante a fala do aluno, destacando algumas de suas atitudes e formas de organização do ambiente de aprendizagem que, a nosso ver, podem ter influenciado positivamente na participação dos estudantes na produção do discurso da sala de aula de ciências.

Retomaremos nesta sessão os episódios já apresentados no capítulo 4 – Episódio 1: "Existe espaço vazio entre os átomos?"; Episódio 2: "A decomposição da água oxigenada e outros assuntos"; Episódio 3: "O enxofre é ácido?"; Episódio 4: "O bromo é usado para quê?" – e apresentaremos um novo episódio relativo a uma aula de introdução de capítulo, na qual o

professor desenvolve em conjunto com os estudantes diferentes dinâmicas discursivas que não se fazem presentes nos episódios apresentados no capítulo 4. Já tendo situado detalhadamente os episódios 1, 2, 3 e 4 na sequência de ensino e apresentado seus contextos no capítulo 4, retomaremos a eles com a intenção de caracterizar as atitudes do professor perante as participações discursivas dos estudantes. Sempre que necessário, iremos considerar, de um lado, os propósitos e interesses do professor e, de outro, as demandas dos estudantes bem como as relações entre esses dois pólos na constituição do discurso da sala de aula analisada.

### **5.2.1 RETOMANDO A ANÁLISE DOS EPISÓDIOS:**

No primeiro episódio - “Existe espaço entre os átomos?” - notamos uma flexibilização da agenda por parte do professor, em que pese suas preocupações em concluir a revisão e sistematização de conceitos da primeira parte da sequência após a correção da prova. Diante de perguntas dos estudantes sobre aspectos da representação da matéria a nível microscópico, o professor procura, em um primeiro momento, dar respostas curtas e voltar rapidamente ao tema. Entretanto, dada a insistência dos alunos e o interesse genuíno por questões conceituais relevantes do ponto de vista científico, o professor acaba por permitir e acolher uma discussão preliminar sobre aspectos do modelo de partículas, não previstos para esta aula ou mesmo para a sequência de ensino. Ao fazê-lo, notamos ainda as tentativas do professor em estabelecer ligações entre as questões trazidas pelos estudantes e os conteúdos previstos para aquela aula. Por exemplo, no turno 15, ao responder a uma questão de um aluno, o professor chama a atenção da turma para esclarecer os conceitos de átomo e molécula. É notório observar que, mesmo flexibilizando a agenda, o professor não acolheu o interesse de alguns alunos sobre reações nucleares e bomba atômica. Mesmo nesse caso, no entanto, o professor destaca como positivo o interesse dos alunos e justifica sua opção em não tratar destes assuntos naquele momento. O professor cuida, portanto, da agenda dos conteúdos pertinentes à aula, mas o faz com ampla negociação com os alunos.

A abertura dada pelo professor neste primeiro episódio foi importante para que novos temas fossem trabalhados. Mesmo que não estivessem presentes na agenda do professor, a discussão contribuiu para a aprendizagem dos alunos em ciências, uma vez que eles puderam discutir sobre assuntos científicos, aprendendo novas conexões existentes entre os conteúdos - por exemplo, o fato dos efeitos da explosão da bomba de Hidrogênio estar ligado ao estudo mais

aprofundado da estrutura atômica. A discussão permitiu, ainda, destacar aspectos do conhecimento científico envolvido nas representações, por exemplo, sobre o fato dos cientistas imaginarem que os átomos dos objetos sólidos estão separados. Muito dos temas eram de interesse geral da turma e possivelmente não seriam evocados senão através desta abertura dada pelo professor.

No início do segundo episódio – “A decomposição da água oxigenada e outros assuntos” – vemos a tentativa do professor de incluir o aluno Felipe, que conversava paralelamente com seus colegas, na discussão do exercício em questão. A tentativa do professor em trazer o aluno para a discussão não funcionou, mas resolveu o problema da conversa paralela. Em alguns momentos da sequência de ensino, nos quais havia muita conversa paralela fora da discussão da sala de aula, o professor parava a aula e apresentava duas opções para os alunos e que eles teriam que escolher: na primeira, ele oferecia uma aula em que todos se engajariam nas atividades e a aula passaria tão rápido que ninguém sentiria; na segunda opção, os alunos continuariam conversando e ele teria que ficar chamando atenção e a aula se arrastaria dando a sensação de uma aula interminável e sofrida. Destacamos aqui o fato de que o professor compartilha com os alunos a responsabilidade pela condução da aula. Para gestão da classe, o professor também fez uso de outras estratégias durante a sequência de ensino, tais como: trocar aluno de lugar, repreender oralmente e também, em alguns casos, pedir para que o aluno se ausente temporariamente da sala de aula e procure a coordenação pedagógica para uma conversa. A agitação dos alunos nesta idade é natural, mas um dos papéis do professor é garantir a ordem e um bom ambiente de aprendizagem.

Ainda com relação ao episódio 2, temos no turno 19 - “*Professor como é que eles fazem a água oxigenada?*” - o levantamento de uma questão que extrapola o tema da aula. Esta pergunta evoca conhecimentos relativos ao processo industrial de fabricação da substância água oxigenada, questão esta que exigia conhecimentos específicos que o professor não possuía naquele momento. Mesmo não respondendo diretamente, o professor considera a pergunta do estudante deixando o tema em aberto e consultando a pesquisadora e posteriormente convidando o aluno à realização de uma pesquisa sobre o tema. Ao remeter o problema à turma - “*A gente vai ter que pesquisar...*”, o professor divide a responsabilidade “do aprender” com todos os estudantes.

No turno 31 – “*Como é que eles colocam o gás no refrigerante?*” – Daniel, aparentemente, relacionou o oxigênio liberado na decomposição da água oxigenada com o gás liberado pelos refrigerantes. Na lógica da ciência, essa conexão não faz sentido. Não há qualquer conexão entre a dissolução de gás carbônico em bebidas e a reação de decomposição da água oxigenada. Um professor centrado apenas na perspectiva da ciência, incapaz de perceber os movimentos de significação dos estudantes, provavelmente teria se recusado a responder esta questão do estudante, considerada inadequada e impertinente, e teria voltado à correção do exercício e ao tema da aula: conservação da massa nas reações químicas. Não foi esta a atitude do professor que acompanhamos e talvez esta seja uma das razões para um número tão significativo de questões e comentários dos alunos em suas aulas. O professor permite que tal questão entre no contexto de estudo da sala de aula, tal permissividade possibilita, novamente, que outros conceitos sejam trabalhados.

Vale ressaltar que a estratégia de acolher a quase totalidade das questões dos alunos, apesar de provocar um grande movimento discursivo com várias alternâncias entre turnos de fala entre professor e alunos, favorece o tratamento superficial de vários temas que são colocados em discussão.

Acreditamos que a estratégia de permitir que os alunos coloquem suas questões durante as aulas, permite que estes se sintam mais atuantes no ambiente de estudo favorecendo o interesse, o engajamento e a participação dos alunos.

Ao responder as perguntas dos estudantes, o professor encontrou nos alunos não uma audiência passiva, mas uma atitude responsiva e um exame crítico à luz de evidências disponíveis. Segundo Bakhtin (1986) a compreensão passa por esta atitude responsiva, ou seja, pelo povoamento da palavra alheia da ciência com a palavra própria (relatos extraídos de experiências da vida cotidiana). Acompanhamos esse movimento discursivo dos alunos Daniel e Mara que buscam relações entre os fenômenos por eles evocados e os modelos explicativos que são apresentados pelo professor. Neste confronto, surgiu um produtivo e respeitoso diálogo entre o professor e as questões e comentários dos estudantes.

Tanto no episódio 3 – “O enxofre é ácido” – quanto no episódio 4 – “O bromo é usado para quê?” – ressaltamos a importância da abertura dada pelo professor às participações dos estudantes durante as aulas. No caso do episódio 3, verificamos como as questões dos estudantes continham desde dúvidas de conteúdos já trabalhados – tais como forma de escrita

do símbolo de um elemento e a confusão feita por Valéria sobre a não distinção entre pH e elemento químico – a conteúdos não trabalhados como a constituição dos ácidos. O professor já havia trabalhado na aula anterior a utilização da escala de potencial de Hidrogênio e a influência de algumas substâncias, tais como: ácido sulfúrico e ácido nítrico na alteração do pH da atmosfera, mas não chegou a definir ácidos, talvez por considerar que tal definição não cabia naquele momento. Verificamos que nesta sequência ele aproveitou da demanda feita por Rafael no turno 5 para dar a primeira definição para a turma sobre a constituição dos ácidos. No caso do episódio 4, o professor, novamente, mesmo não conhecendo uma aplicação prática para a substância bromo, acolhe a pergunta e juntamente com a pesquisadora tenta resolvê-la. Vale ressaltar a importância da intervenção do estudante Rafael ao relacionar o nome visto por ele em um vidro – azul de bromatino – com o elemento bromo estudado para a solução do problema. A informação trazida pelo aluno contribuiu decisivamente para responder a questão feita pela aluna no início do episódio, uma vez que a partir desta informação eles chegaram a uma utilidade prática para o bromo, como sendo um indicador de pH. Somos levados a acreditar que tais assuntos e definições não teriam sido tratados naquele momento, caso os alunos não tivessem levantado suas questões e o professor não tivesse lhes dispensado a devida atenção.

### **5.2.3 EPISÓDIO 5: PROFESSOR EU ACHO QUE SE A GENTE COMER TERRA FAZ BEM**

Nas aulas 1, 2 e 3 o professor abriu o capítulo discutindo com os estudantes o ciclo do fósforo, representado através de um esquema ilustrado, indicando as variadas ocorrências desse elemento químico. Na aula em que ocorre este episódio (4ª aula da sequência), os estudantes levaram os resultados de uma pesquisa solicitada pelo professor em que deveriam verificar, em rótulos de alimentos, a presença de sais minerais. Na aula anterior o professor levou vários rótulos de alimentos e os estudantes foram solicitados a analisá-los, buscando dados para responder às mesmas questões. Os estudantes, em grupos, fizeram parte da atividade em casa e a concluíram em classe. O episódio analisado refere-se a desdobramentos dessa mesma atividade.

As questões propostas na tarefa foram: 1. Anote a composição do produto indicada no rótulo; 2. Verifique se o rótulo indica a presença de carboidratos, proteínas, gorduras e vitaminas; 3. Verifique se o rótulo indica a presença de sais minerais, tais como cálcio, ferro, fósforo, sódio

e potássio; 4. Discuta com seus colegas: quais seriam as funções dos sais minerais em nosso organismo?

Este episódio (duração 8 min e 30 s) se inicia com a participação do aluno Rafael após a discussão sobre a presença do mineral ferro nos alimentos e a forma como ele passa a fazer parte do nosso organismo.

Turno	Transcrição	Comentários contextuais
1	<b>Rafael:</b> Professor eu acho que se a gente comer terra faz bem.	<b>Professor:</b> Ao longo de todo episódio o professor fica na frente da sala.  Alunos: Todos virados para frente da sala.
2	<b>Prof.:</b> Vamos explorar essa ideia / eu acho que na aula passada eu devo ter falado alguma coisa assim / sais minerais compõem o solo / não falei?	
3	<b>Alunos:</b> Falou!	
4	<b>Prof.:</b> Gente então a ideia do Rafael não é tão ruim assim / será que se a gente comer terra resolve a nossa necessidade de sais minerais?	
5	<b>Alunos:</b> Eu já comi terra	Alunos: as falas simultâneas dos alunos são impossíveis de serem transcritas.
6	<b>Prof.:</b> Vocês estão falando dos micro-organismos que estão no solo? Eles podem fazer mal? Mas será que é só isso então? Que se eu só comesse terra resolvia meu problema de sais minerais?	Professor recupera a fala de uma estudante

7	<b>Gustavo:</b> A planta retira os sais minerais para ela ((inaudível))	O estudante fala diretamente com o professor que o escuta atentamente. Acontece grande discussão na sala sobre o tema durante a fala do Aluno Gustavo, impossibilitando a transcrição do trecho.
8	<b>Prof.:</b> Mas a planta tem essa capacidade / e a gente não tem não?	O professor recupera o teor da fala do Gabriel
9	<b>Gustavo:</b> Temos só que menor, eu acho que tipo / em menor quantidade	
10	<b>Prof.:</b> Mas olha só o Gustavo está falando o seguinte / a planta tem a capacidade de pegar os sais minerais do solo e pegar o que ela precisa e não precisa / eu estou perguntando para ele / será que nós temos essa capacidade de comer terra e aproveitar?	Todos os alunos fazem silêncio para escutar a fala do professor.
11	<b>Gustavo:</b> não / comer terra não.	Vários outros alunos se manifestam ao mesmo tempo. Alguns acham que é possível obter os minerais comendo terra e outros não.
12	<b>Prof.:</b> Calma / vou ouvir todos / primeiro a Luana.	
13	<b>Luana:</b> Mas a planta pega só o que precisa / as coisas boas / a gente não teria essa capacidade de pegar a terra comer e de pegar só as coisas boas.	Vários alunos se manifestam concordando com a fala da Luana e

		apresentando novos argumentos.
14	<b>Prof.:</b> Mas isso é uma coisa que tem que ser analisada / por exemplo / vocês sabem que o pé dessa mesa é feito de ferro / e o ferro é um dos sais minerais que a gente listou nos alimentos / não é?	Professor: levanta uma carteira apontando para a parte metálica.
15	<b>Alunos:</b> É.	
16	<b>Prof.:</b> Será que se eu comer um pedacinho de pé de mesa eu resolvo meu problema de ferro?	
17	<b>Alunos:</b> Não / Tem que estar de forma comestível ué.	
18	<b>Prof.:</b> De forma comestível? Explica isso.	
19	<b>Rafael:</b> É só fazer poeirinha com isso e comer aí não vai ser tão duro.	
20	<b>Prof.:</b> Ah se eu raspasse esse pé aqui e comesse esse pé raspado. ((Uma aluna, simultaneamente, fala que ferro do pé da cadeira não saiu do solo))  Como é que é? Esse pé aqui da mesa não saiu do solo não?	Não foi possível identificar a aluna, aparentemente somente o professor conseguiu ouvi-la
21	<b>Alunos:</b> Acho que não.	
22	<b>Prof.:</b> O que vocês acham? Esse ferro aqui não saiu da terra?	
23	<b>Alunos:</b> Saiu sim! Saiu da onde então?	Vários alunos levantam suas hipóteses. Impossível transcrição completa.
24	<b>Gustavo:</b> É uma coisa que a gente já comeu e o estômago já está adaptado a comer / então a gente	

	come numa boa / e o que a gente não está adaptado.	
25	<b>Prof.:</b> Você está falando que o organismo está adaptado a algumas substâncias e a outras não / Então o ferro / esse ferro do pé de mesa não? Mas e o ferro que estava lá na torrada / desculpa / onde você achou ferro?	
26	<b>Alunos:</b> Pipoca de microondas.	
27	<b>Prof.:</b> Pipoca de microondas? Você achou ferro na pipoca de microondas? Feijão preto. Feijão tem ferro né / Mas será que este ferro que está no feijão ou na pipoca é diferente desse ferro aqui?	
28	<b>Alunos:</b>	Os alunos se dividem em responder sim e não.
29	<b>Prof.:</b> Quem acha que é o mesmo ferro?	
30	<b>Rafael:</b> É! Mas eu acho que é em menor quantidade / é a mesma coisa só que em menor quantidade.	
31	<b>Prof.:</b> Ok / está em menor quantidade/ Muita pergunta e pouca resposta / né?	
32	<b>Luana:</b> De onde vem o ferro daqui? O ferro dos alimentos.	
33	<b>Prof.:</b> Vamos tentar responder a pergunta da Luana.	
34	<b>Samuel:</b> Do milho	
35	<b>Luana:</b> Não to falando só da pipoca, porque tem outros alimentos com ferro.	
36	<b>Alunos:</b> Ué do solo.	

37	<b>Samuel:</b> O milho nasceu da terra	
38	<b>Luana:</b> como é que o ferro ia nascer assim do chão / sei lá?	
39	<b>Samuel:</b> Vem do animal morto que decompõe na terra.	
40	<b>Alunos:</b>	Os alunos riem da fala do Samuel
41	<b>Prof.:</b> O ferro tem um ciclo semelhante aquele do fósforo / Você está lembrada? Então ele está presente no solo / então a planta acaba absorvendo esse ferro que vai parar lá no milho / aí o milho vira pipoca / e então a Luana vai comer a pipoca / aí o ferro passa a fazer parte da Luana.	
42	<b>Aluno ?:</b> Aí a Luana vira defunto e	
43	<b>Alunos:</b>	Os alunos e professor riem da fala do Samuel
44	<b>Prof.:</b> É um jeito de o ferro voltar para o solo. Qual que é a pergunta Luana?	Luana levanta a mão.
45	<b>Luana:</b> então ferro é o que? É um pozinho? Um “liquidinho”?	
((os alunos continuam discutindo sobre a forma de obtenção dos sais minerais pelo corpo, até que o professor termina a sequência no turno 96, como apresentado a seguir))		
93	<b>Prof.:</b> Gente olha só, eu estou muito satisfeito com esta conversa que a gente teve aqui.	
94	<b>Alunos:</b>	Os alunos discutem sobre uma questão levantada por um estudante de que a

		origem dos alimentos orgânicos serem de lixo orgânico
95	<b>Valéria:</b> Isso que ele falou tá certo?	
96	<b>Prof.:</b> Ah / não vamos preocupar com isso não / vamos preocupar em ter perguntas sobre as coisas e aos poucos a gente vai respondendo / eu sei que tem mais pergunta que resposta agora / mas a gente tem um tanto de coisas para investigar / então vamos começar essa investigação / vamos separar um sal mineral e tentar aprender um pouco mais sobre ele / talvez aprendendo mais sobre este sal mineral / a gente consiga responder essa pergunta da Luana / afinal o que é ferro e o que é cálcio? Ou a gente consegue responder o que é fósforo e o que é fosfato? Ou outras perguntas que forem surgindo.	
((O professor encerra a discussão e inicia a leitura de um texto introdutório do próximo capítulo do livro didático))		

**Quadro 5.5: Transcrição do episódio 5: Professor eu acho que se a gente comer ferro faz bem**

Rafael iniciou o episódio com uma questão que, aparentemente, soava como uma brincadeira, mas o professor a considerou pertinente ao conteúdo que vinha sendo trabalhado, acolhendo a participação do aluno e estabelecendo conexão ao que já havia sido estudado. Em seguida, devolveu a pergunta do Rafael para a turma. O professor usa o momento para dar continuidade a um questionamento já feito em ocasiões anteriores e que persiste neste episódio: Como os sais minerais passam a fazer parte dos organismos? A dinâmica marca uma postura característica do professor em permitir e considerar a participação dos estudantes, mesmo que as manifestações não sejam corretas do ponto de vista científico. Em

vários momentos de suas aulas, este professor aproveita estas oportunidades para discutir ideias dos estudantes que frequentemente aparecem como características de um pensamento de senso comum.

Nos turnos 5, 7 e 13 os alunos tentam responder à pergunta falando da incapacidade do ser humano em separar o que é sal mineral do que não é. Nos turnos 4, 6, 8 e 10 o professor acolhe as falas dos estudantes repetindo as questões que ele considera importantes para que o objetivo inicial não seja perdido em meio à discussão. Temos aqui uma amostra das diferenças entre as intenções ou motivações do professor e as dos estudantes. Enquanto as perguntas e respostas dos estudantes parecem seguir uma curiosidade natural sobre os temas de interesse, as intervenções do professor buscam organizar a participação deles e principalmente evitar que a pergunta principal se perca.

No turno 14, o professor recoloca o problema perguntando sobre a possibilidade de se comer um pedaço do pé da cadeira para resolver a falta de ferro. A intenção dessa pergunta, que ecoa em muitas outras aulas da sequência de ensino (Silva e Aguiar, 2007), era a de apontar para a diferenciação dos modos como o elemento ferro se apresenta na natureza. Para o aluno Rafael (turnos 17 e 19), o ferro do pé da cadeira poderia ser aproveitado uma vez que pudéssemos ingeri-lo na forma de “pó”. Já outra aluna acredita que o ferro do pé da cadeira é diferente do ferro dos alimentos. O professor re-enuncia essas duas respostas dos estudantes e as devolve para serem avaliadas pelos colegas (turno 22). Nesse sentido, fica clara a intenção do professor de fazer pensar, problematizar e levantar hipóteses (MORTIMER E SCOTT, 2003), mais do que indicar caminhos para uma resposta satisfatória (de acordo com o ponto de vista científico) para o problema. Tal solução requer conceitos que ainda não estavam disponíveis e que seriam discutidos e introduzidos nas aulas posteriores.

O discurso do professor é dialógico e a participação dos estudantes sinaliza um modo característico deste professor interagir com seus alunos. Esse debate aberto constitui-se como espaço de interlocução sobre o tema e levantamento de questionamentos que servirão de base para o trabalho do professor em aulas futuras. O professor não define os conceitos evocados durante a aula, ele tenta fazer com que os estudantes cheguem às repostas por meio de seus direcionamentos.

No turno 25 o professor relembra a presença do ferro nos alimentos pesquisados pelos estudantes (torrada, feijão, pipoca de microondas) e no turno 29 apresenta a pergunta

fundamental: é o mesmo ferro? Os alunos apresentam diferentes hipóteses, sem chegar a uma solução definitiva e aceita por todos. No turno 32, a aluna Luana apresenta outra questão fundamental, talvez inspirada pela história anteriormente apresentada pelo livro didático sobre o ciclo do fósforo: de onde vem o ferro que está nos alimentos? O professor acolhe novamente a pergunta da estudante e transfere a responsabilidade da resposta para toda a sala (turno 33). Na tentativa de responder a questão da colega, os alunos sugerem que o ferro teria um ciclo semelhante ao do fósforo, que eles haviam estudado na aula anterior (turnos 34 a 44).

A pergunta da aluna Luana no turno 45 revela uma dificuldade largamente reportada na literatura em ensino de ciências: os estudantes tendem a atribuir propriedades macroscópicas (forma, estado físico, cor, etc.) às entidades microscópicas (o elemento ferro). Entre os turnos 45 e 92, os alunos trabalham com tais categorias, de modo aberto e sem avaliação do professor. Nos turnos 93 e 96, o professor dá então por encerrado o debate, assumindo tal atividade como uma primeira exploração de um tema que seria foco do estudo ao longo da sequência.

A proposta inicial da atividade era a de identificar a presença dos sais minerais nos alimentos e suas funções para o organismo. Ao acolher a intervenção de Rafael, no turno 1, tanto o professor quanto a classe, mudam o rumo da discussão, passando a dialogar sobre a origem dos sais minerais (a exemplo do ferro) presentes em alimentos e que, portanto, passam a compor o organismo.

Neste episódio o professor utiliza a postura interativa/dialógica com alto grau de interanimação de ideias (Mortimer, Scott, 2003), a fala dos estudantes são acolhidas pelo professor e levadas à discussão pelos colegas. Notamos muitas perguntas e poucas respostas definitivas, como sugere o próprio professor. Esta postura é típica de aulas introdutórias, de início de capítulo, com debate livre na sala de aula, espaço aberto para a exposição de ideias, trabalho cooperativo, relações simétricas entre os participantes e inexistência de comentários avaliativos por parte do professor. As intervenções do professor envolvem problematizações, incentivos aos estudantes para que prossigam desenvolvendo suas próprias ideias ou elaborando hipóteses (prompts) e solicitação de avaliações dos enunciados dos colegas. Tais solicitações indicam uma intenção de checar o conhecimento prévio dos estudantes, explorar

seus pontos de vista e, posteriormente, utilizar as situações trazidas pelos estudantes para servir de exemplos em outras situações.

### **5.3 OUTROS FATORES QUE FAVORECERAM A PARTICIPAÇÃO DOS ESTUDANTES**

Quando se assume que o processo de aprendizagem é social, o foco desloca-se para as interações e os procedimentos de ensino e tornam-se fundamentais. O que se diz, como se diz, em que momento e por quê; da mesma forma que, o que se faz, como se faz, em que momento e por quê, afetam profundamente as relações professor-aluno, influenciando diretamente o processo de ensino-aprendizagem. O comportamento do professor e de seus alunos, em sala de aula, expressa suas intenções, crenças, seus valores, sentimentos, desejos que afetam cada participante individualmente.

Nas sessões anteriores usamos a sequência de ensino para sinalizar diversos fatores que, a nosso ver, influenciaram decisivamente na grande participação dos estudantes nesta dessa turma durante as aulas de ciências ministradas pelo professor Carlos – postura dialógica do professor, incentivo oferecido por ele para que os alunos participem discursivamente da aula, ambiente receptivo a perguntas e comentários críticos, a importância que o professor dá a cada pergunta, o esforço que ele faz para tentar responder a todas elas, o envolvimento dos estudantes em atividades antes das discussões. Nesta sessão destacamos outros pontos que podem ter contribuído para esse cenário, tais como: afetos e relação de confiança, currículo temático e desafiador e respeito mútuo entre os estudantes.

Durante a pesquisa, era notória a admiração que os estudantes tinham pelo professor Carlos. As aulas de ciências eram tidas por eles como uma das melhores daquele ano. A escola possui um sistema de avaliação institucional no qual os estudantes têm a possibilidade de avaliar o trabalho dos professores, da direção, dos demais funcionários da escola e dos ambientes escolares como um todo. O professor Carlos foi escolhido pela turma pesquisada como “professor estrelinha”, título dado ao melhor professor, eleito pela própria turma durante a avaliação institucional. Essa relação de afeto e confiança contribui para o desejo do estudante em participar da aula. Fernández (1991) argumenta que: “[...] para aprender, necessitam-se dois personagens (o que ensina e o que aprende) e um vínculo que se estabelece entre ambos.

(...) Não aprendemos de qualquer um, aprendemos daquele a quem outorgamos confiança e direito de ensinar” (Fernández, 1991, p. 47 e 52).

Em muitos momentos, nos comentários dos alunos, destacou-se o desejo, o prazer em realizar a atividade e de vencer os desafios. Os nossos dados evidenciam o interesse dos estudantes em aprender, tanto os temas trazidos pelo professor como outros temas para os quais demandavam atenção do professor nas aulas de ciências. Mesmo os estudantes que não participavam discursivamente com frequência nas aulas, se colocavam, majoritariamente, em uma escuta ativa e responsiva com relação à palavra do outro. Outro ponto observado nos dados foi a importância das diversas formas de interação entre o professor e os alunos para a construção da auto-estima e da autoconfiança, influenciando diretamente no processo de aprendizagem – perguntas e comentários sempre bem vindos, o grande esforço feito pelo professor para tentar responder às perguntas de seus alunos, além da forma sempre desafiadora de apresentar as atividades a serem realizadas pelos alunos, individualmente ou em pequenos grupos.

O currículo temático proposto pelo professor envolvia um esforço de contextualização em que os conceitos emergiam de contextos de vivência ou potencialmente relevantes para os estudantes. Assim, por exemplo, o conceito de elemento químico é construído a partir da presença e importância de minerais na alimentação e dos ciclos de materiais na natureza. Esse contexto permite uma aproximação entre Biologia e Química e a compreensão de que a vida guarda continuidade com elementos que compõem a matéria não-viva. A distinção entre elemento e substância permite, por sua vez, a utilização destes na construção de modelos para as reações químicas e para o estudo, também sempre contextualizado, de aspectos do modelo, como a absorção e liberação de energia e a conservação da massa.

Por outro lado, o currículo desenvolvido pode ser caracterizado por um currículo de atividades, por meio das quais se confere um protagonismo para os estudantes enquanto sujeitos da aprendizagem. Uma variedade de atividades foi sendo proposta e realizada pelos estudantes em sala de aula e, algumas vezes em casa: resolução de exercícios de aplicação ou sistematização de conteúdos, leituras de textos, figuras e diagramas, realização e interpretação de experimentos, trabalhos com modelos, debates. Estes diferentes recursos aliados aos interesses dos estudantes e seus conhecimentos prévios sobre tais assuntos serviam de base para que eles dialogassem com o conhecimento científico escolar em questão.

As atividades propostas pelo professor eram sempre acompanhadas por problematizações e desafios. Acreditamos que esse ambiente mais investigativo, sustentado por perguntas provocativas e estimulantes por parte do professor, tenha gerado, nos estudantes, atitudes semelhantes.

Vemos que nos episódios analisados os estudantes são encorajados a problematizar o que estudam, a definir problemas, a propor questões, e não apenas impulsionados a assimilar informações conceituais e procedimentais. Percebemos também o reconhecimento por parte do professor com relação à capacidade que têm os estudantes de tornarem-se responsáveis por buscarem informações e tornarem-se *experts* a respeito de um tópico em estudo, disponibilizando essas informações para os colegas e assessorando a aprendizagem de outros. Nesse ambiente de aprendizagem, os alunos assumem um papel ativo na definição, discussão e resolução de problemas. Vemos também que o professor divide com os estudantes a responsabilidade para com os outros e com as normas disciplinares. Todos esses fatores são destacados por Engle e Conant (2002) como fatores importantes para o estabelecimento de um ambiente de aprendizagem que favorece o engajamento disciplinar produtivo.

A relação entre os estudantes também não aparentou ser conflituosa, em nenhum momento da sequência de ensino observamos agressões físicas ou verbais. Outra característica importante da turma era a valorização de posturas de estudo mais ativa. Em nenhum momento da sequência vimos qualquer aluno ser censurado ou ridicularizado pelos colegas por participar da aula ou por trazer suas dúvidas ou questões para o professor. A maioria dos estudantes já vinha estudando junto em outros anos e, possivelmente, construíram essa boa relação de convivência ao longo tempo. Acreditamos que essa ausência de comentários e avaliações desfavoráveis por parte dos colegas contribuiu significativamente para construção desse ambiente de aprendizagem, rico em participação discursiva dos estudantes.

## CAPÍTULO 6

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em nossas considerações finais, vamos apresentar inicialmente contribuições das perguntas dos estudantes na construção de conhecimento científico. Em seguida, apresentamos os aspectos mais significativos que buscam responder as nossas questões de pesquisa e que foram discutidas ao longo da dissertação. Indicamos também algumas implicações do nosso trabalho para a formação de professores e apresentamos algumas questões que podem ser aprofundadas em trabalhos futuros.

O primeiro ponto a ser observado está relacionado à atitude demonstrada pelos alunos diante do conhecimento científico escolar. Ao formular suas perguntas os alunos parecem tentar estabelecer ligações entre novos conceitos e ideias de ciências com seus próprios interesses ou situações vivenciadas no cotidiano. Portanto, pensar em um plano de ensino no qual os questionamentos dos estudantes assumem um papel mais significativo em detrimento das simples respostas a questões disponibilizadas pelo professor parece ser uma boa maneira de desenvolver uma compreensão do pensar científico e da natureza da ciência.

Além disso, como foram exemplificados nos episódios, ao realizar perguntas, os alunos abrem oportunidades de se engajarem em um trabalho colaborativo com outros (inclusive com o professor). Nesse sentido, os benefícios que os alunos têm ao questionar podem ultrapassar àqueles relativos ao aluno que formula a questão. Ao fazer perguntas, o estudante estimula, com frequência, seus colegas a partilhar ou contestar suas ideias e argumentos, cria-se novas soluções e considera-se o problema a partir de outro ponto de vista, ou até mesmo confirma-se uma resposta já conhecida.

Outra contribuição que provém das perguntas dos alunos é o fornecimento de um *feedback* para os professores, o que permite um ajuste de sua estrutura explicativa aos interesses, experiências e conhecimentos prévios dos alunos. Neste caso, a escuta atenta e a compreensão do que está por trás da pergunta formulada é um desafio à formação docente.

Um segundo ponto a ser observado é que nosso trabalho mostrou que em algumas situações originadas por uma questão genuína de um estudante proporcionaram maior nível de engajamento dos estudantes. Se tomarmos como referência o trabalho de Engle e Conant

(2002) podemos perceber que nesses vários momentos da sequência de ensino pesquisada, diversos alunos forneceram aportes substantivos ao conteúdo em discussão; suas contribuições estavam em sintonia com aquelas apresentadas pelos colegas em turnos anteriores, sem consistirem, portanto, em comentários isolados; poucos estudantes encontram-se distraídos; os estudantes demonstraram estar atentos uns aos outros por meio de postura corporal e contato olho no olho; os estudantes frequentemente expressaram envolvimento interessado com os temas e os estudantes continuam engajados nos tópicos por um longo período de tempo. Todas estas observações vão de encontro com as ideias de Engle e Conant (2002) para definir os momentos em que os estudantes estão em estado de engajamento disciplinar produtivo, evidenciando assim, a importância do ato de questionar por parte dos estudantes para a aprendizagem em ciências.

Retornamos, então à nossa primeira questão de pesquisa, que remete às circunstâncias que favorecem o surgimento das perguntas dos estudantes. Diante dos dados e da observação do cotidiano dessa sala de aula, nossa hipótese é que a intensa e singular participação discursiva dos estudantes é resultado não apenas de uma postura aberta e dialógica do professor, mas ainda dos conteúdos e metodologia de ensino por ele adotada. Por meio dos seus temas e atividades, as aulas de ciências do Professor Carlos instigam uma postura investigativa e curiosa dos estudantes diante dos fenômenos científicos e como se apresentam na vida cotidiana.

Das discussões realizadas no capítulo 5, vimos que diversos fatores contribuíram para o surgimento da participação discursiva dos estudantes, em especial, na forma de questionamentos. Destacamos dentre os fatores apresentados: a postura dialógica do professor, sempre aberto à participação dos estudantes; a criação de um ambiente de aprendizagem no qual a fala do estudante adquire grande importância na sala de aula; o currículo temático que contextualiza os temas em estudo; a diversificação de atividades ao longo da sequência de ensino; a relação de afeto, confiança e respeito entre os participantes e a preparação dos estudantes, por meio de atividades realizadas antes das discussões. Mostramos também, no capítulo 5, que as perguntas dos estudantes aparecem geralmente em blocos, como já fora reportado na literatura (Lemke, 1990). Ao que parece, ao realizar uma pergunta, um estudante estaria “abrindo as portas” dessa sala de aula para a entrada de novas perguntas. Vimos que em aulas de correção de exercícios, nas quais os alunos já haviam

pensado sobre os assuntos que seriam discutidos durante a correção, o surgimento de questões de alto nível era intensificado.

A segunda pergunta da pesquisa remete às relações entre as demandas das perguntas dos estudantes e os propósitos e estratégias adotadas pelo professor. Identificamos, em primeiro lugar, a adequação e potencial interpretativo da categorização das perguntas dos estudantes segundo a posição frente à estrutura explicativa do ensino, já adotada por Aguiar, Mortimer e Scott (2010). Vimos nessa sala de aula um alto número de perguntas que não se relacionavam diretamente à estrutura explicativa do ensino, seja por extrapolar os conteúdos da aula ou por contestarem parcialmente a explicação fornecida que vinha sendo desenvolvida pelo professor. Nestes casos, as perguntas apresentam um desafio maior ao professor que nem sempre consegue dar uma resposta compreensível para os estudantes, uma vez que estas questões trazem à tona temas fora do planejamento do professor e que podem demandar conhecimentos prévios ainda não adquiridos pelos estudantes, ou até mesmo demandar conhecimentos e informações que o professor não possui ou não é capaz de evocar no momento.

Fizemos, ainda, uma tipificação das perguntas dos estudantes considerando as demandas por eles colocadas. Um dos resultados dessa pesquisa é a proposição de um sistema de categorias para investigar as demandas ou propósitos dos estudantes, criado indutivamente a partir da análise das perguntas dos estudantes em nosso *corpus* de dados e considerados no diálogo com trabalhos de outros autores e com os referenciais teóricos desta pesquisa. Os resultados mostram uma ampla diversidade de intenções dos estudantes, que envolvem: esclarecimento conceitual, busca de mecanismos causais, checagem de interpretação pessoal, identificação de lacunas ou contradições e aplicação do conhecimento em novo contexto. Verificamos, nos episódios analisados, o esforço do professor em identificar e responder a essas demandas, o que nem sempre foi obtido a contento. Identificamos nas interações com o professor a ocorrência de reformulações de perguntas feitas pelo mesmo estudante que a formulou originalmente ou por colegas. Tais reformulações reforçavam as demandas colocadas e serviam, ainda, para a negociação, com o professor, para legitimação de temas e abordagem da aula.

Tanto a pergunta quanto as respostas podem ser analisadas considerando as tensões entre as abordagens comunicativas dialógicas e de autoridade no discurso em sala de aula. Do ponto

de vista dos estudantes, ao formularem perguntas, eles exibem atitudes dialógicas face às palavras da ciência, fazendo um cruzamento com suas próprias palavras, experiências e conhecimentos prévios. Por outro lado, por meio de suas perguntas os estudantes estão também buscando a autoridade da ciência enquanto um corpo estruturado de conhecimento público. Em alguns momentos, notamos que prevalece a primeira intenção, mais dialógica; em outros momentos, como nas perguntas de esclarecimento, prevalece a demanda por uma voz de autoridade por parte do professor. Do mesmo modo, a tensão entre discurso dialógico e de autoridade se faz também presente na condução da aula pelo professor, quando este se depara com perguntas dos estudantes. Em face destas questões, os professores precisam decidir se estimulam, sondam e provocam ou se restringem os sentidos em circulação e controlam a agenda.

Em relação ao terceiro objetivo da pesquisa, fazemos mais uma observação relacionada à participação de estudantes para estabelecimento do tipo de discurso nesta sala de aula. Os nossos dados confirmam a conclusão de Aguiar, Mortimer e Scott (2010) de que tanto a abordagem comunicativa quanto os conteúdos tratados em uma aula não são resultados de uma escolha livre do professor, mas emergem, muitas vezes, das interações entre alunos e professor. O conteúdo do discurso nas aulas de ciências pode ser um resultado de negociações e ajustamentos entre a estrutura explicativa do professor e os conhecimentos e interesses dos alunos. Como exemplificam os episódios, perguntas feitas pelos alunos são importantes para fornecer ao professor informações sobre como estes se apropriam dos conceitos e modelos científicos, permitindo que tais ajustes possam ocorrer.

Os episódios analisados nesta dissertação indicam o potencial risco que corre o professor ao acolher perguntas dos estudantes que extrapolam a estrutura explicativa do ensino. Além do risco de dar respostas equivocadas ao ser surpreendido com perguntas inesperadas, há também o risco de dispersão dos temas de uma aula e, portanto, de superficialidade no tratamento dos temas, posto que o professor tenha que improvisar nestas circunstâncias. Apesar destes riscos, os episódios que analisamos nos mostram, ao mesmo tempo, o potencial de significação que vai sendo construído na medida em que professor e alunos se debruçam sobre as questões dos estudantes, sobretudo àquelas que extrapolam ou contestam a estrutura explicativa do professor. Afinal, vimos que essas perguntas deflagram movimentos de significação, cruzamento de vozes, busca de interesses e estabelecimento de relações.

O professor que acompanhamos assume esse risco e parece ser muito bem sucedido ao fazê-lo favorecendo, assim, a aprendizagem das ciências e enriquecendo a visão que os jovens vão tendo da ciência enquanto empreendimento social e cultural. O cruzamento entre as vozes da ciência escolar (atividades e leituras sugeridas pelo livro texto e conduzidas com maestria pelo professor) e o horizonte conceitual e discursivo dos estudantes produz como resultado uma apropriação progressiva (e às vezes equivocada) por parte dos estudantes dos modelos, linguagem e conceitos científicos.

Temos interesse de voltar aos dados em pesquisas futuras com o intuito de verificar as dinâmicas discursivas entre os alunos ocorridas durante a realização das atividades em grupo e suas contribuições para a aprendizagem em ciências. Outro interesse nosso é tentar aplicar os sistemas de categorias a outras sequências de ensino para aprimorá-lo e como torná-lo uma ferramenta capaz de entender os processos interativos que ocorrem dentro das salas de aula de ciências, em especial, processos que emergem a partir das questões dos estudantes.

Além disso, nos parece promissor comparar as atitudes do professor frente ao conhecimento e as estratégias de problematização por ele utilizadas, com as atitudes demonstradas por seus alunos. Poderíamos, por exemplo, elaborar uma tipologia para análise das perguntas formuladas pelo professor à classe e compará-las com o tipo de perguntas feitas pelos estudantes.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIAR, O; MORTIMER, E. F; SCOTT, P. “As perguntas dos estudantes e seus desdobramentos no discurso da sala de aula de ciências”. In: *Atas do X Encontro de Pesquisa em Ensino de Física*. Londrina: UEL, 2006.
- AGUIAR, O; MORTIMER, E. F; SCOTT, P. “Learning from and responding to students’ questions: the authoritative and dialogic tension”. *Journal of Research in Science Teaching*, 2010.
- AGUIAR, O; MENDONÇA, D. H; SILVA, N. “Análise do discurso em uma sala de aula de ciências: a postura do professor e a participação dos estudantes”. In: *Atas do VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*. Florianópolis: UFSC, 2007.
- ARAÚJO, A. O. *O uso do tempo e das práticas epistêmicas em aulas práticas de química*. Belo Horizonte: Faculdade de Educação da UFMG. (Dissertação, Mestrado em Educação), 2009.
- BAKHTIN, M. M.. *Speech Genres & Other Late Essays*, ed. by Cary Emerson & Michael Holquist, trans. by Vern W. McGee. Austin: University of Texas Press, 1986.
- \_\_\_\_\_. *Marxismo e filosofia da linguagem*. São Paulo: Hucitec-Annablume, 2002.
- \_\_\_\_\_. *Estética da criação verbal*. São Paulo: Martins Fontes, 2003.
- BIDDULPH, F; OSBORNE, R. “Some Issues Relating to Children’s Questions and Explanations, LISP(P)” *Working Paper* N°. 106. New Zealand: University of Waikato, 1982.
- CANDELA, A. *Ciencia en la aula: los alumnos entre la argumentacion y el consenso*. Ciudad de México: Paidós Educador, 1999.
- CHIN, C; BROWN, D. E.. “Learning in science: a comparison of deep and surface approaches”. *Journal of Research in Science Teaching*, 37, 109–138., 2000a.
- CHIN, C; BROWN, D. E.. “Learning deeply in science: an analysis and reintegration of deep approaches in two case studies of grade 8 students”. *Research in Science Education*, 30, 173–197, 2000b.
- CHIN, C; BROWN, D; BRUCE, B. C.. “Student-generated questions: a meaningful aspect of learning in science”. *International Journal of Science Education*, 24, 521–549, 2002.
- CHIN, C; CHIA, L.. “Problem-Based Learning: Using students’ questions to drive knowledge construction”. *Science Education*, 88 (5), 707-727, 2004.
- CHIN, C; OSBORNE, J.. “Students’ questions: A potential resource for teaching and learning science”. *Studies in Science Education*, 44, 1–39., 2008.

DILLON, J. T.. “The remedial status of student questioning”. *Journal of Curriculum Studies*, 20, 197–210, 1988.

DORI, Y. J; HERSCOVITZ, O.. “Question-posing capability as an alternative evaluation method: analysis of an environmental case study”. *Journal of Research in Science Teaching*, 36, 411–430, 1999.

DRIVER, ASOKO, LEACH, MORTIMER e SCOTT.. “Constructing scientific knowledge in the classroom”. *Educational Researcher*, v. 23,n.7, p.5-12, 1994

DUSCHL, R; J. OSBORNE. “Supporting and promoting argumentation in science education”. *Studies in Science Education*, 38, 1, 39-72, 2002.

ENGLE, R. A; CONANT, F. R.. “Guiding principles for fostering productive disciplinary engagement: Explaining an emergent argument in a community of learners classroom”. *Cognition and Instruction*, v. 20, p. 399–484, 2002.

ETKINA, E.. “Weekly reports: A two-way feedback tool”. *Science Education*, 84, 594–605, 2000.

LEMKE, J.L.. *Talking Science. Language, Learning and Values*. Norwood: Ablex Publishing Corporation, 1990.

HARPER, K; ETKINA, E; LIN, Y.. “Encouraging and analyzing student questions in a large physics course: Meaningful patterns for instructors”. *Journal of Research in Science Teaching*, 40, 776–791, 2003.

MASKILL, R; PEDROSA de JESUS, H.. “Pupils’ questions, alternative frameworks and the design of science teaching”. *International Journal of Science Education*, 19, 781–799, 1997a.

MASKILL, R; PEDROSA de JESUS, H.. “Asking model questions”. *Education in Chemistry*, 34 (5), 132–134, 1997b.

MENDONÇA, D. H; AGUIAR, O. SILVA, N.. “Participação dos estudantes no discurso de uma sala de aula de ciências: tensão entre discurso dialógico e de autoridade”. In: *Atas do XI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física*. Curitiba: UFTPR, 2008.

MENDONÇA, D. H; AGUIAR, O.. “As reações dos estudantes frente ao discurso científico escolar: identificando demandas nas perguntas e comentários críticos nas aulas de ciências”. In: *Atas do VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*. Florianópolis: UFSC, 2009.

MILLAR, R; OSBORNE, J.. *Beyond 2000: Science education for the future*. London: Kings College, 1998.

MORTIMER, E. F.. Multivoicedness and univocality in classroom discourse: an example from theory of matter. *International Journal of Science Education*, (1): 67-82., 1998.

MORTIMER, E. F; SCOTT, P. H.. *Meaning making in secondary science classrooms*. Maidenhead: Open University Press, 2003.

MORTIMER, E. F; MASSICAME, T; BUTY, C; TIBERGHIEU, A.. “Uma metodologia para caracterizar os gêneros de discurso como tipos de estratégias enunciativas nas aulas de ciências”. In NARDI, R. *A pesquisa em Ensino de Ciência no Brasil: alguns recortes*. São Paulo: Escrituras, 2007.

MORTIMER, E. F.. *Linguagem e formação de conceitos no ensino de ciências*. Belo Horizonte: Ed. UFMG. (Aprender), 2000.

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.

OGBORN, J; KRESS, G; MARTINS, I; MCGILLICUDDY, K.. *Explaining science in the classroom*. Buckingham: Open University Press, 1996.

OLIVEIRA, M. K.. *Vygotsky, aprendizado e desenvolvimento: um processo sócio-histórico*. São Paulo: Scipione. (Série pensamento e ação no magistério), 1993.

OLIVEIRA, P. C. *A formulação de questões a partir de contextos problemáticos: um estudo com alunos dos Ensinos Básico e Secundário*. Universidade do Minho. (Dissertação, Mestrado em Educação), 2008.

SCARDAMALIA, M; BEREITER, C.. “Text-based and knowledge-based questioning by children”. *Cognition and Instruction*, 9, 177–199, 1992.

SCOTT, P. H; MORTIMER, E. F; AGUIAR, O. G.. “The tension between authoritative and dialogic discourse: A fundamental characteristic of meaning making interactions in high school science lessons”. *Science Education*, 90, 605–631, 2006.

SILVA, A. C. T.. *As práticas discursivas nas aulas de química: Correlacionando professores de estilos diferentes*. Belo Horizonte. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação da Universidade Federal de Minas Gerais, 2008.

SILVA, N. S; AGUIAR, O.. “O uso dos conceitos de elemento e substância por estudantes da 7ª série do ensino fundamental numa perspectiva de análise sócio-cultural”. In: *Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências*, Florianópolis, 2007.

SILVA, N. S.. *O uso e apropriação do conceito de elemento químico por estudantes do ensino fundamental*. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação da Universidade Federal de Minas Gerais, 2009.

SILVA, P. D. S.. “O projeto temático na sala de aula: Mudanças nas interações discursivas”. Belo Horizonte, (Tese, doutorado em educação) – Faculdade de Educação da Universidade Federal de Minas Gerais, 2008.

VAN ZEE, E; IWASKYK, M; KUROSE, A; SIMPSON, D; WILD, J.. “Student and teacher questioning during conversations about science”. *Journal of Research in Science Teaching*, 38, 159–190, 2001.

VYGOTSKY, L. S. *A construção do Pensamento e da Linguagem*. São Paulo: Martins Fontes, 2001.

VYGOTSKY, L. S. *A formação social da mente*. São Paulo: Martins Fontes, 2003.

VYGOTSKY, L. S. *Pensamento e linguagem*. São Paulo: Martins Fontes, 2005.

WATTS, M; ALSOP, S; GOULD, G; WALSH, A.. “Prompting teachers’ constructive reflection: pupils’ questions as critical incidents”. In: *International Journal of Science Education*, 19, 1025–1037, 1997a.

WERTSCH, James V.. *Voices of the mind: a sociocultural approach to mediated action*. Cambridge: Harvard University Press, 1991.

WOODWARD, C.. “Raising and answering questions in primary science: some considerations”. *Evaluation and Research in Education*, 6, 145–153, 1992.

YIN, R. K. *Estudo de caso: planejamento e métodos*. Porto Alegre: Bookman, 2001.

## ANEXOS

### ANEXO 1

Data 06/02 Aula 1-2	Apresentações  Contrato de trabalho (caderno ou pasta)  Um convite para investigar as mágicas da natureza	Introdução ao ensino de Ciências Naturais	Introdutória
Data 08/02 Aula 3	Abertura da unidade 1.  Atividades das páginas 8 e 9.  Análise do RX (figura da introdução) e a relação com o cálcio que forma os ossos.  Interpretação do ciclo do fósforo e leitura da legenda.  Atividade Trocando idéias - Os minerais presentes nos alimentos (Análise de rótulos variados por grupo de estudantes e preenchimento de uma tabela com os sais minerais solicitados pelo professor).  Tarefa para casa: O professor pede aos estudantes que escolham mais 5 alimentos para compor a tabela e que respondam a questão 4 do Trocando idéias.	As transformações dos materiais – capítulo 1: Os minerais e a vida  Os minerais presentes nos alimentos	Leitura e comentários sobre o texto introdutório.  Atividade em grupo de 5 alunos (Trocando idéias – pré teste)
Data 13/02	Entrega das autorizações para filmagens  Cobrança do para casa	O ciclo do cálcio no organismo e no	Correção de atividade.

Aula 4-5	Leitura de um folheto e avisos sobre a dengue  Correção do para casa  Atividade do caso o cálcio – Faça em seu caderno  Demonstração do ovo no vinagre	ambiente	Atividade demonstrativa  (ovo no vinagre)
Data 15/02  Aula 6-7	Atividade Mãos à obra – Hortas hidropônicas (pág. 15)	Hortas hidropônicas	Leitura, instruções e comentários sobre a atividade experimental a ser realizada.  Atividade experimental em grupos de 5 alunos
Data 22/02  Aula 8	O professor retoma algumas questões sobre o ciclo do cálcio e do fósforo.  Atividade Faça em seu caderno (Pág. 16 e 17).  Os estudantes observam os pés de feijão da atividade experimental realizada na aula anterior.	Minerais essenciais à saúde.  Nutrição vegetal.	Discussão coletiva  Exercícios em dupla – Faça em seu caderno.  Observação

			dos resultados da atividade prática realizada na aula anterior
Data 27/02 Aula 9-10	Correção das atividades – Faça em seu caderno ( p.16 e 17).  Atividade da horta hidropônica – interpretação dos resultados da atividade experimental.  Sistematização feita pelo professor	Minerais essenciais à saúde.  Nutrição vegetal.	Correção de exercícios.  Discussão coletiva.  Atividade em grupo (interpretando os resultados da hidroponia).  Sistematização