



UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DE LONDRINA

---

ZORAYA LÚCIA DA SILVA DALOSSI PICELLI

**INVESTIGAÇÕES SOBRE AS INTERAÇÕES DISCURSIVAS  
NA ELABORAÇÃO DO CONHECIMENTO DE DENSIDADE  
NAS AULAS DE CIÊNCIAS**

ZORAYA LÚCIA DA SILVA DALOSSI PICELLI

**INVESTIGAÇÕES SOBRE AS INTERAÇÕES DISCURSIVAS  
NA ELABORAÇÃO DO CONHECIMENTO DE DENSIDADE  
NAS AULAS DE CIÊNCIAS**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Álvaro Lorencini Júnior.

Londrina  
2011

Catálogo elaborado pela Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central da  
Universidade Estadual de Londrina

### **Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)**

P591i Picelli, Zoraya Lúcia da Silva Dalossi.  
Investigações sobre as interações discursivas na elaboração do conhecimento  
de densidade nas aulas de ciências / Zoraya Lúcia da Silva Dalossi Picelli. –  
Londrina, 2011. 164 f. : il.

Orientador: Álvaro Lorencini Júnior.

Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) –  
Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Exatas, Programa de  
Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática, 2011.

Inclui bibliografia.

1. Ciências – Estudo e ensino – Teses. 2. Densidade – Formação de  
conceitos – Teses. 3. Abordagem interdisciplinar do conhecimento – Teses. 4.  
Linguagem e conhecimento – Teses. 5. Alunos – Desenvolvimento cognitivo –  
Teses. I. Lorencini Júnior, Álvaro. II. Universidade Estadual de Londrina. Centro  
de Ciências Exatas. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e  
Educação Matemática. III. Título.

CDU 50: 37.02

ZORAYA LÚCIA DA SILVA DALOSI PICELLI

**INVESTIGAÇÕES SOBRE AS INTERAÇÕES DISCURSIVAS NA  
ELABORAÇÃO DO CONHECIMENTO SOBRE DENSIDADE DE  
AULAS DE CIÊNCIAS**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Álvaro Lorencini Júnior  
UEL – Londrina – PR

---

Prof. Dr. João Batista Martins  
UEL – Londrina – PR

---

Prof. Dr. Moisés de Oliveira  
UEL – Londrina – PR

Londrina, 28 de julho de 2011.

Para minha família, pela compreensão e apoio durante esta jornada.

Para Bruno, Carlos Kaíque, Caroline, Fabiana, Gabriel, Giovani, Hugo, Isabela, Jonhatan, Júlia, Karine, Luís Augusto, Mateus Demarchi, Mateus Orsini, Mateus Volpi, Mayara, Natália, Nathielen, Ricardo, Ronan, Thomas, Vinícius, William – co-autores deste trabalho – que, enquanto aprendiam muito me ensinavam.

## AGRADECIMENTOS

A Deus, que me abençoou, me deu paz, sabedoria e forças para a realização de meu objetivo.

A Nossa Senhora Desatadora de Nós, que intercedeu por mim nos momentos mais difíceis.

Aqueles a quem amo: meu marido, Angelo e meus filhos Mariana, Vinícius e Giovani pelo amor, paciência, compreensão e apoio ao longo desta jornada de aprendizado.

Aqueles que também merecem meu amor e que para mim são exemplos de vida: meus pais e meus sogros, pelo incentivo e apoio.

Aos meus irmãos, cunhados, e sobrinhos por torcerem por mim.

Ao professor Dr. Álvaro Lorencini Júnior, pela seriedade e paciência no ensino de como caminhar pela pesquisa; pela demonstração constante de confiança e pela orientação valiosa.

Aos professores Doutores João Batista Martins e Moisés de Oliveira, pelas relevantes contribuições por ocasião do Exame de Qualificação.

Às minhas amigas queridas e mais que especiais, Fernanda, Maria Lúcia e Márcia por acreditarem em mim e caminharem ao meu lado. `

A Maria Carmen pela valiosa contribuição ao proceder à revisão textual.

A Sueli que com o seu trabalho possibilitou que eu tivesse mais tempo para dedicar-me a este trabalho.

Aos colegas, professores e funcionários do Colégio Estadual Barbosa Ferraz, que também estiveram torcendo por mim.

Aos meus alunos, companheiros deste trabalho.

A relação entre pensamentos e palavras é um processo vivo; o pensamento nasce na palavra. Uma palavra privada de pensamento é uma coisa morta, e um pensamento sem expressão através das palavras mantém-se nas trevas.

João Batista Martins

PICELLI, Zoraya Lúcia da Silva Dalossi. **Investigações sobre as interações discursivas na elaboração do conhecimento de densidade nas aulas de ciências**. 2011. 164 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2011.

## RESUMO

Este estudo teve como principal objetivo investigar as interações discursivas construídas pelas perguntas do professor e pelas respostas dos alunos na elaboração do conhecimento sobre Densidade nas aulas de Ciências da 9ª série do ensino fundamental de uma escola da rede pública estadual do município de Andirá (PR). Foram realizadas transcrições das interações discursivas áudio-gravadas, ocorridas durante as atividades desenvolvidas que serviram como registro de dados para posterior análise. A análise dos resultados obtidos foi realizada sob a perspectiva sócio construtivista vygotskyana, tendo a ferramenta analítica das interações discursivas adaptada dos estudos de Mortimer e Scott (2002), bem como uma análise interpretativa cognitivista baseada na Aprendizagem Significativa ausubeliana dos possíveis efeitos das interações discursivas na atribuição, negociação e compartilhamento dos significados do conceito de Densidade. Com base nesses pressupostos, a investigação identificou as diferentes formas de abordagens comunicativas de interação professor-aluno, bem como, analisou a relação e o impacto da utilização desses diferentes padrões sobre a participação efetiva dos alunos nas interações discursivas e seus efeitos sobre o processo de elaboração do conhecimento; verificou a utilização das perguntas como ferramenta tanto na criação, como na forma de ajuda ou andaime na ampliação da Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP) do aluno; averigou as situações de conflito sócio-cognitivo nos alunos provocadas pelas perguntas do professor, e as implicações na elaboração do conhecimento. Os resultados obtidos indicam que as interações discursivas com conflitos sócio- cognitivos, ajudas/andaimes e ampliações da ZDP promovidas tanto pelo professor como pelos alunos de modo coletivo, possibilitam a construção de significados sobre o conceito de Densidade. Podemos considerar ainda que os alunos atribuíram significados ao conceito com ajuda do professor, no sentido de se aproximar do conhecimento científico, no entanto, em determinados contextos das atividades ocorreu um regressão das concepções para aquelas primeiramente apresentas. Portanto, os resultados indicam um movimento cognitivo de progresso e regressão, isto é, aproximações e distanciamentos dos significados construídos durante a ZDP, do conceito de Densidade. Consideramos que as interações discursivas com intervenções do professor no sentido da negociação dos significados, sem prevalecer um discurso de autoridade, possibilitam essa dinâmica da elaboração do conhecimento profícua para o desenvolvimento de habilidades cognitivas para construção de significados.

**Palavras-chave:** Ensino de ciências. Linguagem e conhecimento. Interações discursivas.

PICELLI, Zoraya Lúcia da Silva Dalossi. **Investigations about the discursive interactions in the development of the knowledge of density in science classes.** 2011. 164 f. Dissertation (Master's degree in Science Teaching and Mathematics Education) – State University of Londrina, Londrina, 2011.

### **ABSTRACT**

This study aimed to investigate the discursive interactions constructed by the teacher's questions and the students' answers in knowledge development about Density during the science classes in the 9th grade of elementary school, in a public school in the city of Andirá, state of Paraná. Transcriptions of audio-recorded discursive interactions that occurred during the activities were used as a data record for later analysis. The analysis of the results was performed under the Vygotsky's Social Constructivist Perspective, and had the analytical tool of the discursive interactions adapted from Mortimer and Scott's studies (2002), as well as a cognitive interpretative analysis based on Ausubel's Significant Learning about the possible effects of the discursive interactions on the attributions, negotiations and sharing of the meanings of the concept of density. Based on these assumptions, the research identified the different forms of communicative approaches to teacher-student interaction, as well as analyzed the relation and impact of the use of different standards on the effective students participation in discursive interactions and its effects on the knowledge development process; the research also evaluated the use of questions as a tool, both in the creation and as a way of help or scaffolding to expand the student's Zone of Proximal Development (ZPD); it found instances of socio-cognitive conflict in students caused by the teacher's questions, and the implications in the knowledge development. The results indicate that the discursive interactions with socio-cognitive conflicts, assistance/scaffolding and the ZPD extensions promoted by both the teacher and the students on a collective basis, enable the construction of meanings about the concept of Density. We can also consider that the students attributed meanings to the concept with the teacher's help, in order to reach scientific knowledge, however, in certain contexts of the activities there was a regression of the concepts to those first presented ones. Therefore, the results indicate a progress and regress cognitive movement, that is, they indicate similarities and differences of meanings constructed during the ZPD, about the concept of Density. We consider that the discursive interactions with the teacher's interventions towards the negotiation of meanings, without a prevailing discourse of an authority, allow this dynamics of knowledge development, that is useful for the cognitive abilities development in the meanings construction.

**Keywords:** Science education. Language and knowledge. Discursive interactions.

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1</b> – Síntese das intenções do professor .....	50
<b>Quadro 2</b> – Classes de abordagem comunicativa .....	52
<b>Quadro 3</b> – Intervenções do professor .....	54
<b>Quadro 4</b> – Convenções para as sequências transcritas.....	67
<b>Quadro 5</b> – Procedimentos do professor que dão suporte à construção dos significados nas aulas de Ciências.....	69
<b>Quadro 6</b> – Padrões de interação Professor/aluno .....	75
<b>Quadro 7</b> – Síntese do papel do professor: referente à sequência 1 .....	78
<b>Quadro 8</b> – Síntese do papel do professor: referente à sequência 2 .....	81
<b>Quadro 9</b> – Síntese do papel do professor: referente à sequência 3 .....	83
<b>Quadro 10</b> – Síntese do papel do professor: referente à sequência 4 .....	85
<b>Quadro 11</b> – Síntese do papel do professor: referente à sequência 5 .....	89
<b>Quadro 12</b> – Síntese do papel do professor: referente à sequência 6 .....	96
<b>Quadro13</b> – Síntese do papel do professor: referente à sequência 7 .....	100
<b>Quadro 14</b> – Síntese do papel do professor referente à sequência 8 .....	110
<b>Quadro 15</b> – Síntese do papel do professor: referente à sequência 9 .....	121
<b>Quadro 16</b> – Síntese do papel do professor: referente à sequência 10 .....	132
<b>Quadro 17</b> – Síntese do papel do professor: referente à sequência 11 .....	137
<b>Quadro 18</b> – Aspectos principais dos ciclos de atividade do episódio de ensino analisado .....	138

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

<b>EJA</b>	Educação de Jovens e Adultos
<b>ENEM</b>	Exame Nacional do Ensino Médio
<b>IES</b>	Instituições de Ensino Superior
<b>PCNs</b>	Parâmetros Curriculares Nacionais
<b>PDE</b>	Programa de Desenvolvimento Educacional
<b>UNOPAR</b>	Universidade Norte do Paraná
<b>ZDP</b>	Zona de Desenvolvimento Proximal
<b>mL</b>	Mililitro
<b>g/cm<sup>3</sup></b>	Grama por centímetro cúbico

## SUMÁRIO

<b>APRESENTAÇÃO</b> .....	12
<b>CAPÍTULO 1 – REFERENCIAIS TEÓRICOS PARA COMPREENSÃO DA INFLUÊNCIA DAS INTERAÇÕES DISCURSIVAS NA APRENDIZAGEM DOS CONTEÚDOS DE CIÊNCIAS</b> .....	22
1.1 DAS CONCEPÇÕES DE ENSINO AOS ELEMENTOS QUE EMBASAM A UTILIZAÇÃO DAS INTERAÇÕES DISCURSIVAS NAS AULAS DE CIÊNCIAS .....	22
<b>CAPÍTULO 2 – COMPREENDENDO A DINÂMICA DAS INTERAÇÕES DISCURSIVAS NAS SALAS DE AULAS: AS FERRAMENTAS DE ANÁLISE</b> .....	46
2.1 A FERRAMENTA DE ANÁLISE DE MORTIMER E SCOTT .....	48
<b>CAPÍTULO 3 – OBJETIVOS E FUNDAMENTOS METODOLÓGICOS DA INVESTIGAÇÃO</b> .....	56
3.1 OBJETIVOS DA INVESTIGAÇÃO.....	56
3.2 AS OPÇÕES E OS FUNDAMENTOS METODOLÓGICOS .....	58
3.2.1 Nasce a Professora-Pesquisadora .....	59
3.2.2 As Bases e as Características da Investigação.....	60
3.2.3 Caracterizando o <i>Lócus</i> e o Contexto da Investigação .....	61
3.2.4 A Coleta de Dados .....	64
3.2.5 A Análise dos Dados .....	65
3.2.6 A Estrutura de Análise.....	68
<b>CAPÍTULO 4 – APRESENTAÇÃO, ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS OBTIDOS</b> .....	76
4.1 SEQUÊNCIA 1: O QUE BOIA E O QUE NÃO BOIA? .....	76
4.2 SEQUÊNCIA 2: TESTANDO AS PREVISÕES .....	78
4.3 SEQUÊNCIA 3: O QUE FAZ UM OBJETO BOIAR OU AFUNDAR?.....	81
4.4 SEQUÊNCIA 4: SÓ NÃO ENTENDO PORQUE A LATINHA É MAIS PESADA E NÃO AFUNDOU? .....	83
4.5 SEQUÊNCIA 5: NÃO É O QUANTO ELE PESA NA BALANÇA E SIM SE É MAIS PESADO QUE A ÁGUA .....	86

4.6 SEQUÊNCIA 6: O PESSOAL ESTÁ DIZENDO QUE É A DENSIDADE QUE FAZ UMA COISA AFUNDAR OU NÃO AFUNDAR .....	90
4.7 SEQUÊNCIA 7: O QUE VOCÊS ACHAM QUE VAI ACONTECER COM ESSA BOLINHA DE MASSINHA? .....	96
4.8 SEQUÊNCIA 8: MAS ENTÃO QUAL É A AÇÃO DO GÁS AÍ? .....	100
4.9 SEQUÊNCIA 9: O QUE É PARA VOCÊS MAIS DENSO E MENOS DENSO?.....	110
4.10 SEQUÊNCIA 10: UM TEM A MASSA MAIOR E OUTRO TEM A MASSA MENOR, MAS OS DOIS OCUPAM O MESMO VOLUME. E O QUE SERÁ QUE UMA COISA TEM A VER COM A OUTRA?.....	121
4.11 SEQUÊNCIA 11: COMO EU ACHO A RELAÇÃO ENTRE A MASSA E O VOLUME DE UM OBJETO? .....	132
4.12 REVISITANDO ASPECTOS DA ANÁLISE: COMPREENDENDO OS RESULTADOS .....	137
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	147
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	153
<b>APÊNDICES</b> .....	162
APÊNDICE A –Solicitação de Autorização para a Direção da Escola .....	163
APÊNDICE B – Solicitação de Autorização aos Pais dos Alunos .....	164

## APRESENTAÇÃO

Não posso afirmar que ser professora estivesse entre minhas aspirações infantis. Pelo contrário, entre todas as lembranças da minha infância não se encontra a tão comum “brincadeira de escolinha”. Por outro lado, lembro-me muito bem das brincadeiras onde o papel interpretado por mim era sempre qualquer um que representasse uma profissional liberal. No entanto, vinda de uma família de seis filhos, numa época em que a maior preocupação era a de se arrumar um emprego o mais rápido possível, fui levada a cursar os cursos de Magistério e Técnico em Contabilidade no antigo 2º grau, cursos esses que me poderiam proporcionar acesso mais rápido ao mercado de trabalho.

Terminei ambos os cursos, sem, no entanto, encontrar afinidade com os balancetes das aulas de Contabilidade. As disciplinas específicas do Magistério me agradavam e me saía sempre muito bem nos estágios de docência, porém confesso que se diferentes opções me fossem apresentadas naquela época, provavelmente a minha escolha não seria pelo magistério.

Tendo em vista as condições financeiras da minha família que não poderiam proporcionar-me a oportunidade de formação superior num local mais distante, e com o agravante de ter um pai conservador para quem uma filha “só sairia de casa depois de casada”, fui levada a prestar vestibular na faculdade mais próxima da minha cidade, a então Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, na cidade de Jacarezinho, que, apesar do nome, não oferecia um curso de Filosofia, mas cursos de graduação em Ciências e Letras, além de Pedagogia, voltados à formação de professores e de pedagogos. A opção por Ciências e depois pela habilitação em Química deu-se por conta do gosto por essas disciplinas, desenvolvido em mim por professores pelos quais foram ministradas. De Ciências aprendi a gostar ainda no período antes denominado 5ª a 8ª séries do 1º grau, e hoje reconhecido por anos finais do Ensino Fundamental; a afinidade com a Química me foi desperta já no curso de graduação.

É muito provável que este meu relato pressuponha que eu tenha me tornado uma profissional infeliz, extremamente frustrada por ter abandonado meus anseios iniciais e que isso possa ter afetado e ainda afete o meu trabalho negativamente. Penso não poder apresentar uma resposta que contrarie tais suposições de forma mais convincente que a minha incursão pela pesquisa, numa época na qual a maioria dos professores possivelmente esteja se preparando para usufruir merecida aposentadoria. No exercício do magistério descobri uma afinidade profunda com a profissão, descobri que ser professora, apesar das dificuldades

pertinentes ao exercício do magistério, é algo de que eu gosto muito. Sinto-me à vontade na sala de aula, gosto do convívio com os alunos e dentro do possível consigo estabelecer com eles uma relação amigável. Estou sempre preocupada em proporcionar a eles aulas com qualidade. Gosto de estudar, atividade que considero essencial para o exercício da profissão. Posso dizer ainda que atividades escolares inerentes ao trabalho em sala de aula, como planejamento de aulas, por exemplo, são executadas por mim com prazer. Por outro lado, aborrece-me muito o descaso com o qual o poder público trata os assuntos relacionados à educação.

Hoje sou professora formada em Magistério, graduada em Ciências com habilitação em Química pela Faculdade de Ciências, Filosofia e Letras de Jacarezinho e especialização em Metodologia do Ensino e Administração, Supervisão e Orientação Escolar pela Universidade Norte do Paraná (UNOPAR). Iniciei carreira no Magistério como professora de 1ª a 4ª séries do Ensino Fundamental, trabalhando com alunos de 3ª série do 1º Grau (4º ano do atual Ensino Fundamental) numa escola da Zona Rural. Atuei ainda em uma turma de Deficientes Visuais, que deixei para assumir a direção de uma escola estadual também de Ensino Fundamental e, após realizar concurso de transposição para 5ª a 8ª séries, passei a trabalhar na escola na qual estou atualmente, o Colégio Estadual Barbosa Ferraz – Ensino Fundamental e Médio, onde ministro aulas de Ciências no Ensino Fundamental e também na modalidade Educação de Jovens e Adultos (EJA). Fui diretora dessa escola por uma gestão.

Uma trajetória resumida assim em poucas linhas não é capaz de revelar a complexidade do caminho trilhado. Estar pronta academicamente para ser professora não significa exatamente estar preparada para a sala de aula. Penso não haver outra profissão em que caiba tão bem a frase inspirada nos versos do poema “Cantares” do poeta espanhol Antonio Machado (1875-1939): *o caminho se faz caminhando*.

Nenhuma outra experiência dá ao professor a noção exata de suas necessidades, carências e de suas capacidades do que estar diante de uma situação real de docência. É só nessa ocasião que você tem a dimensão real daquilo que sabe e do quanto ainda precisa aprender; que se dá conta de que aquela sala de aula ideal, com alunos igualmente motivados para a aprendizagem, que por sua vez dependerá apenas da transmissão bem feita dos conteúdos, não existe. Em contrapartida, penso ser justo afirmar que também os alunos não muito raramente são colocados diante de professores nas mãos dos quais não gostariam que estivesse sua relação com o saber. Professores formados como técnicos e que por isso têm sua prática alicerçada no conhecimento “de técnicas e procedimentos advindos

da investigação científica [...]” que devem então ser aplicados “[...] para solucionar problemas e obter resultados esperados” (LORENCINI JUNIOR, 2000, p. 21), mas que acabam “[...] por não dar conta da complexidade do ato pedagógico, ao qual não cabem receitas prontas nem soluções-padrão [...]” (SCHNETZLER, 1998, p. 396), tamanha é a diversidade e complexidade do contexto nas salas de aula.

Há ainda outro ponto relevante a considerar: a qualidade da base de conhecimentos específicos da disciplina ministrada, em nosso caso dos conhecimentos científicos, aqueles que o professor recebe durante sua formação inicial. O trabalho de Tobin e Espinet (1989) aponta que, além da necessidade precípua do conhecimento da matéria a ser ensinada, a falta de tal conhecimento dificulta ou até mesmo inibe - dada a insegurança que gera no professor - qualquer tentativa de inovação em seu trabalho na sala de aula. A questão aqui implicada é a de que se considerando a importância da aquisição dos conhecimentos específicos de cada disciplina, é preciso questionar a maneira como os cursos de graduação têm trabalhado esse aspecto da formação do professor: ora reduzindo tal formação à aquisição desses conhecimentos, ora relativizando sua importância (CARVALHO; GIL-PÈREZ, 2001; FURIÓ MÁ; GIL-PÈREZ, 1989).

Maldaner (2003) aponta que os cursos de formação atribuem grande importância ao fornecimento de uma boa base de conhecimentos específicos, porém alicerçados como são na perspectiva acadêmica, não fazem a necessária integração com o conhecimento pedagógico, implicando na formação do professor especialista, aquele que acredita que quanto mais conhecimentos possuir melhor poderá desenvolver sua função na sala de aula. Ensina-se ao futuro professor aquilo que ele deverá ensinar, mas não o ensinam a ensinar. Tobin e Espinet (1989) incluem entre as dificuldades do professor em implementar mudanças em sua prática, os conhecimentos adquiridos sobre o ensino de forma incidental e não-reflexiva, enquanto ele próprio é ensinado. Em outras palavras, a estruturação de sua prática na chamada *formação ambiental* (CARVALHO; GIL-PÈREZ, 2001), ou seja, ministrar aulas baseando-se nas experiências vivenciadas por ele, durante toda a sua formação educacional, é um procedimento usual entre os professores. Forma-se então um círculo vicioso, que segundo Carvalho e Gil-Pérez (2001), para ser quebrado, exige a adoção de um modelo de ensino alternativo, coerente, porém mais eficaz. Para tanto, na formação do professor deveria existir uma formação teórico-pedagógica relativa ao processo ensino/aprendizagem de Ciências, integrada aos conhecimentos específicos. Não quero dizer com isso que os cursos de graduação devessem pautar a formação de professores no

fornecimento de “receitas” prontas, mas que pelo menos apontassem para o futuro professor as possibilidades à sua disposição para efetivar a aprendizagem.

Fato muito comum também é o professor recém-formado (embora isso não seja uma prerrogativa apenas de professores iniciantes) ter dificuldade em transformar aquilo que Chevallard (1991) considera uma das fases da transposição didática, a transformação do *saber a ensinar* em *saber ensinado*, ou seja, ele não consegue trabalhar didaticamente com seus alunos o conhecimento específico adquirido em sua formação. Isso pode torná-lo extremamente inseguro, insegurança à qual, nossa experiência em sala de aula aponta, os alunos são extremamente sensíveis, podendo reagir a ela inclusive por meio da indisciplina.

Schnetzler (1998) afirma que os cursos de graduação aparentemente não conseguem fazer com que os professores não se deixem influenciar pela sua formação ambiental. Tal constatação parece isentar as instituições de ensino superior da responsabilidade pelos problemas enfrentados pelo professor em sala de aula, ou em último caso, minimizar tal responsabilidade. No entanto se os professores tendem, conforme afirma Maldaner (2003), a reproduzir as técnicas e métodos de ensino ao qual foram submetidos durante sua formação, as instituições nas quais esses professores são formados deveriam levar isso em conta e fazer algo em direção à melhoria da qualidade da formação dos profissionais que por elas passam.

Na tentativa de complementar a formação inicial, a fim de sanar ou de pelo menos atenuar as suas deficiências, os professores têm a sua disposição diversas modalidades dos chamados cursos de formação continuada, que, de acordo com Krasilchik (1987), deveriam sanar os problemas existentes na formação dos professores, assim como proporcionar a eles uma maneira de atualizar seus conhecimentos e ainda oportunizar momentos de um pensar mais demoradamente sobre o papel de sua disciplina e da escola na Educação.

Infelizmente, porém, o que se observa na maioria dos cursos de formação continuada não é muito diferente do que é observado nos cursos de formação inicial. Com uma carga horária geralmente mínima (pela dificuldade de se afastar o professor de sua sala de aula), não possibilita que os conteúdos sejam abordados com a profundidade necessária a uma aprendizagem realmente efetiva. A seleção de conteúdos a serem trabalhados também pode diminuir a eficácia desses cursos, pois alguns priorizam os conhecimentos específicos enquanto outros priorizam os conhecimentos teórico-pedagógicos. Trabalhar separadamente conhecimentos específicos e estratégias de ensino dificulta o trabalho do professor que muitas das vezes não consegue adaptar os conhecimentos adquiridos num curso de formação

continuada ao contexto de sua sala de aula. Para Carvalho (1988), essa descontextualização, impede que o professor efetive as estratégias e métodos que lhes foram apresentadas apenas teoricamente na realidade de sua disciplina e de sua sala de aula.

Posso afirmar que os resultados de pesquisas em Educação citados nos últimos parágrafos têm em mim um exemplar. Com certo agravante, pois se a maioria das instituições peca por não aliar o conhecimento específico ao conhecimento pedagógico, terminei meu curso de graduação com muitas lacunas também no conhecimento específico. Assim, precisei estudar muito no início da minha profissão. Estudava porque acreditava que um bom nível de conhecimento seria essencial para exercer minha função de forma eficiente e ainda para que eu, recém-formada, aos 21 anos, conquistasse o respeito das minhas primeiras turmas, em caráter de substituição, alunos e alunas de 1º e 3º ano do curso de Educação Geral e também no Magistério (opções do Ensino Médio naquela época), alguns apenas quatro anos mais novos do que eu e outros até mais velhos (principalmente no curso de Magistério).

E assim foi durante muito tempo. Ser um bom professor para mim podia ser assim equacionado: domínio do conteúdo + domínio da turma = aprendizagem. Com pouco respaldo pedagógico no curso de graduação, tinha como referência meus próprios professores, fosse para adotar ou não determinada postura em sala de aula, e aos poucos “aprendi” a ser professora, ou seja, adquiri *conhecimento prático* (LORENCINI JUNIOR, 2000, p. 12), aprendi a desenvolver ações para algumas das variadas situações vivenciadas em sala de aula e também soluções para alguns dos diversos problemas nela enfrentados.

Nesse processo percebi, porém, que buscar não implica necessariamente em encontrar, principalmente em se tratando da complexidade do contexto da sala de aula. Nem sempre encontrei, portanto, a ação e as soluções ideais. Algumas vezes encontrei tampouco solução alguma. Outras vezes não busquei soluções por não enxergar o problema ou ainda por entender que não cabia a mim encontrá-las. Isso ocorreu durante certo tempo, principalmente no início da carreira, com relação às deficiências na aprendizagem dos alunos, explícitas nas notas baixas, nas reprovações ao final do ano letivo ou ainda das muitas aprovações pelo “Conselho de Classe”, muitas vezes mascaradas por notas acima da média, escondendo “pseudo-saberes” (ANDREOLLA, 2005), hoje desvelados principalmente no baixo rendimento de nossos alunos em programas de avaliação, como o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), por exemplo, cujas questões não exigem memorização e sim a compreensão e interpretação de fenômenos e a relação deles com os conceitos científicos que supostamente possui.

Penso ser sempre muito difícil para qualquer professor aceitar o fato de que todo seu empenho no preparo das aulas, na utilização de variados recursos, na transmissão esmerada dos conteúdos, não garanta a aprendizagem do aluno. Não foi diferente comigo. Passei então pelas fases de culpar o aluno, seu ambiente familiar e cultural, meu curso de formação inicial (por não terem me propiciado ferramentas para fugir de uma prática metodológica tradicional), os cursos de formação continuada (por apontarem minhas falhas e não me apresentarem “receitas” para corrigi-las), o sistema educacional (carga horária de trabalho, falta de respaldo por parte das equipes pedagógicas, programas curriculares, excesso de alunos em sala de aula, entre outros – que dificultavam a busca e a implementação de novas práticas).

Não posso aqui afirmar que considero as instituições e circunstâncias mencionadas isentas de toda e qualquer responsabilidade pelos resultados em sala de aula. Hoje, porém, consigo ver com maior clareza que é preciso buscar meios e estratégias que, problemas à parte, proporcionem ao nosso aluno um aprendizado, por meio do qual ele possa interpretar, compreender e relacionar os conceitos científicos escolares aos fenômenos que os cercam no seu dia-a-dia.

O direito à participação no Programa de Desenvolvimento Educacional - PDE<sup>1</sup> proposto pela Secretaria de Estado da Educação, conquistado recentemente, durante o qual estive sob a orientação do Prof. Dr. Álvaro Lorencini Júnior, concedeu-me a oportunidade de proceder tal busca, principalmente por permitir o acesso e o tempo necessário para leitura de trabalhos resultantes de diversas pesquisas que nos permitiram conhecer as concepções recentes sobre a aprendizagem de Ciências, concepções estas que comprovam não se aprender novos conhecimentos apenas pelo processo transmissão-assimilação. Diversos pesquisadores (ANDREOLLA, 2005; COOL; ONRUBIA, 1998; EDWARDS, 1998; LORENCINI JUNIOR, 2000; MERCER, 1998; MORTIMER; SCOTT, 2002; VYGOTSKY, 1998) têm apontado para a existência de uma relação entre a linguagem presente no movimento discursivo promovido no contexto da sala de aula e o processo de elaboração do conhecimento.

---

<sup>1</sup> Programa integrado às atividades de formação continuada instituído pela Secretaria de Estado da Educação do Paraná em cooperação com a Secretaria de Estado da Ciência, Tecnologia e Ensino Superior, o programa tem duração de dois anos e envolve, simultaneamente, as escolas públicas estaduais de Educação Básica e as Instituições de Ensino Superior (IES) e permite o afastamento do professor de suas atividades docentes, durante o primeiro ano de participação.

As leituras dos trabalhos desses autores me fizeram vislumbrar que a utilização de interações discursivas<sup>2</sup> acarreta efeitos positivos nos processos cognitivos em sala de aula, tanto para o professor como para o aluno. Considero como efeitos positivos a construção de um contexto interativo, como admite Andreolla (2005), uma vez que segundo a autora, a existência de um contexto dialógico em sala de aula, possibilita a explicitação das ideias dos alunos e o diálogo entre eles, permitindo uma apropriação ativa do conhecimento, o enriquecimento e compartilhamento desse conhecimento na aula. Andreolla (2005) propõe ainda que ao se estabelecer o diálogo em sala de aula, professor e alunos expõem, confrontam, questionam, ressignificam e negociam seus pontos de vistas e em colaboração constroem novos conhecimentos, constituindo assim uma relação na qual aprendem e ensinam um ao outro. A exposição pelo aluno de suas ideias e argumentos, para toda a classe, comum num processo dialógico, corresponde ao “raciocinar em voz alta” que segundo Vygotsky (1996) favorece a reconstrução do pensamento, que passa então do plano sincrético para o lógico. Coll e Onrubia (1998) apontam a importância do discurso, base das interações, para a modificação e compartilhamento entre professor e alunos, dos significados atribuídos aos conteúdos trabalhados. Lorencini Júnior (2000), para quem as interações têm função mediadora entre o aluno e os significados culturais, considera também que as interações se constituem no condutor tanto do professor como dos alunos, no caminho para atribuição de sentido aos conteúdos e à própria atividade de aprendizagem.

A análise de como se dá a construção das interações discursivas, promovidas pelas perguntas do professor e pelas respostas dos alunos, sua influência na elaboração do conhecimento e sua utilização como ferramenta na aprendizagem dos conteúdos de Ciências, nos parece essencial diante da possibilidade de sua utilização como alternativa para a resolução dos problemas relativos à aprendizagem enfrentados em sala de aula por muitos professores.

Tendo então por base a minha necessidade pessoal de aperfeiçoamento da prática pedagógica e inspirada no movimento que, por conta da insatisfação com os resultados das pesquisas realizadas por pesquisadores acadêmicos, passou a incentivar a pesquisa feita por educadores - que segundo Diniz-Pereira (2008), teve origem nos trabalhos do psicólogo social Kurt Lewin e foi difundido por John Dewey, John Elliot, Kenneth Zeichner, Lawrence

---

<sup>2</sup> Consideramos como um movimento dialógico caracterizado pela influência recíproca de um grupo de indivíduos por meio da linguagem, no qual a exposição de ideias de um dos integrantes do grupo incentiva a participação dos demais na atividade discursiva. Neste trabalho, o professor e os alunos constituem o grupo no qual as interações são desencadeadas e assim considera-se a influência da fala do professor sobre a dos alunos, da fala dos alunos sobre a do professor e ainda a influência mútua entre as falas dos alunos.

Stenhouse entre outros - optei por realizar a investigação a partir da minha própria prática pedagógica, do meu trabalho em sala de aula. Com auxílio do aporte teórico, considereei poder encontrar subsídios para responder as questões que justificam o presente trabalho, ampliar a compreensão do processo ensino-aprendizagem, possibilitando a estruturação de uma prática pedagógica que vá ao encontro dos anseios e necessidades daqueles que nela estão envolvidos, professores e alunos.

As ideias de Duit e Treagust (2003) difundidas no trabalho “Conceptual Change a powerful framework for improving science teaching and learning”<sup>3</sup> - que propõe que nem sempre aquilo que a comunidade científica produz satisfaz as necessidades e expectativas dos professores na medida em que a diferença entre as teorias propostas e aquilo que é exequível no cotidiano das salas de aula é cada vez maior - também colaboraram para esta minha escolha: ser uma professora-pesquisadora.

Embora não tenha sido a intenção inicial, o cenário da investigação começou a ser esboçado ao final de 2008, quando a Secretaria de Estado da Educação do Paraná – SEED, propôs a implementação do Programa Viva Escola<sup>4</sup> nas escolas da rede estadual. Submeti então à apreciação dos responsáveis pela seleção dos participantes do Programa, o projeto “Construção do conhecimento: um desafio a ser vencido pergunta a pergunta”, propondo-nos a trabalhar conteúdos de ciências a partir de situações problemas que promovessem o desencadeamento de interações discursivas.

Com a aprovação do projeto, cuja proposta era direcionada aos alunos do 9º ano do Ensino Fundamental com carga horária semanal igual à das aulas ministradas no horário regular, optei por utilizar as atividades nele desenvolvidas durante o primeiro semestre de 2009, para proceder à investigação. O fato de que haveria parte dos alunos de todas as turmas com as quais trabalhava participando do projeto, foi fundamental nessa decisão.

Como participar ou não era uma opção do aluno e o Programa não comportava todos os alunos da série, não era possível acompanhar o planejamento regular, havendo, portanto, necessidade de elaborar um planejamento próprio, com o cuidado de nele constarem conteúdos específicos relativos ao 9º ano. No período de abrangência da investigação - março a junho de 2009 - foram trabalhados: reações químicas, descontinuidade da matéria e densidade. A escolha de tais conteúdos ocorreu por conta de que poderiam

---

<sup>3</sup> A tradução dos textos em língua estrangeira, utilizados neste trabalho, é de nossa responsabilidade.

<sup>4</sup> Programa que visa à expansão das atividades pedagógicas realizadas na escola como complementação curricular, vinculadas ao Projeto Político Pedagógico, abrangendo quatro núcleos do conhecimento: expressivo-corporal, científico-cultural, integração comunidade-escola e apoio à aprendizagem. Por tratar-se de um programa de complementação de carga horária não tem participação obrigatória do aluno, que deve, portanto, inscrever-se para participar das atividades que perfazem um total de 4 horas/aulas semanais.

possibilitar um trabalho que apelasse ao interesse dos alunos por práticas de laboratório, como no caso das reações químicas e ainda permitir a coleta de dados a respeito da influência da utilização das interações discursivas no aprendizado de conteúdos considerados pelos professores como difíceis de trabalhar e de serem assimilados pelos alunos, como no caso da descontinuidade da matéria e da densidade.

O episódio de ensino escolhido para análise referia-se ao conteúdo densidade, focado por meio da sua relação com o fato de um corpo afundar ou flutuar. Tal enfoque foi escolhido por considerarmos a melhor opção para a ativação dos conhecimentos prévios dos alunos. As outras relações como, por exemplo, o estado de agregação das partículas que constituem os corpos e ainda o empuxo não foram deliberadamente mencionados por nós, por entendermos que envolveriam uma série de conceitos complexos cuja exposição não seria produtiva naquele momento.

A escolha do episódio deu-se tanto pelo motivo exposto acima como pelo fato de que, numa análise preliminar do material, eu tenha nele constatado diferentes movimentos discursivos, nos quais a interação se daria entre mim e os alunos, assim como apenas entre alunos, o que me levou a considerar a possibilidade da existência de uma riqueza maior de dados.

A exposição de tudo aquilo que foi proposto e realizado nesta pesquisa, assim como os resultados alcançados, organizamos em 04 (quatro) capítulos:

- Capítulo 1 – teórico – subsidiou a compreensão da importância das interações discursivas na construção do conhecimento e apresenta o caminho teórico que trilhamos para fundamentar as análises dos resultados;
- Capítulo 2 – teórico – apresenta algumas das ferramentas desenvolvidas pelas pesquisas que buscam entender a complexa dinâmica que envolve as interações nas salas de aula, com ênfase naquela que se utiliza neste trabalho.
- Capítulo 3 – metodológico – descreveu e explicitou a abordagem metodológica da pesquisa; apresentou seus objetivos, os sujeitos nela envolvidos e expôs o cenário e o contexto no qual ela se desenvolve..
- Capítulo 4 – analítico/conclusivo – no qual se apresentou a análise crítica direcionada pelas teorias compiladas no capítulo teórico que procedeu

sobre um determinado episódio de ensino - escolhido como foco do trabalho - e a discussão realizada em torno dos resultados obtidos.

Nas Considerações Finais enfatizo as respostas obtidas nesta investigação com as quais esperava poder contribuir - a partir do trabalho com o conteúdo Densidade - para ampliação da compreensão do papel das interações discursivas na elaboração do conhecimento nas aulas de Ciências e suscitar no professor-leitor o interesse pela utilização desse recurso pedagógico. Espero ainda que com a leitura deste trabalho o professor-leitor possa depreender, a partir das reflexões que fiz, a importância da reflexão individual da prática como forma de aprimoramento profissional.

## CAPÍTULO 1

### REFERENCIAIS TEÓRICOS PARA A COMPREENSÃO DA INFLUÊNCIA DAS INTERAÇÕES DISCURSIVAS NA APRENDIZAGEM DOS CONTEÚDOS DE CIÊNCIAS

#### 1.1 DAS CONCEPÇÕES DE ENSINO AOS ELEMENTOS QUE EMBASAM A UTILIZAÇÃO DAS INTERAÇÕES DISCURSIVAS NAS AULAS DE CIÊNCIAS

O compromisso assumido implicitamente por todo professor, o de possibilitar a seus alunos a apropriação de conhecimento, traz consigo uma inquietação que diz respeito a quais conteúdos ensinar e principalmente à necessidade de encontrar a melhor maneira de fazê-lo.

Nesse sentido uma tendência tem se manifestado no ensino: a de considerar a influência positiva do movimento provocado pelas interações discursivas desencadeadas em sala de aula na elaboração do conhecimento. Tendência essa defendida em diversas pesquisas (ANDREOLLA, 2005; BAKHTIN, 2006; CANDELLA, 2001; COLL; ONRUBIA, 1998; EDWARDS, 1998; LORENCINI JUNIOR, 2000; MERCER, 1998; MORTIMER; SCOTT, 2002; VYGOTSKY, 2008) sobre a aprendizagem de Ciências, as quais buscamos para embasar nosso trabalho.

Mercer (1998), por exemplo, justifica sua posição na defesa da linguagem e do discurso, lembrando o fato de que ambos são essenciais para o estabelecimento da comunicação em sala de aula. Lembra também que é por meio da linguagem que expomos nossas ideias e opiniões e também compartilhamos nossas experiências ao longo das gerações, possibilitando um aperfeiçoamento, que, em nosso entender, resulta em aprendizagem. Candella (2001), por sua vez, propõe que a forma mais utilizada pelos professores na sua prática em sala de aula para a transmissão dos conteúdos, assim como a maneira pela qual os alunos demonstram o que sabem, se dá principalmente pelo uso da linguagem, seja ela oral ou escrita.

Tanto as ideias de Mercer (1998) como as de Candella (2001) são corroboradas pela concepções de linguagem que encontramos em Traváglia (2002). Para esse linguísta a fala é resultado da maneira como se organiza as ideias, então a linguagem é expressão do pensamento, também se constitui em instrumento de comunicação sempre mais ou menos eficaz à medida que aquele que fala tem um menor ou maior domínio do sistema de signos que é a língua. Para Vygotsky (2010) o homem só se afirma como animal racional, a

partir do domínio da linguagem. Para ele linguagem e pensamento unidos permitem ao indivíduo organizar a realidade.

Outra concepção de linguagem apontada por Traváglia (2002) e que está relacionada ao nosso objetivo neste trabalho, dá a ela uma dimensão mais ampla, a da interação, pois por meio dela os indivíduos agem e interagem entre si. Embora mais ampla essa dimensão não é uniforme, pois segundo o autor, sob essa perspectiva a linguagem não tem uma direção preestabelecida uma vez que vai depender apenas da interação que se dá entre os indivíduos.

Não por acaso, estudos foram desenvolvidos - e outros vêm se desenvolvendo - buscando confirmar a importância da linguagem na elaboração do conhecimento, e, como não poderia deixar de ser, estão entremeados das teorias da aprendizagem, uma vez que estas, a partir do ponto de vista daqueles pelos quais são propostas, procuram explicar o que é aprendizagem e porque ou como ela se processa na estrutura mental daquele que aprende. Dessa forma consideramos apropriado buscarmos nos pressupostos dos dois principais enfoques teóricos por meio dos quais o conceito de aprendizagem é expresso - o Behaviorismo e o Cognitívismo e as teorias de aprendizagem nele originadas (Construtivismo, Sócio-interacionismo e Aprendizagem Significativa) – elementos que demonstrem o seu entrelaçamento com a prática das interações discursivas nas salas de aula, e que, embora fazendo uma redução necessária a este contexto, procuramos trazer ao nosso leitor.

O Behaviorismo, corrente da Psicologia cujo principal precursor foi John B. Watson (1878-1958), tem por “[...] objetivo teórico a predição e o controle do comportamento” (WATSON *apud* SCHULTZ; SCHULTZ, 2005, p. 240). Para essa corrente psicológica, a aprendizagem decorre da capacidade que o indivíduo tem de fornecer respostas a estímulos externos, assim sendo, o aprendizado corresponderia à aquisição de novos comportamentos e ocorreria simultaneamente ao desenvolvimento (BRANDSFORD; BROWN; COCKING, 2007; VYGOTSKY, 1998).

Essa teoria da aprendizagem foi introduzida no Brasil entre 1960 e 1970, na forma de uma perspectiva educacional, denominada ‘*tecnicismo educacional*’, onde a prática pedagógica é “altamente controlada e dirigida pelo professor com atividades mecânicas inseridas numa proposta educacional rígida e passível de ser totalmente planejada em detalhes” (BRASIL, 1997, p. 31).

A prática pedagógica do professor, nessa perspectiva, não leva em conta a diversidade e a pluralidade da sala de aula, cujo contexto é entendido como homogêneo,

sendo essa prática centrada na transmissão pelo professor de conteúdos formais pré-estabelecidos. O professor, por sua vez, é visto como um especialista, valorizado pela sua capacidade na execução de métodos e técnicas desenvolvidos por outros e a ele prescritos. Do aluno espera-se uma atitude passiva, restrita à recepção de informações e na elaboração de respostas previamente subentendidas como corretas. A ênfase atribuída aos métodos e técnicas empregados e à avaliação da qualidade do ensino fundamentada em resultados tangíveis insere essa perspectiva no paradigma processo-produto (LORENCINI JUNIOR, 2009).

Num contexto pedagógico alicerçado sobre tais pilares não há espaço para que as interações discursivas, como as consideramos - uma prática realizada por meio da linguagem na qual alunos e professores estimulam-se mutuamente a participar da atividade discursivas pela exposição de suas idéias - sejam utilizadas como instrumento de ensino. A “imprevisibilidade”, característica marcante de uma aula que se estrutura a partir do diálogo professor-aluno, na qual “as ações do professor se caracterizam pelo *acompanhamento ativo* do processo de construção do conhecimento e pela *adequação* da sua intervenção educativa de modo diferenciado à diversidade das necessidades dos alunos” (LORENCINI JUNIOR, 2000, p. 59, grifo do autor), que inviabiliza a intransigência pedagógica do professor e transforma a sala de aula num espaço democrático e ainda possibilita o estabelecimento de relações conceituais entre os diferentes conteúdos (LORENCINI JUNIOR, 2000), não coaduna com uma prática regida pelo cumprimento rigoroso de métodos e técnicas propostas em manuais didáticos, totalmente direcionada pelo professor para um aluno de comportamento passivo que se resume a repetir informações e que, para obter êxito, deve se limitar a elaborar as respostas esperadas pelo professor diante dos estímulos a que foi submetido, sem que sejam considerados os processos mentais exigidos na elaboração de tais respostas (BRASIL, 1997; DAVID, 2007; MEIRA; SPINILLO, 2008).

Diferentemente das teorias educacionais behavioristas, que não levam em consideração o processo cognitivo do aluno, as teorias educacionais de cunho cognitivistas consideram a importância “do processo de compreensão, transformação, armazenamento e utilização das informações no plano da cognição” (BOCK; FURTADO; TEIXEIRA, 2002, p. 117). Tais teorias atêm-se à maneira como o aluno é colocado diante do novo conteúdo e à forma como ele processa, compreende e dá significado ao novo conhecimento. Assim, para os cognitivistas a aprendizagem se dá por meio de um processo onde os novos conhecimentos organizam-se, integram-se e relacionam-se com informações já existentes na estrutura cognitiva do aluno.

Um dos principais representantes do cognitivismo, Piaget (1896-1980):

[...] se opõe à suposição de que o desenvolvimento mental é inato' bem como à noção behaviorista de que o 'meio ambiente por si só determina o desenvolvimento mental; [...] afirma que tanto os dotes genéticos quanto a *ação* da criança sobre o meio ambiente são necessários ao desenvolvimento, mas que nenhum deles é suficiente para assegurar o desenvolvimento. Para ele, o importante é a *interação* da maturação, experiência ambiental, experiência social e, equilíbrio, [...] a chave do desenvolvimento da criança, no que diz respeito à prática educacional, é *atividade*: sua *ação* sobre os objetos, acontecimentos e pessoas (WADSWORTH, 1984, p. 7).

Como representantes do cognitivismo, David Ausubel, Novak e Hanesian (1980) propõem uma explicação teórica para a aprendizagem, cujo conceito fundamental é a *aprendizagem significativa*, ou seja, aquela que “ocorre quando tarefa de aprendizagem implica relacionar, de forma não arbitrária e substantiva (não-litera) uma nova informação a outras às quais o aluno já esteja familiarizado” (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980)<sup>5</sup>. Dessa forma, é preciso existir uma relação lógica e explícita entre a nova informação e aquela (as) que já existe (m) na estrutura cognitiva do aluno (relação não-arbitrária). Assim, fazendo uma relação com o conteúdo científico central do trabalho, o conceito de densidade será significativo para o aluno se de alguma forma houver uma clara relação entre este e o fato dos objetos/substâncias flutuarem ou não. Além disso, uma vez aprendido o novo conteúdo ou conceito, o aluno deverá ser capaz de explicá-lo com suas próprias palavras e aplicá-lo em outros contextos (relação substantiva) ou na resolução de problemas. Nesse caso, por exemplo, o aluno deverá explicar porque um navio é capaz de flutuar enquanto um prego afunda na água.

É correto afirmar que a aprendizagem significativa só acontece quando o conteúdo a ser aprendido faz algum sentido para o aluno; quando o indivíduo identifica um conhecimento já existente em sua estrutura cognitiva mais parecido com a informação a ser adquirida, resolve quaisquer contradições entre a nova informação e o conhecimento anterior e atribui assim um significado pessoal à nova informação ou conteúdo a ser aprendido.

No entanto, para que isso efetivamente aconteça, é necessário que o aluno já possua em sua estrutura cognitiva determinados conhecimentos ou ideias a respeito daquilo que lhe vai ser apresentado, que servirá de “ancoradouro” para a nova informação – o

---

<sup>5</sup> A referência 1980 corresponde à tradução da segunda edição do livro “Educational psychology: a cognitive view” e tem como co-autores J. D. Novak e H. Hanesian, porém nos moldes de Moreira (2006), pra fins de simplificação, a referida obra será citada como (AUSUBEL, 1980).

*subsunçor*<sup>6</sup>. Assim, o subsunçor permite ao aluno atribuir significado a nova informação. Dessa forma haverá interação e não apenas uma simples associação entre a estrutura de conhecimento específica e a nova informação, característica da aprendizagem significativa.

No entanto, a possibilidade da falta de subsunçores existe, e nesse caso, a nova informação recebida realiza pouca ou nenhuma interação com estruturas de conhecimentos específicas, resultando naquilo que Ausubel, Novak e Hanesian (1980, p. 50) denominam *aprendizagem automática* ou segundo Moreira (2006) *aprendizagem mecânica*. Nesse tipo de aprendizagem, o novo conteúdo se relaciona de forma arbitrária com o conhecimento existente em sua estrutura cognitiva, o que promove uma aprendizagem muito comum em nossos alunos, a “aprendizagem” que se dá por repetição, a “decoreba”, que não possui utilidade para além da sala de aula e que ainda apresenta um prazo de validade, que prescreve na maioria das vezes após a avaliação, pois ocorre, segundo Ausubel, Novak e Hanesian (1980) por meio da associação e não da interação do novo conteúdo com os subsunçores existentes em sua estrutura cognitiva.

Ausubel, Novak e Hanesian (1980), no entanto, pressupõem a possibilidade da inexistência de subsunçores. Nesse caso o autor admite que ideias menos relevantes possam ancorar as novas informações, muito embora de maneira pouco eficiente e até mesmo que a aprendizagem automática preceda à aprendizagem significativa. Porém, até que os subsunçores se desenvolvam, o autor propõe que o ideal nessa circunstância é o uso de *organizadores prévios*<sup>7</sup> - material a ser apresentado aos alunos antes do material que ele deverá aprender realmente - servindo como uma “espécie de ‘ponte cognitiva’ para facilitar o relacionamento do novo material de aprendizagem a elementos disponíveis relevantes na estrutura cognitiva do aprendiz” (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980, p. 142).

São muitos os instrumentos que podem ser utilizados como organizadores prévios, Moreira (2006) cita entre eles: textos escritos, debates, demonstrações e filmes, porém a escolha do instrumento ideal. Ausubel, Novak e Hanesian (1980), defendem que o tipo de organizador prévio a ser utilizado depende do conteúdo a ser ensinado, da faixa etária dos alunos e ainda da intimidade que eles já possuem com a o assunto a ser ensinado, dessa

---

<sup>6</sup> Em Ausubel (1980, p. 141) encontramos o termo ideia de esteio como referência ao conhecimento pré-existente na estrutura cognitiva, porém em nosso estudo estaremos utilizando a expressão subsunçor utilizada por Moreira (2006), segundo ele aportuguesamento da palavra inglesa subsumer, equivalente facilitador, inseridor ou subordinador.

<sup>7</sup> Ausubel (1980, p. 142) utiliza a expressão organizadores antecipatórios para referir-se ao material utilizado pelo professor antes de introduzir o novo conteúdo, porém em nosso estudo utilizaremos a expressão organizadores prévios utilizada por Moreira (2006).

forma, é possível que um mesmo instrumento em algumas circunstâncias pode funcionar como um organizador prévio e outras não.

Ser defensor de um tipo de aprendizagem que só se efetiva a partir da ancoragem dos novos conhecimentos à estrutura cognitiva já existente justifica a defesa de Ausubel em favor da importância dos *conhecimentos prévios*<sup>8</sup> (MIRAS, 1996, p. 60; LORENCINI JUNIOR, 2000, p. 45), ou seja, de todo conhecimento que cada aluno vai adquirindo ao longo de sua vida de maneira não-formal (ao ouvir alguém falar sobre determinado tema, em programas de televisão, ao ler um livro ou uma revista etc.), que são “socializados precocemente” segundo Bizzo (2000, p. 27) e que podem estar cientificamente corretos ou não (LORENCINI JUNIOR, 2000). Ausubel, Novak e Hanesian (1980) consideram que o conteúdo existente na estrutura cognitiva do aluno - seus conhecimentos prévios - é o principal fator que influencia na aprendizagem do aluno. A importância atribuída por ele ao conteúdo da estrutura cognitiva do aluno foi expressa por ele na seguinte afirmativa: “Se tivéssemos que reduzir toda a psicologia educacional a um único princípio, diríamos: o fator singular mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já conhece. Descubra isto e ensine-o de acordo” (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980, p. 137).

Assim, a ativação dos conhecimentos prévios tem reconhecida importância para a aprendizagem significativa que é “tanto mais significativa quanto mais relações com sentido o aluno for capaz de estabelecer entre o que já conhece - seus conhecimentos prévios - e o novo conteúdo que lhe é apresentado como objeto de aprendizagem” (MIRAS, 1996, p. 61), pois permite ao professor relacionar o conteúdo a ser trabalhado com a realidade dos alunos, tornando tais conhecimentos a base cognitiva para a construção de novos significados (LORENCINI JUNIOR, 2000). Uma vez ativados, tais conhecimentos dirigem a interpretação das novas informações, selecionam e organizam os tipos de relações de significados que o aluno estabelecerá frente ao novo conteúdo (COLL, 1996). Juntem-se a esses conhecimentos, aqueles adquiridos de maneira formal na escola e teremos “[...] alunos com conhecimentos que lhes servem para ‘engancha’ o novo conteúdo e lhes permitem atribuir-lhe algum grau de significado” (MAURI, 1996, p. 87). A partir daí, com a ajuda do professor, o aluno deverá fazer a relação de um significado com o outro. É importante lembrar que quanto maior for a

---

<sup>8</sup> Também chamados de conhecimentos cotidianos (BIZZO, 2000; VYGOTSKY, 2008), conhecimentos do dia-a-dia (GALLIMORE; THARP, 1996; HEDEGARD, 1996; MARTIN, 1996; PANOSKY; JOHN-STEINER; BLACKWELL, 1996), conceitos espontâneos (PIAGET apud ANDREOLLA, 2005; GALLIMORE; THARP, 1996; WERTSCH; 1996).

rede de significados construída pelo aluno entre os conhecimentos previamente estabelecidos e os novos conhecimentos, mais significativa será sua aprendizagem.

Uma importante consideração a se fazer a respeito dos conhecimentos prévios é a interconexão e a interdependência, que segundo Vygotsky (2008) existem entre eles e os *conceitos científicos*. Diferentemente de Piaget, para quem conhecimentos prévios e conceitos científicos são antagônicos, sendo aqueles substituídos por estes tão logo sejam desenvolvidos na criança, Vygotsky (2008, p. 107), defende que o desenvolvimento de ambos os conceitos, “se relacionam e se influenciam constantemente”. Segundo o autor, é por meio da utilização dos conhecimentos cotidianos que as crianças vêm sentido nas definições e explicações de conceitos científicos, assim a aquisição dos conceitos científicos é mediada pelos conhecimentos prévios, bem como os conhecimentos prévios são mediados e transformados pelos conceitos científicos.

Com relação aos conhecimentos prévios consideramos que eles possam funcionar como subsunçores na estrutura cognitiva do aluno. Mas também admitimos ser possível afirmar que o conhecimento prévio que o aluno tem a respeito de determinado conteúdo é formado por inúmero subsunçores que podem servir de relação com o novo conhecimento, possibilitando então a aprendizagem significativa.

Com base nos pressupostos acima é evidente, a importância de identificarmos, pelo menos em parte, os conhecimentos prévios dos alunos uma vez que eles, segundo Vygotsky (2008) estão intimamente relacionados ao desenvolvimento dos conceitos científicos e segundo Ausubel, Novak e Hanesian (1980) são a base nos processos de ensino e aprendizagem. Porém um dos aspectos dos conhecimentos prévios que, segundo Lorencini Júnior (2000), fica evidente nas diversas pesquisas sobre eles realizadas é a dificuldade na sua identificação e reconhecimento pelo professor, dado o seu caráter implícito – pois algumas situações educativas não favorecem a sua manifestação pelo aluno - e até mesmo inconsciente<sup>9</sup>. Para Miras (1996) algumas questões estão envolvidas nesse processo: Deve-se verificar tudo o que o aluno sabe ou apenas uma parte? Quando e de que forma essa verificação deve ser feita? A própria autora aponta respostas a essas questões. Ainda segundo Miras (1996) ao dar início a um processo de ensino, não será necessário e ainda pouco provável que se tenha conhecimento a respeito de tudo aluno que o aluno sabe. Assim o que determinará qual o conhecimento prévio a ser explorado será o conteúdo a ser trabalhado e os objetivos que se pretende alcançar no trabalho desse conteúdo. A autora sugere ainda como

---

<sup>9</sup> No sentido de que em alguns casos nem mesmo o próprio aluno tem a percepção daquilo que sabe sobre um determinado conteúdo científico por não conseguir perceber a sua relação com a realidade da vida cotidiana.

forma de ativar os conhecimentos prévios do aluno “o uso de instrumentos do tipo aberto sempre que possível” (MIRAS, 1996, p. 73), entre eles: o estabelecimento com os alunos e entre eles de interações discursivas a partir de questões mais ou menos divergentes, a proposição de tarefas que permitam a observação dos mecanismos empregados pelos alunos na sua execução, a elaboração de mapas conceituais a respeito do conteúdo a ser trabalhado, a aplicação de questionários e testes padronizados (MIRAS, 1996).

Em nosso trabalho fizemos a opção pelo uso dos dois primeiros instrumentos, com um enfoque maior na utilização das perguntas, pois admitimos como Lorencini Júnior (2000) que a utilização de perguntas como estratégia para ativar os conhecimentos prévios possibilita que, ao respondê-las, o aluno torne explícitas suas concepções, e assim, na busca de argumentos para comunicá-las ao grupo, faça uma reflexão sobre suas próprias ideias. Perguntas e/ou situações problemas realmente desafiadoras não podem se restringir àquilo que o aluno já sabe ou já conhece, mas que seja estimulado a pensar e a rever os significados por ele atribuídos e os modificarem quando for o caso (ONRUBIA, 1996).

A importância do reconhecimento dos conhecimentos prévios do aluno, de entender o seu processo de conhecimento e então ajudá-lo a articular tais conhecimentos com o saber escolar, nos fez considerar também a importância daquilo que Schön (1997) denomina de *reflexão-na-ação*. Esse autor defende a necessidade de que o professor desenvolva uma prática reflexiva, ou seja, é preciso que ele seja capaz de enquanto atua refletir na ação, ou ainda como propõe Lorencini Júnior (2000), é preciso que ele saiba explicar o que faz, enquanto faz.

Ainda segundo Schön (1997), o professor reflexivo admite ser surpreendido pelo aluno, seja por algo que ele fez ou disse ao mesmo tempo em que procura explicações sobre o motivo de tal surpresa. Então analisa a situação, procurando estabelecer razões cognitivas para a reação do aluno naquela circunstância e finalmente apresenta uma nova situação para verificar a exatidão das suposições sobre o modo de pensar do aluno. Permitir-se ser surpreendido no sentido de que o professor reconheça a importância daquilo que o aluno já traz em seus esquemas de conhecimento identificados como já vimos anteriormente como conhecimentos prévios (MIRAS, 1996, p. 60; LORENCINI JUNIOR, 2000, p. 5). Isso exige do professor uma capacidade de conter-se diante do impulso natural de fazer valer a autoridade, que segundo Mortimer e Scott (2002) é inerente à linguagem social da ciência e que é corroborada pelos modelos de formação aos quais o professor é submetido. Deixar-se surpreender também não pode estar relacionado com falta de planejamento. Lorencini Junior

(2000) faz um alerta sobre a necessidade de que o professor planeje previamente as questões, pensando nas possíveis respostas que podem ser fornecidas pelos alunos a fim de facilitar o alcance dos objetivos cognitivos almejados por ele. No entanto, uma característica marcante do trabalho com interações discursivas por meio de perguntas e respostas é o fato de que a construção do discurso se dá, conforme afirma Lorencini Junior (2000), de forma coletiva e recíproca e, portanto mesmo que tenha previamente estabelecido questões e previsto respostas, o professor está sujeito a imprevisibilidade própria de situações nas quais diferentes formas de pensar são consideradas. Isso reforça a importância da *reflexão-na-ação*, cuja prática revela Schön (1997, p. 82): “[...] exige do professor uma capacidade de individualizar, isto é, de prestar atenção a um aluno, mesmo numa turma de trinta, tendo a noção do seu grau de compreensão e das suas dificuldades.” Embora reconheçamos a importância da *reflexão-na-ação* no processo ensino/aprendizagem, fundamentalmente quando esse processo está alicerçado no discurso reflexivo proporcionado pelas interações discursivas, admitimos que ela figure entre aquelas atividades sobre as quais embora saibamos alguma teoria, o conhecimento implícito só se materializará na ação, ou seja, que só aprenderemos efetivamente fazendo e que Schön (1997) com muita propriedade denominou *conhecer-na-ação*. Algo que podemos comparar com o aprendizado de andar de bicicleta. Por mais que alguém nos ensine a teoria de como nos equilibrarmos sobre uma bicicleta, só o faremos após várias tentativas e provavelmente alguns tombos. Com a atividade de ensinar exercida pelo professor geralmente não é diferente. Muitas vezes o conhecimento teórico dos cursos de formação é substituído por aqueles implícitos, oriundos das experiências vividas por ele durante toda sua vida educacional, ou seja, é comum os professores alicerçarem sua prática na *formação ambiental* (CARVALHO; GIL-PÈREZ, 2001) experimentada por ele.

Schön (1997, p. 91, grifo do autor) admite ainda que igualmente importante para a atividade do professor é a “reflexão *sobre* a prática”. Da mesma forma que encontramos facilmente a solução para problemas nos quais não estamos diretamente envolvidos, após a aula, qualquer análise que o professor se disponha a fazer sobre as ações nela efetivadas por ele, tende a resultar em resultados benéficos para a sua prática. Sem a carga emocional e a pressão que com certeza existem quando durante a aula, frutos da complexidade do contexto da sala de aula, a reflexão *sobre* a prática possibilita ao professor analisar suas ações, verificar erros e acertos e assim modificar estratégias sempre que necessário.

A respeito dos conhecimentos prévios, é preciso considerar também o que diversos pesquisadores (BIZZO, 2000; CARVALHO; GIL-PÈREZ, 2001; DRIVER;

GUESNE; TIBERGHIEU, 1985; GALILI; BAR, 1992; GIL-PÉREZ; CARRASCOSA, 1990) já verificaram a resistência dos conhecimentos prévios diante do conhecimento científico. Essa resistência dos conhecimentos prévios na estrutura cognitiva dos alunos resulta na sua “sobrevivência” durante o processo de ensino e até mesmo após a instrução.

Há estudos que apresentam outras explicações para a formação e utilização dos conceitos. Uma dessas explicações é apresentada por Mortimer (2000). Esse autor propõe a noção de *perfil conceitual* (MORTIMER, 2000, p. 68) para explicar como a maneira de pensar a realidade na qual o aluno está inserido – seus conhecimentos prévios ou ideias alternativas, como ele propõe - evolui sem ser substituída pelas denominadas ideias científicas. Para ele o aluno passa a conviver com ambas as ideias, que então podem ser utilizadas por eles em contexto diferentes. Mortimer (2000) propõe ainda que admitir a substituição das ideias alternativas dos alunos pelas ideias científicas implicaria ainda em admitir que linguagem do dia-a-dia - responsável pela comunicação entre os diversos grupos que compõem o corpo social - fosse anulada. Suprimir a linguagem usual acarretaria, segundo Mortimer (2000, p. 61), em “instaurar uma Babel”, impedindo que diferentes grupos pudessem compartilhar significados numa mesma cultura.

Outra explicação é a de Martins (2005). Para o autor essas idas e vindas entre um conceito e outro é percebida como natural quando se considera o aprendizado dos conceitos científicos sob a perspectiva vygotskyana. Para Vygotsky (2008), um primeiro contato com a palavra não significa a apropriação do conceito, pois tal apropriação pressupõe o desenvolvimento de muitas funções intelectuais, como por exemplo, capacidade de comparar e diferenciar, que consistem em processos psicológicos complexos que se desenvolvem mais lentamente. Segundo Martins (2005), isso explica a imprecisão na utilização dos conceitos, pois enquanto esse processo não se completa é comum os alunos utilizarem tanto os conceitos aprendidos no cotidiano quanto aqueles aprendidos na escola ao se referir a um determinado fenômeno. Tal fato ainda segundo o autor, ocorre porque quando chega à escola trazendo consigo os conceitos adquiridos no seu meio social e a ele são então apresentados, por meio dos conteúdos escolares, os conceitos científicos, uma contradição é estabelecida. Tal contradição, segundo o autor, só será superada quando o aluno exercita o conceito, o que não significa, no entanto, um completo abandono do conceito cotidiano, substituído pelo conceito científico, mas sim a elaboração de um novo conceito a partir da síntese de ambos. Enquanto a reorganização desses conceitos acontece, conceitos cotidianos e conceitos científicos convivem numa determinada estrutura conceitual, o que explica a

possibilidade de utilização pelo aluno de ora um, ora outro e justificaria os avanços e retrocessos demonstrados pelos alunos na compreensão do conceito.

Alguns autores, Bell (*apud* PORLÁN, 1995), Garcia; Canál (1995) e Tasker (1981), apontam ainda ser possível que, após terem sido submetidos ao ensino formal de Ciências, a criança pode fazer relações inadequadas entre a nova informação e os conhecimentos prévios, o que pode levá-los a construir significados diferentes daqueles esperados pelo professor.

É preciso observar ainda que toda interação discursiva que se constrói entre o professor e os alunos e entre os próprios alunos, a partir das perguntas e das respostas a elas fornecidas, tem por base, e não podia ser diferente, a linguagem que, segundo Ausubel e Sullivan (1970), é imprescindível para o desenvolvimento e a transmissão de significados, valores e tradições compartilhadas por uma sociedade. Ausubel, Novak e Hanesian (1980) propõem ainda que a linguagem torna claros, precisos e transferíveis os significados e portanto, para ele, a linguagem produz efeito sobre o pensamento e não atua apenas na comunicação, como admite Piaget.

Na linha cognitivista encontramos também Jerome Bruner (1915-). Psicólogo americano, Bruner (1978a, p. 31) defende que “qualquer assunto pode ser ensinado com eficiência, de alguma forma intelectualmente honesta, a qualquer criança, em qualquer estágio de desenvolvimento”, ou seja, a criança poderá aprender qualquer coisa, desde que, ressalva ele, haja uma efetiva participação do professor no processo, como instigador da curiosidade natural da criança, fundamental, segundo ele, para a aprendizagem e como facilitador do processo de aprendizagem. Facilitação essa no ponto de vista do autor que se caracteriza pela necessidade que terá o professor de sempre aproximar o conteúdo do ponto de vista da criança, assim como de utilizar uma linguagem que possa ser compreendida pela criança ao apresentar o novo conteúdo.

Bruner admite como Ausubel a necessidade da existência de conhecimentos na estrutura cognitiva da criança que permitirão a ela embasar a nova aprendizagem. Também como o psicólogo russo Vygotsky (1896-1934) imprime importância às intervenções necessárias para ajudar o aluno a se desenvolver cognitivamente. Vygotsky (1998) considera que o desenvolvimento cognitivo e a aprendizagem ocorrem por meio de saltos entre dois níveis de conhecimento. A fim de explicar esse processo, ele desenvolveu o conceito de Zona de Desenvolvimento Proximal – ZDP, que definiu como “a distância entre o nível de desenvolvimento real, que se costuma determinar por meio da solução independente de problemas e o nível de desenvolvimento potencial, determinado através da solução de

problemas sob a orientação de um adulto ou em colaboração com companheiros mais capazes”<sup>10</sup> (VYGOTSKY, 1998, p. 112). É, pois, com relação à necessidade de que a criança receba tal orientação, que existe proximidade entre o conceito *scaffolding learning* elaborado por Bruner (1978b) e o conceito de Zona de Desenvolvimento Proximal – ZDP, proposto por Vygotsky (1998).

Scaffolding é uma palavra inglesa que significa *andaime*. Daí uma metáfora muito adequada, segundo Wilhelm, Baker e Dube (2001), para descrever a relação entre o conceito de Bruner, a ZDP de Vygotsky e a aprendizagem do aluno é a que compara o desenvolvimento cognitivo a um edifício em construção. Assim, da mesma forma que o edifício é erguido de baixo para cima, apoiado em suas fundações, a construção do conhecimento também deve estar fundamentada naquilo que já é conhecido. Do mesmo modo que na construção do edifício é necessária a utilização de andaimes para dar suporte aos trabalhadores na construção dos andares superiores, no desenvolvimento cognitivo são necessários “andaimes” ou “ajudas” para que o aluno possa passar de um nível de desenvolvimento a outro. Para Wilhelm, Baker e Dube (2001), “o andaime é o ambiente que o professor cria, com o apoio de instrução e os processos de linguagem que são emprestados aos alunos no contexto de uma tarefa de aproximar e desenvolver as habilidades para enfrentá-la”. Em nosso trabalho, consideramos como “andaimes” ou “ajudas” principalmente as perguntas propostas, mas também colocações, novas informações propostas tanto pela professora como também pelos alunos, admitindo as ideias de Vygotsky (1998), para quem a mediação entre os diferentes níveis de desenvolvimento, pode também ser efetivada por colegas mais experientes, além do adulto. Duckworth (*apud* WADSWORTH, 1984, p. 89) escreve:

[...] a pergunta certa no momento certo pode levar as crianças ao apogeu de seu pensamento o que resulta em significativo progresso e verdadeira excitação intelectual: e [...] embora seja quase impossível para um adulto saber exatamente o momento certo para fazer uma pergunta específica para uma determinada criança- especialmente o professor que está preocupado com 30 ou mais crianças – elas próprias também podem levantar a pergunta certa se o ambiente for favorável. Uma vez levantada a questão certa elas são induzidas a se esforçar ao máximo para encontrar a resposta.

---

<sup>10</sup> Neste trabalho consideramos a dimensão cognitiva da Zona de Desenvolvimento Proximal, porém é preciso lembrar que essa dimensão não é a única. Para Vygotsky (1998) o desenvolvimento não se dá no progresso de cada função isoladamente, mas na mudança de relações entre diferentes funções, como por exemplo a memória lógica, o pensamento verbal. Além disso, defende ainda a contribuição da cultura, da interação social e a dimensão histórica do desenvolvimento mental.

Porém, assim como à medida que a construção de um edifício vai se concretizando e os andaimes vão sendo retirados, na sala de aula isso também deve acontecer. Para Foley (1994), “à medida que a competência do aluno cresce, o andaime é gradualmente reduzido até que o aluno é capaz de agir de maneira autônoma nessa tarefa e generalizar em circunstância similar”.

Segundo Moreira (1999) a ideia de que o indivíduo - seja de forma coletiva ou individual - constrói seu conhecimento é bastante antiga. Porém, ainda segundo o autor, apenas na década de 70, o construtivismo, vertente do cognitivismo ascende enquanto ocorre o declínio do behaviorismo. Com origem nos estudos de Piaget (1896-1980), o construtivismo é uma corrente teórica empenhada em explicar como a inteligência humana se desenvolve partindo do princípio de que tal desenvolvimento é determinado pelas ações mútuas entre o indivíduo e o meio, visto que o aluno é um “sujeito culturalmente ativo” (*apud* BECKER, 1992, p. 92). Portanto à medida que o sujeito interage com o meio, o conhecimento é construído. No entanto tal construção segundo Piaget (*apud* CARRETERO, 1997) se dá em quatro etapas: na primeira o sujeito se depara com situações conflitantes entre aquilo que ele já sabe e uma situação nova, quando isso ocorre pode-se afirmar que ele se encontra em *desequilíbrio* com a aprendizagem. Então segundo Piaget o sujeito pode acrescentar elementos da nova situação a estruturas ou esquemas que já possui, processo esse denominado *assimilação* ou criar um novo esquema para encaixar os novos elementos ou ainda modificar um esquema já existente para nele incluir a nova situação, ao que se denomina *acomodação*. É nesse processo dinâmico denominado *equilibração majorante* que se dá a construção do conhecimento. Carretero (1997, p. 18-19) afirma ainda que sob esse aspecto “a aprendizagem é uma atividade solitária, uma vez que se baseia na ideia de um indivíduo que aprende margem do seu contexto social”

É preciso lembrar ainda como propõe Becker (1997), que acima de tudo o que está implícito no Construtivismo é a ideia de que sob hipótese alguma o conhecimento pode ser considerado como algo que está pronto, acabado.

Oliveira (1997) chama-nos à atenção para o fato de que Piaget e Vygotsky partem de pressupostos diferentes, “o primeiro tentando desvendar as estruturas e mecanismos universais do funcionamento psicológico do homem e o último tomando o ser humano como essencialmente histórico e, portanto, sujeito às especificidades do seu contexto cultural”, sendo ambos, porém, interacionistas, ou seja, defendem a importância da relação do indivíduo com o ambiente no processo de desenvolvimento. Há, porém algumas divergências entre suas idéias. Wadsworth (1984) propõe que considerar a relação indivíduo/meio/desenvolvimento

segundo Piaget, implica em pressupor que o desenvolvimento da inteligência ocorre à medida que a interação da criança com o meio seja mais eficaz. Ainda segundo o autor, para Piaget “tanto os dotes genéticos quanto a *ação* da criança sobre o meio ambiente são necessários para o desenvolvimento” (WADSWORTH, 1984, p. 7), que não ocorre pela ação independente de cada um deles. Rosa (1997) afirma que Piaget associa a aprendizagem ao amadurecimento biológico e psicológico, o que o faz pressupor que a criança aprende de maneira independente, sem necessidade de haver a intervenção de outros nesse processo, atribuindo assim mais importância aos processos internos do que aos interpessoais. Vygotsky (1998) por outro lado, atribui extrema importância às relações sociais no processo de desenvolvimento intelectual, assim, suas ideias originaram, segundo Rocco (1990), devido à sua raiz histórico-dialética, uma outra vertente do cognitivismo interacionista, a corrente pedagógica conhecida como sócio - interacionismo.

Para o psicólogo russo Vygotsky (1998), a semelhança do comportamento humano e dos animais em determinado período está relacionada à existência de funções psicológicas elementares (memória, percepção e atenção involuntárias) que fazem parte do aparato biológico de ambos. Porém, nós humanos nos diferenciamos dos animais, entre outros aspectos, por apresentarmos funções psicológicas superiores, entre as quais podemos citar memória lógica, percepção e atenção voluntárias, pensamento abstrato, raciocínio lógico, capacidade de planejamento e elaboração conceitual, funções essas segundo Vygotsky (1998, p. 75), “originam-se das relações reais entre indivíduos humanos”. Assim, se para Piaget o desenvolvimento do pensamento ocorre pela ação direta da criança sobre o meio, Vygotsky destaca a “intermediação do outro” (SOUZA; KRAMER, 1991, p. 73), nesse processo. Ainda segundo as autoras, para Vygotsky “qualquer objeto do mundo físico traz consigo [...] uma enorme gama de significados”. Tais significados sejam eles históricos, culturais ou sociais, só serão aprendidos pela criança com a ajuda, com a intermediação das pessoas que a rodeiam. Assim, uma casa (o meio) não tem significado em si. Possui sim, o significado (cultural) que lhe damos como ser utilizada como moradia, ser rústica ou sofisticada, por exemplo, que só são aprendidos pela criança por meio da intermediação das pessoas que a rodeiam.

O processo de formação dos conceitos, segundo Vygotsky (2008) é uma das funções psicológicas especificamente humanas que resultam da interação dialética entre o ser humano e o seu meio, mediada pela linguagem.

É esta, portanto, segundo Souza e Kramer (1991), a principal divergência entre as ideias de Vygotsky e Piaget: a importância atribuída à linguagem na aprendizagem. Se para o primeiro “a linguagem é o sistema simbólico básico de todos os grupos humanos,

sendo o principal mediador entre o sujeito e o objeto de conhecimento (OLIVEIRA, 1992, p. 68) para o último a linguagem tem um papel secundário no desenvolvimento do pensamento, cabendo então o papel principal às estruturas cognitivas (SOUZA; KRAMER, 1991). Ainda para Piaget, segundo Wadsworth (1984, p. 81), “as funções intelectuais são construções, não são inatas. Tais funções começam a se desenvolver antes da aquisição da linguagem falada ou de qualquer outra forma de representação simbólica.”

A perspectiva vygotskyana admite a influência do meio social no processo de interiorização, o indivíduo reconstrói o significado exterior em interior por meio de uma mediação explícita ou implícita, carregada de significados sociais e históricos. Para Vygotsky (1998, p. 75, grifo do autor), “todas as funções no desenvolvimento da criança aparecem duas vezes: [...] primeiro *entre* as pessoas (*interpsicológica*), e, depois *no interior* da criança (*intrapsicológica*)”, ou seja, as operações externas veiculadas no seu entorno social serão por ela tornadas próprias após serem reconstruídas internamente (VYGOTSKY, 1998, p. 74). Assim, as informações que chegam ao indivíduo não são adquiridas diretamente do meio. Elas são sempre intermediadas pelas pessoas que o rodeiam e reelaboradas numa espécie de linguagem interna, que caracteriza a aprendizagem. Por isso a linguagem é duplamente importante para Vygotsky: além de ser o principal instrumento de intermediação do conhecimento entre os seres humanos, tem relação direta com o próprio desenvolvimento psicológico. A “linguagem, instrumento de imenso poder, assegura que os significados linguisticamente criados sejam significados compartilhados, significados sociais” (TUDGE, 1996, p. 153).

Vygotsky (1996), após ter verificado, pelos resultados de suas pesquisas, que o *pensar para si* e o *pensar em voz alta* (grifo no original) divergem, concluiu que ao raciocinar em voz alta, a criança reconstrói seus pensamentos sobre outros alicerces, evidenciando assim a importância da fala para o outro na reestruturação do pensamento.

Embora tenham desenvolvido suas pesquisas em campos diferentes, o russo Bakhtin (1986) compartilha com Vygotsky, a mesma base epistemológica de ideias: ambos defendem a importância da linguagem e da interação com os outros para a constituição do conhecimento, fruto da construção social na qual a linguagem é sempre mediadora da relação do indivíduo com o objeto do conhecimento. Segundo Andreolla (2005, p. 104), se considerarmos a construção do conhecimento partir da perspectiva de Vygotsky e de Bakhtin podemos depreender que “o processo de construção do conhecimento em sala de aula configura-se como uma prática social que envolve a linguagem e o funcionamento interpessoal”.

Coll e Onrubia (1998) corroboram a condição essencial da linguagem na mediação da construção do conhecimento. Segundo esses autores, ao valer-se da função representativa e comunicativa da linguagem para em suas relações interpessoais expor suas ideias a respeito da realidade que o cerca e sujeitá-las à comparação e a negociação, que pode levá-las a serem modificadas, cada indivíduo faz da linguagem e da atividade discursiva possibilitada por ela o principal instrumento para construção do conhecimento.

Portanto, nenhum conhecimento é construído pelo indivíduo sozinho, mas sim em parceria com os outros, que são os mediadores. É por meio dessa aprendizagem adquirida nas relações com os outros que construímos os conhecimentos que permitem o desenvolvimento mental. Portanto, diferentemente daquilo que é postulado pelo *behaviorismo* - concepção que considera o desenvolvimento apenas como domínio de reflexos e para a qual o aprendizado é (grifo nosso) desenvolvimento - e da concepção defendida por Piaget - na qual o desenvolvimento juntamente com a maturação são considerados pré-requisitos fundamentais para a aprendizagem e, portanto, devem precedê-la - para Vygotsky a aprendizagem precede temporalmente o desenvolvimento e os dois processos são interdependentes (VYGOTSKY, 1998, p. 103-109), isto porque ele entende a aprendizagem como um processo de interiorização de relações externas iniciado por meio de elementos mediadores, para em seguida se manifestarem em processos de desenvolvimento interno, quando então os mediadores deixam de ser necessários, pois passa a existir “[...] uma forma internamente organizada de resposta e de relação com o ambiente” (DIAZ; NEAL; AMAYA-WILLIAMS, 1996, p. 130). Vygotsky (1998, p. 118) propõe que “[...] o aprendizado adequadamente organizado resulta em desenvolvimento mental e põe em movimento vários processos de desenvolvimento que, de outra forma, seriam impossíveis de acontecer”.

Não há como negar que toda criança já traz consigo ao chegar à escola uma série de conhecimentos e que, portanto, o seu aprendizado tem início muito antes do seu período escolar, assim como aprendizado e desenvolvimento encontram-se intimamente associados desde o início da sua vida (VYGOTSKY, 1998). O autor admite também que mais importante que determinar as semelhanças entre o aprendizado adquirido antes do período escolar e aquele desenvolvido na escola é estabelecer as diferenças que existem entre eles. Essas diferenças, de acordo com Vygotsky (1998, p. 110) vão para além da sistematização própria do aprendizado escolar. Segundo ele, “o aprendizado escolar produz algo fundamentalmente novo no desenvolvimento da criança”. Juntamente com seus colaboradores propõe que, se desejamos “definir a efetiva relação entre o processo de desenvolvimento e a capacidade potencial de aprendizado não podemos limitar-nos a um único nível de

desenvolvimento [...]” (VYGOTSKY, 1988, p. 111), daí a distinção feita por ele entre nível de desenvolvimento real ou efetivo e o nível de desenvolvimento potencial.

O desenvolvimento cognitivo e a aprendizagem ocorrem por meio de saltos de um nível de conhecimento para outro (VYGOTSKY, 1998). A fim de explicar esse processo, ele desenvolveu o conceito de Zona de Desenvolvimento Proximal – ZDP, que definiu como “a distância entre o nível de desenvolvimento real, que se costuma determinar através da solução independente de problemas e o nível de desenvolvimento potencial, através da solução de problemas sob a orientação de um adulto ou em colaboração com companheiros mais capazes” (VYGOTSKY, 1998, p. 112). Em outras palavras a ZDP é o que separa a pessoa de um desenvolvimento que está próximo, mas ainda não foi atingido.

Para Onrubia (1996, p. 128) a ZDP, determina “o lugar onde, graças aos suportes e à ajuda dos outros, pode desencadear-se um processo de construção, modificação, enriquecimento e diversificação dos esquemas de conhecimento definidos pela aprendizagem escolar”. O autor defende ainda a criação e intervenção na ZDP, como forma de proporcionar uma *ajuda ajustada* para a aprendizagem escolar. Esse autor admite que a ajuda seja ajustada à aprendizagem quando em situações de ensino, considerando o nível efetivo e real do aluno, são criados desafios abordáveis que no caso da nossa investigação são as perguntas formuladas durante as interações discursivas que têm a funcionalidade de ajuda, tanto do professor como dos demais alunos – para a realização conjunta de tarefas - para além desse nível inicial, cujo alcance se observa pela realização solitária dessas mesmas tarefas.

Cabe salientar que neste estudo consideramos como ajudas, principalmente as perguntas, fossem elas propostas por nós ou pelos alunos ou ainda que fossem promotoras ou não de um conflito sócio-cognitivo. Uma ferramenta que consideramos ainda como forma de estabelecer ajudas foi a realização de determinadas atividades, mencionadas ao longo da nossa análise e observadas pelos alunos, pois a partir delas foram propostos vários questionamentos. A partir daí, a condição para se constituir *ajuda ajustada* seria que a pergunta possibilitasse ao aluno para o qual ela foi dirigida, tanto a reflexão sobre o assunto como o fornecimento de elementos para que ele estabelecesse relações entre diferentes conceitos/atributos, constituindo por isso andaimes que facilitasse o progresso através da ZDP.

Martins (2005) defende que embora a discussão em torno do conceito de ZDP leve sempre em conta o contexto escolar, princípio segundo o autor, defendido principalmente por Vygotsky, a criança tem zonas de desenvolvimentos proximais estabelecidas desde o início de sua vida. Esse autor admite, porém, que entre as ZDP

estabelecidas ao longo da vida da criança, aquelas que são desenvolvidos no período escolar são efetivamente superiores às demais por envolverem funções psicológicas mais complexas.

Outro ponto de vista defendido por Martins (2005) é o constante redesenhar do nível de desenvolvimento potencial do aluno e o estabelecimento de nova ZDP a cada aprendizagem efetivada. Para o autor a aprendizagem conduz o aluno a avançar, penetrando assim na ZDP estabelecida anteriormente, que tem assim seus limites ampliados, uma vez que um novo nível de desenvolvimento potencial poderá ser alcançado. Dessa forma ao contrário do que se supõe, a possibilidade de que o aluno aprenda o conteúdo escolar não se extingue em um determinado tempo, por que esse aprendizado “se consolida e se amplia à medida que são oferecidas situações específicas para exercitarem os sentidos e significados implicados com os conteúdos aprendidos” (MARTINS, 2005, p. 56).

Pensar a relação aprendizado/desenvolvimento sob a perspectiva da ZDP implica considerar a necessidade de mediação entre os diferentes níveis de desenvolvimento, e, para Vygotsky (1998, p. 112), tal mediação pode acontecer por meio da “orientação de um adulto ou em colaboração com companheiros mais capazes”. Para Martins (2005) a importância da mediação, em especial a mediação realizada pelo professor, decorre principalmente porque o aprendizado do conceito científico escolar requer uma maior capacidade de elaboração e conseqüentemente de abstração e reflexão por parte do aluno. Nesse sentido a mediação do professor é essencial, uma vez que ele pode reconhecer os conhecimentos necessários para a compreensão de um certo conceito científico e então propiciar ao aluno determinado tipo de atividade que favoreçam a aquisição desse tipo de conceito. A importância da mediação apontada por Martins (2005) também é considerada por Coll (1994, p. 110) para quem as relações interpessoais, “forçam o progresso através da zona de desenvolvimento proximal e ampliam constantemente seus limites”, e por isso constituem-se como importantes ferramentas educacionais.

Aqui mais uma vez revela-se a diferença entre as ideias de Vygotsky e Piaget. Segundo Coll (1994, p. 84), quando se considera a teoria piagetiana como orientação pedagógica, “o aluno é percebido como um ser socialmente isolado que deve descobrir por si só as propriedades dos objetos e inclusive de suas próprias ações, vendo-se privado de toda ajuda ou apoio que tenha origem em outros seres humanos” Coll (1994) faz questão de lembrar a ambigüidade do papel do professor nas propostas pedagógicas com base nas ideias de Piaget nas quais o papel do professor no processo de construção de conhecimento vem em segundo plano, pois nessa concepção pedagógica a aprendizagem dá-se pela ação direta do aluno sobre o objeto do conhecimento, porém, caberia ao professor a função de propiciar as

condições ideais para que a interação aluno/objeto do conhecimento seja construtiva. Para esse autor, a aprendizagem entendida como produto do processo escolar, é essencialmente resultado da interação aluno/professor/objeto conhecimento e não de “‘encontros’ felizes entre o aluno e o conteúdo da aprendizagem” (COLL, 1994, p. 103).

Coll (1994), no entanto, propõe que se a importância da interação professor/aluno no processo de aprendizagem não deve ser ignorada, também a interação aluno/aluno deve ser considerada como essencial nesse processo. Tudge (1996), alerta que, se existe uma clareza sobre a eficiência da interação adulto-criança no desenvolvimento, o mesmo não ocorre a respeito da interação entre companheiros, levantando inclusive a possibilidade de que essa interação possa resultar na regressão da criança mais competente. No entanto, o próprio Tudge (1996) e Pontecorvo (2005) admitem que as pesquisas apontam que o desenvolvimento pode sim ocorrer, mesmo quando a interação ocorre entre companheiros ou pares. Tais pesquisas, segundo os autores, apontam que o mecanismo promotor do desenvolvimento cognitivo é o “conflito cognitivo ou conflito sócio-cognitivo” (TUDGE, 1996, p. 155; PONTECORVO, 2005, p. 51-52).

Para Piaget o conflito cognitivo é o desencadeador de um processo, sem o qual a construção do conhecimento não acontece: o processo de *equilibração*. Segundo ele, diante de um conflito cognitivo o indivíduo experimenta um desequilíbrio entre as informações que ela possui em sua estrutura cognitiva e a nova informação. Assim, primeiramente tal indivíduo tentará estabelecer uma assimilação da nova informação aos conhecimentos prévios que possui. Caso isso não seja possível, o indivíduo então criará um novo esquema de conhecimento ou modificará o que já existe, ocorrendo então aquilo que Piaget chama de acomodação. Com a modificação da estrutura cognitiva, a assimilação da nova informação torna-se então possível e alcança-se novamente o equilíbrio cognitivo perdido. Piaget considera ainda que é a atividade do sujeito sobre o objeto, as suas trocas com o meio que resultará no reequilíbrio das suas estruturas cognitivas. Assim também a resolução do conflito depende da competência cognitiva do próprio indivíduo (GARNIER; BERDNARZ; ULANOVSKAYA, 1996; MORTIMER, 2000; WADSWORTH, 1984).

Segundo Coll os resultados obtidos nos trabalhos de Doise, Mugny e Perret-Clermont (*apud* COLL, 1994, p. 86) apontam essencialmente que o confronto de ideias até certo ponto divergentes que se dá numa situação de interação em um grupo, resulta em um “conflito sócio-cognitivo que mobiliza e força as reestruturações intelectuais e, com isto o progresso intelectual” Dessa forma a natureza do conflito aproxima-se da perspectiva vygotskyana, pois considera seu caráter sócio-cognitivo, uma vez que é pela interação com o

outro que o indivíduo tem as suas ideias e concepções confrontadas. As contradições e as inadequações de seus conhecimentos prévios são então mais facilmente percebidas do que quando o indivíduo se depara com elas solitariamente. Assim diferentemente da perspectiva de Piaget, na perspectiva vygotskyana, a resolução do conflito é visto como algo intimamente relacionado à atividade coletiva e a mediação, esta podendo ser efetivada pelo professor ou ainda pelos próprios colegas (GARNIER; BERDNARZ; ULANOVSKAYA, 1996).

Giordan (1998), reconhecendo a importância dos conhecimentos prévios dos alunos, na medida em que eles fornecem ao professor informações a partir das quais ele pode estruturar a aula, alerta, porém, que tais conhecimentos podem fornecer ao aluno a falsa ideia de que já possui conhecimento suficiente e assim se fecham ao aprendizado. O mesmo autor sugere que a utilização de contraexemplos pode ser extremamente válida nessa situação, pois o professor “ao explorar um contraexemplo, propõe ao aluno outras respostas e [...] aumenta o seu campo de experiência, [...] aquele que aprende é forçado a posicionar-se, a precisar aquilo que pensa”, apontando assim para a importância da proposição do conflito cognitivo para a aprendizagem (GIORDAN, 1998, p. 203).

De qualquer forma, seja pela interação adulto-criança, seja pela colaboração entre companheiros ou pares, com a possibilidade da ocorrência de um conflito cognitivo, a assistência por indivíduos mais capazes é essencial, pois essa colaboração permite que gradualmente a criança compreenda no desenrolar da atividade, seu significado e seus objetivos (GALLIMORE; THARP, 1996). Para os autores o desempenho autônomo da tarefa é um “resultado que é atingido aos poucos, com avanços que ocorrem após ‘idas e vindas” (GALLIMORE; THARP, 1996, p. 181).

Tudge (1996) considera que a interação entre companheiros nem sempre é capaz de produzir desenvolvimento, podendo inclusive levar a criança à regressão. Essa perspectiva, segundo o autor, permite que se considere a possibilidade de que também a ZDP nem sempre conduza ao desenvolvimento do pensamento da criança, dependendo da natureza das interações sociais vivenciadas por ela. O autor afirma ainda que não estando o conceito de ZDP conectado ao quadro teórico geral no qual se insere “torna-se difícil diferenciar o conceito proposto por Vygotsky de qualquer técnica instrucional que sistematicamente conduza as crianças, com a ajuda de um adulto, a progredirem na aprendizagem [...]” (TUDGE, 1996, p. 152). Dessa forma é possível perceber que apesar de todas as considerações apresentadas até o momento apontarem para a relevância da ZDP para o processo ensino-aprendizagem, como aponta Lorencini Júnior (2000), nem sempre tal relevância é unanimidade entre os pesquisadores. Martins (2005) alerta, no entanto, que

mesmo a possibilidade de regressão, que segundo Tudge (1996), pode ser verificada quando se considera o estabelecimento da ZDP, não implica necessariamente em falta de desenvolvimento, devido à natureza dialética do processo. Segundo o autor, o aprendizado dos conceitos científicos, decorre de uma movimentação do aluno pela ZDP inicial, até que aspectos da mesma sejam consolidados e uma nova ZDP seja criada. Um processo que segundo Martins (2005, p. 71-72) “não é uniforme, ele ocorre em avanços e retrocessos, projetando as possibilidades dos alunos para o futuro (o nível de desenvolvimento proximal)”.

Lorencini Junior (2000, p. 54) admite, porém que mesmo havendo divergências com relação ao conceito de ZDP, há também aspectos em comum, como por exemplo, quando se considera “a possibilidade do professor criar, favorecer e atuar na ZDP do aluno, [...] geralmente em situações [...] nas quais se estabelece [...] *scaffolding learning*, que são suportes, apoios ou então andaimes de interação social para facilitar o desenvolvimento proximal do aluno”. Tal proposição corrobora as ideias de Vila (1984) para quem o papel do adulto é extremamente importante na interação social. Para o autor, “o adulto ‘faz andaimes para’ ou ‘apóia’ as consecuições da criança, forçando-a entrar na ‘zona de desenvolvimento proximal’ mediante o jogo e ‘ensinando-o’ a conseguir o controle consciente do que vai ‘aprendendo’, graças às relações sociais estabelecidas” (VILA, 1984, p. 96).

Outro aspecto da ZDP que levanta divergência é o que se refere ao fato de que a construção da ZDP é uma exclusividade do professor que transfere ao aluno o controle da aprendizagem (GREENFIELD, 1984; WERSTCH, 1985), atribuindo assim ao adulto a exclusividade na criação e intervenção na ZDP. Lorencini Junior (2000) julga não ser possível que a ZDP seja sempre produto da atividade solitária do professor, levando em consideração que a promoção da ZDP pode ocorrer em um contexto cooperativo, como o que se estabelece na sala de aula, quando o processo de ensino é alicerçado no “discurso reflexivo”<sup>11</sup> (VAN ZEE; MINSTRELL, 1997, p. 212), uma estratégia que, segundo Lorencini Júnior (2000), é capaz de gerar conhecimento, promovendo uma aprendizagem reflexiva porque permite ao aluno expor suas ideias, possibilitando assim a negociação, atribuição e compartilhamento de significados acerca dos conteúdos que estão sendo trabalhados. No discurso reflexivo, professor e aluno chegam juntos à conclusão da aula, legitimam as intervenções, deixando

---

<sup>11</sup> Definido pelos autores como discussões nas quais em interação com o professor ou com seus companheiros de sala, os alunos expressam seus pensamentos através de comentários e questões que não se restringem a mera repetição das respostas do livro didático. No discurso reflexivo pela interação direta com o professor ou com outro colega, os alunos são envolvidos numa série de questionamentos que os ajudam a articular suas crenças e concepções, assim como compreender o pensamento de outro.

assim o “discurso de autoridade”<sup>12</sup> (MORTIMER; SCOTT, 2002, p. 287) de ser uma primazia do professor, uma vez que a legitimidade do discurso de autoridade passa a ser de ambos, como propõem Mortimer e Scott (2002).

Igualmente defensor da possibilidade da ZDP ser originada também nas interações aluno-aluno, Onrubia (1996, p. 145) propõe que a existência de possíveis discordâncias de nível moderado entre diferentes pontos de vistas defendidos pelos alunos, ou seja, a ocorrência do conflito cognitivo, “pode proporcionar ajudas e apoios que possibilitem a reconstrução, em nível superior, dos próprios esquemas de conhecimento como saída para a discrepância.” Além disso, nas situações de interação aluno-aluno, fato muito comum, segundo Onrubia (1996), é a necessidade de explicitação dos pontos de vistas de maneira compreensível, assim como a de instruir ou ajudar na realização de alguma atividade em grupo, atividades essas para as quais se faz obrigatório o uso da linguagem, importante instrumento na reestruturação e regulação dos processos cognitivos e na criação/intervenção na ZDP.

Também Valsiner (*apud* MOLL, 1996, p. 320) defende que não só o professor, mas também os alunos podem ser responsáveis pelo estabelecimento da ZDP, o autor propõe que “[...] não apenas a instrução (representada pela pessoa do professor), mas também o indivíduo que aprende podem definir a ZDP, tendo em vista que um ambiente vital culturalmente estruturado proporciona o ‘meio estimulador’ para a construção da ZDP, pela própria criança”. A compreensão da ZDP demonstrada por esses autores - como uma criação tanto do professor quanto dos seus alunos – corresponde ao enfoque dado por Vygotsky (*apud* MOLL, 1996) a esse conceito: na ZDP a criança não é pura e simplesmente o receptor passivo dos ensinamentos do adulto, ao contrário, ambos, adulto e criança trabalham conjuntamente na resolução de problemas, compartilhando o conhecimento e a responsabilidade.

Por sua vez, Pontecorvo (2005, p. 71), sugere que as interações discursivas processadas em sala de aula, sejam elas desenvolvidas com a sala toda sob a coordenação do professor ou em pequenos grupos de alunos, apontam para a importância da dimensão da construção social do pensamento, manifesta na chamada “co-construção do raciocínio”, um fenômeno caracterizado, segundo ela, pelo “pensar em conjunto”, que promove a elaboração de ideias a partir da colaboração de vários interlocutores, sobre um determinado argumento proposto entre vários. Assim, [...] “cada um pode ‘utilizar’ aquilo que o outro diz,

---

<sup>12</sup> Para Mortimer e Scott (2002) o “discurso de autoridade” caracteriza a interação professor/aluno na qual o professor não se considera o ponto de vista do aluno a respeito do conteúdo trabalhado, levando-se em conta apenas o ponto de vista expresso pelo discurso escolar, ou seja, o ponto de vista científico.

subdividindo-se o esforço ou a carga emocional do ato de pensar mediante o compartilhamento do pensamento” (PONTECORVO, 2005, p. 74). Entendemos que, implícito na ideia dessa autora, possa estar a ideia de que no contexto das interações discursivas, o discurso se desenvolve por meio de uma construção compartilhada entre professor-aluno e entre aluno-aluno.

Para Wells (2003), a ZDP pode se estabelecer não só de maneira individual, conforme propõe Vygotsky, mas também na coletividade da sala de aula, quando o professor não promove a interação individualmente, mas com todo o grupo de alunos.

As ideias de Pontecorvo (2005) de um discurso co-construído ou construído de forma compartilhada, bem como as proposições de Wells (2003) a respeito da ZDP, permitiram-nos pressupor que a proposição de andaimes/ajudas pudesse ocorrer de forma compartilhada e, além disso, que no contexto da sala de aula pudesse ocorrer o estabelecimento da ZDP coletiva. Consideramos que as circunstâncias propícias para promoção compartilhada dos andaimes/ajudas seriam aquelas permeadas por interações, fossem elas entre professor e aluno ou entre alunos, pois dessa forma ele, o andaime/ajuda, seria resultado de um encadeamento de ideias ou ainda como propõe Pontecorvo (2005, p. 71), do “pensar em conjunto” e da “co-construção do raciocínio”. Assim a sua promoção não seria prerrogativa isolada do professor ou do aluno. Se o professor fez uma pergunta foi porque anteriormente o aluno perguntou algo ou respondeu alguma questão. Da mesma forma acontece com os alunos. Professor e alunos poderiam então constituir-se porta-vozes, instrumentos de manifestação do andaime/ajuda.

Por outro lado, a ZDP coletiva poderia se estabelecer a partir da intervenção realizada pelo professor, direcionada ao grupo todo da classe e não especificamente a um dos alunos. Situação muito comum no início de uma aula quando o professor apresenta o assunto a ser trabalhado ou problematiza o conteúdo e ainda, como propõe Andreolla (2005), não é possível identificar diferentes níveis de desenvolvimento entre os alunos. Consideramos ainda que a partir dessa ZDP coletiva inicialmente estabelecida, o intercâmbio de perguntas e respostas (tanto do professor quanto dos alunos) a partir dela desencadeado, seria instrumento de intervenção, que possibilitaria sua ampliação, seu redimensionamento e até mesmo sua diferenciação em ZDP individuais.

As perguntas e respostas constituintes do discurso reflexivo funcionariam como uma “ponte” entre o desenvolvimento real e o desenvolvimento potencial, ou seja, as perguntas poderiam intervir na ZDP, funcionando como andaimes ou ajudas para a aprendizagem escolar. Isso seria possível graças ao auxílio na articulação de ideias

possibilitadas por elas e também pela troca de argumentos entre os alunos e entre eles e o professor, com auxílio deste último. Além disso, a elaboração de uma resposta pelo aluno pressuporia uma articulação entre o pensar e o argumentar, aquele organizador deste, com a ajuda, com o “suporte externo e fundamental que o ato de pensar recebe da presença de um outro falante e pensante” (PONTECORVO, 2005, p. 75), que na sala de aula estão representados pela figura tanto do professor quanto do aluno.

Lorencini Junior (2000) considera, no entanto, que devido à natureza diferenciada do ambiente social da sala de aula, um tanto instável e até mesmo conflituoso, as ações podem ser contraditórias e a ajuda pode nem sempre ocorrer de maneira adequada. Entendemos que a inadequação de uma ajuda pode ser determinada tanto pelo tipo de instrumento escolhido para fornecer tal ajuda (em nosso caso as perguntas), como pelo uso que se faz do instrumento escolhido.

Como admitem Lorencini Júnior (2000) e Giordan (1998), as perguntas formuladas pelo professor se constituem importante instrumento de aprendizagem quando utilizadas também com a função de criar o “conflito cognitivo”, ou seja, por meio de uma pergunta ou até mesmo um contraexemplo, o professor [...] “propõe um desafio para os conhecimentos prévios dos alunos. [...] para que eles questionem os seus conhecimentos e reconsiderem, se for o caso, as interpretações que fizeram anteriormente” (LORENCINI JUNIOR, 2000, p. 195).

Miras (1996) sugere ainda o estabelecimento de interações discursivas entre professor-aluno e aluno-aluno com a utilização de questões mais ou menos divergentes como forma de ativar os conhecimentos prévios do aluno, condição essencial para a aprendizagem significativa, uma vez que eles podem funcionar como subsunçores na estrutura cognitiva do indivíduo. Entretanto, podemos também dizer que o conhecimento prévio do indivíduo acerca de um determinado conceito é formado por inúmeros subsunçores que podem servir de relação com o novo conhecimento e daí configurar uma aprendizagem significativa.

Dessa forma por meio dos fundamentos teóricos expostos neste capítulo esperamos ter permitido ao leitor situar-se a respeito dos pressupostos que orientam as diversas concepções de aprendizagem, os processos nela envolvidos e ainda reconhecer a linguagem sob a óptica vygotskyana como principal instrumento de mediação entre o sujeito e o objeto do conhecimento e assim estabelecer relações entre o uso das perguntas como desencadeadoras das interações discursivas que se constituem pela linguagem e na promoção da aprendizagem dos conteúdos de Ciências.

## CAPÍTULO 2

### COMPREENDENDO A DINÂMICA DAS INTERAÇÕES DISCURSIVAS NAS SALAS DE AULAS: AS FERRAMENTAS DE ANÁLISE

Há cada vez mais consenso dentro da investigação educativa em considerar as interações discursivas como importante instrumento para construção do conhecimento. Andreolla (2005), Candella (1999), Edwards e Mercer (*apud* MORTIMER; SCOTT, 2002), Lorencini Junior (2000), Mortimer e Scott (2002), Vygotsky (1998) entre outros nos permitem conhecer concepções sobre a aprendizagem de Ciências que consideram o aprendizado um processo que não se dá apenas por meio da transmissão-assimilação apontando também para a existência de uma relação entre a linguagem presente no movimento discursivo promovido no contexto da sala de aula e o processo de elaboração do conhecimento. Segundo Bruner (1978a) a educação é um processo público de criação e negociação cultural que ocorre principalmente através do discurso na escola.

Assim, enquanto se desenvolvia o interesse pelo estudo da relação entre o discurso e os processos educativos que ocorrem no contexto escolar, na tentativa de entender a complexa dinâmica que envolve as interações na sala de aula, as pesquisas foram também avançando no sentido de se construir uma ferramenta adequada e ajustada para análise dessas interações, resultando assim no surgimento de diferentes ferramentas utilizadas no estudo do discurso, instrumento por meio do qual tais interações são desencadeadas.

Monteiro e Teixeira (2004), por exemplo, propõem uma ferramenta de análise, a partir da qual se almeja a compreensão dos diferentes aspectos envolvidos na interação em sala de aula, cujo foco é a fala do professor, como ela é organizada e de que forma interferem na argumentação dos alunos, Tal ferramenta segundo os autores foi elaborada por eles a partir das categorias de análise propostas por Compiani (1996) e direcionadas para compreensão do papel tanto da fala dos alunos quanto do professor em sala de aula e por Boulter e Gilbert (1995) que concentraram a análise na fala do professor, nos argumentos por ele utilizado para sustentar uma posição, nesse caso, em relação ao conhecimento científico.

Capecchi e Carvalho (2000), por sua vez, fazem em seu trabalho a análise da argumentação dos alunos sob o aspecto estrutural e também das interações estabelecidas nas discussões em sala de aula, a partir dos padrões de análise desenvolvidos por Toulmin (2001), Driver, Newton e Osborne (2000) e analisam ainda o discurso do professor com base nas categorias de análise propostas por Mortimer e Machado (1997).

Segundo as autoras, a ferramenta analítica de Toulmin (2001) permite identificar os elementos básicos que constituem a argumentação e a relação existente entre eles, possibilitando a compreensão do papel da argumentação no pensamento científico. Já as categorias de análise propostas por Driver, Newton e Osborne (2000), a partir de Toulmin (2001), consideram papel exercido pelo desenvolvimento da habilidade de argumentação no refinamento de qualidade da argumentação estabelecida durante nas interações que sustentam a discussão, afirmam ainda as autoras.

Apoiadas no instrumento de análise proposto por Mortimer e Machado (1997), Capecchi e Carvalho (2000, p. 177) examinaram o discurso do professor, buscando reconhecer nas interações discursivas da sala de aula, primeiramente os padrões de discurso do tipo IRF (I – início da interação pelo professor/ R – resposta do aluno/ F - *feedback* pelo professor), para depois determinar se o discurso proferido pelo professor apresenta características de um discurso de “autoridade” ou “persuasivo”. A variação sucessiva desses padrões discursivos é desejável quando se espera que os alunos realizem mudanças conceituais, uma vez que ajudam na identificação e superação de conflitos cognitivos pelos alunos.

Entre as muitas tentativas de se produzir a ferramenta ideal para análise das interações discursivas na sala de aula, pretendemos destacar aqui, o trabalho desenvolvido por Mortimer e Scott (2002) e apresentado no artigo *Atividade discursiva nas salas de aula de Ciências: uma ferramenta sociocultural para analisar e planejar o ensino*.

Mortimer e Scott (2002) reconhecem nesse artigo a influência da corrente sócio- histórica ou sócio-cultural na pesquisa educativa na área de Ciências. Admitem que embasado em tal corrente teórica, o ensino de Ciências passa a focar a aprendizagem na construção de significados, que se dá pela interação social, propiciada na sala de aula pelas interações discursivas. Segundo esses autores, a atividade discursiva é ideal para colocar frente a frente às diferentes visões, que perfazem o complexo contexto cultural da sala de aula, possibilitando assim a negociação de significados e consequentemente um desenvolvimento intelectual recíproco.

Mortimer e Scott (2002) reconhecem ainda a importância das ações do professor na condução das interações, não podendo ser diferente uma vez que é a postura do professor no decorrer da aula que determinará a qualidade das interações, das ações do professor dependerá a existência de um clima favorável ou não à participação efetiva do aluno nas discussões. Do professor dependerá ainda a manutenção do foco da discussão, isso exigirá

dele perspicácia para conduzir a discussão de forma a permitir que os alunos expressem suas opiniões, porém sem fugir do objetivo a ser alcançado.

Assim considerando a relevância do professor no processo discursivo que leva a construção de significados e a falta de conhecimento de como ele atua na dinâmica interativa, Mortimer e Scott (2002), procuraram focar no papel desempenhado por ele ao proporem uma ferramenta voltada para análise das interações discursivas em sala de aula, possibilitando assim que a sua utilização permita uma reflexão sobre as diferentes formas de ação do professor enquanto promovem e encaminham as interações na direção da construção de significados.

Mortimer e Scott (2002) apontam e reconhecem o valor de outros trabalhos (EDWARDS; MERCER, 1987; LEMKE, 1990; KRESS et al., 2001) que apresentam diferentes direcionamentos dados às pesquisas envolvendo as interações discursivas. No entanto fazem uma ressalva em relação a tais trabalhos: eles “apontam para novas áreas de estudo, antes de contemplar os desafios das práticas discursivas mais convencionais” (MORTIMER; SCOTT, 2002, p. 285). Mortimer e Scott (2002) consideram que em relação à prática de atividades discursivas nas salas de aula a prioridade deve ser a compreensão do processo, torná-las antes de tudo visíveis, para só então cogitar a expansão de sua utilização.

## 2.1 A FERRAMENTA DE ANÁLISE DE MORTIMER E SCOTT

Proposta numa “tentativa de desenvolver uma linguagem para descrever o gênero do discurso [...] das salas de aula de ciências” (MORTIMER; SCOTT, 2002, p. 284), o mecanismo de análise proposto por Mortimer e Scott (2002) tem inspiração nas ideias de Vygotsky (1998, 1978) e Bakhtin (1986), e chama a atenção para o *foco do ensino*, para *abordagem* utilizada pelo professor e para a *ação* do professor enquanto dirige as interações na sala de aula com intuito de levar os alunos a construir significados. Cada um desses aspectos abrange ainda outros cinco aspectos inter-relacionados. Assim, o *foco de ensino* está diretamente relacionado às *intenções do professor* e ao *conteúdo das interações*, que revelam o anseio do professor numa determinada etapa da sequência de ensino assim como a natureza do conhecimento trabalhado durante a aula.

Ponto importante na estrutura analítica o aspecto *abordagem* está relacionado à caracterização do discurso entre professor e alunos ou entre alunos e assim abrange a *abordagem comunicativa*, conceito chave na estrutura de análise por meio do qual são identificados quatro diferentes classes de abordagem produzidas enquanto o trabalho

pedagógico do professor - que diz respeito às intenções e ao conteúdo do ensino – é realizado por ele durante a aula.

Outro aspecto da análise - *ação* do professor – contempla os *padrões de interação*, dimensão por meio da qual os autores admitem o estabelecimento de padrões de discurso que se manifestam nas interações verbais que ocorrem entre o professor e os alunos durante a aula. Considera ainda, a *intervenção do professor*, que reporta à maneira como o professor interpõe ou não sua autoridade em determinado momento para desenvolver a história científica e torná-la disponível para os alunos (MORTIMER; SCOTT, 2002).

A seguir descrevemos cada um dos aspectos mencionados a fim de clarificar a ferramenta analítica proposta pelos autores:

### A) Intenções do Professor

A partir das considerações de Mortimer e Scott (2002, p. 286) podemos supor a sala de aula como o local onde sob um “roteiro” previamente estabelecido pelo professor (o seu plano de aula) e também sob a sua direção se dá na aula, através de uma espécie de *performance pública* o desenrolar de uma história, nesse caso uma *história científica*<sup>13</sup>. Embora para os autores o desenrolar dessa “história” deva ser a principal intenção do professor durante essa “performance”. Segundo Aguiar Junior e Mortimer (2005, p. 183), “cada intenção, ou propósito, se relaciona a uma fase particular da aula ou de uma seqüência de aulas”, havendo, portanto outras diferentes intenções, por detrás das várias intervenções que o professor realiza durante o decorrer da aula. Para tais autores a pergunta a que esse aspecto da estrutura analítica pode responder é: “Quais são as intenções do professor numa determinada fase da seqüência de ensino, no que se refere ao desenvolvimento dos conteúdos científicos?” (AGUIAR JUNIOR; MORTIMER, 2005, p. 183).

Mortimer e Scott (2002) admitem que as *intenções do professor* sintetizadas no quadro abaixo foram estabelecidas a partir de outros aspectos da teoria sociocultural, mas também da experiência adquirida nas salas de aula enquanto pesquisadores.

---

<sup>13</sup> Segundo Martins, Ogborn e Kress (1999) implícita nesse conceito está a ideia de comparar as explicações científicas ao narrar de uma história. Nessa analogia assim como as histórias, são resultantes de uma seqüência de eventos protagonizados por diferentes personagens, os fenômenos naturais são resultados da ação de vários protagonistas (por exemplo, por de trás de uma lâmpada que acende, encontramos elétrons que protagonizam a fluidez da corrente elétrica). Assim ao fornecerem as explicações científicas para tais fenômenos nas aulas de ciências, os professores “narram histórias científicas” que têm por objetivo, segundo Mortimer e Scott (2003) tornar disponíveis aos alunos o ponto de vista científico.

**Quadro 1** – Síntese das intenções do professor

<b>INTENÇÕES DO PROFESSOR</b>	<b>FOCO</b>
<b>Criando um problema.</b>	Engajar os estudantes intelectual e emocionalmente, no desenvolvimento inicial da “história científica”.
<b>Explorando a visão dos estudantes.</b>	Elicitar e explorar as visões e entendimentos dos estudantes sobre ideias e fenômenos específicos.
<b>Introduzindo e desenvolvendo a “história científica”.</b>	Disponibilizar as ideias científicas (incluindo temas conceituais, epistemológicos, tecnológicos e ambientais) no plano social da sala de aula.
<b>Guiando os estudantes no trabalho com as ideias científicas, e dando suporte ao trabalho de internalização.</b>	Dar oportunidade ao estudante de falar e pensar com as novas ideias científicas, em pequenos grupos e por meio de atividades com toda classe. Ao mesmo tempo, dar suporte aos estudantes para produzirem significados individuais, internalizando essas ideias.
<b>Guiando os estudantes na aplicação das ideias científicas e na expansão de seu uso, transferindo progressivamente para eles, o controle e a responsabilidade por esse uso.</b>	Dar suporte aos estudantes para aplicar as ideias científicas ensinadas a uma variedade de contextos e transferir aos estudantes controle e responsabilidade (WOOD et al. <i>apud</i> MORTIMER; SCOTT, 2002) pelo uso dessas ideias.
<b>Mantendo a narrativa: sustentando o desenvolvimento da “história científica”.</b>	Prover comentários sobre a “história científica” de modo a ajudar os estudantes a seguir seu desenvolvimento e a entender suas relações com o currículo de ciências como um todo.

Fonte: Proposto por Mortimer e Scott (2002, p. 286).

## **B) Conteúdo do Discurso**

Dada a responsabilidade pelo direcionamento e gerenciamento de toda situação em sala de aula, ambiente que devido à diversidade e pluralidade, constitui um contexto complexo e incerto (CONTRERAS, 1987), é de se esperar que o professor apresente tipos bem variados de discurso. Cada situação vivenciada, por ele, seja a determinação de procedimentos (na realização de determinada tarefa, como uma atividade prática, por exemplo), a organização da sala de aula, a manutenção ou reestabelecimento da disciplina (solicitando atenção e silêncio, quando necessário, no decorrer da aula) e o trabalho com o conteúdo, ou seja, o desenvolvimento da “história científica” exige que o professor estabeleça na interação com seus alunos, formas diferenciadas de discurso. Mortimer e Scott (2002) reconhecem a existência dessas variações do discurso do professor, porém dedicam em sua ferramenta de análise uma atenção especial ao discurso proferido durante o desenvolvimento do conteúdo, o desenrolar da “história científica”.

Os autores então estabeleceram categorias sobre as quais estruturaram a análise do conteúdo do discurso do professor. Tais categorias, afirmam os autores foram fundamentadas nas características da *linguagem social* da ciência escolar - conceito segundo

eles proposto por Bakhtin (1986) - e embasadas na diferenciação entre *descrição*, *explicação* e *generalização*. Para Mortimer e Scott (2002), as descrições e explicações, podem ser ainda consideradas *empíricas ou teóricas* dependendo tal classificação de que o referencial utilizado pelo professor seja diretamente observável ou não.

### C) Abordagem Comunicativa

Durante toda aula o professor estabelece diferentes padrões de interação com seus alunos. Esses diferentes padrões são resultados da maneira como o conteúdo e as intenções de ensino são trabalhados por ele. Assim se durante o desenvolvimento da “história científica” o professor considera aquilo que o aluno tem a dizer sobre o assunto em questão, ou seja, o professor leva em conta os conhecimentos prévios do aluno, a interação entre eles se dá de forma *dialógica*. Caso contrário, se o professor leva em conta apenas o que o aluno tem a dizer do ponto de vista científico, a interação entre eles é marcada pela *autoridade*, que segundo os autores é inerente à linguagem social da ciência.

Mortimer e Scott (2002, p. 287) admitem ainda que ter sido enunciada por uma ou por mais pessoas não caracteriza uma sequência discursiva como *dialógica* ou de *autoridade*. Para eles “o que torna o discurso funcionalmente dialógico é o fato de que ele expressa mais de um ponto de vista - mais de uma ‘voz’ é ouvida e considerada - e não que ele seja produzido por um grupo de pessoas ou por um indivíduo solitário”. Dessa forma os autores propõem como *interativa* a atividade discursiva na qual existe a participação de mais de uma pessoa e *não-interativa* aquela na qual apenas uma pessoa se manifesta.

Assim podemos admitir que Mortimer e Scott (2002) identificam duas dimensões diferentes dentro da atividade discursiva que se estabelece na sala de aula: a primeira caracteriza a atividade discursiva como *dialógica* ou *de autoridade* e a segunda distingue o discurso promotor da interação discursiva em *interativo* e *não-interativo*. A combinação dessas duas dimensões constitui o conceito-chave da estrutura de análise proposta por Mortimer e Scott a *abordagem comunicativa*. Para os autores a análise da atividade discursiva com base nos aspectos que constituem a abordagem comunicativa pode fornecer “a perspectiva sobre *como* o professor trabalha as intenções e o conteúdo do ensino por meio das diferentes intervenções pedagógicas que resultam em diferentes padrões de interação” (MORTIMER; SCOTT, 2002, p. 287, grifo dos autores). Dessa forma a *abordagem comunicativa*, importante aspecto da ferramenta analítica de Mortimer e Scott é constituída por quatro diferentes classes, sintetizadas no quadro abaixo, cujas especificidades serão explicitadas no capítulo seguinte.

**Quadro 2** – Classes de abordagem comunicativa

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

**Fonte:** Mortimer e Scott (2002, p. 288).

Os autores observam ainda que, embora cada uma dessas classes caracterize principalmente o papel do professor durante a interação discursiva, elas podem ser também utilizadas na análise de interações que possam ocorrer apenas entre alunos, quando esses se encontrem trabalhando em pequenos grupos.

#### **D) Padrões de Interação**

Krasilchik (1987) aponta, como um dos fatores que influenciam negativamente no ensino de Ciências, a preparação deficiente dos professores. Tal deficiência abrange desde o conhecimento de práticas metodológicas até a formação dos profissionais em relação ao conhecimento da própria disciplina. Tais problemas são refletidos diretamente na prática em sala de aula, pois geram insegurança em relação à classe, dependência estreita dos livros didáticos, limitando o professor na grande maioria das vezes a ser um transmissor de conhecimentos.

Um professor formado para conceber o ensino como transmissão do conhecimento apresenta uma postura pedagógica pouco flexível. Esse professor faz então uso das perguntas apenas como um instrumento para verificar aquilo que o aluno já sabe sobre o assunto, porém buscando uma resposta o mais próxima possível do conhecimento científico sistematizado ao qual por meio da escola os alunos devem ter acesso.

É possível pressupor que tais circunstâncias se não são determinantes, ao menos concorrem para que as interações que segundo Baquero (1998) comumente ocorrem nas salas de aulas de todos os níveis, baseiem-se na seqüência: início – normalmente determinado pelo professor, resposta formulada pelo aluno e avaliação também aplicada pelo professor, que consiste em seqüências comunicativas denominadas I-R-A (início, resposta, avaliação). A ocorrência desse tipo de padrão de interação no qual as perguntas são

frequentemente utilizadas com intenção avaliativa foi também identificada por Mortimer e Scott (2002). Além dele, no entanto os autores identificaram ainda outros dois tipos de padrão de interação: a) padrão I-R<sub>1</sub>-R<sub>2</sub>-F-R-F-R... A no qual a partir do início pelo professor (I), a interação é entremeada por diferentes respostas, por feedbacks (F) - cujo propósito é que o aluno torne sua ideia mais clara e b) ou I-R-P-R-P-R... A no qual ocorre intervenções do professor (P) que incentivem o aluno a prosseguir com a sua fala. Tais padrões denominados *cadeias de interação*, da forma como estão aqui representados são denominados *cadeias de interação fechadas*, pois terminam com uma intervenção avaliativa do professor (MORTIMER; SCOTT, 2003). Porém, quando tal avaliação não ocorre temos então, ainda segundo os autores, as *cadeias de interação abertas*.

### **E) Intervenções do Professor**

Mortimer e Scott (2002) concluem seu quadro analítico contemplando a forma como o professor atua no sentido de disponibilizar a *história científica* para os alunos. Para orientar tal análise, os autores, a partir de um esquema produzido por Scott (*apud* MORTIMER; SCOTT, 2002), estabeleceram seis maneiras pelas quais o professor realiza intervenções durante a aula. Cada forma de intervenção, seu foco e as ações por meio das quais o professor as efetivam estão explícitas no quadro abaixo.

**Quadro 3 – Intervenções do professor**

INTERVENÇÃO	FOCO	AÇÃO DO PROFESSOR
<b>1. Dando forma aos significados</b>	Explorar as idéias dos estudantes.	-Introduz um termo novo; parafraseia uma resposta do estudante; -Mostra a diferença entre dois significados.
<b>2. Selecionando significados</b>	Trabalhar os significados no desenvolvimento da história científica.	-Considera a resposta do estudante na sua fala; -Ignora a resposta de um estudante.
<b>3. Marcando os significados chave</b>	Explorar as idéias dos estudantes.  Trabalhar os significados no desenvolvimento da história científica.	- Repete um enunciado; - Pede ao estudante que repita um enunciado; Estabelece uma seqüência I-R-A com um estudante para confirmar uma idéia; - Usa um tom de voz particular para realçar certas partes do enunciado.
<b>4. Compartilhando significados</b>	Tornar os significados disponíveis para todos os estudantes da classe.	- Repete a idéia de um estudante para toda a classe; pede a um estudante que repita um enunciado para a classe; - Compartilha resultados dos diferentes grupos com toda a classe; -Pede aos estudantes que organizem suas idéias ou dados de experimentos para relatarem para toda a classe.
<b>5. Checando o entendimento dos estudantes</b>	Verificar que significados os estudantes estão atribuindo em situações específicas.	-Pede a um estudante que explique melhor sua idéia; - -Solicita aos estudantes que escrevam suas explicações; verifica se há consenso da classe sobre determinados significados.
<b>6. Revendo o progresso da história científica</b>	Recapitular e antecipar significados.	-Sintetiza os resultados de um experimento particular; Recapitula as atividades de uma aula anterior; -Revê o progresso no desenvolvimento da história científica até então.

Fonte: Mortimer e Scott (2002, p. 289).

Em seu trabalho, Mortimer e Scott (2002) nos chamam à atenção de que embora não se possa negar a importância do discurso tanto do professor quanto do aluno na construção e negociação de significados durante as aulas de Ciências, não se tem dado o

crédito devido a tal fato, seja pelos professores, pelos seus formadores e até mesmo pelos pesquisadores.

Fato é que embora o discurso e a interação professor/aluno e até mesmo aluno/aluno, possibilitada por ele tenham despertado o interesse como instrumento eficaz no processo de elaboração do conhecimento científico, ainda pouco se conhece a respeito de como os professores dão suporte ao processo pelo qual os alunos constroem significados em salas de aula de Ciências, sobre como essas interações são produzidas e sobre como os diferentes tipos de discurso podem auxiliar a aprendizagem dos estudantes.

Assim, nos parece que a ferramenta analítica desenvolvida por Mortimer e Scott (2002) mostra-se importante por procurar tornar visíveis esses processos, permitindo uma reflexão sobre como os professores podem agir para guiar as interações que resultam na construção de significados desejáveis do ponto de vista científico.

## CAPÍTULO 3

### OBJETIVOS E FUNDAMENTOS METODOLÓGICOS DA INVESTIGAÇÃO

#### 3.1 OBJETIVOS DA INVESTIGAÇÃO

Os resultados alcançados pelos diversos pesquisadores que apontamos nas investigações desenvolvidas a respeito da utilização de interações discursivas como ferramenta para elaboração do conhecimento nos permitiram considerar que a utilização do discurso e das interações entre professor e alunos e entre os próprios alunos pode acarretar efeitos positivos na elaboração do conhecimento, entre outros já mencionados anteriormente, na apropriação ativa do conhecimento, seu enriquecimento e compartilhamento na sala de aula e faz da ligação estabelecida entre professor-aluno uma relação na qual aprendem e ensinam um ao outro, dada a ressignificação e negociação de pontos de vista que possibilitam (ANDREOLLA, 2005). A exposição de argumentos favorece a reconstrução do pensamento (VYGOTSKY, 1996), permite tanto ao professor quanto ao aluno, a atribuição de significados e sentido aos conteúdos trabalhados e à atividade de aprendizagem (COLL; ONRUBIA, 1998; LORENCINI JUNIOR, 2000).

Por meio do referencial teórico que utilizamos nos apercebemos de diferentes concepções acerca das interações discursivas e de elementos fundamentais ao seu desenvolvimento. Pontecorvo (2005), por exemplo, defende as interações discursivas como importante mecanismo da construção social do pensamento, permitindo a “co-construção do raciocínio”. A autora a partir de seus dados propõe que o raciocínio sobre um determinado argumento é construído a partir da contribuição de vários interlocutores e isso possibilita a construção compartilhada do conhecimento. Admitimos ainda que no contexto da sala de aula tal construção se dá de maneira coletiva. Para Mercer (1998) e Candella (2001), a linguagem juntamente com o discurso é considerada como essencial no estabelecimento da comunicação em sala de aula. A linguagem é a principal mediadora entre o indivíduo e o objeto do conhecimento (VYGOTSKY, 2008; COLL; ONRUBIA, 1998). A mesma importância mediadora pode ser atribuída às perguntas quando consideradas como unidade central das interações discursivas entre professor e aluno, como instrumento para atribuição e compartilhamento de significados, como *ajudas, andaimes ou scaffolding learning* (BRUNER, 1978b) para os alunos realizarem tarefas de aprendizagem e ainda para que possam passar de um nível de desenvolvimento a outro; como estratégia para ativar os

conhecimentos prévios e de desafiar tais conhecimentos quando utilizadas para promoção do “conflito sócio-cognitivo” (COLL, 1994, p. 86).

Vygotsky (2008), assim como vários autores que procuraram traduzir suas ideias (OLIVEIRA, 1997; TUDGE, 1996; MOLL, 1996), além de assinalar a importância da mediação da linguagem entre o indivíduo e o conhecimento, aponta ainda para a importância da interação social, pois admite que a responsabilidade por tal mediação caiba a um adulto, na escola o professor, ou até mesmo a um colega mais experiente. Outra contribuição das ideias de Vygotsky para o nosso trabalho foi o conceito de ZDP, que remete à mediação, necessária para que o aluno supere o desenvolvimento efetivo e alcance desenvolvimento potencial, cujo instrumento defendemos possam ser as perguntas formuladas pelo professor, a articulação de ideias e a troca de argumentos entre alunos proporcionadas pelas interações discursivas nas aulas de Ciências.

Mortimer e Scott (2002) e Aguiar Junior e Mortimer (2005) contribuem com a classificação da interatividade do discurso, em relação à participação dos alunos na interação com o professor, em interativo e não-interativo, com alternância entre a abordagem comunicativa dialógica e de autoridade, que combinadas produzem quatro classes de abordagem comunicativas. Para eles o ensino eficiente é aquele em que os quatro tipos de abordagem se alternam, defendem, porém, que no processo ensino/aprendizagem a palavra final - pois segundo ele por mais contribuições que as interações dialógicas possam oferecer, sozinhas elas não permitem o desenvolvimento de conceitos - é sempre do professor.

Assim embasados, buscamos nesta investigação, analisar a construção das interações discursivas promovidas pelas perguntas do professor e as respostas dos alunos numa turma de 9º ano do Ensino Fundamental, e sua utilização como ferramenta na elaboração do conhecimento nas aulas de Ciências.

Portanto, o objetivo geral para esta pesquisa é:

- Analisar as interações discursivas construídas pelas perguntas do professor e pelas respostas dos alunos na elaboração do conhecimento sobre densidade nas aulas de Ciências.

A análise dessas interações foi realizada por meio de uma ferramenta analítica adaptada da literatura já existente - mas especificamente do trabalho de Mortimer e Scott (2002) como ficou explícito no capítulo anterior - com auxílio dos referências apresentados. Tal ferramenta como foi possível constatar leva em conta cinco aspectos

específicos - intenções do professor, conteúdo do discurso, a abordagem comunicativa, os padrões de interação e as intervenções do professor – que inter-relacionados constituem aspectos mais amplos da análise: o foco de ensino, a abordagem e as ações. Tal ferramenta e a sua relevância para este trabalho será novamente abordada mais adiante neste capítulo.

Levando em conta a complexidade do contexto, no qual foram estabelecidas as interações, cuja análise é o objetivo principal do nosso trabalho, consideramos a possibilidade de alguns desdobramentos na referida análise. Admitimos então, estejam implicados neste trabalho, os seguintes **objetivos específicos**:

- identificar as diferentes abordagens comunicativas utilizadas pelo professor durante as interações discursivas promovidas e estabelecer a relação entre a abordagem comunicativa predominante na aula e a elaboração do conhecimento;
- identificar a ocorrência de ZDP durante as interações discursivas e verificar a utilização das perguntas como ferramenta tanto na criação, quanto na ajuda ou andaime na ampliação da ZDP pelo aluno;
- identificar a manifestação de situações de conflito cognitivo nos alunos, verificar a relação das perguntas do professor com o surgimento desses conflitos e o papel desempenhado por eles na elaboração do conhecimento;
- reconhecer os diferentes padrões de interação manifestos durante a promoção das interações discursivas e a relação existente entre tais padrões e a participação efetiva dos alunos na construção do conhecimento.

### 3.2 AS OPÇÕES E OS FUNDAMENTOS METODOLÓGICOS

Ao iniciar um processo de pesquisa, forçosamente todo pesquisador se depara com inúmeras decisões a tomar, outras tantas opções a fazer. Tais opções determinam o caminho a ser trilhado, a escolha dos objetivos, a coleta e análise de dados, culminando com o resultado final. Portanto, dedicamo-nos a partir de agora a expor e a fundamentar nossas escolhas para efetivar nossa investigação.

### 3.2.1 Nasce a Professora-Pesquisadora

Ao longo da nossa vida profissional, por várias vezes olhamos com certa desconfiança todo trabalho que oferecesse ao professor determinadas soluções para os problemas de aprendizagem, desconfiança essa oriunda no fato de que tais soluções muitas vezes pareciam muito distantes da realidade vivenciada em sala de aula. Admitimos que por várias vezes questionamo-nos a respeito dessa desconfiança, chegando a atribuí-la ao pouco embasamento teórico que tínhamos e mesmo às dificuldades com os conhecimentos específicos da nossa disciplina, que poderiam nos proporcionar certo receio do novo, sempre presente nesses trabalhos. Muito me surpreendeu a descoberta de que não estávamos sozinhas. Pelo contrário, pesquisadores importantes compartilhavam dessa mesma desconfiança. Vários autores mostraram-nos que já vem de certo tempo a constatação de que existe uma distância entre os resultados obtidos pela pesquisa educativa e aqueles a quem pelo menos em teoria essas pesquisas deveriam interessar: os professores. Entre eles, Tyler (*apud* CARVALHO; GIL-PERÈZ, 2001), afirma que existe uma verdadeira barreira entre pesquisadores e professores. Também Duit e Treagust (2003, p. 682) em seu trabalho “Conceptual Change a powerful framework for improving science teaching and learning”, apontam que “cada comunidade científica desenvolve uma cultura de investigação especial que define o que considera uma boa investigação e isto pode não estar em conformidade com o que os professores esperam e precisam”. Afirmam ainda que “a diferença entre o necessário da perspectiva do pesquisador e o que pode ser posto à prática ‘normal’ do professor tem crescido cada vez” (DUIT; TREAGUST, 2003, p. 683).

Tal insatisfação com os resultados das pesquisas realizadas por pesquisadores acadêmicos na prática educativa, como mencionamos anteriormente, resultou num movimento em defesa da pesquisa realizada pelos próprios educadores. Esse movimento teve à sua frente inicialmente o psicólogo social Kurt Lewin e foi difundido por John Dewey, John Elliot, Kenneth Zeichner, Lawrence Stenhouse, entre outros (DINIZ-PEREIRA, 2008).

Zeichner (1998) ao se referir a respeito da distância que separa a pesquisa científica em educação daqueles a quem elas realmente deveriam interessar e alcançar, aponta que

[...] Dificilmente os professores são convidados pelos pesquisadores a engajar-se intelectualmente na escolha de questões a serem investigadas, na elaboração do projeto de pesquisa, no processo de coleta de dados ou na sua análise e interpretação, e até mesmo a partilhar os resultados da pesquisa.

[...] os professores [...] não os vêem (os pesquisadores) oferecendo-lhes qualquer orientação para trabalhar com estes problemas e para ensinar estes alunos a alcançar melhores resultados nos testes escolares.

[...] Com algumas ressalvas, os professores não vêem valor nas pesquisas dos acadêmicos e os acadêmicos não vêem valor nas pesquisas dos professores – o mundo dos pesquisadores acadêmicos e dos pesquisadores-professores raramente se cruzam (ZEICHNER, 1998, p. 212, 216, 217).

Imbernón (2006) assinala ainda três elementos que corroboram a importância de o professor se constituir pesquisador de sua própria prática:

1. O professor é inteligente e pode propor-se uma pesquisa de forma competente e baseada em sua experiência;
2. Os docentes tendem a buscar dados para responder a questões relevantes e a refletir sobre eles para obter respostas aos problemas do ensino;
3. Os professores desenvolvem novas formas de compreensão quando eles mesmos contribuem para formular suas próprias perguntas e recolhem seus próprios dados para responder a elas (IMBERNÓN, 2006, p. 73-74).

Assim entendemos, embasados nos autores aos quais fizemos referência, que cada situação de ensino é única, que a heterogeneidade é característica presente em cada sala de aula, o que proporciona inúmeras possibilidades na condução do trabalho pedagógico pelo professor, e que, da mesma forma, os professores são também diferentes, desde a sua formação até e principalmente nos aspectos pessoais de sua personalidade.

Portanto, se buscamos soluções para os problemas da nossa prática, é essencial que seja ela o nosso objeto de investigação, uma vez que soluções propostas por outros podem, sob esse aspecto, não ser adequadas a ela.

Dessa forma, inspiradas nas ideias dos autores citados, decidimo-nos pela investigação do trabalho pedagógico que desenvolvemos em sala de aula, com nossos alunos, realizando assim uma investigação onde seríamos professoras-pesquisadoras.

### 3.2.2 As Bases e as Características da Investigação

As leituras efetuadas, já relacionadas, evidenciam a opção por uma fundamentação que nos apontasse as possibilidades da linguagem e das interações discursivas na elaboração do conhecimento, incluindo, as teorias construtivistas e em especial a influência das ideias de Vygotsky e seus colaboradores - a mediação da linguagem entre o indivíduo e o objeto do conhecimento - no processo ensino/aprendizagem, assim como as concepções de Mortimer, Scott (2002), como referência na identificação das possíveis formas de interação

professor-aluno ocorridas nas aulas de Ciências, bem como analisar o papel das interações identificadas no processo de construção do conhecimento.

Dado o contexto em que esta investigação ocorreu consideramos que a mesma apresentou características da pesquisa com abordagem qualitativa, de acordo com as características desse tipo de pesquisa propostas por Bogdan e Biklen (1994): as informações a serem transformadas em dados foram obtidas em um ambiente natural - a sala de aula e a coleta dessas informações foi efetivada por nós, que nos constituímos pesquisadoras de nossa própria prática. A interpretação dos resultados deu-se a partir dos dados produzidos pela análise das transcrições das interações discursivas, desencadeadas nas atividades desenvolvidas em sala de aula e que foram previamente gravadas, resultando, portanto da percepção, num determinado contexto, do fenômeno investigado, o que conferiu à investigação o caráter descritivo da pesquisa qualitativa. Os objetivos propostos, entre eles o de identificar as diferentes abordagens comunicativas utilizadas pelo professor durante as interações discursivas, identificar as situações de conflito cognitivo dos alunos e analisar a criação de ZDP durante as interações discursivas, por exemplo, apontam uma preocupação com o processo por meio dos quais os dados foram surgindo ao contrário de revelar simplesmente os resultados como produto final desse mesmo processo.

Por fim, não existiu na investigação realizada uma hipótese a ser confirmada, uma vez que o que se pretendeu investigar foram as possibilidades da utilização das interações discursivas como ferramenta na promoção da aprendizagem dos conteúdos de ciências, o que só poderia ser determinado a partir da análise indutiva dos dados obtidos.

### 3.2.3 Caracterizando o *Lócus* e o Contexto da Investigação

O Colégio Estadual Barbosa Ferraz – Ensino Fundamental e Médio, onde atuamos, foi o *lócus* da nossa investigação. É um colégio de Ensino Básico, de porte médio, localizado na região central do Município de Andirá, Norte do Paraná, e oferta Ensino Fundamental (de 5ª a 8ª série) e Ensino Médio (do 1º ao 3º ano), nos períodos matutino e vespertino, bem como o Ensino Fundamental e Médio na modalidade Educação de Jovens e Adultos- EJA, no período noturno. Embora necessite avançar ainda, o Colégio é tradicionalmente considerado a melhor instituição pública do município nas séries ofertadas, tendo seu Ensino Fundamental alcançado a nota 4,2 na Prova Brasil de 2009, ficando em segundo lugar no seu Núcleo de Educação, e o Ensino Médio alcançado o primeiro lugar no ENEM, com média total 539,34.

Seus alunos provêm do centro e de mais duas vilas periféricas, oriundos das classes baixa e média na sua grande maioria, recebendo também, ainda que em menor número, estudantes da zona rural. A postura pedagógica de seus professores é principalmente tradicionalista, pois nas salas de aula, na maior parte do tempo, os alunos sentam-se em fileiras e mais ouvem que falam, questionam ou interagem, e depois reproduzem a fala do professor e/ou do material usado por ele em provas e testes.

O Colégio apresenta uma boa estrutura física: refeitório, duas quadras esportivas, sendo uma delas coberta, um pequeno auditório para reuniões, um espaço grande para convivência nos intervalos, uma biblioteca (funcionando num espaço improvisado) que conta com bom acervo incluindo além dos livros de literatura, títulos voltados para a formação do professor, uma pequena sala equipada com computadores (espaço utilizado pelos professores durante o cumprimento de sua hora-atividade), sala de informática à qual os alunos têm acesso com ou sem acompanhamento do professor (no horário contrário ao que frequentam às aulas, supervisionados por um funcionário de apoio, pertencente ao quadro técnico-administrativo). Possui ainda variedade de materiais didático-pedagógicos à disposição dos professores. Porém, apesar de contar com alguns equipamentos de laboratório, como microscópio, lâminas, alguma vidraria, mas quase nenhum reagente, uma balança e ainda algum material para as aulas de Física, não possui um ambiente adequado para o funcionamento do laboratório, improvisado numa sala sem ventilação adequada depois que o espaço onde funcionava foi utilizado para a montagem da sala de informática. O espaço onde o laboratório funciona atualmente conta com uma bancada única, rodeada pelos armários que guardam os materiais, o que dificulta o trabalho com grande número de alunos, uma vez que, mesmo divididos em grupos, ficam muito próximos e alguns têm dificuldade até mesmo para se aproximar dos materiais e/ou visualizar o que está sendo feito. Ao lado desta bancada, há outra menor onde está instalada a única pia existente no laboratório. Além disso, até bem pouco tempo o professor não contava com nenhum tipo de apoio para o preparo de materiais, anteriormente às aulas e para a sua limpeza e guarda após o uso, o que dificultava muito sua utilização. Atualmente conta com um funcionário de apoio técnico administrativo para essa função, porém, não possui formação na área.

Quando do início do processo de investigação, em 2009, trabalhávamos com turmas de 5ª e 8ª séries do Ensino Fundamental e com turmas da EJA, também de Ensino Fundamental. Nossa intenção inicial era a de realizar a pesquisa com uma das turmas de 8ª série, por entendermos que seu nível de maturidade em relação aos alunos do 5ª

série proporcionaria interações de maior qualidade. Além disso, para Mortimer e Scott (2003) o envolvimento emocional parece ser condição primeira para desencadear processos mais dialógicos de ensino e aprendizagem, mais uma razão, portanto, para que a escolha recaísse sobre uma das turmas do 9º ano, pois, com exceção de alguns poucos alunos transferidos de outros estabelecimentos, temos trabalhado com integrantes dessas turmas há pelo menos três anos, o que nos propiciou a construção de um bom relacionamento com eles.

Com a aprovação do projeto “Construção do conhecimento: um desafio a ser vencido pergunta a pergunta”, vinculado ao Programa Viva Escola da SEED – PR, no qual nos propusemos a trabalhar conteúdos de ciências a partir de situações problemas que promovessem o desencadeamento de interações discursivas, passamos a considerar essa nova possibilidade e decidimos por ela, pelos seguintes motivos: o trabalho seria ainda realizado com os alunos do 8ª série, nossa primeira opção pelos motivos já expostos, com o diferencial de que haveria na turma formada com os trinta alunos que se inscreveram para participação nas atividades, representantes das três turmas com as quais já trabalhávamos e entre os quais se encontravam alunos que apresentavam ou não problemas de aprendizagem. Além disso, a carga horária das atividades era a mesma das aulas ministradas no período regular das aulas.

Porém, como a participação dos alunos no Programa era facultativa, um planejamento específico fez-se necessário, ainda que nele constassem conteúdos relativos à 8ª série. Assim, como mencionado anteriormente, considerando o favorecimento do trabalho com práticas de laboratório, pelas quais os alunos demonstravam grande interesse e ainda a possibilidade de avaliar a utilização das interações discursivas no aprendizado de conteúdos considerados pelos professores como difíceis de serem trabalhados e assimilados pelos alunos, foram selecionados os conteúdos: reações químicas, descontinuidade da matéria e densidade, para compor tal planejamento e constituir a base do nosso trabalho.

Em princípio, a pesquisa seria realizada com os trinta alunos participantes das atividades de complementação curricular resultantes da nossa participação do Programa Viva Escola e desenvolvidas no período vespertino nas dependências do Colégio Estadual Barbosa Ferraz - Ensino Fundamental e Médio, no transcorrer do ano letivo de 2009. Entretanto, como o desenvolvimento da maioria das aulas deveria ocorrer no laboratório, devido às dificuldades já mencionadas, com o consentimento do diretor, dividimos a turma em dois grupos de quinze alunos que participariam em dias diferentes. Assim, cada grupo de quinze alunos participaria de duas aulas semanais, duas delas às terças-feiras e as outras duas às sextas-feiras.

Infelizmente, talvez por tratar-se de um programa cuja participação não era obrigatória, aconteceu com este programa o mesmo que ocorre com outros programas extra-classe desenvolvidos em contraturno: por exemplo as aulas de espanhol e francês, oferecidas gratuitamente nas escolas públicas através do Centro de Língua Estrangeira Moderna – CELEM: alguns alunos acabaram desistindo de participar do Viva Escola. Ao procurar conhecer o motivo pelo qual deixaram de participar das aulas e ao mesmo tempo numa tentativa de resgatá-los, obtive dos alunos de um modo geral, respostas com as quais concluímos que o abandono das atividades deu-se porque tais alunos entenderam que as atividades consistiriam apenas na realização de experiências de resultados surpreendentes, porém descontextualizadas da teoria, o que não era nosso objetivo e por isso perderam o interesse pelo Programa. Sem possibilidade de oferecer o que eles esperavam, não conseguimos argumentos para trazê-los de volta e assim, a turma de terça-feira terminou com dez alunos e a turma de sexta-feira com nove alunos, entre eles alguns de frequência esporádica, devido à realização de outras atividades no horário de nossas aulas.

Consideramos que o número pequeno de alunos não interfere nos resultados obtidos, pois tais alunos representavam uma parcela significativa da sala de aula. Comprovamos, com os resultados obtidos, que a heterogeneidade, a pluralidade desse grupo foi mantida, pois suas respostas não apresentaram homogeneidade de ideias o que gerou conflitos e inconsistências.

Foi neste contexto, sujeito a certas dificuldades e limitações, que desenvolvemos nossa pesquisa.

#### 3.2.4 A Coleta de Dados

Sendo o objetivo principal da nossa investigação analisar a utilização das interações discursivas no contexto da sala de aula como ferramenta para construção do conhecimento e promoção da aprendizagem dos conteúdos de Ciências, fazia-se necessário proceder ao registro dessas interações para posterior transcrição e análise. Como em um trabalho anterior havíamos utilizado o registro de imagem e som utilizando uma filmadora, encontrando alguma dificuldade na operacionalização do processo, decidimos proceder ao registro apenas em áudio, utilizando para tanto um ou mais gravadores digitais, comercializados sob o nome de MP3, entre outros. Entendemos ainda que proceder apenas ao registro de voz não traria nenhum prejuízo ao resultado da pesquisa, uma vez que o foco da investigação eram as interações verbais entre professor e alunos, bem como entre os próprios

alunos. Porém, admitimos que em alguns momentos da interação o registro de imagem das expressões faciais - consideradas interações não verbais - como gestos, olhares e expressões, tanto dos alunos como do professor, teria favorecido a análise. É preciso esclarecer que alguns trechos das interações não foram registrados devido à dificuldade de compreensão do áudio causada por barulhos externos, ou pela fala simultânea de vários alunos ou ainda pelo baixo tom de voz de alguns deles, demonstrando assim que o registro do material a ser analisado configura uma das dificuldades desse tipo de investigação.

Os dados foram coletados no período de março a junho de 2009, período em que foram trabalhados os conteúdos selecionados no planejamento prévio: reações químicas, descontinuidade da matéria e densidade.

### 3.2.5 A Análise dos Dados

Todo material transcrito a partir dos registros em áudio das interações desencadeadas durante a realização das atividades no Programa Viva Escola, de março a junho de 2009 originou um documento com 200 páginas. Em meio a tal quantidade de material, fazia-se necessário definir aquilo que denominamos o “*episódio de ensino*”, expressão emprestada da estrutura de análise do trabalho de Mortimer (2000), que a utilizou a partir da proposta de Carvalho et al. (*apud* MORTIMER, 2000, p. 265), para quem tal expressão designa o “conjunto de atividades e discussões realizadas em torno da elaboração de um determinado conhecimento”.

A definição do “episódio de ensino” a ser analisado deu-se após sucessivas leituras de todo material produzido. O episódio de ensino escolhido para análise foi então aquele referente ao conteúdo Densidade, por termos o considerado, em comparação com os outros, o mais rico em situações de interação, fosse entre professor e aluno ou entre alunos. Também foi considerada na escolha da abordagem do conteúdo, a possibilidade de ativação dos conhecimentos prévios com maior facilidade, devido à sua relação com a capacidade de um corpo flutuar ou não.

A análise preliminar do referido episódio, nos forneceu ainda, a visão de que o mesmo contemplava os aspectos das interações discursivas que pretendíamos observar, tais como: a existência de diferentes abordagens comunicativas e a relação entre elas e a elaboração do conhecimento; a utilização das perguntas como ferramenta para criação de ZDP ou como andaime para sua ampliação; as perguntas do professor com a proposição do conflito cognitivo e o papel que tais conflitos desempenhariam na elaboração do conhecimento; a

relação existente entre os diferentes padrões de interação manifestos e a participação do aluno na elaboração do conhecimento. Preferimos, no entanto, não fazer recortes no episódio, evidenciando apenas os aspectos já mencionados e utilizá-lo na íntegra, por entendermos que isto permitiria uma melhor compreensão de todo o processo.

Definido o material a ser analisado, optamos por submeter o material transcrito a uma edição, substituindo erros gramaticais e outros aspectos típicos da linguagem oral, cuidando, no entanto, para a manutenção do sentido da fala, tanto dos alunos quanto da professora.

Entendemos que a edição da transcrição da forma como foi realizada colaborou para uma melhor compreensão das falas dos alunos, principalmente quando substituiu gírias por eles utilizadas ou quando proporcionou coerência às ideias que queriam expressar.

Além disso, a exemplo do que fez Mortimer (2000), o episódio foi subdividido em “sequências”. Tais “sequências” foram intercaladas com a nossa análise aprofundada, do ponto de vista teórico, a respeito dos aspectos observáveis nas interações discursivas que nelas ocorreram e que atendessem aos objetivos propostos para este estudo.

Para facilitar a análise e a identificação dos aspectos nela observados, cada intervenção realizada por nós, quanto pelos alunos, foram denominadas “turnos de fala” e numeradas. Preferimos também, preservar a identidade dos alunos, que foram identificados por A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, sucessivamente, de acordo com a ordem de participação nas interações desencadeadas durante a aula. Quando, porém, vários alunos falaram ao mesmo tempo, não sendo possível identificar de quem foi a fala transcrita, utilizamos apenas a letra A, na identificação. Usamos a letra P para identificarmos nossas intervenções.

Para a identificação de pausas e de trechos impossíveis de serem compreendidos, utilizamos os símbolos explicitados no quadro abaixo, proposto por Andreolla (2005).

**Quadro 4** – Convenções para as sequências transcritas.

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
-----	Parte ininteligível ou inaudível.
...	Pausa curta.
.....	Pausa longa.
( )	Explicações adicionais à transcrição.
<b>negrito</b>	Para palavras ou expressões pronunciadas com ênfase.
<b>A</b>	Quando vários alunos falam ao mesmo tempo.

**Fonte:** Adaptado de Andreolla (2005, p. 116).

Definidos a metodologia da pesquisa, o objeto e os objetivos da investigação, a forma como o material para análise seria coletado e tratado, foi necessário ainda definir como se processaria a análise. Fundamentamos nossa análise na perspectiva sócio-histórica de Vygotsky (2008), uma vez que, segundo ela, a construção do conhecimento se dá numa dinâmica interativa através da mediação da linguagem. Dessa forma, a relação entre o pensamento e linguagem compõe o ponto central da perspectiva vygotskyana. Vygotsky (2008) postula ainda que o desenvolvimento das funções superiores, entre elas a capacidade de elaboração de conceitos é socialmente mediado, ocorrendo então primeiramente interpsicologicamente para depois constituir-se de forma intrapsicológica. Mortimer e Scott (2002) lembram ainda que, nessa perspectiva, a aprendizagem proporciona um crescimento mútuo, uma vez que não se dá pela substituição dos conhecimentos prévios do aluno pelo conceito científico, mas pela possibilidade de negociação de novos significados entre professor/aluno e aluno/aluno no espaço comunicativo construído na sala de aula através das interações discursivas que podem, portanto, ser consideradas como “constituintes do processo de construção de significados” (MORTIMER; SCOTT, 2002, p. 284). Fornecer ferramentas para identificar nas interações discursivas, momentos nos quais as situações de proposição de andaimes/ajudas ocorreram de forma compartilhada e se tais situações, propiciaram o progresso do aluno através da ZDP e assim sua ampliação, bem como para verificar a colocação do contraexemplo, a proposição do *conflito sócio-cognitivo*, como facilitador da construção de novos significados, justifica a importância da teoria que embasa a corrente sócio-histórica ou sócio-cultural para nossa análise.

Utilizamos ainda a estrutura analítica defendida Mortimer e Scott (2002, p. 284) como “ferramenta para analisar a forma como os professores podem agir para guiar as interações que resultam na construção de significados em salas de aula de ciências”, com

relação às *intenções do professor*, o *conteúdo das interações* e *abordagem comunicativa* bem como os *padrões de interação* e a *intervenção do professor*. Conceito central da ferramenta de análise proposta por Mortimer e Scott (2002), as diferentes formas de *abordagem comunicativa* também mereceram uma maior atenção da nossa parte, pois como admitem Mortimer e Scott (2002, p. 287) elas fornecem “a perspectiva sobre como professor trabalha as intenções e o conteúdo do ensino por meio das diferentes intervenções pedagógicas que resultam em diferentes padrões de interação”.

### 3.2.6 A Estrutura de Análise

O capítulo anterior já proporcionou ao leitor um panorama dos pressupostos teóricos e dos cinco aspectos – intenções do professor, conteúdo, abordagem comunicativa, padrões de interação e intervenções do professor - que inter-relacionados compõem a ferramenta elaborada por Mortimer e Scott (2002), escolhida por nós para compor o referencial de análise deste trabalho. Porém, o leitor perceberá algumas modificações e adaptações propostas por nós em alguns aspectos da estrutura analítica de Mortimer e Scott (2002). Consideramos a necessidade de tais alterações, a partir de uma análise preliminar do *episódio de ensino* por meio do quadro referencial de análise original, quando então percebemos que o mesmo não contemplava determinadas situações apontadas pelos nossos dados. Tais modificações e adaptações foram realizadas então com o intuito de ajustar o referencial de análise aos dados coletados. Estaremos então na sequência detalhando os aspectos considerados em nossa análise, bem como as modificações que neles foram propostas, explícitas nos quadros abaixo e nessa circunstância, assim denominados: procedimentos do professor, conteúdo do discurso, abordagem comunicativa e padrões de interação.

#### **a) Procedimentos do Professor**

Na estrutura de análise de Mortimer e Scott (2002), como já vimos no capítulo anterior, esse autor propõe em quadros-síntese específicos, a análise independente das *intenções do professor* (e o foco dessas intenções) e a *intervenção do professor* (definindo o foco e as ações específicas de cada intervenção). Porém, entendemos que para cada intenção do professor, corresponderá uma forma de intervenção, que originará uma determinada ação, estando, pois tais aspectos relacionados, não podendo, portanto ser analisados separadamente.

O quadro abaixo encerra o que denominamos *procedimentos do professor* e que a nosso ver podem constituir-se em suportes à elaboração do conhecimento.

**Quadro 5** – Procedimentos do professor que dão suporte à construção dos significados nas aulas de Ciências.

<b>INTENÇÃO</b>	<b>Intervenção</b>	<b>Ação</b>
Envolver os alunos emocionalmente e intelectualmente no desenvolvimento do conteúdo. Criar um ambiente favorável à aprendizagem	Preparando os alunos para aprendizagem.	Propor uma situação problema próxima à realidade do aluno e que o incite a resolução.
Explorar as informações constantes nos esquemas de conhecimento dos alunos a respeito das ideias e fenômenos relativos ao conteúdo a ser trabalhado.	Ativando os conhecimentos prévios.	Desencadear com os alunos e entre eles interações discursivas a partir de questões mais ou menos divergentes. Propor a elaboração de mapas conceituais a respeito do conteúdo a ser trabalhado. Aplicar questionários e testes padronizados. Propor a realização de tarefas que permitam a observação dos mecanismos empregados pelos alunos na sua execução (MIRAS, 1996).
Verificar os significados que estão sendo atribuído pelos alunos em situações específicas	Checando o entendimento dos alunos.	Propõe ao aluno questões que exijam respostas mais elaboradas em direção a uma melhor explicitação de suas ideias relativas ao conteúdo trabalhado. Solicita que o aluno elabore textos ou desenhos para expor seus pensamentos a respeito do conteúdo trabalhado. Contrapõe as diversas explicações dadas pelos alunos, verificando se eles dispõem de argumentos válidos para defendê-las. Verifica se há consenso entre os alunos a respeito de determinados significados. Busca confirmar uma idéia, para isto transforma a resposta do aluno numa nova questão.

<p>Trabalhar determinado (s) significado (s) escolhido (s) entre os que foram atribuídos. Ressaltar os significados relevantes para a compreensão do conteúdo trabalhado.</p>	<p>Selecionando e assinalando significados.</p>	<p>Considera ou ignora a resposta de um aluno na sua fala. Repete utilizando diferentes entonações de voz ou imprimindo variados ritmos na sua fala para ressaltar partes importantes no enunciado de uma proposição</p>
<p>Tornar acessíveis a todos os alunos significados atribuídos: - em uma interação professor/um aluno específico e que por motivos variados não seja de conhecimento dos demais alunos. - em interações desenvolvidas em grupos de alunos, seja para realização de experimentos ou para resolução de problemas.</p>	<p>Disponibilizando significados.</p>	<p>Repete sem alteração na entonação da voz ou no ritmo da fala o enunciado das proposições dos alunos. Solicita ao aluno que repita o enunciado de sua proposição. Solicita ao grupo de alunos que organizem as ideias propostas para a solução do problema e os dados dos experimentos e os exponham para o restante da classe.</p>
<p>Fazer com que o restante da turma conheça e/ou entenda os significados atribuídos por um determinado aluno/ ou por um grupo de alunos.</p>	<p>Compartilhando significados.</p>	<p>Parafraseia a resposta do aluno, propondo ainda questões que ativem a reflexão sua reflexão ou da turma (Vocês concordam?; É isso?; Porque isso acontece?; Como?etc.) Explicar uma resposta do aluno para os demais, mostrando a diferença entre os dois significados.</p>
<p>Fazer com que o restante da turma conheça e/ou entenda os significados atribuídos por um determinado aluno/ ou por um grupo de alunos.</p>	<p>Compartilhando significados.</p>	<p>Parafraseia a resposta do aluno, propondo ainda questões que ativem a reflexão sua reflexão ou da turma (Vocês concordam?; É isso?; Porque isso acontece?; Como?etc.) Explicar uma resposta do aluno para os demais, mostrando a diferença entre os dois significados.</p>

<p>Fornecer elementos que contribuam para o desenvolvimento do conteúdo a ser trabalhado.</p>	<p>Dando forma aos significados.</p>	<p>Criar ZDPs. Atuar nas ZDPs criadas através de interações discursivas, com proposições de questões, que conduzam o aluno à reflexão, atividades práticas. Fornecer ajudas eficazes para a ampliação das ZDPs.</p>
<p>Desenvolver os conceitos científicos inerentes ao conteúdo a ser trabalhado. Conduzir os alunos no trabalho com as ideias científicas: aplicação e extensão do seu uso.</p>	<p>Promovendo o desenvolvimento do conteúdo.</p>	<p>Elaborar comentários sobre a sucessão de eventos da história científica relacionados ao conteúdo a ser trabalhado a fim de ajudar a acompanhar seu desenvolvimento e entender suas relações com o currículo de ciências como um todo. Dar suporte para produção de significados individuais e internalização das ideias científicas, através de interações discursivas ou ainda de atividades que possibilitem a observação de fenômenos. Dar oportunidade para os alunos de falar e pensar com as novas ideias científicas, assim como de aplicá-las aos mais diferentes contextos. Introduzir um termo novo ou uma nova possibilidade. Explicar uma resposta do aluno para os demais, mostrando a diferença entre os dois significados.</p>
<p>Recapitular significados.</p>	<p>Reverendo conceitos trabalhados no desenvolver dos conteúdos.</p>	<p>Resumir os resultados de um experimento. Recapitular as atividades de uma aula anterior. Retomar ideias iniciais sobre um determinado conceito comparando-as com diversas outras propostas no decorrer da aula até possível elaboração de uma conclusão sobre ele.</p>

**Fonte:** Adaptado de Mortimer e Scott (2002) e Ferreira (2006).

Mortimer e Scott (2002, p. 286) propõem que o ensino de ciências é o objetivo de uma “performance pública” dirigida pelo professor, na qual o objetivo é a narração da *história científica*. Pois bem toda performance para ser eficiente, precisa como propõem os autores da elaboração de um roteiro - comumente conhecido como plano de aula do professor - no qual é preciso constar todos os elementos para que a tal performance seja efetivada. Daí entendermos que não há como intenção/intervenção/ação serem considerado isoladamente como propõe os autores, uma vez que a intenção expressa uma evolução da vontade do professor depois de admitir a ideia de que algo precisa ser feito para que o ensino de ciências - objetivo de sua performance - seja alcançado. Sobrevém então, a ingerência - obrigação imprescindível do professor como diretor da performance - que se traduzirá na ação a ser realizada, por meio da qual se intenciona alcançar o objetivo inicial.

## **B) Conteúdo do Discurso**

Importante aspecto das interações desenvolvidas em sala de aula entre tantos a elas relacionados, o *conteúdo do discurso* será por nós analisado sob o mesmo enfoque pelo qual foi considerado por Mortimer e Scott (2002) em seu trabalho, o conteúdo relacionado aos conceitos trabalhados e ao conhecimento a ser elaborado pelos alunos, ou seja, o conteúdo relacionado à *história científica* “contada” pelo professor. Os autores consideram que as diversas interações que ocorrem entre professor e aluno no plano social da aula envolvem três diferentes categorias de discurso: a *descrição*, a *explicação* e a *generalização* (MORTIMER; SCOTT, 2002, p. 287). O discurso cuja essência é a *descrição* tem como objetivo expor as particularidades do fenômeno, do objeto ou sistema inerente à “história científica que o professor se dispôs a narrar”. Quando o discurso produz uma *explicação* (MORTIMER; SCOTT, 2002, p. 287), sua construção se dá a partir da introdução na narrativa científica do conjunto de conhecimentos nos quais o fenômeno, objeto ou sistema em questão se fundamentam. Já o discurso, caracterizado pela elaboração de descrições ou explicações mais abrangentes do fenômeno, objeto ou sistema abordados, que independem assim, de um contexto específico, estabelecem aquilo que Mortimer e Scott (2002, p. 287) denominaram de *generalização*.

A *descrição*, a *explicação* e a *generalização* podem ser caracterizadas como *empíricas* ou *teóricas* (MORTIMER; SCOTT, 2002, p. 287). Aquelas são realizadas por meio de referenciais que permitem a observação e verificação e estas por referenciais não observáveis ou verificáveis.

Embora o conteúdo das múltiplas interações que ocorrem entre professor e aluno no contexto social das aulas de ciências inclua o desenrolar da história científica e seus aspectos conceituais, tecnológicos e ambientais; a orientação quanto aos procedimentos que constituem o aspecto empírico da Ciência e ainda a determinação de comportamentos essenciais para a organização da sala de aula, estes não são considerados na caracterização do discurso, pois a estrutura analítica proposta foca a atenção nos conteúdos relacionados ao desenvolvimento da história científica que está sendo ensinada, ou seja, dos conteúdos conceituais do assunto a ser abordado.

### C) Abordagem Comunicativa

As *abordagens comunicativas*, determinadas por Mortimer e Scott (2002), como já mencionamos no capítulo anterior, também ocupam em nossa análise um papel importante, pois entendemos que a identificação de diferentes *abordagens comunicativas* e a determinação daquela que foi predominante durante o *episódio de ensino* possibilitaria estabelecer a relação existente entre a abordagem comunicativa utilizada predominantemente pela professora e a elaboração do conhecimento.

A primeira dimensão do discurso, proposta por Mortimer e Scott (2002), envolve duas possibilidades na interação: na primeira, o ponto de vista do aluno é considerado e ocorre a interanimação de ideias; na segunda, somente o ponto de vista científico é considerado.

A segunda dimensão do discurso, proposta pelos autores, considera outras duas possibilidades nas situações de interação discursiva. Numa delas há a participação de várias pessoas na constituição do discurso e na outra, o discurso é proferido por uma pessoa apenas.

Da combinação das duas dimensões e das quatro possibilidades que elas podem proporcionar no estabelecimento das interações discursivas, quatro diferentes classes de abordagem comunicativa foram geradas:

- a) **Abordagem interativa/dialógica:** Professor e estudantes exploram idéias, formulam perguntas autênticas e oferecem, consideram e trabalham diferentes pontos de vista.
- b) **Abordagem interativa/ de autoridade:** Professor geralmente conduz os estudantes por meio de uma seqüência de perguntas e respostas, com o objetivo de chegar a um ponto de vista específico.

- c) **Abordagem não-interativa/dialógica:** Professor reconsidera na sua fala vários pontos de vista, destacando similaridades e diferenças.
- d) **Abordagem não-interativa/de autoridade:** Professor apresenta um ponto de vista específico, o ponto de vista científico.

É preciso observar, no entanto, que se os dois extremos identificados pelos autores nos discursos que constituem as interações ocorridas entre professor e aluno e também apenas entre os alunos, geram as quatro classes de abordagem – interativa/dialógica; interativa/de autoridade; não-interativa/dialógica e não-interativa/de autoridade – isso ocorre porque na prática as interações em sala de aula podem contemplar aspectos de ambas as dimensões, dialógica e de autoridade, dependendo do papel desempenhado pelo professor ao conduzir o discurso frente à diversidade de idéias presentes na sala de aula.

Assim, com a identificação dos diferentes padrões de interação manifestos durante a promoção das interações discursivas que desenvolvemos com nossos alunos e que tornaram-se objeto de estudo neste trabalho, intentávamos estabelecer a relação existente entre tais padrões e a participação efetiva dos alunos na construção do conhecimento.

#### **d) Padrões de Interação**

No quadro abaixo resumimos e caracterizamos os aspectos dos *padrões de interação* entre professor/aluno e aluno/aluno, manifestos durante o *episódio de ensino* analisado. Inspirado também no referencial de análise de Mortimer e Scott (2002), esse também foi modificado para adaptar-se aos dados obtidos pela nossa investigação. É possível verificar no quadro a possibilidade de ocorrência, durante as interações, de cadeias abertas e fechadas, bem com homogêneas e heterogêneas. O que diferencia uma cadeia fechada de uma cadeia aberta, segundo Mortimer e Scott (2002) é que aquela termina sempre com uma intervenção avaliativa do professor, que não ocorre nesta. Por sua vez Lorencini Junior (2000) estabelece que em um padrão heterogêneo de discurso a intervenção avaliativa do professor é substituída por novas perguntas, tanto do professor quanto do aluno, que permitem a continuidade da interação, o que não acontece num padrão de discurso homogêneo, no qual o fluxo da interação é interrompido por intervenções avaliativas do professor.

**Quadro 6** – Padrões de interação professor/aluno

<b>PADRÃO</b>	<b>TIPO DA CADEIA</b>	<b>CARACTERÍSTICA DA INTERAÇÃO</b>
<b>Ip-Ra-Av</b>	Cadeia fechada homogênea	Inicia com a fala do professor ( <b>Ip</b> ), prossegue com a resposta do aluno ( <b>Ra</b> ) e termina com uma intervenção avaliativa do professor ( <b>Av</b> ) (Muito bem!; Certo.; Ok!, Está errado, etc.) que esgota o potencial cognitivo da pergunta.
<b>Ip-Ra<sub>n</sub>-Pa<sub>n</sub>-Ra<sub>n</sub>...</b>	Cadeia aberta heterogênea inter-pares	Interação que começa com a fala do professor ( <b>Ip</b> ) e prossegue com resposta ( <b>Ra<sub>n</sub></b> ) e perguntas ( <b>Pa<sub>n</sub></b> ), que ocorrem somente entre os alunos em momentos proporcionados pelo professor para exposição de suas ideias iniciais (conhecimentos prévios) ou compartilhamento de significados.
<b>Ip-Ra<sub>n</sub>-(Pa<sub>n</sub>)-P-Ra<sub>n</sub>-(Pa<sub>n</sub>)-Pp-Ra<sub>n</sub>-(Pa<sub>n</sub>)</b>	Cadeia aberta heterogênea argumentativa	Principia com a fala do professor ( <b>Ip</b> ), prossegue com respostas/perguntas dos alunos ( <b>Ra<sub>n</sub>/Pa<sub>n</sub></b> ) intercaladas com intervenções curtas ( <b>P</b> ) do professor que permitem o prosseguimento da fala do aluno (que muitas vezes repetem parte daquilo que ele falou) ou com outras questões do professor ( <b>Pp</b> ).
<b>Ip-Ra<sub>n</sub>-(Pa<sub>n</sub>)-P-(Fp)-Ra<sub>n</sub>-Pp-Ra<sub>n</sub>-(Pa<sub>n</sub>)</b>	Cadeia aberta heterogênea elucidativa	Tem origem com a fala do professor e prossegue com respostas dos alunos intercaladas com intervenções curtas ( <b>P</b> ) e/ou <i>feedbacks</i> do professor ( <b>Fp</b> ) que terminam de forma interrogativa ou são acompanhados de uma pergunta a fim de levar o aluno a elaborar melhor sua ideia.

**Fonte:** Adaptado de Mortimer e Scott (2002, p. 288) e Lorencini Júnior (2000, p. 228-229)

Padrões heterogêneos de discurso, como os descritos no quadro acima, são estabelecidos mais facilmente ao trabalhar o conteúdo por meio das interações discursivas construídas pelo professor, quando na tentativa de compreender as relações conceituais que o aluno estabelece com o conteúdo - por meio das muitas perguntas que propõe ao aluno - habilmente explora o processo cognitivo desencadeado por ele.

Ao considerarmos na análise, os padrões de interação, admitimos a possibilidade de estabelecer quais desses padrões se alternam com maior frequência - enquanto professor e alunos promovem, por meio de suas falas, o discurso na sala de aula e o desenrolar da história científica - e a relação existente entre tais padrões e a participação efetiva na construção do conhecimento.

## CAPÍTULO 4

### APRESENTAÇÃO, ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS OBTIDOS

Neste capítulo apresentamos e discutimos os resultados obtidos no processo de elaboração do conhecimento escolar vivenciado durante a realização das atividades de complementação curricular desenvolvidas com alunos do 9º ano do ensino fundamental participantes do Programa Viva Escola no transcorrer do ano letivo de 2009. Como mencionado anteriormente, o material analisado foi obtido por meio das transcrições das aulas gravadas em áudio no período de março a junho de 2009.

Lembramos ao leitor que o episódio de ensino analisado refere-se ao conteúdo Densidade. Cada encontro semanal tinha duração de duas aulas de 50 minutos cada uma. O início do episódio deu-se quando já havia decorrido cerca de 10 minutos da segunda aula do encontro. O intervalo de 40 minutos restantes, encontra-se transcrito nas sequências de 1 a 4. A partir da sequência 5, o registro refere-se ao restante do período em que o conteúdo foi trabalhado: duas aulas de 50 minutos cada uma, que ocorreram com intervalo de seis dias da aula inicial. Dessa forma o conteúdo foi trabalhado num período total de duas horas e vinte minutos.

As aulas foram desenvolvidas no laboratório da escola, com a turma dividida inicialmente em grupos de quatro componentes. Cada grupo tinha à sua disposição um “kit” de materiais que incluía: um aquário de vidro com água, uma lata de refrigerante (cheia), uma maçã, dois pratos fundos (um de vidro e o outro de aço inoxidável), duas rolhas (uma de cortiça e outra de borracha), dois cubos de madeira de tamanhos diferentes, uma moeda. Nossa proposta foi a de que inicialmente eles fizessem uma previsão a respeito de quais daqueles objetos boiariam e quais afundariam.

#### 4.1 SEQUÊNCIA 1: O QUE BOIA E O QUE NÃO BOIA?

1. *P: Eu quero primeiro que vocês façam uma previsão do que boia e do que não boia: os dois cubos de madeira (um grande e um pequeno), a maçã, a lata de refrigerante, a moeda, o prato de vidro e o de inox, a rolha de cortiça, a rolha de borracha.*
2. *A<sub>1</sub>: Oh, bota o prato assim (pra cima) ele boia, e para baixo ele afunda.*
3. *A<sub>2</sub>: Coca-Cola boia.*
4. *A<sub>3</sub>: A maçã boia e a madeira também boia.*
5. *A<sub>1</sub>: Eu acho que a Coca-Cola não boia. Os pratos afundam. A moeda afunda.*
6. *A<sub>4</sub>: Boia sim, ela está com gás. A maçã boia.*
7. *A<sub>2</sub>: E a madeira?*

8. *A<sub>4</sub>: A madeira afunda.*
9. *A<sub>2</sub>: A pequeninha?*
10. *A<sub>4</sub>: As duas.*
11. *A<sub>1</sub>: Mas o copo não vai boiar.*
12. *A: Nós colocamos o copo e afundou.*
13. *A<sub>1</sub>: Depende, enquanto não entrar água nele ele boia.*
14. *A<sub>4</sub>: Coloca o prato aí. O prato de vidro boia.*
15. *A<sub>2</sub>: E o prato de inox?*
16. *A<sub>4</sub>: Coloca aí que boia.*
17. *A<sub>2</sub>: O de vidro você falou que afunda A<sub>4</sub>.*

Iniciamos a aula propondo aos alunos (turno 1) que fizessem uma previsão a respeito de quais entre os objetos que eles tinham em mãos poderiam boiar ou não. A solicitação que procedessem a uma previsão implicaria em que realizassem, mesmo que de forma não intencional, uma teorização<sup>14</sup> sobre o assunto. Para tanto, deveriam ativar seus esquemas de conhecimento,<sup>15</sup> ou seja, buscar na sua estrutura cognitiva todas as informações que ali se encontravam armazenadas e conectadas entre si, a respeito daquilo que iria ser aprendido, neste caso a respeito da densidade dos objetos.

Consideramos então, que a partir dessa proposição inicial tenha havido o estabelecimento de uma ZDP inicialmente coletiva. Coletiva, pois conforme propõe Wells (2003), sua criação deu-se a partir da interação entre os alunos, iniciada a partir da nossa solicitação **ao grupo todo** (grifo nosso) que predissesse qual dos objetos a ele apresentados poderiam ou não flutuar. Coletiva ainda, porque consideramos que naquele momento da aula, conforme propõe Andreolla (2005), fosse inviável o conhecimento do nível de desenvolvimento de cada aluno. Com as interações discursivas desencadeadas entre nós e os alunos ou apenas entre os alunos, favorecendo a troca de informações existentes nos esquemas de conhecimento inicialmente ativados e a possibilidade de estabelecimento de um processo de negociação e compartilhamento de significados, buscamos então intervir na ZDP criada.

Nos turnos de 2 a 17, ativando seus esquemas de conhecimento, os alunos atribuíram aos objetos em questão a capacidade de boiar ou não.

Durante o excerto apresentado da sequência, o discurso foi de natureza totalmente interativo-dialógica, pois a partir da proposição inicial nos limitamos a deixar que

---

<sup>14</sup> Para Wells (1998, p. 123-124), essa teorização ocorre porque ao fazermos uma previsão “analisamos nossas próprias crenças sobre o fenômeno e as relacionamos com qualquer conhecimento que tenhamos que seja relevante para os possíveis resultados da experiência”

<sup>15</sup> Todo conhecimento de que o aluno dispõe sobre algo, resultante das experiências vivenciadas ao longo tempo, seja no ambiente familiar ou fora dele, assim como aquele originado das informações adquiridas através da leitura de livros, revistas, jornais e de outros recursos midiáticos como o rádio, a televisão, o cinema e nos dias de hoje, principalmente em WEBSITES (ZABALA, 1998; MAURI, 1996).

os alunos expusessem suas ideias livremente, atitude essa totalmente coerente com a intenção que tínhamos de explorar suas ideias sobre o assunto, considerando na medida do possível os pontos de vista expressos por eles. O padrão discursivo resultante nessa sequência caracterizou-se por cadeias de turnos não triádicas, constituindo-se, portanto, uma cadeia aberta homogênea inter-pares, que pôde ser representadas por  $Ip-Ra_n-Pa_n-Ra_{n\dots}$ , pois a professora iniciou (Ip) uma cadeia de interações que, na sequência desenvolveu-se com a participação exclusiva dos alunos, ora perguntando, ora respondendo perguntas entre eles ( $Ra_n-Pa_n-Ra_{n\dots}$ ).

Com base no trabalho de Mortimer e Scott (2002), ao encerrarmos a análise desta sequência, assim como a de todas as outras, apresentamos um quadro no qual sintetizamos os cinco aspectos considerados em nossa análise e que focalizaram o papel do professor.

#### Quadro 7 - Síntese do papel do professor: referente à sequência 1

<b>Intenções da professora</b>	Envolver os alunos emocionalmente e intelectualmente no desenvolvimento do conteúdo e criar um ambiente favorável à aprendizagem.
<b>Formas de intervenção</b>	Preparando os alunos para a aprendizagem.
<b>Tipo de abordagem</b>	Interativa/ dialógica
<b>Padrões de interação</b>	$Ip-Ra_n-Pa_n-Ra_{n\dots}$
<b>Conteúdo</b>	Descrição empírica: identificação de objetos que boiam ou não

Fonte: Da Autora

#### 4.2 SEQUÊNCIA 2: TESTANDO AS PREVISÕES

18. *P: Terminaram?*
19. *A: Sim.*
20. *P: Então agora testem as possibilidades.*
21. *A<sub>3</sub>: Não falei que a madeira boiava? Essa eu tinha certeza. Eu sou demais, professora...*
22. *A<sub>2</sub>: Põe a coca-cola agora.*
23. *A<sub>5</sub>: Falei que boiava.*
24. *A<sub>7</sub>: O prato de vidro vai afundar.*
25. *A<sub>1</sub>: Boia, boia. Viu? Boiou.*
26. *A<sub>2</sub>: Coloca o de inox na água agora. Professora o prato de vidro afunda?*
27. *P: Não sei, coloquem na água pra ver.*
28. *A<sub>5</sub>: Mas de que lado? De um lado boia e do outro não.*
29. *P: É uma boa pergunta por que o prato virado de um lado (pra baixo) afunda e de outro não?*

30. *A<sub>4</sub>: (colocando o prato na água virado para baixo) O ar sai, olha as bolhas saindo, viu?*
31. *A<sub>1</sub>: E do outro jeito, por que ele não afunda?*
32. *A<sub>4</sub>: Porque tem ar.*

Nossa proposta no turno 20 - que os alunos testassem as possibilidades anteriormente previstas - deu início a uma série de interações através das quais podemos considerar houve ativação de seus conhecimentos prévios<sup>16</sup> a respeito da flutuabilidade. Por exemplo, ficou implícito na fala do aluno A<sub>3</sub>(turno 21: “Não falei que a madeira boiava? Essa eu tinha certeza. Eu sou demais, professora...”) que ele considerava que algo leve flutuasse; e na fala da aluna A<sub>7</sub> (turno 24: “O prato de vidro vai afundar”), que ela julgava que algo pesado afundasse.

A resposta emitida por nós ao aluno A<sub>2</sub> (turno 27: “Não sei, coloquem na água pra ver”) e depois ao aluno A<sub>5</sub>, devolvendo-lhe a pergunta do tipo divergente<sup>17</sup> (turno 29: “É uma boa pergunta por que o prato virado de um lado (pra baixo) afunda e de outro não?”), tinha como propósito continuar explorando tais conhecimentos. Intencionávamos, como sinaliza nossa reação tanto no turno 27 como no turno 29, manter a interação discursiva dentro da abordagem interativa /dialógica, pois ao não responder a questão e devolver aos alunos uma nova pergunta, possibilitamos que expusessem os pontos de vista próprios. O padrão discursivo, embora limitado a dois momentos, ainda foi constituído por cadeias de interações abertas e, portanto, não triádicas, do tipo heterogênea argumentativa, com formato Ip-Ra<sub>n</sub>-(Pa<sub>n</sub>)-P-Ra<sub>n</sub>-(Pa<sub>n</sub>)-Pp-Ra<sub>n</sub>-(Pa<sub>n</sub>)..., nas quais as ações discursivas Ra<sub>n</sub>/Pa<sub>n</sub> ( respostas e perguntas dos alunos) intercaladas com intervenções curtas (P), permitiram-nos continuar explorando as ideias dos alunos sobre o fenômeno da densidade. Ficou evidente ainda que a abordagem discursiva foi interativa e totalmente dialógica.

Além de continuar explorando ideias, demos o primeiro passo na direção que aula deveria seguir: o desenvolvimento do conteúdo, que Aguiar Junior e Mortimer (2005) comparam ao narrar de uma história, nesse caso uma “história científica”.

Iniciamos o episódio considerando as ideias dos alunos sobre a flutuabilidade ou não dos objetos, mas acrescentamos à discussão, com a pergunta no turno 29

<sup>16</sup> Conjunto de conhecimentos - ideias e concepções - adquirido pelo aluno durante toda sua vida, em todo tipo de ambiente e através dos mais variados meios, que pode ser utilizado por ele para interpretar fenômenos ou elaborar hipóteses para situações-problemas (LORENCINI JUNIOR, 2000).

<sup>17</sup> Para Lorencini Júnior (1995), perguntas cujas repostas inviabilizam apenas sim ou não, ou que não tenham uma única resposta correta, pelo contrário, abrem a possibilidade de muitas respostas que envolvem processos mentais mais elaborados; são perguntas divergentes. Por outro lado, aquelas que, para serem respondidas, exigem do aluno apenas uma boa capacidade de memorização e que em geral admitem apenas uma resposta verdadeira são perguntas convergentes.

(“É uma boa pergunta por que o prato virado de um lado (pra baixo) afunda e de outro não?”), elementos que possibilitariam uma reflexão a respeito dos fatores que podem interferir na flutuabilidade de um objeto.

A partir da questão proposta, o aluno A<sub>4</sub> atribuiu ao ar um papel significativo na flutuabilidade (turno 30 e 32: “O ar sai, olha as bolhas saindo, viu?”/ “Porque tem ar.”). Esse aluno propôs uma explicação para o fato do prato “virado para baixo” afundar, alegando “que o ar sai”. Mesmo quando o aluno A<sub>1</sub> apresentou a ele um contraexemplo, no turno 31 (“E do outro jeito por que ele não afunda?”), continuou insistindo, no turno 32, na participação do ar no processo.

É possível que a interação entre A<sub>1</sub> e A<sub>4</sub> tenha provocado modificações tanto em seus esquemas de conhecimento como dos demais alunos, esquemas esses relativos à flutuabilidade dos objetos. Nos esquemas de conhecimento inicialmente ativados, oriundos de experiências e situações cotidianas, o fato de um objeto boiar ou não parece relacionado apenas ao “peso” que ele possui. Nos esquemas de conhecimento modificados podem ter sido estabelecidos novos vínculos e conexões, assim a flutuabilidade dos objetos teria sido relacionada aos fatores que podem alterar a densidade, nesse caso a presença do ar.

É preciso assinalar ainda que diante do argumento utilizado pelo aluno A<sub>4</sub> (turno 32: “Porque tem ar.”), poderíamos tê-lo questionado a respeito dos motivos que o levaram a considerar o ar como o elemento que impediu o prato de afundar. Não o fazendo, deixamos de obter informações sobre os esquemas de conhecimento já existentes na estrutura cognitiva do aluno a respeito do conteúdo a ser trabalhado.

Com referência ao trecho que inclui o turno 28 e vai até o turno 32, nesta sequência foi possível ainda constatar a concepção de co-construção no discurso de Pontecorvo (2005, p. 74), que defende que os indivíduos envolvidos numa interação discursiva podem “se ‘utilizar’ daquilo que o outro diz”. Entendemos assim que ao formular a questão no turno 29 (“É uma boa pergunta por que o prato virado de um lado - pra baixo - afunda e de outro não?”), nos “utilizamos” daquilo que foi dito no turno anterior pelo aluno A<sub>5</sub> para propor uma questão que só foi “materializada” em função do raciocínio e da fala do outro. Daí a co-construção do discurso, fenômeno caracterizado, segundo Pontecorvo (2005, p. 71), pelo “pensar em conjunto” e que promove a elaboração de ideias a partir da colaboração de vários interlocutores que podem fazer uso do argumento do outro.

**Quadro 8** – Síntese do papel do professor: referente a sequência 2

<b>Intenções da professora</b>	Explorar as informações constantes nos esquemas de conhecimento dos alunos a respeito das ideias e fenômenos relativos ao conteúdo a ser trabalhado.
<b>Formas de intervenção</b>	Ativando os conhecimentos prévios.
<b>Tipo de abordagem</b>	Interativa /dialógica
<b>Padrões de interação</b>	Ip-Ra <sub>n</sub> -(Pa <sub>n</sub> )-P-Ra <sub>n</sub> -Pp-Ra <sub>n</sub> -(Pa <sub>n</sub> )...
<b>Conteúdo</b>	Descrição empírica: deslocando-se da identificação de objetos que boiam ou não para aquilo que pode estar relacionado à flutuabilidade.

Fonte: Da Autora

4.3 SEQUÊNCIA 3: O QUE FAZ UM OBJETO BOIAR OU AFUNDAR?

33. *P: Então, agora a minha pergunta pra vocês é a seguinte: vocês primeiro fizeram a previsão e acertaram quantas?*
34. *A<sub>2</sub> e outros: Acertamos quase todas.*
35. *P: Agora eu quero que vocês me respondam o seguinte: O que faz um objeto boiar ou afundar?*
36. *A<sub>1</sub>: A densidade.*
37. *A<sub>4</sub>: Se ele é mais denso ou não que a água.*
38. *A<sub>2</sub>: É o oxigênio que está dentro dele?*
39. *A<sub>1</sub>: Mas uma coisa pode ser bem pesada e conter ar que afunda do mesmo jeito.*
40. *A<sub>3</sub>: Se tiver ar ela vai boiar se não tiver ar ela vai afundar, eu acho que é isso.*
41. *A<sub>1</sub>: A presença de gás.*
42. *P: Qual gás?*
43. *A<sub>1</sub>: Qualquer um.*
44. *A<sub>2</sub>: Mas não é qualquer gás.*
45. *A<sub>1</sub>: Não é só um fator, eu estou falando que a presença de gás é um deles.*
46. *P: Mas a presença de gás, que você está dizendo, é em todos os objetos?*
47. *A<sub>1</sub>: Eu estou falando que é um dos fatores. Porque se o ar não saísse do prato ele ia continuar boiando, aí entrou um pouquinho de água e como ele é pesado afundou.*

Aqui novamente procuramos possibilitar que os alunos manifestassem aquilo que pensavam a respeito do assunto em discussão (turno 35: “Agora eu quero que vocês me respondam o seguinte: O que faz um objeto boiar ou afundar?”) privilegiando a abordagem interativa/dialógica em detrimento da abordagem comunicativa de autoridade. Além disso, a pergunta formulada explorou a visão dos alunos e ativou seus conhecimentos prévios acerca do assunto discutido. Mesmo tendo os alunos A<sub>1</sub> e A<sub>4</sub> mencionado a densidade como fator responsável pelo fato do objeto boiar ou afundar (turnos 36 e 37: “A densidade”.)”

Se ele é mais denso ou não que a água.”), procuramos fazer com que eles continuassem expressando suas ideias sobre o assunto e para tanto não emitimos nenhuma forma de avaliação sobre a proposição que eles fizeram, ao invés disso, formulamos nova pergunta. O padrão discursivo continuou então constituído por cadeias abertas heterogêneas argumentativas, que podem ser representadas por  $I_p-Ra_n-(Pa_n)-P-Ra_n-Pp-Ra_n-(Pa_n)$ , pois nossas intervenções (Pp) entremeadas às respostas/perguntas dos alunos ( $Ra_n/Pa_n$ ) estimularam o aluno à prosseguir na sua argumentação.

Para Lorencini Junior (2000, p. 42) a não emissão de nenhuma forma de avaliação, é recomendável, pois segundo o autor, o professor deve guiar “as discussões em sala de aula com certa neutralidade perante o supostamente correto ou incorreto, permitindo ao aluno refletir sobre as questões por si próprios, ao invés de aceitar uma autoritária resposta correta.”

Porém, preocupados em não cercear a participação dos demais alunos e manter com eles um discurso interativo ou reflexivo, não dirigimos aos alunos  $A_1$  e  $A_4$  perguntas que pudessem fazê-los expor ao restante do grupo suas ideias a respeito da densidade, o que poderia incitar novas ideias e com elas contradições e discussões que, ainda segundo Lorencini Junior (2000), poderiam levá-los ao reconhecimento das próprias concepções.

Com as questões propostas nos turnos 33 e 35 (“Então, agora a minha pergunta pra vocês é a seguinte: vocês primeiro fizeram a previsão e acertaram quantas?”/ “Agora eu quero que vocês me respondam o seguinte: O que faz um objeto boiar ou afundar?”) o intuito foi de explorar as ideias dos alunos, assim como nos turnos 42 e 46 (“Qual gás?”/ “Mas a presença de gás, que você está dizendo, é em todos os objetos?”), o de checar o entendimento dos mesmos.

É preciso assinalar nesta sequência que a participação dos alunos  $A_1$  e  $A_4$ , demonstrou que ambos possuíam em suas estruturas cognitivas esquemas de conhecimento relativos à propriedade que permite aos objetos em questão flutuar ou não na água. Pôde-se perceber nos turnos 39 (“Mas uma coisa pode ser bem pesada e conter ar que afunda do mesmo jeito.”), 41 (“A presença de gás.”), 45(“Não é só um fator, eu estou falando que a presença de gás é um deles.”) e 47 (“Eu estou falando que é um dos fatores. Porque se o ar não saísse do prato ele ia continuar boiando, aí entrou um pouquinho de água e como ele é pesado afundou.”) problemas na coerência dos conhecimentos que constituem os esquemas do aluno  $A_1$ , habituais no início da aprendizagem, pois ao mesmo tempo em que respondeu à pergunta da aluna  $A_2$  (turno 38: “É o oxigênio que está dentro dele?”), alegando que uma

coisa bem pesada que contenha ar pode afundar (turno 39), foi capaz de apontar a presença de um gás como fator que interfere na fluabilidade. Consideramos assim que significados diferentes foram conferidos à densidade, quando, por exemplo, os alunos  $A_1$ ,  $A_2$  e  $A_3$ , relacionaram densidade ao atributo existência/presença de gás/ar/oxigênio.

Nesta sequência, o trecho que inclui o turno 35 e vai até o turno 47, demonstrou uma vez mais a ideia de co-construção do raciocínio (PONTECORVO, 2005, p. 71), que segundo a autora pode manifestar-se nas formas conversacionais mais diversas. A partir da questão colocada no turno 35, ocorreu entre os alunos um encadeamento de ideias, um “pensar em conjunto” (PONTECORVO, 2005, p. 71) nas palavras da autora, na tentativa de fornecer a resposta que nós esperávamos. Foi possível observar também a co-construção do discurso, uma vez que as respostas foram desencadeadas e encadeadas a partir da questão por nós proposta e houve a possibilidade de elaboração de novas questões a partir das respostas dos alunos (turnos 42 e 46: “Qual gás?” / “Mas a presença de gás, que você está dizendo, é em todos os objetos?”).

#### Quadro 9 – Síntese do papel do professor: referente a sequência 3

<b>Intenções da professora</b>	Explorar as informações constantes nos esquemas de conhecimento dos alunos a respeito das ideias e fenômenos relativos ao conteúdo a ser trabalhado.
<b>Formas de intervenção</b>	Ativando os conhecimentos prévios.
<b>Tipo de abordagem</b>	Interativa/dialógica
<b>Padrões de interação</b>	Ip-Ra <sub>n</sub> -(Pa <sub>n</sub> )-P-Ra <sub>n</sub> -Pp-Ra <sub>n</sub> -(Pa <sub>n</sub> )...
<b>Conteúdo</b>	Descrição empírica: deslocando-se da identificação de objetos que boiam ou não, para aquilo que pode estar relacionado à fluabilidade.

Fonte: Da Autora

#### 4.4 SEQUÊNCIA 4: SÓ NÃO ENTENDO PORQUE A LATINHA É MAIS PESADA E NÃO AFUNDOU?

48. A: (inaudível)
49. P: Pessoal, aqui...
50. A<sub>3</sub>: Só não entendo por que a latinha é mais pesada e não afundou?
51. P: Ah, esta é uma boa pergunta, a que o A<sub>3</sub> acabou de colocar aqui: A latinha de refrigerante é mais pesada do que a maçã e não afundou. Por quê?
52. A<sub>4</sub>: Porque tem gás...
53. A<sub>1</sub>: Falei que era a presença de gás.
54. P: E aí? Tanto a maçã quanto a lata de refrigerante boiam.
55. A: (discutindo entre si).

A participação do aluno A<sub>3</sub> no turno 50 (“Só não entendo por que a latinha é mais pesada e não afundou?”), fazendo um questionamento, demonstrou a existência de motivação intrínseca, disposição para novos conhecimentos, e ainda o clima da atividade favorável ao processo de elaboração do conhecimento.

Porém, tal pergunta demonstrou também a existência de uma “inconsistência cognitiva”, ou seja, faltaria a ele condições para relacionar determinadas concepções de maneira que pudessem atribuir significados à informação de que objetos comprovadamente “mais pesados” que os outros flutuam, enquanto outros comprovadamente “mais leves” afundam como o que foi observado por ele. O que ocorre é que os alunos relacionavam a ideia de afundar à maior quantidade de massa dos objetos e a ideia de flutuar à menor quantidade de massa nos objetos - que são atributos dos objetos - de onde provavelmente advinha então, a falta de compreensão do fato de que a lata de refrigerante flutuasse. A inconsistência foi determinada porque o aluno A<sub>3</sub> naquele momento, só conseguia relacionar o fato de que lata de refrigerante - embora mais pesada - flutuasse, a um atributo específico daquele objeto, no caso a massa e não a densidade, propriedade que não depende apenas de tal atributo, mas da sua relação com o volume do objeto. Se não bastasse a dificuldade de relacionar tais concepções, haveria ainda outra relação a fazer, a alteração da densidade da lata de refrigerante pela presença de gás em seu interior.

Quando os alunos A<sub>4</sub> (turno 52: “Porque tem gás...”) e A<sub>1</sub> (turno 53: “Falei que era a presença de gás.”) relacionaram o fato da lata de refrigerante - comprovadamente mais pesada do que a maçã - não afundar à presença do gás, procuramos promover uma situação de conflito sócio-cognitivo no turno 54, ao observarmos que “tanto a maçã quanto a lata de refrigerante boiam”, com a intenção de que eles percebessem a incoerência entre o argumento de que o fator responsável pela flutuação fosse a presença de gás – válido para situações específicas – e outras situações nas quais a flutuabilidade independeria dessa condição, uma vez que implícita em nossa intervenção estava a seguinte questão: Como se explica que ambas boiam, se há gás dentro da latinha e da maçã não? Sem habilidade para explorar a questão, no entanto, deixamos escapar a oportunidade de talvez descobrir algo mais sobre tal concepção dos alunos.

No turno 51 (Ah, esta é uma boa pergunta, a que o Matheus acabou de colocar aqui: A latinha de refrigerante é mais pesada do que a maçã e não afundou. Por quê?), intervimos com a referida pergunta como andaime para promover a ampliação da ZDP. Portanto, podemos considerar que o andaime, na forma de ajuda como no caso descrito, ocorreu de modo compartilhado e, que o avanço através da ZDP também ocorreu de modo

compartilhado, uma vez que são decorrentes do processo de interações, no qual as intervenções do professor intercaladas com a dos alunos e vice-versa são construídas de modo coletivo, colaborativo e co-participativo.

Quanto ao padrão de discurso, é preciso assinalar que até esse ponto da aula não houve ocorrência de padrões triádicos do tipo I-R-Av (Iniciação-Resposta-Avaliação), que, segundo Mortimer, a literatura sobre sala de aula aponta como os mais comuns. A abordagem comunicativa não se alterou em relação à sequência, analisada anteriormente – uma abordagem interativa e dialógica com cadeias de interação abertas heterogêneas argumentativas, que podem ser caracterizadas da seguinte forma  $Ip-Ra_n-(Pa_n)-P-Ra_n-Pp-Ra_n-(Pa_n)$ ....

A intervenção inicial ( $Ip$ ), porém, deu-se apenas para chamar a atenção dos alunos de volta para a discussão e a interação só adquiriu consistência a partir da proposição do aluno  $A_3$ , que problematizando a situação estabeleceu um andaime para os colegas (turno 50: Só não entendo por que a latinha é mais pesada e não afundou?), andaime esse do qual fomos porta-vozes. Nesse caso, a situação “que não se encaixava” e que poderia ser resolvida por meio do andaime era o fato de que a latinha de refrigerante, que é mais pesada que a maçã, também tivesse flutuado.

A co-construção do discurso pôde ser percebida através do desencadeamento de ideias proporcionado pela pergunta do aluno  $A_3$  no turno 50 (“Só não entendo por que a latinha é mais pesada e não afundou?”), como também pela questão por nós levantada no turno 54 (“E aí? Tanto a maçã quanto a lata de refrigerante boiam.”), visivelmente originada a partir das proposições dos alunos, que atribuíam à presença do gás o fato da lata de refrigerante flutuar.

#### **Quadro 10** – Síntese do papel do professor: referente a sequência 4

<b>Intenções da professora</b>	Verificar os significados que estão sendo atribuído pelos alunos em situações específicas.
<b>Formas de intervenção</b>	Checando o entendimento dos alunos.
<b>Tipo de abordagem</b>	Interativa/dialógica
<b>Padrões de interação</b>	$Ip-Ra_n-(Pa_n)-P-Ra_n-Pp-Ra_n-(Pa_n)$ ...
<b>Conteúdo</b>	Descrição empírica ainda focalizando aquilo que pode estar relacionado à flutuabilidade.

Fonte: Da Autora

#### 4.5 SEQUÊNCIA 5: NÃO É O QUANTO ELE PESA NA BALANÇA E SIM SE É MAIS PESADO QUE A ÁGUA

56. *P: Então as previsões de vocês de que alguns dos objetos iam afundar e outros não acabaram dando certo. Agora eu quero saber por que é que os objetos afundam ou não?*
57. *A<sub>1</sub>: Densidade.*
58. *A<sub>3</sub>: Porque tem líquido dentro.*
59. *A<sub>6</sub>: E dentro da maçã tem líquido?*
60. *A<sub>3</sub>: (inaudível)*
61. *P: Então, na opinião do Matheus, os objetos afundam ou não porque tem líquido dentro...*
62. *A<sub>2</sub>: É do que elas são feitas? Por exemplo: a madeira é diferente do vidro, que é diferente do que as moedas são feitas...*
63. *P: Mas aí qual é a explicação para o vidro, que continua sendo vidro, boiar de cabeça pra cima e afundar de cabeça pra baixo?*
64. *A<sub>6</sub>: Aqui, professora, que legal, nós colocamos a moeda em cima da lata de coca-cola e ela afundou.*
65. *P: O fato de vocês colocarem a moeda em cima da latinha alterou o que?*
66. *A<sub>5</sub>: O peso da latinha.*
67. *A<sub>1</sub>: É que a moeda empurra a lata para baixo.*
68. *P: Alterou o peso? Então vocês acham que o fato de alguma coisa afundar ou não, tem a ver com o peso?*
69. *A<sub>7</sub>: Nem tudo...*
70. *P: Por que nem tudo?*
71. *A<sub>7</sub>: Porque tem objetos que... Aquela coisa pequena afundou, o prato que é grande também afundou.*
72. *P: A A<sub>7</sub> está me dizendo aqui, que não é pelo tamanho que as coisas boiam ou não. É isso?*
73. *A<sub>4</sub> e A<sub>2</sub>: Não é pelo tamanho, é pela densidade.*
74. *P: Agora então você me explica o que significa ser mais denso ou menos denso que a água.*
75. *A<sub>1</sub>: Mais leve e mais pesado que a água.*
76. *P: O A<sub>4</sub> e A<sub>2</sub> estão colocando que o que faz um objeto afundar ou não, é a densidade, o A<sub>4</sub> também está me dizendo aqui que a densidade é o fato do objeto ser mais leve ou menos leve. O que vocês acham?*
77. *A<sub>2</sub>: Não é mais leve, assim, é considerando com a água...*
78. *A<sub>7</sub>: A rolha de borracha que é leve afundou e o prato que é pesado afundou também!*
79. *A<sub>2</sub>: Mas é comparando com a água. Não é o quanto ele pesa na balança e sim se é mais pesado que a água.*
80. *A<sub>1</sub>: É outro tipo de peso.*
81. *A<sub>2</sub>: É.*
82. *P: É outro tipo de peso. Mas existem dois tipos de peso?*
83. *A<sub>2</sub>: Não tipo peso...*
84. *A<sub>1</sub>: Eu não sei como é o nome do outro negócio...*

Nesta sequência o padrão discursivo teve início com a questão levantada no turno 56: “Então as previsões de vocês de que alguns dos objetos iam afundar e outros não, acabaram dando certo. Agora eu quero saber por que é que os objetos afundam ou não?”,

numa tentativa de ativar os conhecimentos prévios dos alunos a respeito do conteúdo trabalhado. No decorrer da interação, porém, mais precisamente a partir da proposição do aluno A<sub>2</sub> de que o material de que são feitos os objetos poderia ser a causa de sua flutuabilidade (turno 62), procuramos intervir no turno 63 (“Mas aí, qual é a explicação para o vidro, que continua sendo vidro, boiar de cabeça pra cima e afundar de cabeça pra baixo?”) no sentido de promover nos alunos um conflito, nesse caso como afirmamos anteriormente, um conflito sócio-cognitivo, devido à incompatibilidade entre as ideias prévias - de que o fato do objeto não afundar esteja diretamente relacionado ao material pelo qual são constituídos - e a visão científica a respeito da densidade, ou seja, o fato de que ela designa uma propriedade relacional e proporcional entre a massa e o volume das substâncias/objetos. A sequência teve continuidade com a fala dos alunos que procuraram em suas respostas colocar hipóteses, ocorrendo assim um compartilhamento de significados entre eles. No entanto, a situação de conflito não foi devidamente explorada.

No turno 59, foi a vez do aluno A<sub>6</sub> (“E dentro da maçã tem líquido?”), diante da colocação do aluno A<sub>3</sub> (turno 58: “Porque tem líquido dentro.”), propor também um conflito sócio-cognitivo. Tal situação poderia ter sido mais bem explorada. Porém, ao iniciarmos a intervenção com esse intuito, fomos interrompidos pelo aluno A<sub>2</sub>, turno 62 que com sua fala criou também um andaime, ao relacionar a flutuabilidade do objeto/ material pelo qual ele é constituído. A questão proposta então com intenção de funcionar como andaime apontava o fato de o prato flutuar ou afundar dependendo apenas de como ele era colocado na água (turno 63: “Mas aí qual é a explicação para o vidro, que continua sendo vidro, boiar de cabeça pra cima e afundar de cabeça pra baixo?”).

A intervenção do aluno A<sub>6</sub>, no turno 64 (“Aqui, professora, que legal, nós colocamos a moeda em cima da lata de coca-cola e ela afundou.”) pareceu-nos então uma oportunidade de investigar as concepções dos alunos a respeito da relação massa do objeto/flutuabilidade (turnos 65 e 68: “O fato de vocês colocarem a moeda em cima da latinha alterou o quê?” / “Alterou o peso? Então vocês acham que o fato de alguma coisa afundar ou não, tem a ver com o peso?”).

A tentativa do aluno A<sub>2</sub> de explicitar que não é apenas a massa do objeto o fator diretamente responsável por sua densidade, revelou indícios da concepção de densidade em sua estrutura cognitiva, pois em seu argumento utiliza a água como parâmetro (turno 77. “Não é mais leve, assim, é considerando com a água...”). O aluno A<sub>7</sub>, que em outras intervenções (turno 71: “Porque tem objetos que... Aquela coisa pequena afundou, o prato que é grande também afundou.”) deixou claro também que a massa não é a única responsável pela

flutuabilidade do objeto, novamente manifestou essa concepção (turno 78: “A rolha de borracha que é leve afundou e o prato que é pesado afundou também!”).

As perguntas nos turnos 68, 72, 76 e 82 - (“Alterou o peso? Então vocês acham que o fato de alguma coisa afundar ou não, tem a ver com o peso?” / “A A<sub>7</sub> está me dizendo aqui, que não é pelo tamanho que as coisas boiam ou não. É isso?” / “O A<sub>4</sub> e a A<sub>2</sub> estão colocando que o que faz um objeto afundar ou não é a densidade, o A<sub>4</sub> também está me dizendo que a densidade é o fato do objeto ser mais leve ou menos leve. O que vocês acham?”) foram propostas para possibilitar aos alunos a oportunidade de aceitar ou criticar a perspectiva que estava sendo apresentada bem como favorecer o compartilhamento de significados entre os eles.

A interação entre os alunos A<sub>2</sub> e A<sub>1</sub> (turnos 79 a 84) revelou novamente a existência da “inconsistência cognitiva”, ou seja, na tentativa de responder a pergunta proposta no turno 76 (“O A<sub>4</sub> e A<sub>2</sub> estão colocando que o que faz um objeto afundar ou não, é a densidade, o A<sub>4</sub> também está me dizendo aqui que a densidade é o fato do objeto ser mais leve ou menos leve. O que vocês acham?”) eles sinalizaram com a ideia da existência de dois tipos de peso. As respostas fornecidas pelos alunos A<sub>2</sub> e A<sub>1</sub> na continuidade da interação (turno 80: “Mas é comparando com a água. Não é o quanto ele pesa na balança e sim se é mais pesado que a água” e turno 81: “É outro tipo de peso”, respectivamente) ao que nos pareceu demonstrava faltar não só aos alunos A<sub>1</sub> e A<sub>2</sub> como aos demais, condições para fazer relações entre determinadas concepções de maneira que pudessem atribuir significados às novas informações, como por exemplo, a de que objetos comprovadamente “mais pesados” que os outros flutuam, enquanto outros comprovadamente “mais leves” afundam como o que foi observado pelo aluno A<sub>7</sub> (turno 78: “A rolha de borracha que é leve afundou e o prato que é pesado afundou também!”).

O que ocorreu é que os alunos relacionaram a ideia de afundar à maior quantidade de massa dos objetos e a ideia de flutuar à menor quantidade de massa nos objetos - que são atributos dos objetos - de onde advém então a falta de compreensão do fato de que a rolha afundasse. A inconsistência era determinada então, por que os alunos naquele momento só conseguiam relacionar o fato da rolha - que é mais leve - afundar como o prato, a um atributo específico da rolha, no caso a massa e não a densidade, que não depende apenas desse atributo, mas da sua relação com o volume do objeto. No caso dos alunos A<sub>2</sub> e A<sub>1</sub>, que tentaram usar como argumento, para discordarem dos demais, que o fator determinante na flutuabilidade dos objetos não era ser “mais leve” ou “mais pesado” admitindo a existência de um outro tipo de peso, a inconsistência se caracterizava pela incapacidade naquele momento

de relacionar a capacidade de flutuar ou não na água, com um atributo que não é do objeto mas sim da própria densidade: se manifestar na presença de outra massa volumétrica, neste caso a água.

A abordagem comunicativa foi interativa e dialógica, pois várias ideias foram exploradas e diferentes pontos de vista foram trabalhados, na maior parte da sequência. O padrão discursivo foi constituído por cadeias de interação do tipo Ip-Ra<sub>n</sub>-(Pa<sub>n</sub>)-P(Fp)-Ra<sub>n</sub>-Pp-Ra<sub>n</sub>-(Pa<sub>n</sub>)..., pois iniciamos a interação que depois se estendeu com respostas dos alunos, intercaladas por outras falas nossas que tanto forneceram feedback ao aluno (Fp) como permitiram o desenrolar da discussão ao tornar possível novas respostas dos alunos, sem no entanto emitir qualquer tipo de avaliação até ao final da sequência.

Características de um discurso co-construído puderam ser identificadas neste excerto, pois em várias interações entre os alunos pôde-se perceber o entrelaçamento de ideias, o “pensar em conjunto” (PONTECORVO, 2005, p. 71). Em alguns pontos as ideias entrelaçam-se de tal forma que os alunos expressam suas ideias praticamente em uníssono, como é possível observar no turno 73, com os alunos A<sub>4</sub> e A<sub>2</sub>.

**Quadro 11** – Síntese do papel do professor: referente a sequência 5

<b>Intenções da professora</b>	Explorar as informações constantes nos esquemas de conhecimento dos alunos a respeito das ideias e fenômenos relativos ao conteúdo a ser trabalhado. Verificar os significados que estão sendo atribuído pelos alunos em situações específicas. Implementar um processo de negociação de significados.
<b>Formas de intervenção</b>	Ativando os conhecimentos prévios. Checando o entendimento dos alunos. Compartilhando significados.
<b>Tipo de abordagem</b>	Interativa/dialógica
<b>Padrões de interação</b>	Ip-Ra <sub>n</sub> -(Pa <sub>n</sub> )-P(Fp)-Ra <sub>n</sub> -Pp-Ra <sub>n</sub> -(Pa <sub>n</sub> ) ...
<b>Conteúdo</b>	Descrição empírica: movendo-se das propriedades que permitem algo afundar ou boiar para os aspectos que caracterizam algo como mais ou menos denso que a água.

Fonte: Da Autora

#### 4.6 SEQUÊNCIA 6 - O PESSOAL ESTÁ DIZENDO QUE É A DENSIDADE QUE FAZ UMA COISA AFUNDAR OU NÃO AFUNDAR

85. *P: Então vejam bem aqui, o pessoal está dizendo que é a densidade que faz uma coisa flutuar ou não.*
86. *A<sub>1</sub>: Mas também, professora, a presença de gás influencia bastante; não estou dizendo que precisa do gás, e sim que tem uma forte influência, porque se você abrir a latinha e tirar todo o gás dela, ela vai afundar. Por exemplo, se pegar uma latinha igual a essa e encher de água e colocar aqui ela vai afundar.*
87. *P: Então, o A<sub>1</sub> está dizendo, que a presença de um gás pode fazer alguma coisa se tornar “mais leve”. Agora eu quero saber o que é esse “mais leve”?*
88. *A<sub>4</sub>: É que o ar é menos denso que a água, ele fica sempre na superfície.*
89. *P: E daí?*
90. *A<sub>4</sub>: É como o copo, se eu colocar de cabeça pra baixo ele só vai afundar se for virado de lado para o ar sair, porque com o ar que está aqui ele vai ficar por cima e ele não vai afundar... O ar é menos denso...*
91. *P: Mas, o que é ser menos denso e ser mais denso? Já que estão dizendo que é a densidade que deixa uma coisa afundar ou não. O que é essa densidade?*
92. *A<sub>1</sub>: Se pegar 10 mL de água e 10 mL de óleo, o óleo tem densidade diferente da água, se pesar os dois, vai dar para ver que o fator é o peso.*
93. *P: Mas por que justamente o óleo e a água?*
94. *A<sub>1</sub>: Porque os dois têm densidades diferentes.*
95. *P: O A<sub>1</sub> está dizendo, que para termos certeza de que o peso tem a ver com a densidade, nós deveríamos pesar 10 mL de água e 10 mL de óleo. O que vocês acham que iria acontecer se nós fizéssemos isso?*
96. *A: (inaudível)*
97. *P: Qual dos dois seria mais pesado?*
98. *A<sub>2</sub>: O óleo?*

Iniciamos a sequência no turno 85 (“Então vejam bem aqui, o pessoal está dizendo que é a densidade que faz uma coisa flutuar ou não.”), retomando a proposição feita anteriormente pelo aluno A<sub>1</sub>. No entanto, diante da “inconsistência cognitiva” demonstrada pelos alunos A<sub>1</sub> e A<sub>2</sub>, cuja origem procuramos explicitar anteriormente e que resultou na falta de suporte aos seus argumentos (turnos 83 e 84: “Não tipo peso...” / “ Eu não sei como é o nome do outro negócio...”)) utilizados inicialmente para sugerir a possibilidade da existência de dois tipos de peso, tal intervenção poderia ter ocorrido no sentido de oferecer-lhes andaimes que possibilitassem a satisfação de suas necessidades cognitivas. Nesse caso, deixamos de assumir nosso papel na facilitação, orientação e ajuda que segundo Lorencini Junior (2000), ministradas por outro, são essenciais para o estabelecimento da bidirecionalidade que deve existir entre o aluno e objeto do conhecimento. Para assumir de

fato esse papel, interferindo de forma decisiva na aprendizagem dos alunos, deveríamos ter proposto novos questionamentos que fornecessem a eles subsídios que os levassem a estabelecer as relações necessárias para resolver as “inconsistências cognitivas” manifestadas.

No turno 86, a intervenção do aluno A<sub>1</sub> (“Mas também, professora, a presença de gás influencia bastante; não estou dizendo que precisa do gás, e sim que tem uma forte influência, porque se você abrir a latinha e tirar todo o gás dela, ela vai afundar. Por exemplo, se pegar uma latinha igual a essa e encher de água e colocar aqui ela vai afundar”) indicando que a ajuda fornecida pelo aluno A<sub>4</sub> (turno 32: “Porque tem ar.”) foi significativa, pois ele passou a considerar a influência do gás na fluabilidade do objeto, demonstrando que houve, como foi sugerido, também na sequência dois, modificação em seus esquemas de conhecimento.

Dessa forma, foi possível perceber que o papel do “outro” na bidirecionalidade já mencionada, foi desempenhado pelo aluno A<sub>4</sub>. Tal conclusão é corroborada principalmente pelas ideias de Vygotsky (1998), para quem a mediação entre os diferentes níveis de desenvolvimento, constituintes da ZDP, pode ser efetivada não só pelo adulto, como também por colegas mais experientes.

Embasamento para essa suposição pode ser encontrada ainda nas concepções de Gallimore e Tharp (1996). Para tais autores, o ensino é resultado da assistência que se dá ao desempenho de cada um daqueles que nele se encontram envolvidos e, portanto, “essa assistência, com todo o desenvolvimento cognitivo e comportamental que a acompanha, constitui o objetivo que justifica a existência da escola, e todos os outros deveres por ela exigidos deveriam estar a seu serviço” (GALLIMORE; THARP, 1996, p. 184). Para eles, no entanto, “uma assistência efetiva não exige autoridade” e “flui do participante mais preparado para o menos preparado”, nesse caso, do aluno A<sub>4</sub> para o aluno A<sub>1</sub>, pois ele demonstrou ter uma melhor compreensão da influência do gás na densidade das substâncias/objetos.

Com o intuito de promover o compartilhamento com o restante dos alunos, propusemos o significado atribuído à densidade pelo aluno A<sub>1</sub>, para todo o grupo (turno 87: “Então, o A<sub>1</sub> está dizendo, que a presença de um gás pode fazer alguma coisa se tornar “mais leve”. Agora eu quero saber o que é esse “mais leve”?). No entanto ao invés de manifestarmos literalmente o que foi dito, refizemos o que foi enunciado por ele, deixando subentendido que ao usar a expressão “se você tirar todo o gás dela, ela vai afundar”, o aluno A<sub>1</sub> quis dizer que a retirada do gás da lata a tornaria mais pesada e ela afundaria, e que, portanto a existência de gás na lata a faria ficar mais leve. No final daquela intervenção, buscamos saber qual é o

entendimento que os alunos possuíam subjacente à expressão *mais leve* (Agora eu quero saber o que é esse “mais leve”?).

Faz-se necessário esclarecer que a utilização dos termos *mais pesadas* e *mais leves* pode ser justificada levando-se em consideração a denominação *peso*, dada à atração que a Terra exerce sobre todo o corpo que possui massa, assim, um corpo mais pesado possui necessariamente mais massa do que o mais leve. Dessa forma, a presença do gás acrescentaria massa à lata, o que a tornaria mais pesada e a retirada de gás da lata causaria a supressão de parte de sua massa, o que a tornaria mais leve. Na concepção do aluno, demonstrada anteriormente (turno 47) algo *pesado* afundaria.

É preciso informar ainda (pois devido à forma escolhida para o registro das interações isso não é observável) que ao empregar o termo *mais leve*, utilizamos sinais gestuais correspondentes ao sinal gráfico aspas, atitude da qual comumente lançamos mão, ao fazermos uso de uma expressão com um sentido que não seja o usual. Na realidade, esperávamos era que a utilização do termo *menos denso*, implícito quando utilizamos a expressão *mais leve*, partisse dos próprios alunos, como de fato ocorreu com o aluno A<sub>4</sub> (turno 88: “É que o ar é menos denso que a água, ele fica sempre na superfície.”). Essa fala do aluno A<sub>4</sub> e também a que está transcrita no turno 90 (“É como o copo, se eu colocar de cabeça pra baixo ele só vai afundar se for virado de lado para o ar sair, porque com o ar que está aqui ele vai ficar por cima e ele não vai afundar... O ar é menos denso...”) demonstrou que ele possuía em seus esquemas de conhecimento a noção de densidade de uma substância e que a existência do ar ou de gás pode alterá-la, sem conseguir, no entanto explicar o mecanismo que provoca tal alteração. Também o aluno A<sub>1</sub>(turno 86: “Mas também, professora, a presença de gás influencia bastante; não estou dizendo que precisa do gás, e sim que tem uma forte influência, porque se você abrir a latinha e tirar todo o gás dela, ela vai afundar. Por exemplo, se pegar uma latinha igual a essa e encher de água e colocar aqui ela vai afundar”) demonstrou algum entendimento sobre a chamada densidade média e densidade relativa de uma substância, mas existia em ambos uma “inconsistência cognitiva” com relação a esses conceitos. No caso do aluno A<sub>4</sub>, ele considerava o atributo do ar ser menos denso e “ficar por cima” do prato, porém não conseguia, assim como o aluno A<sub>1</sub>, relacionar tal atributo à diminuição da densidade do prato, pois desconhecia o mecanismo que determina a chamada densidade média das substâncias, neste caso a densidade do conjunto “prato+ ar”, resultado da média ponderada das densidades das substâncias que o compõem.

Por entendermos que introduzir na discussão, naquele momento, outro conceito, a densidade média, dificultaria ainda mais a consolidação da ZDP, ignoramos tal

inconsistência. Pressupúnhamos que a dificuldade na consolidação da ZDP se daria porque estaríamos relacionando novos atributos ao conceito densidade, o que proporcionaria um hiato maior na ZDP, que demandaria outras inúmeras ajudas e conseqüentemente um tempo maior para que os alunos progredissem através dela, tempo esse que não dispúnhamos.

Assim, decidimos prosseguir com as interações, propondo a eles uma questão (turno 91: “Mas, o que é ser menos denso e ser mais denso? Já que estão dizendo que é a densidade que deixa uma coisa afundar ou não. O que é essa densidade?”), através da qual procuramos explorar ainda as ideias dos alunos a respeito da densidade. Tal questão revelou a concepção existente na estrutura cognitiva do aluno A<sub>1</sub>, a de que é o peso que determina a densidade de uma substância.

As repostas emitidas pelo aluno A<sub>1</sub> aos nossos questionamentos (turnos 92 e 94: “Se pegar 10 mL de água e 10 mL de óleo, o óleo tem densidade diferente da água, se pesar os dois, vai dar para ver que o fator é o peso./ “Porque os dois têm densidades diferentes.”) nos fizeram pressupor que ele tivesse apresentado certo avanço, tivesse progredido através da ZDP. Isso porque o conteúdo da resposta do aluno A<sub>1</sub> apresentava evidências que o seu esquema de conhecimento possuía informações e significados que permitiriam certo avanço em direção à construção do conceito de densidade (ao afirmar que a água e óleo têm densidades diferentes, baseou seus argumentos no fato de que volumes iguais desses líquidos apresentariam “pesos” diferentes). O mesmo poderia ser afirmado a respeito do aluno A<sub>4</sub> que apresentara argumentos que evidenciavam a compreensão de que a presença do ar ou de gás pode alterar a densidade de uma substância/objeto, sem conseguir, no entanto explicar o mecanismo que provoca tal alteração.

Com a pergunta proposta no final do turno 95 (“O A<sub>1</sub> está dizendo, que para termos certeza de que o peso tem a ver com a densidade, nós deveríamos pesar 10 mL de água e 10 mL de óleo. O que vocês acham que iria acontecer se nós fizéssemos isso?”), procuramos estabelecer um andaime que propiciaria suporte aos alunos no avanço em direção à construção do conceito de densidade pela compreensão da relação existente entre o volume e a massa na determinação da mesma densidade, assim, a pergunta proposta funcionaria como ajuda para ampliação da ZDP também dos demais alunos.

Preocupamo-nos ainda em envolver os alunos efetivamente nas interações. A participação dos demais alunos aconteceu, porém, porque falaram ao mesmo tempo ou porque algo tenha impedido a captação do áudio de forma clara, não foi possível compreender e registrar as respostas elaboradas por eles. Por outro lado, a reelaboração da questão, de uma

forma mais direta (turno 97: “Qual dos dois seria mais pesado?”), sugeriu que a pergunta inicial não alcançou o efeito esperado.

Ao imprimir um tom interrogativo em sua resposta, como que solicitando que nós a confirmássemos ou não, a aluna A<sub>2</sub> (turno 98: “O óleo?”) demonstrou sua dependência do papel de autoridade desempenhado pelo professor em relação ao conhecimento científico-escolar, que segundo Mortimer e Scott (2002, p. 302), lhe é conferido pelo fato de que a “linguagem social da ciência é essencialmente de autoridade”. Porém, nenhuma apreciação foi formalizada por nós em relação à questão da aluna. Assim, mesmo sendo a autoridade, algo inerente à linguagem social da ciência, e o discurso utilizado pelo professor no desenvolvimento da história científica esteja imbuído de autoridade, como propõem Mortimer e Scott (2002), admitimos ser possível ao professor abdicar de tal autoridade. Para que isso ocorresse, porém, seria necessário que fossem adotadas determinadas estratégias que possibilitassem aos alunos compartilharem com ele significados que subsidiassem suas futuras conclusões ou que pelo menos os fizessem perceber que não precisariam invariavelmente aceitar o que é posto pelo professor *sem questionamento*, como acontece quando o que prevalece é o discurso de autoridade. A adoção do discurso reflexivo é em nosso entendimento uma dessas possíveis estratégias.

Podemos ter parecido incoerentes por não termos intervindo junto à aluna A<sub>2</sub>, no sentido de investigar as bases de sua afirmação (turno 98: “O óleo?”) e de ainda a termos aparentemente ignorado. Porém, tal atitude deu-se por considerarmos que tal discussão resultaria infrutífera, pois em algum momento seria necessário testar empiricamente a proposta do aluno A<sub>1</sub> (turno 92: “Se pegar 10 mL de água e 10 mL de óleo, o óleo tem densidade diferente da água, se pesar os dois, vai dar para ver que o fator é o peso.”), não havendo condições para isto naquele momento, uma vez que a balança não funcionava corretamente. Tal circunstância corrobora as afirmações de Zabala (1998), quando aponta a importância dos denominados *materiais curriculares*, aqueles que dariam *suporte* à atividade do professor, sendo o fato de poder ou não contar com tais materiais, decisivo na escolha da metodologia a ser utilizada em sala de aula.

Neste caso em particular, a falta de material de suporte - o não funcionamento da balança que havia à disposição - teve um efeito significativo no desenrolar da aula. Caso tivesse sido possível a utilização da balança para verificação do que foi proposto pelo aluno A<sub>1</sub>, embora aparentemente comprovasse a sua proposição (uma vez que volumes iguais de água e óleo apresentariam “pesos” diferentes como foi sugerido por ele), outras intervenções a partir daí poderiam ter levado tanto o aluno A<sub>1</sub> como os demais a

compreenderem a relação existente entre a massa e o volume na determinação da densidade de uma substância. Dessa forma, com a utilização da balança poderíamos ter atuado diretamente na ZDP, proporcionando o progresso dos alunos através dela e possibilitando assim sua ampliação.

A possibilidade da verificação das massas das duas substâncias poderia ter resolvido também a questão da aluna A<sub>2</sub> (turno 98), que muito provavelmente baseando-se na consistência das duas substâncias, sugeriu ser o óleo “mais pesado” que a água.

Julgamos ainda nesta sequência, a ocorrência da abordagem comunicativa interativa/dialógica, uma vez que prosseguimos considerando e explorando diferentes concepções dos alunos. A interação foi constituída de cadeias do tipo Ip-Ra<sub>n</sub>-(Pa<sub>n</sub>)-P(Fp)-Ra<sub>n</sub>-Pp-Ra<sub>n</sub>-(P<sub>n</sub>)..., pois apresentou também turnos em que solicitamos uma elaboração adicional de forma que o estudante melhor desenvolvesse seu ponto de vista.

O “pensar em conjunto” ou “co-construção do raciocínio” propostos por Pontecorvo (2005), ficaram evidentes na interação ocorrida entre o aluno A<sub>1</sub> e o aluno A<sub>2</sub> (registrada nos turnos de 86 a 90), pois a partir da proposição do aluno A<sub>1</sub> no turno 86 - “Mas também, professora, a presença de gás influencia bastante; não estou dizendo que precisa do gás, e sim que tem uma forte influência, porque se você abrir a latinha e tirar todo o gás dela, ela vai afundar. Por exemplo, se pegar uma latinha igual a essa e encher de água e colocar aqui ela vai afundar.” - o aluno A<sub>4</sub> desenvolveu seu argumento para explicar a influência do gás na fluabilidade da lata de refrigerante (turnos 88 e 90) - “É que o ar é menos denso que a água, ele fica sempre na superfície.”/ “É como o copo, se eu colocar de cabeça pra baixo ele só vai afundar se for virado de lado para o ar sair, porque com o ar que está aqui ele vai ficar por cima e ele não vai afundar... O ar é menos denso...”.

Antes de encerrarmos a análise desta sequência, faz-se necessário esclarecer ainda, que no seu transcorrer os alunos empregaram a palavra “peso” da forma consagrada pelo uso popular, ou seja, utilizaram-na como referência à massa dos objetos ou substâncias. Utilização que tacitamente sancionamos (turnos 95 e 97: “O A<sub>1</sub> está dizendo, que para termos certeza de que o peso tem a ver com a densidade, nós deveríamos pesar 10 mL de água e 10 mL de óleo. O que vocês acham que iria acontecer se nós fizéssemos isso?” / “Qual dos dois seria mais pesado?”), por entender que provocar tal discussão naquele momento, não seria produtivo.

**Quadro 12** - Síntese do papel do professor: referente a sequência 6

<b>Intenções da professora</b>	Tornar acessíveis a todos os alunos os significados atribuídos na interação professor/ aluno. Explorar as informações constantes nos esquemas de conhecimento dos alunos a respeito das ideias e fenômenos relativos ao conteúdo a ser trabalhado. Implementar um processo de negociação de significados. Verificar os significados que estão sendo atribuído pelos alunos em situações específicas. Fornecer elementos que contribuam para o desenvolvimento do conteúdo a ser trabalhado.
<b>Formas de intervenção</b>	Disponibilizando significados. Ativando conhecimentos prévios Compartilhando significados. Checando o entendimento dos alunos. Modelando os significados.
<b>Tipo de abordagem</b>	Interativa/dialógica
<b>Padrões de interação</b>	Ip-Ra <sub>n</sub> -(Pa <sub>n</sub> )-P(Fp)-Ra <sub>n</sub> -Pp-Ra <sub>n</sub> -(Pa <sub>n</sub> ) ...
<b>Conteúdo</b>	Move-se da descrição empírica das propriedades que permitem algo afundar ou boiar para os aspectos que caracterizam algo como mais ou menos denso que a água e ainda para a explicação empírica do conceito de densidade.

Fonte: Da Autora

#### 4.7 SEQUÊNCIA 7: O QUE VOCÊS ACHAM QUE VAI ACONTECER COM ESSA BOLINHA DE MASSINHA?

99. P: *Vejam bem: o que vocês acham que vai acontecer com essa bolinha de massinha?*

100. A: *Ela não vai afundar.*

101. P: *Eu coloquei a bola de massinha e ela afundou.*

*(Professora abre a bolinha de massinha transformando num “barquinho” e a recoloca na água.)*

102 P: *E agora? Porque que a bolinha de massinha afundou e a mesma quantidade de massinha está flutuando?*

103. A<sub>7</sub>: *Por que agora ela está aberta.*

104. A<sub>6</sub>: *Se encher de água ela afunda.*

105. A<sub>7</sub>: *É se virar ela vai afundar.*

106. A<sub>4</sub>: *Joga água aí dentro pra você vê. Se jogar água afunda sim porque vai sair o ar.*

107. P: *Então, a massa do objeto nesse caso teve alguma coisa a ver com o fato dele afundar ou não?*

108. A<sub>2</sub>: *A massa?*

109. P: *O que eu chamo de massa, é o que vocês chamam de peso. Tem alguma coisa a ver a massa com o fato de algo boiar ou não?*

110. A<sub>7</sub>: *Acho que não, porque não é através do peso que afunda ou não...*

111. A<sub>2</sub>: *Não.*

112. P: *Então qual é a causa de algo afundar? Ou qual é a causa de algo não afundar?*
113. A<sub>2</sub>: *Presença de oxigênio?*
114. A<sub>7</sub>: *É verdade... (inaudível)*
115. A<sub>5</sub>: *Eu também acho.*

Sem a possibilidade, naquele momento, de procedermos à comprovação das massas da do óleo e da água, optamos por outra estratégia na tentativa de mostrar que não é o “fator peso”, como foi sugerido pelo aluno A<sub>1</sub> (turno 92), quase ao final da sequência anterior, o único responsável pela densidade e assim atuar na ZDP criada inicialmente. Tal atitude encontra respaldo em Lorencini Júnior (2000), uma vez que para esse autor, o fato do professor atuar na ZDP criada, fornecendo ajuda, torna indispensável o reconhecimento de quais atividades de ensino e formas de intervenção ele pode utilizar para alcançar tal objetivo. Apresentamos então aos alunos, uma pequena bola de massa de modelar e os questionamos sobre o que iria acontecer com ela ao ser colocada no aquário com água (turno 99), obtendo deles a resposta de que ela não iria afundar (turno 100). Prosseguimos colocando a bolinha na água, que, contrariando a previsão dos alunos, afundou. A seguir, modelamos a massinha com a forma de um pequeno barco e a relocalamos na água, obtendo um resultado diferente.

Na questão que propusemos no turno 102 (“E agora? Porque que a bolinha de massinha afundou e a mesma quantidade de massinha está flutuando?”), ficou implícito que a massa dos objetos colocados na água, inicialmente a bolinha e depois o “barquinho”, não havia sofrido alteração. A aluna A<sub>7</sub>, mencionou a forma dada à bolinha de massa: “agora ela está aberta” (turno 105), a aluna A<sub>6</sub> afirmou (turno 104) que se o “barquinho” se enchesse de água iria afundar, proposta com a qual a aluna A<sub>7</sub> demonstrou concordar quando afirma que “se virar ela (a massinha) vai afundar”. O aluno A<sub>4</sub> (turno 106), complementou tal ideia argumentando que a entrada da água no barquinho expulsaria o ar de seu interior e por isso ele afundaria. Aqui é preciso observar que o fato da água entrar no barquinho torna a densidade média do conjunto barquinho + água, maior que a densidade da água, causando o afundamento do barquinho, porém, por julgarmos não ser necessário ampliar o foco da discussão naquele momento, optamos por não explorar tal possibilidade.

As questões registradas nos turnos 107 e 109 (“Então, a massa do objeto nesse caso teve alguma coisa a ver com o fato dele afundar ou não?”/ “O que eu chamo de massa, é o que vocês chamam de peso. Tem alguma coisa a ver a massa com o fato de algo boiar ou não?”) foram propostas com certa intencionalidade - que os alunos considerassem especificamente a massa dos objetos como elemento que contribuiu ou não para o resultado observado nos dois casos - pois mencionamos claramente a massa ao questioná-los sobre o

que poderia estar ou não relacionado com o fato da bolinha de massinha ter afundado e o “barquinho” do mesmo material ter flutuado. Portanto, embora a interação discursiva continuasse interativa, é preciso admitir que a forma de abordagem neste trecho foi interativa/de autoridade distinguindo-se do restante da sequência que apresentou predominantemente uma abordagem interativa/dialógica. Ao longo da sequência as interações apresentaram o padrão  $I_p-Ra_n-(Pa_n)-P(Fp)-Ra_n-Pp-Ra_n-(Pa_n)\dots$ , pois além das intervenções feitas com o intuito de dar continuidade à discussão (... $Pp-Ra_n$ ), propusemos aos alunos um *feedback* (Fp) que os ajudasse a explicitar melhor suas ideias.

Diante das respostas das alunas  $A_7$  e  $A_2$  (turnos 110 e 111) afirmando que não foi a massa que determinou o efeito sobre os objetos verificado por eles, nova questão foi proposta aos alunos no turno 112 (“Então qual é a causa de algo afundar? Ou qual é a causa de algo não afundar?”), com o intuito de verificar se eles apontariam os elementos relacionados ao fato de um objeto flutuar ou não, uma vez que o fenômeno está diretamente relacionado à densidade dos objetos ou materiais.

Ao responder outra vez em tom interrogativo (turno 113: “Presença de oxigênio?”), a aluna  $A_2$  buscou a confirmação de sua hipótese, recorrendo novamente à autoridade presumivelmente inerente ao professor, continuamos no entanto, dispostos em não nos valer de tal autoridade, e outra vez não emitimos juízo algum em relação à resposta/questão da aluna.

Assim, admitimos a utilização da demonstração com a massinha de modelar, juntamente com as questões propostas nos turnos 102 e 112 -“E agora? Porque que a bolinha de massinha afundou e a mesma quantidade de massinha está flutuando?”/ “O que eu chamo de massa, é o que vocês chamam de peso. Tem alguma coisa a ver a massa com o fato de algo boiar ou não?” - também como andaime em uma nova tentativa de atuar na ZDP e promover a sua ampliação e consolidação. Consideramos, no entanto, que tal andaime, não tenha sido totalmente eficaz como ajuda, porque os alunos apenas passaram a desconsiderar a massa como elemento determinante da densidade, mas ainda não conseguiram associar a densidade a uma relação entre a massa e o volume da substância, o que, porém não pode deixar de ser considerado um pequeno avanço através da ZDP. Foi possível perceber ainda na proposição do aluno  $A_4$  (“que se jogar afunda sim, pois vai sair o ar”), também o estabelecimento de um andaime, pois ela forneceu elementos para que os alunos  $A_2$ ,  $A_5$  e  $A_7$ , passassem a admitir que a presença de outra substância (no caso, o oxigênio) poderia alterar a densidade.

Nesta sequência, foi possível comprovar que o termo “peso” encontrava-se incorporado à linguagem coloquial em referência à massa das substâncias ou objetos (apesar de serem grandezas diferentes), pois quando (turno 107) utilizamos o termo “massa”, a aluna A<sub>2</sub>, questiona “A massa?” (turno 108), deixando claro não saber a que nos referíamos. Para Camões (2007), esse é um hábito de linguagem difícil de ser abandonado, mesmo porque o próprio órgão responsável por garantir em todo o mundo a uniformidade das unidades de medidas, o BIPM é curiosamente denominado “Instituto Internacional de **Pesos e Medidas**” (grifo nosso). A autora cita ainda, a denominação de “peso” que se dá ao objeto de metal empregado como padrão nas balanças. Verificamos também que em alguns dicionários, como no Novo Dicionário Aurélio de Língua Portuguesa, o termo “pesar” encontra-se relacionado à utilização de uma balança para verificar o peso, quando o correto do ponto de vista científico seria apontar o uso de tal instrumento para medir a massa, uma vez que o peso – resultado da ação da força de gravidade sobre um corpo – mede-se com dinamômetros. Por tudo isso, quando no turno 109 (“O que eu chamo de massa, é o que vocês chamam de peso. Tem alguma coisa a ver a massa com o fato de algo boiar ou não?”) limitamo-nos a esclarecer para a aluna A<sub>2</sub>, que a expressão “massa” utilizada por nós, correspondia a expressão “peso”, que por força de um hábito de linguagem, eles utilizavam para se referirem à massa das substâncias ou objetos.

As ideias de Pontecorvo (2005) a respeito do “pensar em conjunto” também foram confirmadas nesta sequência. Através das interações entre os alunos A<sub>7</sub>, A<sub>6</sub> e A<sub>4</sub> registradas nos turnos de 103 a 106, foi possível observar o entrelaçamento de ideias, quando eles procuraram explicar o motivo pelo qual diferentemente da bolinha de massa de modelar, o barquinho no qual ela foi transformada, boiou. É possível constatar também, nos turnos de 110 a 115, que esse “pensar em conjunto” permite que haja entre os alunos a validação de um argumento, o de que não é o peso, mas sim o oxigênio o responsável pela flutuabilidade dos objetos/substâncias. Mesmo que a conclusão a qual eles chegaram não fosse a correta do ponto de vista científico, vale ressaltar que eles apontaram juntos aquela que não seria a explicação para que o barquinho afundasse e concluíram, também juntos, que o peso não seria o fator determinante no fato de algo afundar, demonstrando mais uma vez a importância do “pensar em conjunto” para a co-construção do conhecimento.

**Quadro13** – Síntese do papel do professor: referente a sequência 7

<b>Intenções da professora</b>	Verificar os significados que estão sendo atribuídos pelos alunos em situações específicas. Conduzir os alunos no trabalho com as ideias científicas: compreensão, aplicação e extensão do seu uso.
<b>Formas de intervenção</b>	Checando o entendimento dos alunos. Promovendo o desenvolvimento do conteúdo.
<b>Tipo de abordagem</b>	Interativa/dialógica (predominante) Interativa/de autoridade
<b>Padrões de interação</b>	Ip-Ra <sub>n</sub> -(Pa <sub>n</sub> )-P(Fp)-Ra <sub>n</sub> -Pp-Ra <sub>n</sub> -(Pa <sub>n</sub> ) ...
<b>Conteúdo</b>	Suprimir a ideia de que a massa, exclusivamente, é determinante da densidade da substância (descrição empírica).

Fonte: Da Autora

## 4.8 SEQUÊNCIA 8: MAS ENTÃO QUAL É A AÇÃO DO GÁS AÍ?

116. P: O A<sub>1</sub> já tinha dito antes, que a existência de gás pode fazer uma coisa flutuar ou não. Agora vocês estão dizendo que é o oxigênio que faz flutuar ou não. Só que no caso da madeira, onde está o oxigênio que faz flutuar?
117. A<sub>1</sub>: Eu acho que é a impermeabilidade do objeto que faz diferença também. Porque a maçã não tem como entrar água nela.
118. P: Impermeabilidade do objeto?
119. A<sub>1</sub>: O prato, quando ele está desse jeito para cima, se não entrar água ele não afunda, se o ar sair e entrar a água ele afunda.
120. P: Veja bem, qual é a diferença, desse “barquinho” de massinha que está aqui agora boiando e a bolinha de massinha que havia antes e que afundou?
121. A<sub>3</sub>: Porque ela tem oxigênio.
122. A<sub>7</sub>: O oxigênio fica por cima, e assim tem o abertinho e o ar fica em cima, já na bolinha o gás não entra.
123. P: Agora me fala uma coisa, o que o oxigênio tem a ver com isso?
124. A<sub>1</sub>: Qualquer gás! Com gás hélio o negócio sai voando.
125. P: É qualquer gás?
126. A<sub>1</sub>: Professora, para provar que é qualquer gás, pega o gás do botijão e coloca na bexiga aí, se ela ficar debaixo do negócio lá...
127. P: Não, nós vamos fazer outro teste...Pega um pouco de água desse copo e deixa fora.
128. A<sub>3</sub>: Professora, o que é isso?
129. P: Isso aqui é naftalina. Vocês acham que ela flutua ou afunda?
130. A: (alguns dizem que afunda, outros dizem que flutua)

Colocamos as bolinhas de naftalina no copo com água e elas afundam.

Depois acrescentamos um comprimido de antiácido efervescente.

131. P: *Vamos observar o que está acontecendo.*
132. A<sub>3</sub>: *As bolinhas de gás ficam em volta delas e fazem as bolinhas de naftalina subirem.*
133. P: *Por que as bolinhas de naftalina subiram?*
134. A<sub>5</sub>: *Porque as bolinhas de gás estão tentando escapar e levam a naftalina junto.*
135. P: *A massa da naftalina diminuiu em alguma coisa?*
136. A<sub>3</sub>: *Lógico que não.*
137. P: *Mas então qual é a ação do gás aí?*
138. A<sub>3</sub>: *Boa pergunta.*
139. P: *Qual é a ação do gás? Porque que a bolinha de naftalina fica subindo e descendo?*
140. A<sub>3</sub>: *Porque quando as bolhinhas de gás chegam em cima estouram e ela desce de novo, daí junta o oxigênio e as bolinhas sobem.*
141. P: *É oxigênio que está sendo liberado aí? Que gás nós vimos que é liberado quando o...*
142. A<sub>5</sub>: *Hidrogênio?*
143. P: *No comprimido?*
144. A<sub>5</sub>: *Esqueci.*
145. A<sub>3</sub>: *Gás carbono.*
146. P: *Gás carbônico.*
147. A<sub>3</sub>: *Olha lá, estoura as bolhinhas e desce. Porque quando mexe, as bolinhas se deslocam, e sobem.*
148. P: *Então, o que a gente percebeu aqui com a naftalina? Se antes a naftalina afundou, por que agora ela sobe e desce?*
149. A<sub>2</sub>: *Por causa do gás?*
150. A<sub>4</sub>: *Por causa das bolhinhas do gás que grudam nelas e elas e vão subindo; quando acabam as bolhinhas elas descem depois junta de novo e elas sobem...*
151. A<sub>7</sub>: *Quando você colocou o comprimido na água, não teve efeito nenhum na naftalina?*
152. P: *Não. Com a naftalina não acontece nada. Só o que acontece é que ela sobe e desce.*
153. A<sub>2</sub>: *Até acabar o gás.*
154. P: *Então, é só o gás oxigênio que influencia neste flutuar ou afundar?*
155. A<sub>3</sub>: *Não. O gás carbônico também.*
156. A<sub>1</sub>: *Não. É qualquer gás... Eu já falei com o gás hélio o negócio sai voando...*
157. A<sub>4</sub>: *E no barquinho foi o ar... Mas o ar é feito de gás...*
158. P: *Então aí nós percebemos que o gás ou o ar, que é formado por vários gases, inclusive o oxigênio, tem um papel importante na flutuação de alguma coisa. Por que será que o gás tem esse papel importante na flutuação?*
159. A<sub>2</sub>: *O gás?*
160. P: *É, por que o gás tem esse papel importante?*
161. A<sub>4</sub>: *Porque ele é menos denso e vai para a superfície. Olha lá as bolinhas, quando o gás gruda nelas elas sobem.*

Iniciamos o turno 116 (“O A<sub>1</sub> já tinha dito antes, que a existência de gás pode fazer uma coisa flutuar ou não. Agora vocês estão dizendo que é o oxigênio que faz flutuar ou não. Só que no caso da madeira, onde está o oxigênio que faz flutuar?”) retomando e disponibilizando significados conferidos à densidade, bem como, problematizando a relação

entre o atributo *existência de gás* e a madeira. O turno foi finalizado com a promoção de um *conflito sócio-cognitivo* ao propor um desafio para os conhecimentos prévios que os alunos A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, A<sub>4</sub>, A<sub>5</sub>, A<sub>7</sub> possuíam a respeito da fluutuabilidade dos objetos, uma vez que admitiam que a fluutuabilidade estivesse relacionada à presença de um gás (no caso do aluno A<sub>1</sub>), do ar (no caso do aluno A<sub>4</sub>) e do oxigênio (no caso dos alunos A<sub>2</sub>, A<sub>5</sub> e A<sub>7</sub>). Com a questão proposta pretendíamos fazê-los confrontar seus pontos de vista com a situação da madeira que fluutuava independentemente da existência do gás. Porém, ao elaborar a questão, inadvertidamente mencionamos apenas o oxigênio e não o ar ou o gás. Nesse sentido é possível observar que tal menção não produziu nenhum efeito negativo na linha de raciocínio dos alunos uma vez que aparentemente eles compartilhavam de um *contexto conceitual ou ideológico* (ANDREOLLA, 2005) de que o ar é uma substância composta por vários gases, entre eles o oxigênio e que, portanto, quando se referiam ao gás e/ou ao oxigênio, estariam implicitamente se referindo ao ar. Tal afirmação pode ser corroborada na fala do aluno A<sub>1</sub>, que inicialmente se referiu ao gás, e depois no turno 119 se referiu ao ar e da aluna A<sub>7</sub>, que tendo anteriormente se referido ao oxigênio, no turno 122 utilizou os termos *oxigênio, ar e gás* numa mesma explicação, aparentemente com o mesmo significado (“O oxigênio fica por cima, e assim tem o abertinho e o ar fica em cima, já na bolinha o gás não entra...”).

Diante da questão proposta, o aluno A<sub>1</sub> associa a densidade a um novo atributo, no caso a impermeabilidade, conferindo a ela então um novo significado, procurando explicar tal proposição utilizando como argumento que a maçã flutuaria porque “não tem como entrar água nela” (turno 117) e que o prato só afundaria “se o ar sair e entrar a água” (turno 119).

É importante observar que a intervenção no turno 118: (“Impermeabilidade do objeto?”), na qual convertemos a resposta do aluno em uma nova pergunta, é normalmente adotada na prática educativa nas salas de aula como indicativo de que o aluno tivesse cometido um erro. Tal atitude, conforme apontam Edwards e Mercer (*apud* LORENCINI JUNIOR, 2000), não favoreceria a atribuição, negociação e compartilhamento de significados, ao contrário, o receio de ter seu erro exposto para toda a classe inibiria a participação do aluno ou ainda, como propõem os autores, faria com que ele deixasse de procurar respostas embasadas no raciocínio e interpretação, para então se limitar a dar aquelas que considerasse ser as esperadas pelo professor.

Entretanto, nesse caso, diferentemente do que foi exposto acima, segundo Lorencini Junior (2000), a atitude de devolver ao aluno uma questão elaborada com o conteúdo de sua própria resposta foi apropriada ao contexto construído, pois nele a elaboração

do discurso dependeria das respostas dos alunos. Ao contrário de inibir a participação do aluno, o que ocorreu foi um incentivo à sua participação e um estímulo para que ele buscasse nos esquemas de conhecimento existentes em sua estrutura cognitiva dados com os quais ele pudesse deixar claras as bases das concepções com as quais ele atribuiu um novo significado à densidade (turno 119: “O prato, quando ele está desse jeito para cima, se não entrar água ele não afunda, se o ar sair e entrar a água ele afunda.”). Além disso, tal atitude permitiu que o novo sentido fosse disponibilizado para os demais alunos. Assim não foram priorizadas somente as respostas certas. Respostas corretas, incompletas ou incorretas, nessa perspectiva, são igualmente importantes, ou ainda, como admite Lorencini Junior (2000, p. 223), têm “igual valor pedagógico”. Cabe ao professor, ainda segundo o autor, ter habilidade suficiente para, através da verificação dos pontos de vista subjacentes à resposta certa, incompleta e incorreta, aferir as relações conceituais que os alunos estabeleceram com o conteúdo.

Embora a conversão da resposta do aluno  $A_1$  em uma pergunta pudesse ser considerada uma forma de averiguar as relações conceituais implícitas na resposta, admitimos que os argumentos para justificar sua resposta tanto no turno 117 quanto no turno 119 deveriam também ter sido por nós explorados, o que, porém, não ocorreu. A utilização de novos questionamentos que investigassem as origens de tais concepções do aluno e as relações conceituais nelas implicadas seria relevante, mesmo porque, ao tentar explicitar o seu raciocínio o aluno  $A_1$  se utilizou de argumentos que encerravam duas ideias diferentes: a primeira, implícita, quando ele se referiu à maçã “Porque a maçã não tem como entrar água nela” (turno 117); e a segunda quando ele fez alusão ao prato “O prato, quando ele está desse jeito para cima, se não entrar água, não afunda, se o ar sair e entrar água, afunda.” (turno 119).

Quando ele se referiu à impossibilidade da água entrar na maçã, inferimos que estivesse subentendida em sua afirmação a impermeabilidade causada pela inexistência de poros (estruturas através das quais a água poderia penetrar) na superfície da maçã. A ausência de tais poros, impossibilitando a penetração da água na maçã, proporcionaria uma menor densidade à maçã e sua conseqüente capacidade de flutuação.

É possível considerarmos que caso as concepções do aluno  $A_1$  com relação ao novo significado atribuído por ele à densidade - a impermeabilidade do objeto - tivessem sido exploradas, tal atitude implicaria na diferenciação entre dois termos relacionados à densidade: *densidade absoluta* ou *verdadeira* que segundo Salvagnini (1999) é aquela determinada no vácuo e *densidade aparente*, que, segundo o mesmo autor, é determinada na presença do ar (havendo, no entanto uma diferença desprezível entre seus valores), não levando em conta a porosidade dos materiais. O autor cita como exemplo de *densidade*

*aparente* a densidade de uma porção de areia colocada num recipiente. A densidade determinada nessas condições não será a densidade real da substância areia, mas sim aquela que a areia “aparenta” ter, uma vez que o volume de ar contido nos espaços (poros) existentes entre os grãos de areia não é desconsiderado.

Diversos autores (SCHULLER; BIANCHI; AGUIAR, 2008) apontam ainda que determinados materiais, apresentam porosidade fechada, ou seja, apresentam poros que se encontram internamente no material, enquanto outros apresentam a chamada porosidade aberta, isto é possuem poros que têm contato com a superfície externa do material.

De acordo com Carvalho (2010), Frade e Paiva (2006), normalmente materiais cuja porosidade é fechada (materiais cerâmicos, vidro, rochas, por exemplo) são mais densos que a água, porém, materiais que apresentam *elevada* porosidade fechada podem ser menos densos que a água, pois os espaços internos que eles possuem não estão vazios, são preenchidos por ar que apresenta uma densidade muito mais baixa que a maioria das substâncias sólidas, além disso, tais materiais ocupam mais espaço do que se estivessem na forma de um bloco compacto. Por outro lado, materiais que apresentam porosidade aberta apresentam uma estrutura que permite a entrada, por exemplo, de ar, que apresenta uma densidade muito mais baixa que a maioria das substâncias sólidas, e assim podem ter sua densidade diminuída, ou de água, que pelo contrário pode aumentar a densidade. No caso da madeira, a densidade aparente está relacionada ao seu caráter higroscópico, que segundo Rezende, Escobedo e Ferraz (1988) dificultaria a determinação de sua densidade, uma vez que ela varia com o teor de umidade presente nesse material. Apontando a complexidade dos conceitos envolvidos nessa questão pretendíamos deixar clara a dificuldade que seria a compreensão dos mesmos pelos alunos, e assim justificar o fato de não termos explorado as concepções implícitas na ideia da impermeabilidade colocada pelo aluno A<sub>1</sub>, pois em nosso entendimento naquele momento, a abordagem de tais conceitos, também dificultaria a consolidação da ZDP. Pressupúnhamos tal dificuldade na consolidação da ZDP, pois a complexidade daquilo que estava implícito ao novo significado conferido à densidade, proporcionaria, como no caso da densidade média, um distanciamento ainda maior entre os níveis constituintes da ZDP. Dessa forma para proporcionar o avanço do aluno por esse intervalo maior na ZDP, provavelmente exigiria um tempo maior para proporcionar variadas formas de ajuda, o que naquele momento não nos parecia viável.

Na segunda ideia proposta pelo aluno A<sub>1</sub>, referente ao fato da água entrar no prato enquanto o ar sai, estava implícita a densidade média, pois o conjunto prato + ar, segundo o aluno, flutua (sendo, portanto, menos denso que a água), por outro lado, o conjunto

prato + água afunda (sendo assim mais denso que a água). Assim, sem outra manifestação da turma, propusemos nova questão (turno 120: “Veja bem, qual é a diferença, desse “barquinho” de massinha que está aqui agora boiando e a bolinha de massinha que havia antes e que afundou?”) no intuito de fornecer *ajuda* aos alunos, procurando ampliar a ZDP, pois procurou fazê-los perceber o que mudou, quando foi conferida outra forma à bolinha de massinha.

Os alunos  $A_3$  e  $A_7$  insistiram em atribuir ao oxigênio o fato de ter o barquinho de massinha flutuado (turnos 121 e 122: “Porque ela tem oxigênio.”/ “ O oxigênio fica por cima, e assim tem o abertinho e o ar fica em cima, já na bolinha o gás não entra.”). A aluna  $A_7$ , por sua vez, voltou a fazer alusão à densidade média, quando mencionou que “assim tem o abertinho e o ar fica por cima, já na bolinha o gás não entra” (turno 122), demonstrando implicitamente a compreensão de que ar, ocupando os espaços vazios que passaram a existir com a transformação da bolinha em um barquinho, poderia alterar a densidade. No entanto, a mesma aluna revelou a “inconsistência cognitiva” evidente anteriormente nos alunos  $A_1$  e  $A_4$ , por exemplo, pois como eles, desconhecia o mecanismo através do qual essa alteração se processava. Inconsistência implícita na ausência de uma resposta quando, com o objetivo de checar o entendimento dos alunos a respeito da influência do oxigênio na densidade, propusemos a questão registrada no turno 123 (“Agora me fala uma coisa, o que o oxigênio tem a ver com isso?”).

Diante da questão proposta, o aluno  $A_1$  (turno 124: “Qualquer gás! Com gás hélio o negócio sai voando”) retomou um significado já atribuído por ele à densidade: a dependência da existência de qualquer gás, e não apenas do oxigênio ou do ar, como citado anteriormente. Procuramos então checar o entendimento dos alunos (turno 125: “É qualquer gás?”), utilizando o conteúdo da resposta do aluno  $A_1$  para formular uma nova pergunta para toda a turma.

Foi possível perceber novamente que o contexto que se apresentava diferia muito daquele em que se daria o discurso escolar usual, cujo padrão iria se mostrar constituído pela transmissão unidirecional de conteúdos, partindo sempre do professor para o aluno. No contexto escolar usual, as perguntas normalmente seriam utilizadas com o intuito de punir e nele ainda se aplicaria a máxima de que converter uma resposta proposta pelo aluno em nova pergunta indicaria que a mesma estivesse incorreta (LORENCINI JUNIOR, 2000). Assim, a afirmação de que se tratava de circunstâncias diferentes, pôde ser feita com base principalmente na resposta do aluno  $A_1$ , pois diante de um discurso que se construía a partir da interação com o outro, ao contrário de evitar se manifestar, por receio do erro ou

ainda, de propor uma resposta que considere aceitável pelo professor, o que se viu é que além de responder ao questionamento proposto, ele sugeriu ainda uma forma de “provar” que estava certo. Julgamos que tal atitude não teria se concretizado se naquele momento estivéssemos imbuídos de uma postura pedagógica autoritária, acrítica e pouco flexível, característica, segundo Lorencini Junior (2000) própria daquele professor que desconhece a dimensão interativa das perguntas e que baseia sua prática na forma tradicional de transmissão de conteúdos.

Reconhecemos ainda que a realização daquilo que foi sugerido pelo aluno A<sub>1</sub> (turno 126: “Professora, para provar que é qualquer gás, pega o gás do botijão e coloca na bexiga aí, se ela ficar debaixo do negócio lá...”) poderia funcionar como andaime e favorecer a ampliação e consolidação da ZDP. Porém, levando em conta os riscos associados ao manuseio do gás ao qual se referia o aluno, optamos pela utilização de outros materiais propondo outra atividade com a mesma intenção. Apresentamos então aos alunos duas pequenas bolas de naftalina e fizemos a eles a seguinte pergunta: “Vocês acham que ela flutua ou afunda?”. Alguns afirmaram que a bolinha de naftalina afundaria, outros, que ela flutuaria. No entanto, sem emitir nenhum tipo de comentário às respostas dos alunos, inclusive sem investigar qual a origem de tais conclusões, o que seria inclusive recomendável, colocamos tais bolinhas dentro do copo com água (os alunos observaram então a naftalina afundar na água), adicionando em seguida ao conjunto um comprimido de medicamento antiácido efervescente, solicitando aos alunos que observassem o que iria acontecer (turnos 127 a 130).

O primeiro a manifestar-se sobre o que ocorreu foi o aluno A<sub>3</sub> (turno 132) observando que “bolinhas de gás ficam em volta delas e fazem as bolinhas de naftalina subirem”. Procuramos checar o entendimento tanto do aluno A<sub>3</sub> quanto dos demais alunos, com a questão proposta no turno 133: “Por que as bolinhas de naftalina subiram?” No turno 134, o aluno A<sub>5</sub> argumentou que “as bolinhas de gás estão tentando escapar e levam a naftalina junto”. Assim, diante da dificuldade em explicar o que ocorreu, conferiu intencionalidade à bolinha de naftalina, apresentando um pensamento animista.

Buscamos então, novamente checar o entendimento dos alunos: “A massa da naftalina diminuiu em alguma coisa?” (turno 135). Implícita nessa questão proposta, estava a ideia de que não era a massa - ou que não era apenas a massa de uma substância - que interferiria na sua fluabilidade. Assim, a intenção naquele momento foi a de colocar ainda mais em evidência a ação do gás no resultado observado por eles com relação ao que ocorreu com as bolinhas de naftalina. Entendemos que diante da negativa do aluno A<sub>3</sub>, exposta com certa veemência (considerada a sua entonação, perceptível na gravação em áudio),

poderíamos ter verificado a origem da sua concepção, uma vez que, diante do seu desconhecimento sobre o material do qual eram compostas as bolinhas de naftalina (evidente no turno 128: “Professora, o que é isso?”), certamente desconheceria também o fato de ser a naftalina insolúvel na água, o que resulta na conservação de sua massa.

A intervenção no turno 137 (“Mas então qual é a ação do gás aí?”) ocorreu no sentido de estabelecer um andaime para os alunos A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, A<sub>3</sub>, A<sub>4</sub>, A<sub>5</sub>, A<sub>7</sub>, alcançarem a compreensão da densidade média, seu mecanismo e influência na flutuabilidade do objeto e assim progredirem através da ZDP. Tal intenção ficou ainda mais evidente no turno 139 (“Qual é a ação do gás? Porque que a bolinha de naftalina fica subindo e descendo?”), quando implicitamente relacionamos o que aconteceu com a naftalina à presença do gás, ou seja, o fato de um objeto que inicialmente se apresentava mais denso do que a água, na presença de um gás tornar-se menos denso que ela, como os alunos já tinham observado anteriormente, no caso bolinha/barquinho de massa de modelar.

O aluno A<sub>3</sub> atribuiu ao oxigênio o que ocorreu com a naftalina. Assim, com relação àquilo que poderia alterar a densidade e influenciar na flutuabilidade, o aluno A<sub>3</sub> concordava com os alunos A<sub>2</sub>, A<sub>5</sub> e A<sub>7</sub> (embora a aluna A<sub>7</sub> tenha utilizado numa única frase, os termos oxigênio, ar e gás – turno 122), o aluno A<sub>4</sub> apontou o ar e o aluno A<sub>1</sub> defendeu que qualquer gás poderia estar relacionado a esse fenômeno.

Questionamos o aluno A<sub>3</sub> (turno 141) sobre o gás que estaria sendo liberado dentro da água procurando retomar o resultado de uma atividade feita em outra ocasião (“É oxigênio que está sendo liberado aí? Que gás nós vimos que é liberado quando o...”). É preciso observar que essa intervenção e as seguintes (turnos 141, 143 e 146), apresentaram um aspecto avaliativo. Tal aspecto pôde ser percebido pela entonação verbal da nossa fala (perceptível na gravação em áudio) e pela reação dos alunos. Por exemplo, antes mesmo que terminássemos a questão no turno 141 (“É oxigênio que está sendo liberado aí? Que gás nós vimos que é liberado quando o...”), o aluno A<sub>5</sub> mencionou o gás hidrogênio, num tom interrogativo (turno 142: “Hidrogênio?”), solicitando nossa aprovação, ao que respondemos também numa forma interrogativa no turno 143: “No comprimido?”, obtendo do mesmo aluno a resposta: “Esqueci” (turno 144), o que demonstrou ter ficado claro para ele que a sua primeira resposta estava incorreta. No entanto, quando o aluno A<sub>3</sub> ofereceu como resposta “Gás *carbono*” (turno 145), o tom utilizado na correção “Gás *carbônico*” (turno 146), deixou implícito que a resposta estava correta, tanto que nenhuma outra foi sugerida pelos alunos.

Novamente procuramos checar o entendimento dos alunos (turno 148: “Então, o que a gente percebeu aqui com a naftalina? Se antes a naftalina afundou, por que

agora ela sobe e desce?”). As respostas elaboradas pela A<sub>2</sub> e pelo aluno A<sub>4</sub> (turnos 149 e 150: “149. “Por causa do gás?” / “Por causa das bolhinhas do gás que grudam nelas e elas e vão subindo; quando acabam as bolhinhas elas descem depois junta de novo e elas sobem...””) forneceram apenas uma explicação empírica para o fenômeno, sem no entanto, conseguir apontar o papel do gás no processo.

No turno 151, fomos questionados pela aluna A<sub>7</sub>, (“Quando você colocou o comprimido na água, não teve efeito nenhum na naftalina?”) o que sugeriu que ela não tivesse ficado satisfeita com a solução apontada pelos colegas, uma vez que procurou algum outro possível efeito do comprimido na naftalina, efeito que seria então responsável pelo fato dela ter flutuado. Supondo que este possível efeito que a aluna procurava pudesse ser a alteração na composição da naftalina, respondemos negativamente e ainda assinalamos que o efeito era justamente aquele que está sendo observado por eles: “Só o que acontece é que ela sobe e desce.” (turno 152).

Buscando ainda checar o entendimento dos alunos, propusemos uma nova questão, no turno 154: “Então, é só o gás oxigênio que influencia numa coisa flutuar ou afundar?” Diante das respostas dos alunos A<sub>3</sub>, A<sub>1</sub> e A<sub>4</sub> (Não. O gás carbônico também.”/ “Não. É qualquer gás... Eu já falei com o gás hélio o negócio sai voando...”/ “ E no barquinho foi o ar... Mas o ar é feito de gás...” - turnos 155, 156 e 157, respectivamente), com base em Lorencini Júnior (2000), consideramos que os andaimes estabelecidos com a demonstração realizada com a naftalina e depois pelas interações com os alunos que ocorreram a partir dela, proporcionaram ajudas ajustadas às necessidades cognitivas dos alunos, pois permitiram a negociação de significados atribuídos pelos alunos a um conceito implícito em suas estruturas cognitivas: a densidade média.

No turno 158, implicitamente nos referindo à demonstração realizada, observamos que o gás ou ar (assinalando que o ar é composto de gases) tem um “importante papel na flutuação”. A forma como iniciamos a intervenção: “Então aí *nós* percebemos que o gás”, sugere a existência entre nós e os alunos de uma mesma compreensão compartilhada (EDWARDS; MERCER, 1989) sobre o papel do gás na flutuação, ou seja, de que a combinação com outras substâncias, no caso, o gás, altera a densidade possibilitando então que um objeto ou substância que inicialmente afunde na água possa então flutuar, como ocorreu com a naftalina, compreensão essa que julgamos ter ficado implícita nas respostas dos alunos A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, A<sub>4</sub>, A<sub>5</sub> (turnos 153 a 157). No turno 158 (“Por que será que o gás tem esse papel importante na flutuação?”) e ainda no turno 160 (“É, por que o gás tem esse papel importante?”), as questões foram formuladas com a intenção de explorar o entendimento dos

alunos a respeito da maneira pela qual um gás altera a densidade de um objeto/substância, ou seja, investigar se eles possuíam alguma compreensão do mecanismo que tem por consequência a densidade média, resultado da média ponderada das densidades de substâncias diferentes que podem estar associadas (na situação em questão o gás carbônico + bolinhas de naftalina).

Diante da questão proposta, o aluno A<sub>4</sub>, no turno 161, retomou o argumento, já utilizado por ele anteriormente (turno 88), de que o ar é menos denso que a água, e por isso ele ficaria na superfície, atribuindo, portanto a essa característica do ar, o fato da naftalina flutuar (“Olha lá as bolinhas, quando o gás gruda nelas elas sobem.”). Assim, entendemos que aluno A<sub>4</sub>, continuou apresentando a mesma “inconsistência cognitiva” demonstrada anteriormente, uma vez que, embora percebesse que o gás alterava a capacidade de flutuar da naftalina não conseguia, no entanto, explicar o mecanismo que provoca tal alteração. Admitimos que a atividade proposta atingiu seu objetivo, o de mostrar aos alunos que não apenas o oxigênio, mas um outro gás, no caso o gás carbônico, poderia alterar a densidade de uma substância; no entanto, ela em nada contribuiu para a compreensão de que a densidade da substância é determinada pela relação entre sua massa e seu volume.

É possível observar que esta longa sequência foi construída sobre o alicerce da abordagem interativa/dialógica, porém em alguns momentos a abordagem passou a ser interativa/de autoridade, mais especificamente quando houve certo direcionamento dos alunos no sentido de perceberem que as bolhas formadas em torno da naftalina são de gás carbônico, quando procuramos fazê-los lembrar de uma atividade realizada em outra ocasião. Durante toda a sequência, houve predominância de cadeias do tipo Ip-Ra<sub>n</sub>-(Pa<sub>n</sub>)-P(Fp)-Ra<sub>n</sub>-Pp-Ra<sub>n</sub>-(Pa<sub>n</sub>). no padrão discursivo pois intervenções foram feitas com a intenção de dar continuidade à discussão (...Pp-Ra<sub>n</sub>), assim como de oferecer aos alunos um *feedback* (Fp) que os ajudasse a expor de forma mais clara suas ideias.

Nesta sequência, foi possível constatar tanto a validação de argumentos pelos alunos, por exemplo, quando eles concordaram que o gás interferia na flutuabilidade, como também a rejeição de argumentos, como quando eles discordaram entre si sobre a possibilidade de gases específicos ou de qualquer tipo de gás interferir na flutuabilidade. Importante nesse processo de compartilhamento de ideias é a possibilidade, como afirma Pontecorvo (2005), de se dividir a carga emocional que acarreta o ato de pensar, o que pode tornar mais fácil a construção do conhecimento, uma vez que essa deixa de ser uma construção solitária.

**Quadro 14** – Síntese do papel do professor: referente a sequência 8

<b>Intenções da professora</b>	<p>Recapitular significados.</p> <p>Tornar acessíveis a todos os alunos os significados atribuídos na interação professor/ aluno.</p> <p>Verificar os significados que estão sendo atribuídos pelos alunos em situações específicas.</p> <p>Implementar um processo de negociação de significados.</p> <p>Fornecer elementos que contribuam para o desenvolvimento do conteúdo a ser trabalhado.</p> <p>Conduzir os alunos no trabalho com as ideias científicas: compreensão, aplicação e extensão do seu uso.</p>
<b>Formas de intervenção</b>	<p>Revedo conceitos trabalhados no desenvolver dos conteúdos.</p> <p>Disponibilizando significados</p> <p>Checando o entendimento dos alunos.</p> <p>Compartilhando significados.</p> <p>Modelando os significados.</p> <p>Promovendo o desenvolvimento do conteúdo.</p>
<b>Tipo de abordagem</b>	<p>Interativa/dialógica (predominantemente)</p> <p>Interativa/de autoridade</p>
<b>Padrões de interação</b>	<p>Ip-Ra<sub>n</sub>-(Pa<sub>n</sub>)-P (Fp)-Ra<sub>n</sub>-Pp-Ra<sub>n</sub>-(Pa<sub>n</sub>) ...</p>
<b>Conteúdo</b>	<p>Moveu-se da supressão da ideia de que a massa, exclusivamente, é determinante da densidade da substância para a determinação empírica da influência de um gás na densidade.</p>

Fonte: Da Autora

#### 4.9 SEQUÊNCIA 9: O QUE É PARA VOCÊS MAIS DENSO E MENOS DENSO?

162. P: *Vocês estão voltando na história do menos denso e do mais denso, e eu quero saber o seguinte: o que torna uma coisa mais densa ou menos densa que a outra?*
163. A<sub>2</sub>: *O que torna?*
164. P: *Se vocês estão alegando que a madeira flutua porque é menos densa, ela é menos densa do que o quê?*
165. A<sub>2</sub> e A<sub>4</sub>: *Que a água.*
166. P: *E a maçã?*
167. A<sub>4</sub>: *Também é menos densa que a água.*
168. P: *E se fosse outro líquido?*
169. A<sub>4</sub>: *Depende do líquido.*
170. A<sub>3</sub>: *O óleo é mais denso que a água.*
171. A<sub>4</sub>: *E se colocasse a maçã no óleo?*
172. P: *E se colocássemos a maçã no óleo... (Agindo enquanto fala)*
173. P: *A maçã afundou?*
174. A: *Não.*
175. P: *Então o que isso significa? Se a maçã flutuou no óleo?*
176. A<sub>5</sub>: *O óleo é menos denso que a água, não é?*
177. A<sub>4</sub>: *O óleo é menos denso que a água.*
178. A<sub>5</sub>: *E a maçã é menos densa que o óleo e que a água.*

179. A<sub>1</sub>: *Querem ver, no álcool ela não vai boiar. Só pra confundir nossa cabeça.*  
 180. A<sub>4</sub>: *Coloca um pouco de álcool no óleo.*  
 181. P: *Por quê?*  
 182. A<sub>4</sub>: *Pra ver se ele é mais denso ou menos denso.*

Colocaram o álcool no óleo.

183. A<sub>1</sub> e A<sub>4</sub>: *O álcool é menos denso que o óleo.*  
 184. A<sub>4</sub>: *Mas como na água ele bóia e ali ele não bóia...*  
 185. P: *Como?*  
 186. A<sub>5</sub>: *Se o álcool é menos denso que o óleo...*  
 187. A<sub>2</sub>: *Por causa da densidade?*  
 188. P: *Repete o raciocínio...*  
 189. A<sub>4</sub>: *A água é menos densa que o óleo...*  
 190. A<sub>1</sub>: *Mais densa que o óleo.*  
 191. A<sub>2</sub>: *Menos.*  
 192. A<sub>4</sub>: *A água é menos densa que o óleo! A água fica embaixo, ó...*  
 193. A<sub>1</sub>: *Mais densa ela desce, menos densa sobe. A água é mais densa que o óleo. Professora, a água não é mais densa que o óleo?*  
 194. A<sub>3</sub>: *É.*  
 195. P: *O que é pra vocês mais denso e menos denso?*  
 196. A<sub>4</sub>: *Dá licença que eu vou jogar água, olha, a água fica lá em baixo, então ela é **menos densa que o óleo.***  
 197. A<sub>1</sub>: *Mais densa. Se ela fosse menos densa ela ia subir.*  
 198. P: *Eu quero saber o seguinte, para vocês o que é uma coisa mais ou menos densa?*  
 199. A<sub>1</sub>: *Mais densa é mais pesada, menos densa é mais leve.*  
 200. A<sub>2</sub>: A<sub>4</sub>, *a água é menos densa que o óleo?*  
 201. A<sub>1</sub>: *Mais densa.*  
 202. A<sub>3</sub>: *Mais densa é mais pesada, menos denso mais leve.*  
 203. A<sub>1</sub>: *É isso mesmo.*  
 204. A<sub>5</sub>: *A água é mais densa que o óleo, o óleo é menos denso que o álcool, não, o óleo é mais denso que o álcool, o álcool é o menos denso de todos.*  
 205. P: *Então o álcool é menos denso de todos?*  
 206. A: *É.*  
 207. A<sub>3</sub>: *E a água é mais densa do ...*  
 208. A<sub>2</sub>: *Que o óleo, e o óleo é mais denso que o álcool.*  
 209. A<sub>5</sub>: *Meu Deus, tão simples, e vocês ficam complicando.*  
 210. P: *Agora me responde: porque a água é mais densa que o óleo e o óleo é mais denso que o álcool?*  
 211. A: *....*  
 212. P: *Qual é a diferença que existe da água pro óleo e do óleo pro álcool?*  
 213. A<sub>4</sub>: *Não tem resposta, é um mistério...*  
 214. P: *Vocês já perceberam que um gás pode influenciar na densidade, isso vocês já perceberam e já comprovaram, agora se uma coisa é mais densa ou menos densa que a outra, o que faz uma coisa ser mais ou menos densa?*  
 215. A<sub>2</sub>: *A água é mais densa que o óleo...*  
 216. P: *A água é mais densa que o óleo...*  
 217. A<sub>2</sub>: *Então ela é mais pesada.*  
 218. P: *Ela é mais pesada?*

219. A<sub>2</sub>: *É, e o óleo é mais pesado porque é mais denso que o álcool, o álcool é mais leve.*
220. P: *Álcool é mais leve, agora essa expressão “mais pesado”... Vamos colocar aqui... O que vocês acham? A moeda é mais pesada do que uma maçã?*
221. A: *Não.*
222. P: *E como a moeda afunda e a maçã não?*
223. A<sub>2</sub>: *Porque ela é feita de outra coisa, ela é feita de ferro. A moeda é metal e a maçã é uma fruta.*
224. P: *A moeda é metal e a maçã é uma fruta, a água e o óleo também são diferentes...*
225. A<sub>5</sub>: *O álcool também.*
226. P: *E álcool também, a água vai para o fundo, o óleo fica no meio e o álcool por cima de tudo. Se eu colocar mel aqui o que será que acontece?*
227. A<sub>5</sub>: *Vai ficar debaixo do álcool. Ou em cima da água.*
228. A<sub>1</sub>: *Eu acho que vai ficar por baixo de tudo, o mel é mais denso que a água.*
229. A<sub>3</sub>: *Eu acho que o mel fica junto com o óleo.*

A professora coloca o mel.

230. A<sub>1</sub>: *Olha lá por baixo da água, falei!*
231. A<sub>2</sub>: *É... por baixo da água.*
232. P: *Então importa a ordem das coisas aqui?*
233. A: *Não.*
234. P: *Então a gente percebe aqui que quando uma substância é mais densa ou menos densa não importa a ordem em que ela é colocada no recipiente, ela vai sempre ocupar o lugar que ela tinha que ocupar.*
235. A<sub>4</sub>: *O mais denso vai para baixo então e o menos sobe...*
236. A<sub>1</sub>: *Viu, viu? Não falei?*

No final da última sequência, respondendo à nossa pergunta sobre a importância do gás naquilo que foi observado por eles - a diminuição da densidade da bolinha de naftalina - o aluno A<sub>4</sub> mencionou (turno 161) que o gás é menos denso. Então, utilizando a questão proposta no turno 162 (“Vocês estão voltando na história do menos denso e do mais denso, e eu quero saber o seguinte: o que torna uma coisa mais densa ou menos densa que a outra?”), que iniciou esta sequência, procuramos checar o entendimento dos alunos. Diante do questionamento da aluna A<sub>2</sub>, demonstrando que ela não compreendera a expressão “o que torna”, (perceptível pela entonação dada à sua fala e pela sua expressão facial), reformulamos a questão (turno 164: “Se vocês estão alegando que a madeira flutua porque é menos densa, ela é menos densa do que o quê?”) intencionando verificar a concepção de densidade relativa implícita na estrutura cognitiva dos alunos.

Nos turnos 165 e 167 os alunos A<sub>2</sub> e A<sub>4</sub> afirmaram que a madeira e a maçã são *menos densas que a água*, propusemo-lhes então, a seguinte questão: “E se fosse outro

líquido?” (turno 168). O aluno A<sub>4</sub> sugeriu que uma mudança no comportamento de tais objetos/substâncias estaria sujeita aos diferentes tipos de líquidos nos quais poderiam ser colocados (turno 169), e ainda propôs a verificação de tal possibilidade com a maçã (turno 171). Tais respostas confirmaram a existência da concepção de densidade relativa em suas estruturas cognitivas.

Faz-se necessário esclarecer que a ausência de qualquer tipo de intervenção de nossa parte, diante da colocação do aluno A<sub>3</sub> (turno 170), de que o óleo é *mais denso que água*, deu-se porque naquele momento não ouvimos aquilo que o instrumento utilizado para gravação conseguiu captar, portanto não ignoramos intencionalmente sua resposta. Como Andreolla (2005, p. 166), reconhecemos que tal situação, está entre aquelas que tornariam possível admitir “que é muito difícil para um professor ter o domínio de tudo que é veiculado em sala de aula”, o que advém indubitavelmente do fato de ser o contexto escolar complexo e incerto (CONTRERAS, 1987).

Dispusemo-nos a executar o que foi proposto pelo aluno A<sub>4</sub>, enquanto todos olhavam atentamente. Ao final, apenas como forma de confirmar oralmente o resultado observado (uma vez que o material utilizado nessa análise seria obtido apenas da gravação em áudio), perguntei a eles se a maçã afundou (turno 173) obtendo, a partir do que foi constatado por eles, uma resposta negativa (turno 174). Com a questão proposta no turno 175 (“Então o que isso significa? Se a maçã flutuou no óleo?”), continuamos checando o entendimento dos alunos. No turno 176, o aluno A<sub>5</sub>, iniciou um raciocínio, propondo que o óleo fosse menos denso que a água, embora buscasse uma confirmação (“O óleo é menos denso que a água, *não é?*”), finalizando-o no turno 178 (“E a maçã é menos densa que o óleo e que a água.”) com a conclusão de que a maçã fosse menos densa que o óleo. Consideramos então, que o aluno possuía a concepção de densidade relativa, pois em seu argumento utilizou a água e o óleo como parâmetros para sua conclusão final de que a maçã fosse menos densa que o óleo e que a água.

Nos turnos 179 e 180, houve a participação dos alunos A<sub>1</sub> e A<sub>4</sub>. A forma como o aluno A<sub>1</sub> se expressou (“Querem ver, no álcool ela não vai boiar. Só pra confundir nossa cabeça.”) sugeriu que ele apresentava, como anteriormente já ocorreu com o aluno A<sub>5</sub> (turno 134), certa ideia animista, pois insinuou existir uma vontade própria da maçã, que então não flutuaria no álcool só para confundi-los. Por sua vez, o aluno A<sub>4</sub>, que no turno 177 confirmara a proposição do aluno A<sub>5</sub> de que o óleo é *menos denso que a água*, sugeriu que fosse acrescentado álcool ao óleo (turno 180). Quando questionado sobre o objetivo de sua

proposta, respondeu que era pra verificar se o mesmo seria mais ou menos denso que o óleo (turno 182).

Após colocarem o álcool sobre o óleo, os alunos A<sub>2</sub> e A<sub>4</sub> concluíram que o álcool *é menos denso que o óleo* (turno 183: “O álcool é menos denso que o óleo.”). No entanto, na intervenção seguinte (turno 184: “Mas como na água ele bóia e ali ele não bóia...”), o aluno A<sub>4</sub> questionou o fato de que o óleo tivesse boiado sobre a água e não sobre o álcool. Tal intervenção sugeriu que o entendimento que o aluno A<sub>4</sub> possuía a respeito do significado das expressões *mais denso* e *menos denso* não era a mesma do colega, o aluno A<sub>2</sub>. Solicitei a ele (turno 188) que refizesse o raciocínio implícito em seu questionamento.

Enquanto isso, a intervenção do aluno A<sub>5</sub> (turnos 186: “Se o álcool é menos denso que o óleo...”) parecia ser elaborada com a intenção de auxiliar o aluno A<sub>4</sub> a superar sua “inconsistência cognitiva”, porém não chegou ao fim do seu raciocínio, sendo interrompido pela A<sub>2</sub>, cuja intervenção também não demonstrou segurança, já que foi elaborada na forma interrogativa (turno 187: “Por causa da densidade?.. Intervenção, que ignoramos por considerar ineficaz como ajuda para o aluno A<sub>4</sub>).

Conforme solicitamos, o aluno A<sub>4</sub> começou a reelaborar seu raciocínio, propondo ser a água *menos densa que o óleo* (turno 189), quando foi interrompido pela correção do aluno A<sub>1</sub> no turno 190: “*Mais densa que o óleo*”. No turno 191 (“Menos.”), a aluna A<sub>2</sub> demonstrou concordar com o aluno A<sub>4</sub>, com certa ênfase (que se percebe na gravação pela entonação que dá à sua fala). O aluno A<sub>4</sub> retomou o raciocínio, usando um argumento para embasá-lo: “A água fica embaixo, ó...” (turno 192), sendo outra vez interrompido pela correção do aluno A<sub>1</sub>: “Mais densa ela desce, menos densa ela sobe. A água é mais densa que o óleo.” (turno 193), e, buscando apoio para seu argumento na autoridade atribuída ao professor se dirigiu a mim: “Professora, a água não é mais densa que óleo?” (ainda no turno 193). Apoio que veio com a anuência do aluno A<sub>3</sub>, (turno 194: “É.”), pois como de outras vezes preferimos não me valer dessa pretensa autoridade.

Ao invés de fornecer ao aluno A<sub>2</sub> a resposta por ele esperada, propusemos no turno 195, uma questão para todos (“O que é pra vocês mais denso e menos denso?”, a fim de checar o entendimento dos alunos. O aluno A<sub>4</sub>, aproximou-se dos materiais que estavam sendo utilizados e acrescentou água a outro recipiente contendo óleo e, diante do resultado, afirmou enfaticamente que a água é “menos densa que o óleo”. O aluno A<sub>1</sub>, por sua vez, continuou afirmando que a água é mais densa e, para justificar sua proposição, utilizou o argumento de que fosse ela menos densa flutuaria sobre o óleo (turno 197). A aluna A<sub>2</sub>, discordou dele, concordando com o aluno A<sub>4</sub>, inclusive alegando também que o óleo flutuaria

na água justamente porque ela é menos densa (turno 200: A<sub>4</sub>, a água é menos densa que o óleo?). Foi possível perceber que os alunos se encontravam divididos em relação a ser a densidade da água maior ou menor que a do óleo. Enquanto os alunos A<sub>2</sub> e A<sub>4</sub> defendiam que a densidade da água fosse menor que a do óleo (turnos 189, 191, 192, 196, 200), os alunos A<sub>1</sub>, A<sub>3</sub> e A<sub>5</sub> defendiam pontos de vistas diferentes, pois afirmavam ser a água mais densa que o óleo (turnos 190, 193, 194, 197, 201, 204, 207). Assim, ao que parece, a solicitação feita ao aluno A<sub>4</sub>, que repetisse o seu raciocínio, promoveu a negociação e o compartilhamento de significados entre os alunos.

Devido à distância entre as falas do aluno A<sub>4</sub>, não percebemos contradição entre os dois argumentos manifestos por ele em momentos distintos: no turno 161 (em resposta à questão sobre a importância do gás na flutuação), sua fala demonstrava um entendimento de que algo menos denso flutuasse (“Porque ele é menos denso e vai para a superfície. Olha lá as bolinhas, quando o gás gruda nelas elas sobem”) diferentemente do que ele propôs nos turnos 192 (A água é menos densa que o óleo! A água fica embaixo, ó...). A mesma incoerência foi demonstrada pela aluna A<sub>2</sub>, nos turnos 191 e 200 (embora nesse último tenha procurado uma confirmação com o aluno A<sub>4</sub>), sem que tenha havido também intervenção da nossa parte com o objetivo de investigar sua causa. No turno 208, no entanto, a referida aluna completou a intervenção do aluno A<sub>3</sub> (turno 207) afirmando que a água era mais densa que o óleo, que por sua vez era mais denso que o álcool. Assim, não propusemos naquele momento nenhuma questão que pudesse verificar junto ao aluno A<sub>4</sub> qual era a origem das concepções que ele defendia com tanta veemência, embora, isso fosse relevante naquele momento.

Por meio dos argumentos dos colegas, a aluna A<sub>2</sub> superou facilmente incoerência manifesta na interação, tais argumentos nesse caso serviram então como ajudas ajustadas, ou seja, serviram como andaimes.

Não havendo recebido nenhuma resposta à questão por nós proposta no turno 195 - pois os alunos continuavam empenhados na discussão a respeito da densidade da água ser maior ou menor que a do óleo - repetimos tal questionamento no turno 198 (Eu quero saber o seguinte, para vocês o que é uma coisa mais ou menos densa?), em uma nova tentativa de checar o entendimento e verificar os significados até então atribuídos à densidade.

Em resposta à nossa pergunta, os alunos A<sub>1</sub> e A<sub>3</sub> propuseram (turnos 199, 202 e 203) que algo mais pesado é sempre mais denso e, por conseguinte algo leve é sempre menos denso, concepção essa que supúnhamos já ter sido superada através das interações ocorridas durante as atividades com a bolinha/barquinho de massa de modelar e com a

naftalina desenvolvidas nas sequências 7 e 8. Tal situação vem corroborar o resultado de pesquisas (BIZZO, 2000; CARVALHO; GIL-PÈREZ, 2001; DRIVER; GUESNE; TIBERGHIE, 1985; GALILI; BAR, 1992; GIL-PÉREZ; CARRASCOSA, 1990; GIORDAN; DE VECCHI, 1996; NUSSBAUM, 1985), as quais apontam que independentemente de quão eficaz e aceitável possa ser a apresentação do conhecimento científico pelo professor, os alunos são extremamente resistentes quando se trata de abandonar seus conhecimentos prévios. Bizzo (2000) relata ainda que diversas pesquisas apontam que a aquisição do conhecimento científico só será efetivada com êxito ao final do Ensino Médio ou ainda nos anos iniciais dos cursos de graduação, uma vez que segundo ele a socialização desses conhecimentos, ao contrário do que ocorre com os conhecimentos prévios, ocorre tardiamente. Segundo o autor, uma primeira aproximação do aluno com os conhecimentos científicos precisa ocorrer mais cedo na sua vida escolar, ainda que seja necessário levar em conta o grau de complexidade com a qual tais conhecimentos serão apresentados. Nesse aspecto Bizzo (2000) compartilha as ideias de Bruner (1978a), para quem uma criança poderá aprender qualquer coisa desde que apresentada a ela com linguagem acessível e grau de complexidade crescente. Nussbaum (1985) admite, porém, que a resistência dos conhecimentos prévios pode suplantá-la o término da instrução. A intervenção do aluno A<sub>5</sub> (turno 204: “A água é mais densa que o óleo, o óleo é menos denso que o álcool, não, o óleo é mais denso que o álcool, o álcool é o menos denso de todos.”) demonstrou que as interações desencadeadas constituíram ajudas ajustadas, pois ele conseguiu formular de maneira clara, explícita e com certa facilidade (expressa no turno 209: “Meu Deus, tão simples, e vocês ficam complicando.”) o seu entendimento a respeito da densidade relativa, enumerando as substâncias numa ordem decrescente de densidade.

Checando o entendimento dos alunos, propusemos a eles a questão: “Agora me responde: porque a água é mais densa que o óleo e o óleo é mais denso que o álcool?” (turno 210). Não obtendo nenhuma resposta, fizemos uma segunda tentativa no turno 212: “Qual é a diferença que existe da água pro óleo e do óleo pro álcool?”, o aluno A<sub>4</sub> (turno 213) interveio alegando não existir uma resposta e que tudo aquilo poderia ser considerado um mistério. Consideramos tal intervenção equivalente a uma admissão de desconhecimento da resposta e um indicativo da dificuldade que tinha em encontrar em sua estrutura cognitiva informações que lhe servissem de base para a construção de novos significados. No turno 214 (“Vocês já perceberam que um gás pode influenciar na densidade, isso vocês já perceberam e já comprovaram, agora se uma coisa é mais densa ou menos densa que a outra, o que faz uma coisa ser mais ou menos densa?”), revimos significados atribuídos e compartilhados por eles e

novamente propusemos uma questão através da qual procuramos verificar a que os alunos atribuíam o fato de uma substância ser mais ou menos densa que outra. Então, a aluna A<sub>2</sub> que anteriormente concordara com a afirmação do aluno A<sub>4</sub> de que a água por deslocar-se para o fundo do recipiente fosse menos densa que o óleo, propôs novamente que a água seria mais densa que o óleo (turno 215) e ainda que o óleo fosse mais denso que o álcool (turno 219). Tal atitude confirmou a superação da incoerência demonstrada por ela anteriormente, superação essa para a qual reiteramos, a ajuda fornecida pelos colegas através das interações foi fundamental.

No turno 216 limitamo-nos a repetir a proposição da aluna (“A água é mais densa que o óleo...”), porém, quando ela, no turno 217, completou seu raciocínio propondo então que a água, por ser mais densa é “mais pesada”, repetimos sua fala, agora numa forma interrogativa (turno 218: “Ela é mais pesada?”). Aqui novamente pôde-se perceber a importância da postura adotada pelo professor e do contexto em que uma aula se desenvolve, pois uma vez mais ocorreu uma situação na qual a resposta do aluno foi transformada em pergunta (turno 218), sem que houvesse ocorrido seu retraimento ou a tentativa de elaboração de nova resposta por ele. Adotada numa outra circunstância que não fosse o da construção coletiva do discurso e onde a postura do professor fosse nada flexível, o resultado seria muito diferente daquele que pôde ser observado: a aluna não se esquivou da resposta e ainda continuou, no turno 219, expondo a mesma linha de raciocínio apresentada anteriormente (“É, e o óleo é mais pesado porque é mais denso que o álcool, o álcool é mais leve.”).

Como os alunos A<sub>1</sub> e A<sub>3</sub> já tinham feito anteriormente, a aluna A<sub>2</sub> também retomou a concepção de que algo mais pesado fosse mais denso e assim algo mais leve fosse menos denso. Julgamos possível interpretar a retomada de uma concepção que aparentemente havia sido abandonada considerando que, em sua estrutura cognitiva, coexistam ideias alternativas e científicas que poderiam ser utilizadas em contextos diferentes, pressuposto conforme apontamos anteriormente é defendido por Mortimer (2000) ao considerar a existência do perfil conceitual. Ou que a coexistência de conceitos cotidianos e científicos persista numa determinada estrutura conceitual, até que um novo conceito seja elaborado a partir da síntese desses dois conceitos, justificando a utilização pelo aluno ora de um, ora de outro, conforme admite Martins (2005).

Iniciamos então, uma nova tentativa de atuar na ZDP, através inicialmente da questão no turno 220 (“Álcool é mais leve, agora essa expressão “mais pesado”... Vamos colocar aqui... O que vocês acham? A moeda é mais pesada do que uma maçã?”), propondo assim uma comparação entre a moeda e a maçã, com a intenção de que os alunos

compreendessem que a densidade de uma substância não dependeria exclusivamente de sua massa, pois se assim fosse a maçã comprovadamente “mais pesada” que a moeda não flutuaria. Depois que os alunos negaram que a moeda fosse mais pesada do que a maçã (turno 221), os questionamos sobre o motivo pelo qual a maçã flutuava e a moeda não (turno 222: “E como a moeda afunda e a maçã não?”), obtendo por parte da aluna A<sub>2</sub> (turno 223) uma resposta na qual a diferença de materiais pelos quais os dois objetos eram constituídos foi apontada como a causa para a diferente densidade que elas apresentavam: “Porque ela é feita de outra coisa, ela é feita de ferro. A moeda é metal e a maçã é uma fruta.” Dessa forma à medida que relacionou a existência de diferenças na densidade aos diferentes tipos de substância, a aluna A<sub>2</sub> conferiu novo significado à densidade, pois associou a ela um novo atributo, a propriedade do material. Tal significado foi disponibilizado por nós aos demais alunos, ao repetirmos a resposta da aluna.

Iniciando o turno 226 concordamos com o aluno A<sub>5</sub>, depois prosseguimos chamando a atenção dos alunos para o comportamento de cada uma das substâncias quando colocadas no mesmo recipiente e o finalizamos perguntando-lhes o que aconteceria caso fosse adicionado mel ao conjunto de substâncias. Nos turnos 227, 228 e 229, os alunos fizeram suposições: os alunos A<sub>5</sub> e A<sub>3</sub> se referiram à posição a qual o mel ocuparia: “Vai ficar debaixo do álcool. Ou em cima da água.” (aluno A<sub>5</sub>), “Eu acho que o mel fica junto com o óleo” (aluno A<sub>3</sub>). O aluno A<sub>1</sub>, no entanto além de mencionar a posição que o mel ocuparia, relacionou-a corretamente à densidade: “Eu acho que vai ficar por baixo de tudo, o mel é mais denso que a água.” (turno 228). Adicionando o mel ao recipiente contendo as demais substâncias, observamos a reação dos alunos diante do resultado que comprovou que o aluno A<sub>1</sub> estava certo.

No turno 232 procuramos mais uma vez checar o entendimento dos alunos propondo a eles a seguinte questão: “Então importa a ordem das coisas aqui?”, referindo-se ao fato de que mesmo sendo a última substância adicionada ao conjunto, o mel se depositou no fundo do recipiente, obtendo dos alunos uma resposta negativa (turno 233). A seguir, recapitulamos o resultado observado, sugerindo que independente da ordem na qual várias substâncias são colocadas em um recipiente, cada uma delas ocuparia um nível diferente que seria determinado pela densidade que possui (turno 234). O aluno A<sub>4</sub>, que permaneceu calado depois de ter sido enfático ao defender que a substância que ficasse embaixo era então a menos densa (no que foi contestado principalmente pelo aluno A<sub>1</sub>), após a demonstração realizada acabou admitindo que a substância mais densa se depositasse no fundo enquanto a menos densa flutuasse (turno 235: “O mais denso vai para baixo então e o menos sobe...”),

demonstrando que apesar de ter permanecido em silêncio estava atento durante todo procedimento e que de alguma maneira o mesmo, juntamente com os argumentos dos colegas, serviu-lhe de ajuda para superar a incoerência demonstrada anteriormente.

Ao aceitar e disponibilizar, sem exprimir nenhum tipo de avaliação o significado atribuído à densidade pela aluna  $A_2$  (quando no turno 223 conferiu à diferença de material a razão de terem a maçã e a moeda comportamentos diferentes na água – flutuar e afundar, respectivamente), concluímos nossa intervenção com a afirmação de que o óleo e a água também são substâncias diferentes. A essa intervenção seguiu-se a do aluno  $A_5$  (turno 225), incluindo também o álcool na proposição. No turno 226, quando mencionamos o comportamento de cada uma dessas substâncias (“E álcool também, a água vai para o fundo, o óleo fica no meio e o álcool por cima de tudo”) acabamos implicitamente concordando com a aluna, porém procuramos neutralizar a informação, mudando de assunto (“...Se eu colocar mel aqui o que será que acontece?”), por entendermos naquele momento que acrescentar o tipo de material aos muitos significados já atribuídos também dificultaria a consolidação da ZDP, como já havíamos considerado anteriormente com a introdução do conceito de densidade média e do atributo impermeabilidade. Tal dificuldade se daria porque o acréscimo do material às várias possibilidades já apresentadas para justificar o fato de um objeto/substância boiar ou não, também proporcionaria um hiato maior na ZDP, demandando assim outras inúmeras ajudas, o que despenderia um tempo maior para que os alunos avançassem através dela, tempo esse que não dispúnhamos. Porém, no momento em que procedíamos a esta análise nos ocorreu que uma alternativa que poderia ter contribuído para que a aluna  $A_2$  e os demais alunos não atribuíssem apenas ao tipo de material a diferença na densidade das substância/objetos talvez fosse a de mencionar o episódio da bolinha/barquinho de massinha que, constituindo-se do mesmo material, ora afundou, ora flutuou. A menção ao episódio provavelmente não possibilitasse um grande avanço através da ZDP, pois como visto anteriormente, a mudança de forma (de bolinha para barquinho), não permitiria que a mudança na densidade pudesse ser atribuída à relação massa e volume, pois mudar a forma não provocou uma alteração na massa e muito menos no volume da substância, mas fez surgir espaços que passaram a ser ocupados pelo ar, implicando então na consideração de uma densidade média do conjunto massa de modelar + ar, que resultou menor que a densidade da massa de modelar, daí a razão do barquinho ter flutuado, enquanto a bolinha afundou. No entanto, relembrar a situação bolinha/barquinho de massa de modelar poderia ter levado os alunos a desconsiderarem o tipo de material como único fator a determinar a densidade de uma substância/objeto.

O progresso através da ZDP e conseqüentemente sua ampliação talvez fosse facilitado através da comparação entre objetos feitos a partir de diferentes substâncias, como cubos de alumínio, ferro, madeira, entre outros, mas de mesmo volume, os quais, porém, não havia à disposição. Outra forma, esta mais viável, seria a verificação daquilo que foi proposto pelo aluno A<sub>1</sub> no turno 92 na seqüência 6 (“Se pegar 10 mL de água e 10 mL de óleo, o óleo tem densidade diferente da água, se pesar os dois, vai dar para ver que o fator é o peso”), porém faltou-nos discernimento, o que dificultou o avanço dos alunos.

Andreolla (2005) assinala a importância da intervenção do professor em situações como essa, importante ainda, seria segundo Zaballa (1998), a possibilidade da utilização nesse caso dos denominados *materiais de suporte* para favorecer o processo de elaboração do conhecimento.

A abordagem utilizada para conduzir o discurso foi predominantemente interativa/dialógica, porém, em alguns trechos houve Intervenções de autoridade, pois neles as questões foram propostas numa tentativa de direcionar os alunos para o conteúdo a ser trabalhado. A maioria das nossas intervenções ocorreu no sentido de proporcionar o desenrolar da atividade discursiva, com alguma intervenção, como por exemplo, no turno 214 (“Vocês já perceberam que um gás pode influenciar na densidade, isso vocês já perceberam e já comprovaram, agora se uma coisa é mais densa ou menos densa que a outra, o que faz uma coisa ser mais ou menos densa?”), por meio dos quais oferecemos um *feedback* aos alunos, gerando assim um padrão discursivo com cadeias de interação do tipo Ip-Ra<sub>n</sub>-(Pa<sub>n</sub>)-P(F<sub>p</sub>)-Ra<sub>n</sub>-Pp-Ra<sub>n</sub>-(Pa<sub>n</sub>) no decorrer da seqüência.

A elaboração de ideias a partir de vários interlocutores - nesse caso os alunos e nós - que caracteriza a co-construção do discurso (PONTECORVO, 2005), ficou evidenciada nas diversas interações nas quais as nossas perguntas tiveram origem em intervenções dos alunos, fossem elas respostas ou perguntas, como por exemplo, nos turnos 195 (“ O que é pra vocês mais denso e menos denso?”), 210 (“ Agora me responde: por que a água é mais densa que o óleo e o óleo é mais denso que o álcool?”) e 212 (“ Qual é a diferença que existe da água pro óleo e do óleo pro álcool?”)

Também como em outras seqüências ocorreu a rejeição de argumentos. Com certa veemência, o aluno A<sub>4</sub> discordou dos demais sobre o fato de ser a água menos densa que o óleo, rejeição que validou com o argumento de que ela fosse menos densa que o óleo porque ficara embaixo dele no recipiente. Pontecorvo (2005) propõe que o ato de discordar promove desdobramento e aprofundamento do assunto em questão, defende a oposição ao argumento do outro como uma forma de avançar no raciocínio e propõe que a

oposição exerça o papel que Bruner (1998) denomina “cooperação cognitiva” e “suporte social”, que para ela é tão importante quanto à co-construção do discurso para se construir conjuntamente o conhecimento.

**Quadro 15 – Síntese do papel do professor: referente a sequência 9**

<b>Intenções da professora</b>	<p>Verificar os significados que estão sendo atribuído pelos alunos em situações específicas.</p> <p>Fornecer elementos que contribuam para o desenvolvimento do conteúdo a ser trabalhado.</p> <p>Conduzir os alunos no trabalho com as ideias científicas: compreensão, aplicação e extensão do seu uso.</p> <p>Ressaltar ou excluir determinado (s) significado (s) escolhido (s) pela relevância ou não na compreensão do conteúdo trabalhado.</p> <p>Recapitular significados.</p> <p>Tornar acessíveis a todos os alunos os significados atribuídos na interação professor/ aluno.</p> <p>Fornecer elementos que contribuam para o desenvolvimento do conteúdo a ser trabalhado.</p>
<b>Formas de intervenção</b>	<p>Checando o entendimento dos alunos.</p> <p>Modelando os significados.</p> <p>Promovendo o desenvolvimento do conteúdo.</p> <p>Selecionando e assinalando significados.</p> <p>Revedo conceitos trabalhados no desenvolver dos conteúdos.</p> <p>Disponibilizando significados.</p> <p>Modelando os significados.</p>
<b>Tipo de abordagem</b>	<p>Interativa/dialógica (predominante)</p> <p>Interativa/de autoridade</p>
<b>Padrões de interação</b>	Ip-Ra <sub>n</sub> -(Pa <sub>n</sub> )-P(Fp)-Ra <sub>n</sub> -Pp-Ra <sub>n</sub> -(Pa <sub>n</sub> ) ...
<b>Conteúdo</b>	<p>Move-se da explicação empírica sobre a propriedade de ser mais ou menos denso para a diferenciação “mais pesado”/mais denso e “mais leve”/menos denso e ainda para a generalização de que algo mais denso afunda e algo menos denso flutua.</p>

Fonte: Da Autora

**4.10 SEQUÊNCIA 10: UM TEM A MASSA MAIOR E OUTRO TEM A MASSA MENOR, MAS OS DOIS OCUPAM O MESMO VOLUME. E O QUE SERÁ QUE UMA COISA TEM A VER COM A OUTRA?**

237. P: *Só que vocês ainda não me responderam o que faz uma substância...*
238. A<sub>7</sub>: *Professora, agora responde por que um é mais denso e o outro menos denso?*
239. A<sub>1</sub>: *Não adianta ela não vai falar...*
240. A<sub>4</sub>: *Nós vamos ter que descobrir.*
241. P: *Vocês disseram aqui que a água é mais densa que o óleo, e o óleo é mais denso que o álcool. Mas o que faz uma coisa ser mais ou menos densa?*
242. A: *(Cada um a sua maneira respondem que não sabem).*

243. P: *O que será que faz uma coisa ser mais densa que a outra? Tem a ver com a massa da coisa?*
244. A<sub>2</sub>: *Não. Por causa da moeda e da maçã... Massa não é não.*
245. A<sub>7</sub>: *Eu também acho que peso não é não...*
246. P: *Todos concordam que não tem a ver com a massa?*
247. A: *Sim.*
248. P: *Tem a ver com a presença de gás?*
249. A: *(Alguns falam que sim outros não)*
250. A<sub>5</sub>: *Se eu soltar uma bola cheia aqui ela não vai afundar.*
251. A<sub>1</sub>: *...pode ser que o gás aumente ou diminua a densidade. Quais são os gases que compõem o óleo?*
252. A<sub>7</sub>: *No óleo não tem gás e ele é menos denso que a água.*
253. A<sub>1</sub>: *E no mel e no álcool?*
254. P: *Também não.*
255. A<sub>4</sub>: *Não tem gás em tudo...*
256. P: *Agora se tem uma coisa que é mais densa e tem uma coisa que é menos densa, uma que afunda e outra que não afunda, e vocês já me disseram que não é a massa a responsável por uma coisa ser menos ou mais densa, o que faz uma coisa ser mais ou menos densa, se não é a massa?*
257. A<sub>4</sub>: *O gás não é... Porque não tem gás em tudo que flutua...*
258. A<sub>2</sub>: *É mesmo... Na maçã não tem gás.*
259. A<sub>1</sub>: *A natureza dos elementos.*
260. P: *No caso dos cubos de madeira, se eles têm massas diferentes e os dois flutuaram o que isso mostrou pra gente?*
261. A: *Que massa não importa.*
262. P: *Que massa não importa, que não é a massa que importa no fato de uma coisa flutuar ou não, não é a massa sozinha que é responsável pela densidade, porque se fosse assim, nós teríamos a moeda flutuando e a maçã afundando. Se não é a massa, o que é?*
263. A<sub>4</sub>: *Densidade.*
264. P: *A densidade, mas o que faz uma coisa ser mais densa ou menos densa que a outra?*
265. A<sub>4</sub>: *Não sei, isso eu não sei...*
266. P: *Então, vamos fazer o seguinte: vamos fazer aquilo que o A<sub>1</sub> propôs antes. Esses dois recipientes são iguais, então nem vou pesar porque eles vão ter praticamente o mesmo peso, aqui eu tenho o mesmo volume de água, 200 mL, e o mesmo volume de óleo, 200 mL, o que vai acontecer?*
267. A: *Ter o mesmo peso.*
268. P: *Ter a mesma massa, então se eu tenho a mesma quantidade de água e a mesma quantidade de óleo, vocês acham que...*
269. A<sub>2</sub>: *Deveria ter a mesma massa...*

Pesamos os dois recipientes separadamente.

270. A<sub>3</sub>: *Deu o mesmo peso? Não, não é professora? O óleo é mais leve.*
271. P: *Então aqui nós constatamos que a massa óleo está em torno de 250 g, a água está em torno de 300 g. O que a gente observa aqui? Que mesmo que a gente tenha o mesmo volume de água e de óleo...*
272. A: *A massa é diferente.*

273. P: *A massa é diferente, não é? O óleo tem uma massa menor do que a água, então o que será que tem a ver a massa e o volume com a densidade?*
274. A<sub>2</sub>: *A massa com a densidade?*
275. P: *Porque nós vimos que o...*
276. A<sub>7</sub>: *Professora, primeiro responde, o que é densidade?*
277. P: *O que é densidade?*
278. A<sub>2</sub>: *É mais leve e mais pesado?*
279. P: *O que nós vimos quando comparamos a moeda e a maçã?*
280. A<sub>2</sub>: *A moeda que é leve afunda e a maçã que é pesada flutua... Então não é mais leve e mais pesado...*
281. P: *Nós já vimos que densidade não é uma questão de mais leve ou mais pesado, porque a moeda é mais leve que a maçã e a maçã flutua e a moeda não. Então se a densidade não é questão de uma coisa ser mais pesada ou mais leve que a outra, o que tem a ver com o fato de uma coisa afundar ou não?*
282. A<sub>7</sub>: *Não tem nada a ver o peso...*
283. A<sub>2</sub>: *Não. Porque se tivesse a ver com o peso, a moeda não iria afundar.*
284. P: *Então se tivesse a ver só com a massa, a moeda que é mais leve que a maçã, que é mais leve que a madeira, mais leve que o prato, teria feito o quê?*
285. A: *Flutuado.*
286. P: *Teria flutuado, agora se não é a questão da massa sozinha, o que é? Vejamos, nós estamos observando aqui, com relação à água e o óleo: um tem massa maior e outro tem massa menor e ocupam o mesmo volume. O óleo que tem a massa menor flutua e a água que tem a massa maior, afunda.*
287. A<sub>2</sub>: *Ah, o volume então?*
288. A<sub>7</sub>: *O volume é semelhante nos dois casos.*
289. P: *O volume é semelhante nos dois casos, mas e o que é diferente?*
290. A<sub>2</sub>: *O material. A maçã é fruta, a moeda é metal, é diferente não é?*
291. P: *Vamos observar agora a água e o óleo, os dois tem o mesmo volume, um flutua e o outro afunda, por quê? Que relação uma coisa tem a ver com a outra?*
292. A<sub>2</sub>: *Ocupam o mesmo volume.*
293. A<sub>7</sub>: *O que é diferente neles é a massa, porque um tem a massa maior e o outro tem a massa menor.*
294. P: *Um tem a massa maior e outro tem a massa menor mais os dois ocupam o mesmo volume. E o que será que uma coisa tem a ver uma coisa com a outra?*
295. A<sub>2</sub>: *Ah não sei professora!*
296. A<sub>4</sub>: *Eu estou ficando “injurado” já!*
297. P: *Se eu pegasse só metade desse óleo e colocasse na água ele continuaria flutuando?*
298. A: *Continuaria.*
299. P: *Continuaria flutuando, então a massa faz diferença?*
300. A<sub>7</sub>: *Massa? Não é a massa...*
301. A<sub>2</sub>: *Não é o volume também, ou é? O volume que faz a diferença dele boiar ou afundar? É a única coisa que sobrou. Se não é a massa, não é o jeito de... Eu acho que o volume.*
302. A<sub>7</sub>: *Mas o volume é igual.*
303. A<sub>2</sub>: *Se não a massa é não é o volume o que é?*
304. P: *Não é a massa sozinha e não é o volume sozinho...*
305. A<sub>2</sub>: *Os dois juntos?*

306. A<sub>7</sub>: *Tem que juntar as duas coisas para um ser menos denso e outro ser mais denso.*
307. A<sub>2</sub>: *Tem alguma coisa a ver massa e o volume.*
308. A<sub>7</sub>: *São os dois que precisam se juntar para ser mais e o outro menos denso.*
309. A<sub>2F</sub>: *Se não é a massa sozinha e se não é o volume sozinho são os dois juntos, é o necessário pra um ser mais denso que o outro.*
310. A<sub>7</sub>: *É...isso!*

Quando iniciamos esta sequência fomos interrompidos pelo questionamento da aluna A<sub>7</sub> (turno 238: “Professora, agora responde por que um é mais denso e o outro menos denso?”). A entonação verbal sugeriu que ela decidiu “desafiar” os nossos conhecimentos a fim de obter a resposta que nós “nos negávamos” a fornecer-lhes, enquanto os alunos A<sub>1</sub> e A<sub>4</sub>, resignados, afirmavam que não iríamos dar-lhes a resposta “pronta”. Confirmando as expectativas dos alunos A<sub>1</sub> e A<sub>4</sub>, não respondemos à questão da aluna A<sub>7</sub> e propusemo-lhes novamente uma questão através da qual procuramos explorar o entendimento dos alunos acerca da questão inicial.

Os alunos admitiram então - turno 242 - não terem a resposta esperada, não sendo esta a primeira vez que, em suas intervenções, direta ou indiretamente, demonstraram não saber a resposta.

Nos turnos 243 e 248, retomamos significados já compartilhados, como uma nova proposta de ajuda (Tem a ver com a massa da coisa?/ Tem a ver com a presença de gás?). Quando o significado retomado dizia respeito à massa das substâncias/objetos, verificamos que foram compartilhados, a partir das respostas fornecidas pelos alunos (turnos 244, 245 e 247). Porém, quando se referiu à participação de um gás na determinação da densidade de uma substância/objeto, não pôde ser observado o mesmo grau de compartilhamento de significados (turno 249). Alguns afirmaram que sim, como é o caso do aluno A<sub>5</sub> que chegou a exemplificar, citando a bola, que estando “cheia” não afunda na água (turno 250). Já o aluno A<sub>1</sub>(turno 251) considerou a possibilidade da presença do gás fazer aumentar ou diminuir a densidade, procurando confirmar sua proposição ao questionar quais são os gases que compõem o óleo, o mel e o álcool (turno 251 e 253), enquanto outros admitiram que não, que o gás não determinaria a densidade das substâncias/objetos. O aluno A<sub>5</sub> lembrou que “no óleo não tem gás e ele é menos denso que a água” (turno 252) e o aluno A<sub>4</sub> afirmou “não tem gás em tudo” (turno 255).

As intervenções nos turnos de 256 a 261 ocorreram no sentido de selecionar e ao mesmo tempo assinalar significados importantes - uma vez que consideramos apenas a massa nas nossas proposições. Através delas pretendíamos estabelecer os fatores inerentes à

determinação da densidade, e por isso ignoramos a referência anteriormente feita ao gás e retomada pelos alunos A4 e A2 (turnos 257 e 258: “O gás não é... Porque não tem gás em tudo que flutua...”/ “É mesmo... Na maçã não tem gás.”) e à “natureza dos elementos” - feita pelo aluno A<sub>1</sub> (turno 259).

Consideramos, porém, fosse necessário chamar a atenção do leitor para algumas das nossas intervenções neste trecho, mais especificamente para aquelas que foram feitas no turno 243 (“O que será que faz uma coisa ser mais densa que a outra? Tem a ver com a massa da coisa?”), no turno 246 (“Todos concordam que não tem a ver com a massa?”), no turno 248 (“Tem a ver com a presença de gás?”) e ainda no turno 260 (“No caso dos cubos de madeira, se eles têm massas diferentes e os dois flutuaram o que isso mostrou pra gente?”, por considerar que elas não tenham sido adequadas. Como deixamos explícito anteriormente, pretendíamos construir com os alunos o conceito de densidade absoluta - que resulta da razão entre a massa e o volume de uma substância - o que poderia justificar as intervenções do turno 243 e 246, como uma tentativa de salientar o fato de que não é apenas a massa de uma substância que determina o valor de sua densidade absoluta. Poderia justificar também a intervenção no turno 248, uma vez que não foi levada em conta a presença de um gás ou de qualquer outra substância quando se determina a densidade absoluta. Porém, tal intervenção, que poderia ser considerada uma sequência daquela proposta no turno 243 (“O que será que faz uma coisa ser mais densa que a outra?”) gerou respostas desencontradas: o aluno A<sub>5</sub> (turno 250) e o aluno A<sub>1</sub> (turno 251), que provavelmente consideraram as atividades com a massinha de modelar e com a naftalina, confirmaram que a presença do gás provocaria alteração na densidade das substâncias (“Se eu soltar uma bola cheia aqui ela não vai afundar.” / “... pode ser que o gás aumente ou diminua a densidade. Quais são os gases que compõem o óleo?”).

A aluna A<sub>5</sub> (turno 252: “No óleo não tem gás e ele é menos denso que a água.”), o aluno A<sub>4</sub> (turno 255 e 257: “Não tem gás em tudo...” / “O gás não é... Porque não tem gás em tudo que flutua...”) e ainda a aluna A<sub>2</sub> (turno 258: “É mesmo... Na maçã não tem gás.”) admitiram que o gás não interferisse na densidade, pois consideraram a existência de substâncias que, independentemente de possuírem algum tipo de gás na sua composição, demonstraram ser menos densas que água, como no caso do óleo citado pela aluna A<sub>5</sub>. Respostas admissíveis, porém não esperadas, pelo menos aquelas que confirmaram a interferência do gás, uma vez que na determinação da densidade absoluta considera-se apenas a massa e o volume da substância, o que nos levou a ignorar as respostas fornecidas pelos alunos.

Com relação àquilo que foi proposto nos turnos 243 (“O que será que faz uma coisa ser mais densa que a outra? Tem a ver com a massa da coisa?”), 246 (“Todos concordam que não tem a ver com a massa?”) e 260 (“No caso dos cubos de madeira, se eles têm massas diferentes e os dois flutuaram o que isso mostrou pra gente?”), haveria outra implicação, pois admitindo que, com tais proposições, nós tivéssemos o intuito de fornecer aos alunos “ajudas” que os levassem a considerar que não seria somente a massa que determinaria a densidade absoluta de uma substância, concluímos que as mesmas foram inadequadas: as intervenções registradas no turno 246 e 260 excluíram não só o gás, mas também a massa como fator determinante da densidade absoluta de uma substância, como ficou claro na resposta dos alunos no turno 261 (“Que a massa não importa.”).

Aquele momento da interação entre os alunos e nós tornou visível uma contradição entre aquilo que estava implícito e o que estava explícito em nossa fala. Além disso, mostrou que as concepções presentes em nossa fala não eram aquelas as quais gostaríamos que fossem apropriadas por nossos alunos. Tal momento foi um importante alerta para a necessidade precípua de que o professor esteja atento não só àquilo que pensa, mas também, e principalmente, àquilo que fala e como fala. A importância de que o professor esteja sempre atento à maneira como expressa suas ideias, fica ainda mais evidente através do pensamento de Bakhtin (2006); segundo ele, a linguagem não tem apenas uma função comunicativa, mas também uma função constitutiva do pensamento, ou seja, para o referido autor, é no discurso e pelo discurso que os conhecimentos são elaborados.

No turno 262 (“Que massa não importa, que não é a massa que importa no fato de uma coisa flutuar ou não, não é a massa sozinha que é responsável pela densidade, porque se fosse assim, nós teríamos a moeda flutuando e a maçã afundando. Se não é a massa, o que é?”), ao compartilhar os significados, percebemos a contradição entre o que pretendíamos ter dito e aquilo que dissemos e procuramos refazer nossa fala (“[...] não é a massa sozinha que é responsável pela densidade [...] [...] Se não é só a massa o que é?”). A percepção de que havíamos cometido um engano ao nos expressar e a busca pela reparação do erro, fez-nos revalidar a importância da *reflexão na* e também *sobre a ação* (SCHÖN, 1997), que possibilita ao professor a oportunidade de rever suas ações, às vezes produzidas de forma não intencional, e que podem interferir de forma negativa na aprendizagem dos seus alunos.

A resposta do aluno A<sub>4</sub> (turno 263: “Densidade.”) demonstrou que ele não entendeu nossa pergunta. Não o corrigimos, limitando-nos a repetirmos a resposta proposta por ele, refazendo sua questão (turno 264: “A densidade, mas o que faz uma coisa ser mais densa ou menos densa que a outra?”), numa atitude coerente com a postura por nós adotada

desde o início das interações. Mais uma vez, o aluno A<sub>4</sub> admitiu não saber a resposta (turno 265), como havia feito anteriormente com os demais alunos no turno 242.

Sugerimos então, a prática daquilo que já havia sido proposto pelo aluno A<sub>1</sub>, na sequência 6, que não fora possível executar naquele momento devido a problemas com a balança, que foram solucionados. Ao término da explicação daquilo que seria realizado, a comparação das massas de volumes iguais de água e óleo, questionamos os alunos sobre o que eles achavam que fosse acontecer (turno 266). A resposta dos alunos, no turno 267 (“Vai ter o mesmo peso”) e da aluna A<sub>2</sub> no turno 269 (“Deveria ter a mesma massa”) demonstrou haver neles o entendimento que para volumes iguais as massas seriam também iguais.

Como fosse difícil que todos os alunos observassem o valor da massa de cada substância apontado pela balança, disponibilizamos o resultado para os demais alunos (turno 271) e buscamos ainda confirmar com eles o resultado alcançado (“O que a gente observa aqui? Que mesmo que a gente tenha o mesmo volume de água e de óleo...”). A confirmação pelos alunos surgiu antes mesmo do término da nossa fala (turno 272: “A massa é diferente.”). É preciso observar que foi a primeira vez que nos referimos ao volume das substâncias. No turno 273, procuramos checar se a ajuda fornecida através da atividade realizada fora eficaz, questionando os alunos a respeito de uma possível relação entre massa, volume e densidade (“O óleo tem uma massa menor do que a água, então o que será que tem a ver a massa e o volume com a densidade?”). O questionamento da aluna A<sub>2</sub> (turno 274: “A massa com a densidade?”) revelou que ela não entendeu a pergunta. Quando nos dispusemos a fornecer outros elementos que facilitassem a compreensão da questão (turno 275), fomos interrompidos pela aluna A<sub>7</sub> (turno 276), que novamente, como no turno 238, tentou obter a resposta “pronta” (“Professora, primeiro responde, o que é densidade?”). No entanto, devolvemos aos alunos a pergunta (turno 277) feita por ela. A aluna A<sub>2</sub>, que anteriormente (turno 244) já havia negado ser a massa da substância o fator determinante da densidade, fez novamente uma proposição (turno 278) que sugeriu uma retomada dessa concepção, agora, porém buscando em nós a confirmação (“É mais leve e mais pesado?”).

Em seguida, mencionamos, no turno 279 (“O que nós vimos quando comparamos a moeda e a maçã?”), a comparação feita anteriormente entre a moeda e a maçã. A aluna A<sub>2</sub>, que inclusive já havia utilizado tal comparação como referência para negar que a densidade era determinada pela massa das substâncias, (no turno 244), admitiu novamente tal possibilidade (turno 280: “A moeda que é leve afunda e a maçã que é pesada flutua... Então não é mais leve e mais pesado...”). No turno 281 revimos os resultados verificados, sugerindo novamente a existência de um “entendimento compartilhado” (pela forma como a intervenção

foi construída: “Nós já vimos que densidade não é uma questão de mais leve ou mais pesado, porque a moeda é mais leve que a maçã e a maçã flutua e a moeda não.”) com relação a essa questão e completamos nossa intervenção com uma pergunta através da qual pretendíamos atuar na ZDP (“Portanto, se a densidade não é questão de uma coisa ser mais pesada ou mais leve que a outra, o que tem a ver com o fato de uma coisa afundar ou não?”).

Pelas intervenções nos turnos 282 e 283 (“Não tem nada a ver o peso.” / “Não. Porque se tivesse a ver com o peso, a moeda não iria afundar.”) as alunas  $A_7$  e  $A_2$  pareciam compartilhar da mesma opinião, a de que a densidade não é determinada pela massa da substância. As interações desenvolvidas entre as alunas  $A_7$  e  $A_2$  e nós, a partir do turno 279 até o turno 283 revelaram que novamente ao fornecer “ajudas” para que os alunos atribuíssem um novo significado à densidade, ou seja, que a densidade absoluta de uma substância fosse determinada pela relação entre a sua massa e o volume ocupado por ela, fizemos analogias que acabaram por fazê-las desconsiderar totalmente a massa.

No entanto, como ocorreu anteriormente, percebendo a contradição, quando voltamos a checar o entendimento dos alunos (turno 284: “Então se tivesse a ver só com a massa, a moeda que é mais leve que a maçã, que é mais leve que a madeira, mais leve que o prato, teria feito o quê?”) e atuar novamente na ZDP (turno 286: “Teria flutuado, agora se não é a questão da massa sozinha, o que é?”), adotamos em nossa fala expressões que sugeriram que a massa de uma substância, embora não exclusivamente, estaria sim, relacionada à sua densidade.

Essa nova ocorrência reforçou a importância de que o professor reflita sobre sua própria prática. Suscitou ainda uma reflexão sobre as dificuldades que envolvem a *transposição didática*, definida por Chevallard (1991) como o trabalho ou conjunto de transformações adaptativas que tornam o “saber sábio”, produzido na academia em saber a ser ensinado, ou seja, o processo que consiste em fazer o saber produzido cientificamente se tornar o saber escolar, algo que se consiga ensinar. Assim, até chegar à escola, o conhecimento científico passa por várias transposições didáticas e querendo ou não cada uma delas o afasta um pouco mais daquele conhecimento originalmente produzido na academia. Acrescente-se a isso outras adequações feitas pelo professor, como o uso de analogias e metáforas, a fim de facilitar o entendimento pelo aluno de determinados conteúdos, principalmente os mais abstratos, e teremos a produção de concepções inadequadas sobre tais conteúdos (LÔBO, 2008). Ainda segundo Lôbo (2008), concepções realistas, substancialistas e puramente empiristas estão sempre presentes no ensino, comumente nos livros didáticos (LOPES, 1992) e conseqüentemente entre os próprios professores (OLIVEIRA, 1991). Assim,

refletir sobre a prática requereria o exercício da denominada *vigilância epistemológica* (CHEVALLARD, 1991) a fim de evitar que as simplificações decorrentes das muitas transposições didáticas que o conteúdo sofre, aliadas às adequações feitas pelo professor, se constituíssem em mecanismos que afastassem demasiadamente o conteúdo ensinado do conhecimento científico.

Retomando a análise da sequência, ainda no turno 286, continuamos oferecendo ajudas aos alunos (“Vejam, nós estamos observando aqui, com relação à água e o óleo: um tem massa maior e outro tem massa menor e ocupam o mesmo volume. O óleo que tem a massa menor flutua e a água que tem a massa maior, afunda.”). A partir dessa ajuda, as alunas A<sub>2</sub> e A<sub>7</sub> (turnos 287 e 288 respectivamente: “Ah, o volume então?” / “O volume é semelhante nos dois casos.”) incluíram pela primeira vez o volume na discussão. Porém, para que a ZDP fosse consolidada, seria preciso que os alunos percebessem a existência de uma relação entre a massa e o volume das substâncias. Para isso, no turno 289 formulamos uma questão através da qual esperávamos que essa relação começasse a ser considerada pelos alunos (“O volume é semelhante nos dois casos, mas e o que é diferente?”). Porém tal questão não se revelou eficaz, uma vez que no lugar da resposta esperada - a massa - a aluna A<sub>2</sub> (turno 290: “O material. A maçã é fruta, a moeda é metal, é diferente não é?) retomando o significado conferido por ela anteriormente à densidade, ao sugerir que a diferença estava na propriedade intrínseca do material.

No turno 291, considerando ainda que o novo significado atribuído pela aluna à densidade não facilitaria a elaboração do conceito e que acrescentar à discussão a questão do material dificultaria ainda mais a consolidação da ZDP, preferimos neutralizar o comentário da aluna (“Vamos observar agora a água e o óleo [...]”) e continuamos procurando atuar na ZDP a fim de possibilitar que os alunos percebessem a relação massa/volume como fator determinante na densidade absoluta (“[...] os dois têm o mesmo volume, um flutua e o outro afunda, por quê? Que relação uma coisa tem a ver com a outra?”).

A aluna A<sub>2</sub> (turno 292: “Ocupam o mesmo volume”.) observou que água e óleo ocupavam o mesmo volume enquanto a aluna A<sub>7</sub> (turno 293: “O que é diferente neles é a massa, porque um tem a massa maior e o outro tem a massa menor.”) alertou para o fato de que a massa de ambos era diferente. No turno 294 então, disponibilizamos os significados (“Um tem a massa maior e outro tem a massa menor certos de que se tratava de hábito de linguagem, mas os dois ocupam o mesmo volume. [...]”) e procuramos também checar o entendimento dos alunos (“[...] E o que será que uma coisa tem a ver com a outra?”).

No turno 295 (“Ah não sei professora!”), a aluna A<sub>2</sub> deixou claro não conseguir estabelecer a relação que fora proposta. A aluna A<sub>7</sub>, que participava da discussão, permaneceu em silêncio, enquanto o aluno A<sub>4</sub> - que juntamente com os demais alunos só observava - demonstrou pelo seu comentário no turno 296 (“Eu estou ficando ‘injurado’ já!”) certa impaciência (não sendo possível precisar se pelo fato de não conseguir chegar à resposta ou porque eu insistia em não lhes dar a resposta ou ainda se pelos dois motivos). De qualquer forma, a atitude dos alunos A<sub>2</sub>, A<sub>4</sub> e A<sub>7</sub> e principalmente o fato de que os demais alunos limitaram-se nessa sequência a praticamente observar a discussão entre as alunas A<sub>2</sub> e A<sub>7</sub> e nós (como se tivessem desistido de encontrar a resposta), parecia indicar haver fundamento em que a dificuldade encontrada pelos alunos pudesse estar relacionada a aspectos já apontados: que o conteúdo desenvolvido por nós estivesse entre aqueles cuja compreensão Bizzo (2000) considera pudesse ocorrer mais tarde e finalmente que as ajudas fornecidas não teriam sido eficazes.

Insistimos então com as ajudas. No turno 297 (“Se eu pegasse só metade desse óleo e colocasse na água ele continuaria flutuando?”) questionamos se a metade do óleo continuaria flutuando sobre a água, obtendo dos alunos uma resposta positiva (turno 298). Embora reconhecêssemos não ser esta a forma correta de fazer a abordagem, por não ter encontrado outra maneira, no turno 299, fizemos novamente referência à massa (“Continuaria flutuando, então a massa fez diferença?”). A aluna A<sub>7</sub> (turno 300) sugeriu que não, já no turno 301 a aluna A<sub>2</sub>, embora procurasse inicialmente uma confirmação, acabou afirmando que a diferença da densidade entre as substâncias seria determinada pelo volume. A ajuda agora partiu da aluna A<sub>7</sub> no turno 302 (“Mas o volume é igual”). Diante da proposição da colega, a aluna A<sub>7</sub> demonstrou certa frustração quando questionou “Se não é a massa e não é o volume o que é?” (turno 303). A intervenção da aluna A<sub>2</sub> nesse turno corroborou as observações feitas anteriormente sobre a necessidade de atenção por parte do professor não só sobre aquilo que pensa, mas também sobre as ideias que expressa e a maneira como as expressa, considerando o risco de através de seu discurso - instrumento pelo qual segundo Bakhtin (2006) os conhecimentos são elaborados - transmitir aos seus alunos concepções equivocadas, que podem depois não ser superadas. A forma como se expressou a aluna (“Se não é a massa e não é o volume o que é?”) demonstrou que a ideia inicial prevaleceu, apesar de termos feito nossa fala quando percebemos que, na tentativa de fazer com que os alunos passassem a considerar não só a massa na determinação da densidade, acabamos fazendo com que eles a excluíssem. Diante do que estava ocorrendo, no turno (304), fornecemos aos alunos a seguinte informação: “Não é a massa sozinha e não é o volume sozinho...”

Após nossa intervenção, a aluna A<sub>2</sub> questionou: “Os dois juntos?” (turno 305), não obtendo confirmação. A partir daí, juntamente com a aluna A<sub>7</sub> pareceu envolvida num processo de relacionar as informações, como se “pensassem em voz alta”. Para Vygotsky (1996) o pensar em voz alta permite à criança não apenas repetir verbalmente o que pensou, mas permite sim que ela reestruture seu pensamento sobre novas bases, ou seja, quando a criança é incentivada a expor suas ideias em voz alta e para os outros, move suas ideias do plano sincrético para o lógico. Assim, segundo o autor, quando uma criança, após dar uma solução sem sentido a um problema é levada pelo professor a dar uma explicação em voz alta sobre ele, toma consciência de seus erros e torna-se capaz de reelaborar de forma mais eficiente seu pensamento e assim chegar a uma solução mais viável, senão correta para o mesmo problema. Nesse caso, o “pensar em voz alta” (turnos 304 a 310) propiciou que as alunas se aproximassem da concepção correta.

Com relação à abordagem utilizada para conduzir o discurso nesta sequência pôde-se constatar que ela foi predominantemente interativa/dialógica, existindo, porém, trechos nos quais intervenções de autoridade também foram verificadas. Como na sequência anterior, utilizamo-nos de intervenções para possibilitar a continuidade da discussão, o padrão discursivo foi então constituído de cadeias de interação do tipo Ip-Ran-(Pan)-P(Fp)-Ran-Pp-Ran-(Pan)..., pois, como antes, houve também a ocorrência de feedback (no turno 281) oferecido por nós aos alunos com o objetivo de ajudá-los a elaborar melhor suas ideias.

A *co-construção do raciocínio* e o *pensar em conjunto* manifestaram-se nesta sequência através principalmente da elaboração de ideias a partir da interação entre os alunos que os levou à conclusão de que a densidade de um objeto/substância tem a ver com a massa e volume, embora a ideia de relação entre eles não tenha surgido.

**Quadro 16** – Síntese do papel do professor: referente a sequência 10.

<b>Intenções da professora</b>	<p>Recapitular significados.</p> <p>Ressaltar ou excluir determinado significado escolhido pela relevância ou não na compreensão do conteúdo trabalhado.</p> <p>Conduzir os alunos no trabalho com as ideias científicas: compreensão, aplicação e extensão do seu uso.</p> <p>Implementar um processo de negociação de significados.</p> <p>Tornar acessíveis a todos os alunos os significados atribuídos em uma interação professor/um aluno.</p> <p>Verificar os significados que estão sendo atribuídos pelos alunos em situações específicas.</p> <p>Fornecer elementos que contribuam para o desenvolvimento do conteúdo a ser trabalhado</p>
<b>Formas de intervenção</b>	<p>Reverendo conceitos trabalhados no desenvolver dos conteúdos.</p> <p>Selecionando e assinalando significados.</p> <p>Promovendo o desenvolvimento do conteúdo</p> <p>Compartilhando significados.</p> <p>Disponibilizando significados.</p> <p>Checando o entendimento dos alunos.</p> <p>Modelando os significados.</p>
<b>Tipo de abordagem</b>	<p>Interativa/dialógica</p> <p>Interativa/de autoridade</p>
<b>Padrões de interação</b>	Ip-Ra <sub>n</sub> -(Pa <sub>n</sub> )-P(Fp)-Ra <sub>n</sub> -Pp-Ra <sub>n</sub> -(Pa <sub>n</sub> ) ...
<b>Conteúdo</b>	Move-se da explicação empírica sobre a propriedade de ser mais ou menos denso para a generalização de que a relação da massa com o volume de uma substância determina sua densidade.

Fonte: Da Autora

#### 4.11 SEQUÊNCIA 11: COMO EU ACHO A RELAÇÃO ENTRE A MASSA E O VOLUME DE UM OBJETO?

311. P: Precisa juntar os dois pra um ser mais denso que outro. Juntar como?
312. A<sub>2</sub>: Mede a massa e o volume.
313. A<sub>7</sub>: Se os dois têm o mesmo volume, é só medir a massa e ver qual é mais pesado, o mais pesado é o mais denso.
314. P Se um está ocupando o mesmo volume que o outro e as massas são diferentes, então não é só a massa e não é só o volume, então é uma relação que tem entre a massa e o volume. Como eu descubro qual é a relação de uma coisa com a outra coisa?
315. A<sub>2</sub>: Mede a massa e o volume.
316. P: Massa mais volume?
317. A<sub>2</sub>: Não.
318. P: Como eu acho a relação entre a massa e o volume de um objeto?
319. A<sub>7</sub>: Ah... Não sei.
320. P: Eu posso pegar a massa e dividir pelo volume, se eu quero saber qual é a densidade de uma substância eu tenho que pegar a massa que essa substância tem e dividir pelo volume que ela ocupa. Neste caso, se

- eu pegar a massa do óleo e dividir pelo volume que ele ocupa, nós vamos encontrar um valor menor do que na divisão da massa pelo volume da água.*
321. *A<sub>4</sub>: O óleo é mais leve, então ele fica por cima, se eu pegar uma coisa do mesmo volume que a água, [...]*
322. *P: Pra você fazer o cálculo você teria que fazer o quê? Se eu quiser saber a densidade desse objeto (segurando o cubo de madeira) o que eu faço?*
323. *A<sub>1</sub>: Você tem que pesar e medir.*
324. *P: Pesar e medir?*
325. *A<sub>1</sub>: Primeiro tem que pesar a madeira e ver o volume.*
326. *P: E depois eu faço o quê?*
327. *A<sub>4</sub>: Calcula o volume.*
328. *P: Como é que eu calculo o volume desse objeto?*
329. *A<sub>1</sub>: Não lembro.*
330. *P: Eu meço este lado, este e este (apontando no objeto) e depois multiplico.*
331. *A<sub>1</sub>: É área?*
332. *P: Não, eu vou achar o volume em cm cúbico por que é cm x cm x cm e vou dividir a massa do pedaço de madeira pelo volume que ele ocupa, e eu vou encontrar o quê?*
333. *A: A densidade.*
334. *P: Aí eu vou encontrar a densidade, que vai ser dada em g/cm<sup>3</sup>.*
335. *A<sub>1</sub>: Então primeiro eu vejo a massa, calculo o volume e divido?*
336. *A<sub>4</sub>: Então se eu pesar a maçã e a água e a maçã der 45 e água der 50 a maçã fica por cima?*
337. *P: Você tem que relacionar a massa e o volume de cada uma, aí, o que tiver valor menor é...*
338. *A<sub>1</sub>: É o que fica por cima, é o menos denso...*

Ao final da sequência anterior, as alunas A<sub>2</sub> e A<sub>7</sub> fizeram uma aproximação da concepção que desejávamos fosse construída pelos alunos ao concluírem que na determinação da densidade é necessário considerar massa e volume (“[...] são os dois juntos. É o necessário para um ser mais denso que o outro”). Então, no turno 311, compartilhamos a ideia das alunas A<sub>2</sub> e A<sub>7</sub> com os demais (“Precisa juntar os dois pra um ser mais denso que outro. Juntar como?”). A aluna A<sub>2</sub> sugeriu inicialmente fosse necessário medir a massa e o volume e a aluna A<sub>7</sub> concluiu que se os dois tinham o mesmo volume aquele que tivesse maior massa teria também a maior densidade (turnos 312 e 313, respectivamente: “Mede a massa e o volume.”/ “Se os dois têm o mesmo volume, é só medir a massa e ver qual é mais pesado, o mais pesado é o mais denso.”). Essa fala da aluna A<sub>7</sub> apontou para o que poderia se revelar como origem de uma das concepções apresentadas pelos alunos, a de que o mais pesado seria sempre o mais denso, o que é válido para quando as substâncias têm volumes iguais, mas que não se repete em outras situações, como no caso da moeda e da maçã tantas vezes citado.

Dessa forma ainda que haja a possibilidade de que os andaimes estabelecidos no decorrer das interações ou as ajudas propostas, não tenham sido respectivamente eficientes ou ajustadas, impossibilitando a consolidação da ZDP, é preciso também aqui considerar a noção de perfil conceitual defendida por Mortimer (2000). E também a possibilidade da coexistência de conceitos cotidianos e científicos numa determinada estrutura conceitual, até que um novo conceito seja elaborado a partir da síntese desses dois conceitos, conforme admite Martins (2005).

No turno 317 mencionamos pela primeira vez existir uma relação entre a massa e o volume e buscamos verificar o entendimento dos alunos propondo a seguinte questão: “Como eu descubro qual é a relação de uma coisa com a outra coisa?” (referindo-nos a massa e ao volume). A aluna A<sub>2</sub> (turno 315) sugeriu que a relação se dava através da soma das duas grandezas (“Massa **mais** volume”). A intervenção, neste ponto (turno 316: “Massa mais volume?”), pareceu-nos não ter sido adequada, pois pela pronta negação da aluna A<sub>2</sub> (turno 317), notamos que ela, talvez pelo tom da nossa voz ou pela nossa expressão facial, percebeu que sua resposta estava errada. O mais produtivo do ponto de vista cognitivo fosse talvez termos perguntado a aluna: “Por que massa mais volume?”. No entanto, no turno 318, seguimos insistindo com a pergunta feita anteriormente: “Como eu acho a relação entre a massa e o volume de um objeto?”. Os alunos permaneceram em silêncio, sugerindo que desconheciam a resposta, enquanto a aluna A<sub>7</sub> admitiu que não soubesse (turno 319).

No turno 320 foi introduzido por nós, o termo dividir (“Eu posso pegar a massa e dividir pelo volume, se eu quero saber qual é a densidade de uma substância eu tenho que pegar a massa que essa substância tem e dividir pelo volume que ela ocupa. Neste caso, se eu pegar a massa do óleo e dividir pelo volume que ele ocupa, nós vamos encontrar um valor menor do que na divisão da massa pelo volume da água.”). A ajuda fornecida tinha o objetivo de que os alunos compreendessem que estabelecer a relação entre massa e volume - necessária para determinar a densidade de uma substância - implicava em estabelecer a razão existente entre essas duas grandezas, ou seja, dividir a sua massa pelo seu volume. O aluno A<sub>4</sub>, que permanecia observando a discussão sem manifestar-se, propôs uma questão que infelizmente não foi completamente registrada, porém foi possível perceber que ele afirmava que “o óleo é mais leve então ele fica por cima” (turno 321) sugerindo a retomada da concepção inicial de que algo “mais pesado” é sempre mais denso e algo “mais leve” é sempre menos denso, resultante da generalização daquilo que se observa em situações como aquela em que as substâncias têm volumes iguais.

Uma situação concreta (“[...] Se eu quiser saber a densidade desse objeto (segurando o objeto de madeira) o que eu faço?”) foi proposta por nós no turno 322. Diante da resposta do aluno A<sub>1</sub>, no turno 323 (“Você tem que pesar e medir.”) buscamos checar o seu entendimento transformando sua resposta numa questão (“Pesar e medir?” – turno 324).

Então, diferentemente do que aconteceu com a aluna A<sub>2</sub> no turno 317, o aluno A<sub>1</sub> não se sentiu cerceado pela pergunta, e expôs mais claramente sua ideia no turno 328 (“Primeiro tem que pesar a madeira e ver o volume.”)

Pudemos aqui perceber novamente que a transformação da resposta de um aluno em nova pergunta diferiu daquilo que ocorreria no contexto no qual se daria o discurso escolar usual. Nesse contexto, de acordo com Lorencini Junior (2000), tal atitude implicaria sempre que a resposta fornecida estivesse incorreta e acabaria por reprimir nova participação. O que se viu, no entanto, foi que o aluno A<sub>1</sub> elaborou melhor sua resposta, o que não ocorreria se a postura por nós adotada não fosse diferente daquela pela qual se demonstraria o desconhecimento da dimensão interativa das perguntas e considerar-se-ia apenas seu aspecto avaliativo.

Diante da expressão utilizada pelo aluno A<sub>1</sub> (“[...] **ver** o volume.”), no turno 328, questionamo-no fazendo-o repetir sua proposição de maneira mais clara, ou seja, esperando que, ao repetir o enunciado, ele trocasse a expressão “ver o volume” por calcular o volume, o que foi feito pelo aluno A<sub>4</sub> (turno 327: “Calcula o volume.”). Então, segui verificando o entendimento dos alunos no turno 328 (“Como é que eu calculo o volume desse objeto?”). O aluno A<sub>1</sub> (turno 329), exerceu o papel de porta-voz da resposta implícita no silêncio dos demais alunos (“Não sei.”). No turno 330 (“Eu posso pegar a massa e dividir pelo volume, se eu quero saber qual é a densidade de uma substância eu tenho que pegar a massa que essa substância tem e dividir pelo volume que ela ocupa. Neste caso, se eu pegar a massa do óleo e dividir pelo volume que ele ocupa, nós vamos encontrar um valor menor do que na divisão da massa pelo volume da água.”) procuramos fornecer aos alunos ajuda para que eles compreendessem como é feito o cálculo do volume de um sólido com formas regulares e definidas. Em seguida, diante da relação feita pelo aluno A<sub>1</sub> no turno 331 com outro conceito matemático, o conceito de área (“É área?”), no turno 332 limitamo-nos a negar tal suposição e a reforçar que o cálculo em questão determinava o volume do objeto, por ter considerado improdutivo acrescentar à discussão mais um conceito, além daqueles já abordados. No mesmo turno, verificamos o entendimento dos alunos (“[...] e vou dividir a massa do pedaço de madeira pelo volume que ele ocupa e vou encontrar o quê?”). A resposta em conjunto dos alunos: “a densidade”, revelou que, mesmo não estando participando ativamente da discussão,

os demais alunos não estavam alheios ao seu conteúdo e compartilhavam significados atribuídos até então.

No turno seguinte, o 334 (“Aí eu vou encontrar a densidade, que vai ser dada em  $\text{g/cm}^3$ .”) consideramos a resposta dos alunos na nossa fala e ainda acrescentamos uma informação nova: a de que a densidade seria expressa em  $\text{g/cm}^3$ .

Nos turnos 335 e 336, os alunos  $A_1$  e  $A_4$  respectivamente buscaram confirmar suas proposições (“Então primeiro eu calculo a massa, calculo o volume e divido?” / “Então se eu pesar a maçã e a água, e a maçã der 45 e água der 50, a maçã fica por cima?”). Respondemos no turno 337 apenas ao aluno  $A_1$  (“Você tem que relacionar a massa e o volume de cada uma, aí, o que tiver valor menor é...”). Tal decisão foi tomada porque na sua proposição o aluno  $A_4$  fez menção novamente à concepção de que a densidade estaria relacionada unicamente à massa das substâncias, sendo a maçã menos densa por ser “mais leve” e “ficar por cima”, conseqüentemente a água “mais pesada” ficaria embaixo, por ser mais densa. Concepção essa que segundo Mortimer (2000) é muito comum entre os alunos.

Nesta sequência, o padrão do discurso foi predominantemente do tipo Ip-Ra<sub>n</sub>-(Pa<sub>n</sub>)-P(Fp)-Ra<sub>n</sub>-Pp-Ra<sub>n</sub>-(Pa<sub>n</sub>)... e a interação adquiriu características da abordagem interativa/de autoridade, uma vez que direcionamos nossa fala no sentido de auxiliar os alunos na compreensão de que a relação entre a massa e o volume de uma substância determinaria sua densidade. Tal postura resultou nesta sequência, no desenvolvimento de um discurso de abordagem interativa/de autoridade, não havendo o “pensar em conjunto”, fruto da colaboração entre os interlocutores, uma vez que a participação dos alunos ocorreu no sentido de tentar acompanhar nosso raciocínio e responder as questões que propusemos.

**Quadro 17** – Síntese do papel do professor: referente a sequência 11.

<b>Intenções da professora</b>	Implementar um processo de negociação de significados. Conduzir os alunos no trabalho com as ideias científicas: compreensão, aplicação e extensão do seu uso. Verificar os significados que estão sendo atribuído pelos alunos em situações específicas. Ressaltar determinado significado escolhido pela relevância ou não na compreensão do conteúdo trabalhado.
<b>Formas de intervenção</b>	Compartilhando significados. Promovendo o desenvolvimento do conteúdo. Checando o entendimento dos alunos. Selecionando e assinalando significados.
<b>Tipo de abordagem</b>	Interativa/de autoridade
<b>Padrões de interação</b>	Ip-Ra <sub>n</sub> -(Pa <sub>n</sub> )-P(Fp)-Ra <sub>n</sub> -Pp-Ra <sub>n</sub> -(Pa <sub>n</sub> ) ...
<b>Conteúdo</b>	Estabelecer a generalização empírica de que a relação da massa com o volume de uma substância determina sua densidade.

Fonte: Da Autora

#### 4.12 REVISITANDO ASPECTOS DA ANÁLISE: COMPREENDENDO OS RESULTADOS

Ao finalizar esta análise, debruçamos nosso olhar sobre alguns aspectos que precisavam ser evidenciados: as diferentes abordagens comunicativas resultantes do processo de interação professor/aluno, através do qual buscamos alcançar nossas *intenções* (MORTIMER; SCOTT, 2002), as diversas concepções manifestas pelos alunos a partir de tal interação e o resultado alcançado ao final do episódio de ensino analisado. Para tanto, inspirados no trabalho de Mortimer e Scott (2002), optamos por agrupar as 11 sequências analisadas em 3 *ciclos de atividades*, resumidas nos quadros abaixo, que sintetizaram ainda o movimento entre as diferentes abordagens comunicativas ocorrido durante o episódio de ensino.

**Quadro 18** – Aspectos principais dos ciclos de atividade do episódio de ensino analisado.

<b>Ciclos</b>	<b>Atividade desenvolvida</b>	<b>Concepções dos alunos</b>	<b>Abordagem comunicativa</b>
1º ciclo - sequências 1,2,3 e 4.	A professora promoveu uma discussão inicial sobre objetos que podem boiar ou não e interagiu com os alunos de modo que eles estabelecessem os elementos que poderiam estar relacionados ao comportamento dos objetos no que se refere à propriedade flutuabilidade.	Atribuem a capacidade de flutuar ou não à densidade, presença de oxigênio/ar e “peso”.	Essencialmente interativa/dialógica.
2º ciclo – sequências 5,6,7 e 8.	A professora através de suas intervenções procurou levar os alunos ao estabelecimento dos aspectos que caracterizam algo como mais denso ou menos denso que a água, buscando a elaboração de uma explicação para o conceito de densidade, ao mesmo tempo em que através de demonstrações procura suprimir a ideia da massa como determinante exclusiva da densidade de uma substância e de que pode ser alterada pela presença de um gás.	A maioria dos alunos neste ciclo considera a presença do oxigênio/ ar/gás como determinante da densidade, porém há concepções que incluem o tipo de material, a presença de líquido e o “peso”. Com a demonstração realizada demonstram então admitir que um gás (não necessariamente o oxigênio) pode estar relacionado à densidade, não ficando claro, porém, até que ponto entendem que o gás não determina a densidade absoluta da substância, mas pode alterá-la.	Predominantemente interativa/dialógica com algumas intervenções de autoridade.
3º ciclo – Sequências 9,10 e 11.	A professora buscou através de suas intervenções proporcionar aos alunos condições para superarem a concepção de que a densidade é determinada pelo “peso” da substância/objeto e levá-los a generalização de que a densidade de uma substância é determinada pela relação existente entre a sua massa e seu volume.	Iniciam o ciclo considerando que o fator determinante da densidade é o “peso” da substância/objeto, com evidências de que essa concepção não foi modificada.	Predominantemente interativa /de autoridade.

Fonte: Adaptado de Mortimer e Scott (2002, p. 301).

A aula foi iniciada com um discurso essencialmente interativo/dialógico. Prosseguimos em boa parte dela com o mesmo tipo de abordagem, além de momentos de

intervenções de autoridade e a finalizamos utilizando-nos da abordagem interativa/de autoridade. Não houve a utilização de um discurso pautado na abordagem não-interativa/de autoridade, defendida por Mortimer e Scott (2002, p. 302) como fundamental no ensino de ciências. Segundo os autores “a linguagem social da ciência é essencialmente de autoridade”. Defendem ainda que um processo de ensino eficaz deva apresentar variações nas abordagens comunicativas utilizadas, iniciando preferencialmente com uma abordagem interativa/dialógica, depois avance com uma abordagem interativa/de autoridade e termine com uma abordagem não-interativa/de autoridade, através da qual o conceito científico é finalmente revelado aos alunos. Uma análise preliminar deste trabalho a partir das considerações de Mortimer e Scott (2002) poderia apontar a ausência na aula de um momento no qual fizéssemos valer a nossa autoridade como detentores do conhecimento científico como tendo sido a causa provável para o fato da ZDP não ter sido consolidada, embora os alunos tenham de alguma forma progredido através da ZDP e ampliado seus limites (COLL, 1994; MARTINS, 2005). No entanto, intencionamos propor aqui algumas outras possibilidades que consideramos estiveram implicadas nesta situação (a ordem em que elas foram apresentadas não necessariamente aponta o grau de significância para o processo).

A primeira possibilidade estaria relacionada aos conhecimentos prévios e apresentaria vários desdobramentos. Assinalamos inicialmente a proposição de Bizzo (2000, p. 21). Diferentemente dos conhecimentos prévios, denominados por ele de “conhecimento cotidiano”, os conhecimentos científicos seriam socializados mais tardiamente, pressupondo assim que também a compreensão adequada também ocorresse muito mais tarde, às vezes no início da graduação. Segundo o autor, a socialização dos conhecimentos científicos deveria ser antecipada, mesmo que numa complexidade gradual, aproximando-se cada vez mais do ponto de vista científico, um caminho que segundo ele, porém “não é curto, tampouco fácil” (BIZZO, 2000, p. 28).

Os resultados observados neste trabalho, mais especificamente a aparente resistência dos conhecimentos prévios dos alunos quando se referiam ao objeto mais denso como sendo mais pesado, nos levaram a considerar duas possibilidades apontadas por diferentes estudos como citamos anteriormente: a noção de perfil conceitual, proposta por Mortimer (2000), segundo a qual o aluno pode conviver com as ideias alternativas e com as ideias científicas, que poderão ser utilizadas por eles em contexto diferentes, mesmo que eles não se mostrem igualmente eficazes na resolução de problemas do nosso cotidiano, que demandem a mobilização do conceito científico; e a convivência de conceitos cotidianos e

científicos na estrutura cognitiva do aluno até que se processe a elaboração de um novo conceito a partir da síntese de ambos, como defende Martins (2005).

A segunda dessas possibilidades considera que a falta de consolidação da ZDP estivesse diretamente relacionada às “inconsistências cognitivas” demonstradas pelos alunos, ou seja, a dificuldade que manifestaram em relacionar os significados conferidos aos atributos dos objetos/substâncias, com a possibilidade dos mesmos flutuarem ou não.

Assim, podemos admitir que essa dificuldade encontrada pelos alunos seja devido ao fato que as ajudas disponibilizadas não tenham sido realmente eficazes; ainda que não tenham sido utilizadas uma única forma de ajuda para dar assistência na ZDP (ONRUBIA, 1996).

Para Lorencini Júnior (2000), a natureza diferenciada do contexto escolar e da sala de aula, segundo ele, um ambiente instável e conflituoso, pode justificar o fato de que a ajuda nem sempre seja adequada.

Onrubia (1996) considera que uma das formas de se propor uma ajuda ajustada é a proposição para o aluno de “desafios abordáveis”, ou seja, desafios que ele conseguisse enfrentar aliando sua própria capacidade ao apoio fornecido pelo professor. Considerar um desafio como sendo abordável ou não, implicaria antes em avaliar aquilo que o aluno disporia inicialmente para sua solução, os instrumentos que o processo de aprendizagem lhe forneceria, bem como a quantidade e a qualidade dos instrumentos que a ele foram oferecidos.

Considerando que, nesse caso, o principal instrumento de ajuda eram as perguntas por nós elaboradas, admitimos que em alguns momentos deixamos de tomar a decisão mais acertada quanto a pergunta a fazer, como por exemplo, no trecho a partir do turno 297: “P: Se eu pegasse só metade desse óleo e colocasse na água ele continuaria flutuando?/ 298. A: Continuará. / 299. P: Continuará flutuando, então **a massa faz diferença?**” Podemos levar em conta que se a atividade em si promoveria um reforço na ideia do “peso”, pois nela se propunha a comparação das massas do óleo e da água. Na interação que se deu a partir da atividade, a pergunta grifada aponta para a exclusão da ideia de massa do mecanismo de determinação da densidade e ainda não auxilia a introduzir a noção de volume. Provavelmente um efeito melhor sobre os alunos tivesse sido alcançado com a seguinte proposição: Se eu aumentasse em quatro vezes a quantidade de óleo? O óleo ficaria em cima?

Outra forma de ajuda que também não foi utilizada de forma eficiente diz respeito à capacidade de explorar devidamente as respostas dos alunos, e, através de

contraexemplos, promover neles um conflito cognitivo que os levasse a assumir um posicionamento a respeito do assunto em discussão e de estabelecer com precisão suas ideias a fim de defendê-las como corretas (GIORDAN; DE VECCHI, 1998). Entre as situações em que deixamos de explorar devidamente a ideia dos alunos podemos citar como exemplos, trechos ainda do início da aula, o primeiro a partir do turno 21: “A<sub>3</sub>: Não falei que a madeira boiava? Essa eu tinha certeza. Eu sou demais, professora...” e o segundo a partir do turno 29: “P: É uma boa pergunta por que o prato virado de um lado (pra baixo) afunda e de outro não?/30. A<sub>4</sub>: (colocando o prato na água virado para baixo) O ar sai, olha as bolhas saindo, viu?/ 31. A<sub>1</sub>: E do outro jeito, por que ele não afunda?/32. A<sub>4</sub>: Porque tem ar.” Ao deixar naquele momento de questionar o aluno A<sub>3</sub> sobre a origem de sua certeza a respeito da fluabilidade da madeira e o aluno A<sub>4</sub> a respeito da sua proposição de que o ar tivesse algo a ver com o fato do prato flutuar estando virado para cima, deixamos de obter informações sobre os esquemas de conhecimento já existentes na estrutura cognitiva do aluno a respeito do conteúdo a ser trabalhado.

Coll (1994, p. 86) defende que desde que bem explorado pelo professor, o conflito torna-se um instrumento de ajuda essencial no processo de construção do conhecimento, uma vez que entre outras possibilidades, a existência de pontos de vistas diferentes “[...] mobiliza e força a reestruturações intelectuais e, com isto, o progresso intelectual”. Segundo Giordan e De Vecchi (1998), a proposição de um conflito pode ainda, possibilitar ao professor que supere a barreira muitas vezes erguida pelo aluno em relação ao aprendizado, devido à ideia equivocada provocada pela existência de conhecimentos prévios, de que já sabem o suficiente a respeito de determinado conteúdo.

Numa situação em que foi defendida a possibilidade de elaboração do conhecimento através das interações discursivas desenvolvidas na sala de aula, seria preciso considerar a perspectiva de Vygotsky (1996), que aponta a fala para os outros como instrumento de reconstrução do pensamento; assim as ideias de Coll e Onrubia (1998), para os quais o fato do professor “obrigar” o aluno a expor e a defender aquilo que pensa, através da geração do conflito, poderia ser um importante aliado na construção do conhecimento, possibilidades que, no entanto, não foram utilizadas por nós de forma eficiente.

Ter deixado de decidir acertadamente pode ter sido resultado da existência de muitas opções que, conforme aponta Onrubia (1996), se vislumbrariam frente a uma pergunta do aluno: responder de forma direta, retomando uma informação já dada anteriormente ou devolver a pergunta a quem a formulou? Reformulá-la em outros termos, ampliando o que foi dito, antes de respondê-la? Dirigi-la ao resto da classe?

Os resultados deste trabalho apontaram também que a estratégia de conduzir o discurso em sala de aula utilizando as abordagens interativa/dialógica e interativa de autoridade não possibilitou a consolidação da ZDP e a elaboração do conceito de Densidade pelos alunos como se esperava. Entretanto, é provável que a utilização exclusiva da abordagem não-interativa/de autoridade não possibilitaria a ampliação da ZDP e nem mesmo a sua criação. Portanto, a predominância de um discurso de abordagem interativa/dialógica permite ao aluno, verificar as suas idéias à luz das idéias dos colegas e do professor, promovendo ampliação da ZDP, mas não necessariamente garantindo a sua consolidação.

Por outro lado, um importante resultado alcançado foi ter apontado que a utilização do discurso interativo/dialógico permitiu - como foi registrado no quadro e pôde ser observado durante toda a análise - um ir e vir, um transitar por diferentes formas de pensar para explicar as situações vivenciadas, como sugerem Gallimore e Tharp (1996). Durante o processo de construção ou evolução conceitual, o aluno pôde realizar movimentos cognitivos de avanço e “retrocesso”. “Retrocesso” esse no sentido de que o aluno pôde em determinado momento do processo retomar os conhecimentos prévios ou conceitos cotidianos que ele trazia em sua estrutura cognitiva. No entanto, mesmo ocorrendo retrocessos, os avanços seriam sempre mais significativos, assim haveria sempre uma “sobra” que possibilitaria a evolução cognitiva. Além disso, durante o confronto entre os conhecimentos cotidianos e o conhecimento científico promovido durante as interações, os alunos experimentaram olhar o conceito científico por diferentes perspectivas, o que resultou num exercício cognitivo extremamente importante para a Educação em Ciências, que jamais seria proporcionado numa situação de ensino na qual prevalecesse o discurso de autoridade.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

No início de nosso trabalho refletimos sobre alguns elementos que julgamos estivessem direta ou indiretamente relacionados aos altos índices de reprovações, de aprovações pelos denominados Conselhos de Classe bem como ao fraco desempenho de nossos alunos nos programas oficiais de avaliação, como por exemplo, o ENEM (Exame Nacional do Ensino Médio). Consideramos também a suposta aprendizagem, que se esconde muitas vezes nas boas notas, eficiente apenas quando a avaliação não exige do aluno um raciocínio mais elaborado para a resolução de problemas, mas requer dele simplesmente a repetição de algo que foi memorizado. Também conhecida como “decoreba”, essa suposta aprendizagem tem “prazo de validade”, que expira tão logo a avaliação seja realizada.

Com isso pretendíamos mostrar ao leitor que nossas inquietações já existiam há algum tempo. Inquietações tendem a serem alavancas para emprendermos mudanças. Porém, durante muito tempo, resistimos às mudanças. Talvez porque nos faltasse embasamento teórico para decidirmos o rumo a tomar para efetivá-las.

Como mencionamos anteriormente, a oportunidade de cursar o PDE nos colocou em contato com estudos realizados por Andreolla (2005), Edwards e Mercer (1989), Lorencini Júnior (2000), Vygotsky (1998) entre outros, que, apontando a existência de uma relação entre a linguagem que constitui o movimento discursivo normalmente presente na sala de aula e o processo de elaboração do conhecimento, apontou-nos também uma direção a seguir: a utilização de interações discursivas em nossa prática na sala de aula. Esse período de aprendizado tornou-se também o período embrionário deste trabalho, pois a partir dele traçamos o objetivo da nossa investigação: analisar as interações discursivas construídas pelas perguntas do professor e pelas respostas dos alunos na elaboração do conhecimento nas aulas de Ciências.

A partir da análise crítica dos dados coletados no episódio de ensino no qual desenvolvemos o conteúdo Densidade, pudemos verificar os resultados alcançados, sempre embasados no referencial teórico que nos deu suporte para procedermos tal análise:

- a) a perspectiva sócio construtivista de Vygotsky, por meio da qual procuramos identificar a ocorrência de ZDP durante as interações discursivas e verificar a utilização das perguntas como ferramenta tanto na criação quanto na ajuda ou andaime na ampliação da ZDP pelo aluno. A perspectiva vygotskyana forneceu-nos ainda subsídios para identificar a manifestação de situações de conflito sócio-cognitivo nos alunos,

verificar a relação das perguntas do professor com o surgimento desses conflitos e ainda o papel desempenhado por eles na elaboração do conhecimento;

- b) Ausubel (1980) e a teoria da *aprendizagem significativa* permitiram verificar os possíveis efeitos das interações discursivas na atribuição, negociação e compartilhamento dos significados do conceito de Densidade;
- c) Mortimer e Scott (2002) propiciaram a partir de uma adaptação de seus estudos, a ferramenta analítica das interações discursivas. Nesses autores encontramos embasamento para a identificação das possíveis formas de interação professor-aluno que ocorrem nas aulas de Ciências, bem como analisar o papel das interações identificadas, no processo de elaboração do conhecimento.

Embora nossa análise tenha contemplado os cinco aspectos que compõem a referida ferramenta analítica – intenções do professor, conteúdo, abordagem comunicativa, padrões de interação e intervenções do professor - é nosso propósito destacar dois deles: a abordagem comunicativa e os padrões do discurso. Uma vez identificadas as diferentes abordagens comunicativas utilizadas pelo professor e reconhecidos os diferentes padrões de interação manifestos durante a promoção das interações discursivas, a intenção era a de estabelecer a relação existente entre a abordagem comunicativa predominante na aula e a elaboração do conhecimento, assim como relacionar os padrões discursivos gerados e a participação efetiva dos alunos na construção do conhecimento.

Um resumo daquilo que pôde ser constatado a partir dos nossos dados a respeito das classes de abordagem comunicativa geradas (quadro 21) demonstra a predominância da abordagem interativa/dialógica (sequências de 1 a 8); no entanto, nas sequências finais (de 9 a 11), o discurso da professora tem características predominantes da abordagem interativa/ de autoridade. Considerando que o aspecto essencial desta análise era a verificação da maneira como o professor reagiria diante da variedade de ideias expressas pelos diferentes alunos presentes na sala de aula, a predominância da abordagem interativa/dialógica revelou ser profícua para a ativação dos *conhecimentos prévios* dos alunos. Vale lembrar a importância atribuída tanto por Ausubel (1980), quanto por Vygotsky (1998) em que se considerem tais conhecimentos. Ausubel propõe que *os conhecimentos prévios* são o ponto de partida para a aprendizagem significativa, uma vez que segundo ele a aprendizagem será tanto mais significativa, quanto maiores forem as relações que o aluno faz

entre o novo conhecimento e aquele que ele já possui em sua estrutura cognitiva. Vygotsky (2008, p. 107) por sua vez admite que tais conhecimentos, denominados por ele de cotidianos e os conceitos científicos “se relacionam e se influenciam constantemente” utilizando os conhecimentos cotidianos as crianças conseguem atribuir sentido às definições e explicações dos conceitos científicos.

Mortimer e Scott (2002, p. 302-303) propõem ainda em seu trabalho, uma estrutura, “a espiral de ensino” por meio da qual explicitam graficamente o movimento entre as diferentes formas de abordagem. Para os autores, a aula pode até iniciar com o professor direcionando as interações por meio de uma abordagem interativa/dialógica, a partir dos conhecimentos prévios dos alunos, mas à medida em que ela se desenvolva, a abordagem passará a ser interativa/de autoridade e terminará com a abordagem não-interativa/de autoridade. Embora os autores reconheçam a importância da utilização pelo professor das formas de abordagem de caráter dialógico na atribuição de significados pelo aluno, não deixam de considerar o discurso de autoridade como fundamental no ensino de ciências, uma vez que segundo eles “a linguagem social da ciência é essencialmente de autoridade.” (MORTIMER; SCOTT, 2002, p. 302). Assim sendo, segundo os autores, existem concepções inerentes aos conceitos científicos, impossíveis de serem alcançadas pelos alunos apenas por intermédio da discussão.

Os resultados apontados em nosso trabalho, a predominância da abordagem interativa/dialógica, com o estabelecimento de interações de abordagem interativa /de autoridade apenas nas sequências finais do episódio de ensino analisado, diferiram do que foi proposto por Mortimer e Scott (2002) em seu trabalho, pois em nenhum momento as interações registradas deixaram de ser interativas, assim como não houve a utilização do discurso por meio do qual, segundo os autores se expressa o ponto de vista científico-escolar, o *discurso de autoridade*.

Outro aspecto que privilegiamos em nossa análise foi a relação entre os diferentes padrões discursivos e a participação efetiva dos alunos na elaboração/construção do conhecimento. Para tanto, mais uma vez embasados na ferramenta de análise de Mortimer e Scott (2002) buscamos inicialmente identificar os padrões estabelecidos pela interação professor/aluno durante a construção do discurso na sala de aula.

Cumpre-nos lembrar ao leitor que nossos dados apontaram algumas situações não contempladas no quadro referencial de análise de Mortimer e Scott (2002), e resultaram na necessidade de algumas adaptações e/ou modificações no referencial analítico. Entre os referenciais adaptados e/ou modificados figuram aqueles que estabelecem os

aspectos a serem considerados na análise dos *padrões de interação* manifestos no episódio de ensino e que estão explícitos no quadro *Padrões de interação professor/aluno* (quadro 9).

Nossos dados nos mostraram que a interação entre professor e aluno pode gerar padrões diversificados de interação, daqueles propostos por Mortimer e Scott (2002) e que foram descritos no quadro 9. Como por exemplo, o padrão Ip-Ra<sub>n</sub>-Pa<sub>n</sub>-Ra<sub>n</sub>... identificado na interação que corre apenas entre alunos a partir da proposição inicial do professor (sequência1), importante momento no qual os alunos puderam expor seus conhecimentos prévios e compartilhar significados. Ou ainda os padrões Ip-Ra<sub>n</sub>-(Pa<sub>n</sub>)-P-Ra<sub>n</sub>-(Pa<sub>n</sub>)-Pp-Ra<sub>n</sub>-(Pa<sub>n</sub>)... (sequências 2, 3 e 4) e Ip-Ra<sub>n</sub>-(Pa<sub>n</sub>)-P-(Fp)-Ra<sub>n</sub>-Pp-Ra<sub>n</sub>-(Pa<sub>n</sub>)... (sequências 5, 6, 7, 8, 9, 10 e 11), ambos originados nas interações entre professor e aluno. Aquele padrão possibilita nas interações a continuidade da argumentação pelo aluno e este padrão incentiva o aluno a elaborar melhor suas ideias, tornando-as mais claras.

Vale lembrar também ao leitor que para propiciar uma melhor compreensão da análise, o episódio de ensino foi recortado em sequências que delimitaram as falas, entretanto as interações foram desencadeadas de forma contínua. Dessa forma, ao contrário do que parece, os padrões de discurso encontram-se associados uns aos outros, assim, o I – que indica o início das interações – ocorre apenas no começo da aula. As demais intervenções realizadas, não têm cunho avaliativo, pelo contrário possibilitaram a exposição de conhecimentos prévios, atribuição e compartilhamento de significados, enquanto incentivaram os alunos a exporem e a clarificarem suas ideias. Daí as interações não corresponderem a um dos padrões de discurso identificados por Mortimer e Scott (2002) em seu trabalho, o padrão Ip-Ra-Av. Padrão esse que, segundo Baquero (1998), são comuns nas salas de aulas de todos os níveis de ensino, quando o professor concebe o ensino como transmissão do conhecimento apresentando assim uma postura pedagógica pouco flexível. Nesse caso, na interação com o aluno, o professor apenas procura conhecer aquilo que o aluno já sabe sobre o assunto, buscando por meio de perguntas, respostas mais próximas possível do conhecimento científico sistematizado.

Estando identificados os padrões discursivos estabelecidos durante o episódio de ensino, buscamos a relação entre eles e a participação efetiva dos alunos na elaboração/construção do conhecimento. Nossos dados indicaram – pelos padrões discursivos que revelaram – não ter havido predominância do discurso de autoridade, por parte do professor, se assim fosse, o padrão discursivo predominante teria sido o padrão Ip-Ra-Av. Pelo contrário, houve momentos nos quais mesmo diante de uma resposta errada, nenhuma forma de avaliação foi emitida com a intenção de que a continuidade das interações permitisse

que os alunos compartilhassem conosco e entre eles, significados que subsidiassem futuras conclusões, que poderiam até estar de acordo com o conhecimento sistematizado. Porém, sem questionamento, sem a possibilidade de exercitar diferentes formas de pensar sobre o assunto, de argumentar sobre seus pontos de vistas, os alunos não chegariam a elaborar conclusões, situação comum quando prevalece o discurso de autoridade e padrões discursivos do tipo *Ip-Ra-Av*. Pelos dados por nós obtidos, consideramos que o trabalho na sala de aula, quando alicerçado em interações nas quais predominam os padrões discursivos que encontramos, possibilita a continuidade da argumentação, a negociação de significados e incentiva o aluno a elaborar melhor suas ideias, favorecendo e estimulando a sua efetiva participação na construção do conhecimento.

É possível que o leitor, baseando-se no que foi exposto até agora e com resultados que apresentamos, conclua que o nosso trabalho corrobore as afirmações de Mortimer e Scott (2002), sobre o papel fundamental das intervenções de autoridade no ensino de ciências, uma vez que ao final do episódio, apesar do movimento que se deu através da ZDP, sua consolidação não tenha se efetivado. No entanto, é necessário considerar que ao longo da análise, foram realizadas inúmeras observações sobre a forma como conduzimos as interações em determinados momentos, sugerindo que mais do que o fato de termos abdicado daquilo que Mortimer e Scott (2002) consideram uma prerrogativa do professor, o discurso de autoridade, foram alguns de nossos posicionamentos e atitudes que contribuíram para dificultar a consolidação da ZDP. Por exemplo, deixamos de explorar ideias e concepções manifestas nas respostas dos alunos (sequências 2, 3 e 4) não obtendo assim valiosas informações sobre os esquemas de conhecimentos já existentes em sua estrutura cognitiva, que dessa forma não foram partilhadas. O compartilhamento das concepções implícitas nas respostas dos alunos poderia incitar novas ideias e com elas contradições e discussões que, segundo Lorencini Junior (2000), poderiam levá-los ao reconhecimento das próprias concepções. Além disso, diante de inconsistências cognitivas apresentadas pelos alunos, deixamos de oferecer-lhes andaimes que possibilitassem a satisfação de suas necessidades cognitivas (sequência 6) ou ainda na tentativa de fornecer “ajudas” para que os alunos atribuíssem à densidade o significado científico-escolar acabamos nos utilizando de analogias imprecisas (sequência 10).

Considerando que, nesse caso, o principal instrumento de ajuda fossem as perguntas, é preciso considerar que as dificuldades que encontramos possam ter origem no processo de formação. Professores cuja formação foi fundamentada na perspectiva acadêmica - na qual ensinar é transmitir conhecimento e aprender é acumular conhecimento - ou ainda na

perspectiva da racionalidade técnica - em que ensinar consiste na aplicação de técnicas e procedimentos estabelecidos previamente com objetivo de resolver problemas e obter resultados esperados, bem como o aprender está relacionado ao desenvolvimento de reações e atitudes (LORENCINI JUNIOR, 2000) - trazem consigo as ideias de que conhecer os conteúdos, ter o domínio das técnicas didáticas que possibilitem a sua transmissão de forma ordenada, lógica e homogênea e, portanto eficaz, saber reconhecer problemas e selecionar os procedimentos necessários para resolvê-los e ainda definir resultados a serem atingidos, são competências fundamentais para a realização de seu trabalho.

Ocorre então que formados sob qualquer uma dessas perspectivas, os professores se constituem “respondedores” de perguntas e não “perguntadores”.

Dessa forma advinda de uma formação alicerçada na perspectiva acadêmica podemos considerar que faltou-nos *habilidade* de fazer perguntas, no sentido dado por Lorencini Júnior (2000, p.37) ao termo – “capacidades que podem expressar-se em qualquer situação de ensino-aprendizagem, e que tenham sido desenvolvidas através da prática”.

Em outra situação (registrada na sequência 9), consideramos que acrescentar às discussões o atributo material, considerado pela aluna A<sub>2</sub>, dificultaria ainda mais a consolidação da ZDP, sem nos darmos conta naquele momento de que poderíamos ter utilizado a atividade realizada com a massinha de modelar como andaime para que a aluna avançasse através da ZDP, o que só aconteceu quando nos debruçamos sobre os registros que tínhamos de todo o episódio de ensino ao procedermos a análise das nossas ações.

Assim, diante do exposto, consideramos ser possível afirmar que este trabalho mostrou ainda que, embora importante, o processo de *reflexão-na-ação* (SCHÖN, 1997) nem sempre se revela eficaz e que a “reflexão *sobre a prática*” (SCHÖN, 1997) é fundamental quando se pretende realizar melhorias no trabalho em sala de aula, pois foi - como admite Schön (1997) - longe da pressão e da carga emocional a que estávamos submetidos na sala de aula, que pudemos analisar nossas ações e verificar erros e acertos. A reflexão sobre a prática possibilitou-nos identificar as ações, que de alguma forma interferiram em nossa prática de forma a dificultar a ampliação da ZDP pelos alunos. Tal reflexão nos permitiu ainda pressupor que algumas dessas ações decorreram das contingências, situações ocorridas que não foram planejadas, porque não foram previstas ou porque eram imprevisíveis. Por exemplo, ainda que tivéssemos uma série de questões previamente estabelecidas, não podíamos prever as respostas que os alunos dariam a elas, assim como não poderíamos prever alguns significados atribuídos à densidade, como a

impermeabilidade, ou ainda que a balança apresentasse apresentar problemas e não funcionasse.

Por tudo isso, reafirmamos nossa proposição anterior de que não seria a ausência de intervenções de autoridade, componentes fundamentais do ensino de Ciências, segundo Mortimer e Scott (2002), a causa principal para a dificuldade encontrada na consolidação da ZDP.

Em nossa análise pudemos ainda identificar a manifestação daquelas que consideramos então, pela perspectiva dos estudos de Doise, Mugny e Perret-Clermont (*apud* COLL, 1994), situações de *conflito sócio-cognitivo*, durante o desenvolvimento das interações. Feito isso, buscamos ainda verificar a relação existente entre as perguntas do professor e o surgimento desses conflitos, assim como o papel desempenhado por eles na elaboração do conhecimento.

Durante a realização da nossa análise, entendemos terem ocorrido situações de *conflito sócio-cognitivo* em três circunstâncias: na sequência 4, na sequência 5 e na sequência 8. Nessas circunstâncias, o *conflito sócio-cognitivo* foi promovido tanto por nós como pelos alunos. Entendemos assim que nossos dados confirmam que essas situações podem ser geradas no processo de interação e ainda, que elas podem ter nas perguntas seu principal instrumento. Instrumento esse que pode ser utilizado tanto pelo professor quanto pelo aluno. No entanto, é preciso admitir que também com relação aos conflitos sócio-cognitivos, alguns de nossos posicionamentos também foram falhos, e podem ter contribuído para que o leitor desconsiderasse a sua importância na elaboração do conhecimento. Faltou-nos habilidade para explorá-los, de forma que fossem realmente eficazes. Habilidade aqui novamente com o sentido impresso por Lorencini Júnior (2000, p. 37) ao termo, ou seja, “capacidades que podem expressar-se em qualquer situação de ensino-aprendizagem, e que tenham sido desenvolvidas através da prática.”

Num trabalho que procurou analisar as interações discursivas construídas pelas perguntas do professor e respostas dos alunos na elaboração do conhecimento, as ideias de Vygotsky, o conceito de ZDP e sua relação com o processo de elaboração do conhecimento, não poderiam ser ignorados. Isso porque para Vygotsky (1998), a ZDP determina a distância entre aquilo que a criança pode fazer sozinha – seu desenvolvimento real – e aquilo que ela poderá fazer se receber ajuda – seu desenvolvimento potencial. Ainda segundo o autor, é o aprendizado que cria a ZDP, mas não todo e qualquer aprendizado, mas fundamentalmente o aprendizado resultante da interação social.

A perspectiva vygotskyana levou-nos a supor que a utilização das interações discursivas, dado o seu caráter extremamente colaborativo, favoreceria a ocorrência de ZDP e que as perguntas constituintes dessas interações seriam ferramentas essenciais para sua ampliação uma vez que poderiam constituir-se andaimes sobre os quais os alunos poderiam apoiar-se para passar de um nível de desenvolvimento a outro. Andaimes esses que, que neste trabalho, desenvolvido num contexto onde prevaleceram as interações discursivas, puderam ser promovidos de forma compartilhada. Tais andaimes foram promovidos de forma compartilhada, então, em razão de terem se originado a partir do encadeamento de ideias ou como defende Pontecorvo (2005, p. 71), do “pensar em conjunto” e da “co-construção do raciocínio.” A prerrogativa da promoção de andaimes não seria, portanto apenas do professor. Este, no entanto, pode constituir-se porta-voz do andaime, papel que pode também ser desempenhado pelo aluno.

A partir da análise dos nossos dados, porém, identificamos a ocorrência de ZDP a partir da perspectiva defendida por Wells (2003), a ZDP coletiva. Tal ZDP que segundo o autor é criada na coletividade da sala, a partir do momento em que o professor proporciona diferentes momentos de interação entre os alunos, com ou sem a sua participação, e entre ele e toda a sala. Assim, no nosso caso, a ZDP coletiva estabeleceu-se no momento inicial da aula, quando propusemos aos alunos que apontassem entre vários objetos que estavam à disposição deles quais iriam flutuar, dando assim início a uma atividade de interação entre eles. Confirmando assim a proposição de Vygotsky (1998) que o aprendizado resultante das interações sociais, nas quais o aluno interage e coopera com outros colegas ou com o professor, promove processos internos de desenvolvimento que uma vez internalizados tornam-se elementos para o desenvolvimento proximal do aluno.

Antes que o leitor possa atribuir a dificuldade de consolidação da ZDP, verificada ao final da nossa análise, à ineficácia das perguntas - ferramenta que nos propusemos a utilizar para esse fim - queremos lembrar que a eficiência das perguntas está relacionada à *habilidade* que se tenha em fazê-las. Partindo desse pressuposto consideramos que a aparente ineficácia das perguntas na consolidação da ZDP deva-se às dificuldades encontradas em utilizar essa ferramenta. Dificuldades essas que pressupomos estejam relacionadas à ausência de “diálogo” constante com as situações educativas, de modo a implementar reflexões - na - ação para tomada de decisões em relação, por exemplo, a quais perguntas propor, qual seria a melhor forma de explorar a resposta do aluno ou ainda, quando seria conveniente colocar um contraexemplo e promover um *conflito sócio-cognitivo*.

Aqui, porém, é preciso lembrar que a sala de aula, constitui-se, devido à diversidade e pluralidade dos elementos que a compõem, um contexto complexo e incerto (CONTRERAS, 1997), no qual se convive com o imprevisível, que nos deixa sujeitos às contingências, como já admitimos anteriormente.

A possibilidade de que a ZDP não se consolide, embora ocorra o progresso do aluno através dela, também foi verificada na análise que procedemos do episódio de ensino, na qual está explícita a insistência dos alunos em afirmarem que o “mais pesado fosse o mais denso”. A não consolidação da ZDP poderia, no entendimento que alcançamos a partir da fundamentação teórica adotada e da análise dos dados realizada, estar relacionada a vários aspectos. Tais aspectos enumeramos a seguir, sem, no entanto, pretender com isso apontar o grau de interferência de tais aspectos no impedimento da consolidação da ZDP:

- a) a socialização tardia dos conhecimentos científicos, que segundo Bizzo (2000), tem como consequência uma compreensão também tardia, que segundo o autor pode se dar até mesmo no início da graduação;
- b) a dificuldade manifesta pelos alunos em relacionar os significados conferidos aos atributos dos objetos/substâncias, com a possibilidade dos mesmos flutuarem ou não, ou seja, a não resolução das “inconsistências cognitivas” demonstradas por eles;
- c) julgamos que a dificuldade mencionada possa estar relacionada ao fato de que as ajudas/andaimes disponibilizados não tenham sido realmente eficazes; ainda que não tenham sido utilizadas uma única forma de ajuda para dar assistência na ZDP;
- d) a noção de perfil conceitual, proposta por Mortimer (2000), segundo a qual as ideias alternativas evoluem sem serem substituídas pelas ideias científicas, podendo ambas conviver na estrutura cognitiva do aluno e assim poderiam ainda ser utilizadas por eles em contexto diferentes;
- e) a convivência de conceitos cotidianos e científicos na estrutura cognitiva do aluno até que se processe a elaboração de um novo conceito a partir da síntese de ambos, como defende Martins (2005).

A impossibilidade da consolidação da ZDP nos incitou ao seguinte questionamento: Quais são os limites da influência da zona de desenvolvimento proximal no processo de elaboração do conhecimento? Com nossos dados consideramos ser possível

perceber que tal influência seja limitada pelas inúmeras variáveis que podem interferir na sua consolidação.

Tudge (1996), por exemplo, como já citamos anteriormente considera a possibilidade de que nem sempre a ZDP conduza ao desenvolvimento do pensamento da criança, dependendo da natureza das interações sociais vivenciadas por ela. Para o autor em diferentes circunstâncias e dependendo da natureza das interações nas quais o aluno é engajado, ele pode tanto ser levado ao avanço como a regressão do seu pensamento. Assim, consideramos que o resultado obtido em nosso estudo aponta para o efeito positivo produzido pela utilização das interações discursivas no processo de elaboração do conhecimento, pois embora não tenha ocorrido a consolidação da ZDP, houve uma movimentação cognitiva do aluno através dela. Admitimos que esse movimento foi facilitado pelas interações desencadeadas no decorrer da aula e o consideramos extremamente importante, pois como afirmamos anteriormente, o processo mental dele resultante pode ter produzido um acúmulo de experiências que poderá possibilitar, ainda que em outro contexto, a elaboração do conceito densidade.

Além disso, durante o confronto entre os conhecimentos prévios e o conhecimento científico promovido por meio das interações, os alunos experimentaram olhar o conceito científico por diferentes perspectivas, o que resultou num exercício cognitivo extremamente importante para a educação científica, que não seria proporcionado numa situação de ensino na qual prevalecesse o discurso de autoridade.

Cumpre-nos finalmente dizer que estas considerações não devem ser compreendidas como generalizações, mas como aspectos específicos da nossa pesquisa. Se, por um lado, o presente estudo procurou focar uma grande variedade de aspectos que, integrados, podem contribuir para compreender e desvendar a complexidade da temática que nos dispusemos a investigar - interações discursivas e elaboração do conhecimento nas aulas de Ciências - por outro revelou uma investigação sujeita a inúmeras variáveis, que contribuíram para aumentar ainda mais a sua complexidade. Portanto, se já não tínhamos a pretensão de esgotar o tema, esse se revelou durante a nossa análise passível de novas pesquisas que poderão preencher prováveis lacunas deixadas pela nossa investigação.

## REFERÊNCIAS

- AGUIAR JUNIOR, Orlando G.; MORTIMER, Eduardo Fleury. Tomada de consciência de conflitos: análise da atividade discursiva e uma aula de ciências. **Revista Investigação em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 10, n. 2, p. 179-207, 2005. Disponível em <[http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo\\_ID128/v10\\_n2\\_a2005.pdf](http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID128/v10_n2_a2005.pdf)>. Acesso em: 10 mar. 2010.
- ANDREOLLA, Neusa. **Interações discursivas e elaboração do conhecimento**. Passo Fundo: Ed. Universidade de Passo Fundo, 2005.
- AUSUBEL, David Paul; NOVAK, Joseph Donald; HANESIAN, Helen. **Psicologia educacional**. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.
- AUSUBEL, David Paul; SULLIVAN, Edmund V. **Theory and problems of child development**. 2<sup>th</sup> ed. New York: Grune & Stratton, 1970.
- BAKTHIN, Mikhail M. **Speech genres and other late essays**. Translated by Vern McGee. Austin: University of Texas Press, 1986.
- \_\_\_\_\_. **Marxismo e filosofia da linguagem**. 14. ed. São Paulo: Hucitec, 2010.
- \_\_\_\_\_. **Speech genres and other late essays**. Austin: University of Texas Press, 1986. Disponível em: <<http://www.mediafire.com/?idm2d2mdznw>>. Acesso em: 26 abr. 2011
- BAQUERO, Ricardo. **Vygotsky e a aprendizagem escolar**. Porto Alegre: ArtMed, 1998.
- BECKER, Fernando. O que é construtivismo? **Revista de Educação AEC**, Brasília, v. 21, n. 83, p. 7-15, abr./jun. 1992.
- BIZZO, Nélío. **Ciências: fácil ou difícil?** 2. ed. São Paulo: Ática, 2000.
- BOCK, Ana Mercês Bahia; FURTADO, Odair; TEIXEIRA, Maria de Lourdes Trassi. **Psicologias: uma introdução ao estudo de psicologia**. 13. ed. São Paulo: Saraiva, 2002.
- BOGDAN, Robert C.; BIKLEN, Sari Knopp. **Investigação qualitativa em educação**. Tradução de Maria J. Alvez, Sara B. dos Santos e Telmo M. Baptista. Porto: Porto, 1994.
- BOULTER, Carolyn J.; GILBERT, John K. Argument and science education. In: COSTELLO, Patrick J. M.; MITCHELL, Sally. (Ed.). **Competing and consensual voices: the theory and practice of argument**. Clevedon: Multilingual Matters LTD, 1995. cap. 6, p. 84-98.
- BRANDSFORD, John D.; BROWN, Ann L.; COCKING, Rodney R. (Org.). **Como as pessoas aprendem: cérebro, mente, experiência e escola**. Tradução de Carlos David Szlak. São Paulo: Senac, 2007. Tradução de: How people learn: brain, mind, experience and school.
- BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: introdução aos parâmetros curriculares nacionais**. Brasília: MEC/SEE, 1997. Disponível em: <<http://www.miniweb.com.br/educadores/artigos/PCNs/livro01.pdf>>. Acesso em: 23 set. 2010.

BRUNER, Jerome Seymour. **O processo da educação**. Tradução de Lólio Lourenço de Oliveira. 7. ed. São Paulo: Nacional, 1978a.

\_\_\_\_\_. **Realidade mental, mundos possíveis**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.

\_\_\_\_\_. The role of dialogue in language acquisition In: SINCLAIR, R.; JARVELLE, J.; LEVELT, W. J. M. (Ed.). **The child's concept of language**. New York: Springer-Verlag, 1978b. p. 241-256.

CAMÕES, Maria Filomena. A importância da densidade: mais do que meras curiosidades. **Boletim da Sociedade Portuguesa de Química**, Lisboa, n. 105, 2007. Disponível em: <[http://www.spq.pt/boletim/docs/boletimSPQ\\_105\\_038\\_24.pdf](http://www.spq.pt/boletim/docs/boletimSPQ_105_038_24.pdf)>. Acesso em: 17 jun. 2010.

CANDELLA, Antonia. Corrientes teóricas sobre o discurso em la aula. **Revista Mexicana de Investigación Educativa**, México, v. 6, n. 12, p. 317-333, mayo/agosto 2001. Disponível em: <<http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/html/140/14001208/14001208.html>>. Acesso em: 20 set. 2010.

\_\_\_\_\_. Prácticas discursivas em el aula y calidad educativa. **Revista Mexicana de Investigación Educativa**, México, v. 4, n. 8, p. 273-298, jul./dic. 1999. Disponível em: <<http://redalyc.uaemex.mx/pdf/140/14000804.pdf>>. Acesso em: 20 set. 2010.

CAPECCHI, Maria Candida Varone de Moraes; CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. Argumentação em uma aula de conhecimento físico com crianças na faixa de oito a dez anos. **Revista Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 5, n. 3, p. 171-189, 2000. Disponível em: <[http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo\\_ID63/v5\\_n3\\_a2000.pdf](http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID63/v5_n3_a2000.pdf)>. Acesso em: 20 nov. 2010.

CARRETERO, Mário. **Construtivismo e educação**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.

Carvalho, Anna Maria Pessoa. **A formação do professor e a prática de ensino**. São Paulo: Pioneira, 1988.

Carvalho, Anna Maria Pessoa; GIL-PÉREZ, D. **A formação de professores de ciências: tendências e inovações**. 6. ed. São Paulo: Cortez, 2001.

CARVALHO, Júlio César. **Densidade**: relação entre massa e volume. Disponível em: <<http://educacao.uol.com.br/quimica/mais-denso-menos-denso.jhtm>>. Acesso em: 17 jun. 2010.

CHEVALLARD, Yves. **La transposition didactique**: du savoir savant au savoir enseigné. Grenoble: La Pensée Sauvage, 1991.

COLL, César. **Aprendizagem escolar e construção do conhecimento**. Tradução de Emília de Oliveira Dhiel. Porto Alegre: Artemed, 1994.

\_\_\_\_\_. Um marco de referência psicológico para a educação escolar: a concepção construtivista da aprendizagem e do ensino. In: COLL, César; PALACIOS, Jesús; MARCHESI, Álvaro. **Desenvolvimento psicológico e educação**: psicologia da educação. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 1996. v. 2, p. 389-406.

COLL, César; ONRUBIA, Javier. A construção de significados compartilhados em sala de aula: atividade conjunta. In: COLL, César; EDWARDS, Derek (Org.). **Ensino, aprendizagem e discurso em sala de aula**: aproximações ao estudo do discurso educacional. Tradução de Beatriz Affonso Neves. Porto Alegre: ArtMed, 1998. p. 75-105.

COMPIANI, Maurício. **As geociências no ensino fundamental**: um estudo de caso sobre o tema: “a formação do universo”. 1996. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas. Disponível em: <<http://cutter.unicamp.br/document/?code=vtls000102740&fd=y>>. Acesso em: 10 nov. 2010.

CONTRERAS, José Domingo. De estudante a professor: socialización y aprendizaje en las prácticas de enseñanza. **Revista de Educación**, Madrid, n. 282, p. 203-231, jan./abr. 1987.

DAVID, Anna Maria Fernandes. **As concepções de ensino-aprendizagem do projeto político-pedagógico de uma escola de educação bilíngue**. São Paulo. 2007. Dissertação (Mestrado em Linguística e Estudos da Linguagem) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2007.

DÍAZ, Rafael M.; NEAL, Cynthia J.; AMAYA-WILLIAMS, Marina. As origens sociais da auto-regulação. In: MOLL, Luis C. **Vygotsky e a educação**: implicações pedagógicas da psicologia sócio-histórica. Tradução de Fani A. Tesseler. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996. p. 123-149.

DINIZ-PEREIRA, Júlio Emílio. A pesquisa dos educadores como estratégia para a construção de modelos críticos de formação docente. In: DINIZ-PEREIRA, Júlio Emílio; ZEICHNER, Kenneth (Org.). **A pesquisa na formação e no trabalho docente**. Belo Horizonte: Autêntica, 2008.

DINIZ-PEREIRA, Júlio Emílio; ZEICHNER, Kenneth (Org.). **A pesquisa na formação e no trabalho docente**. Belo Horizonte: Autêntica, 2008.

DRIVER, Rosalind; GUESNE, Edith; TIBERGHIE, Andrée. Children's ideas and the learning of science. In: \_\_\_\_\_. **Children's ideas in science**. Milton Keynes: Open University Press, 1985. p. 1-9. Disponível em: <[http://www.amazon.com/gp/reader/0335150403/ref=si\\_aps\\_sup?p=random&ie=UTF8&qid=1300898570](http://www.amazon.com/gp/reader/0335150403/ref=si_aps_sup?p=random&ie=UTF8&qid=1300898570)>. Acesso em: 23 fev. 2011.

DRIVER, Rosalind; NEWTON, Paul; OSBORNE, Jonathan. Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. **Science Education**, United Kingdom, v. 84, n.3, p. 287-312, may, 2000.

DUIT, R.; TREAGUST, D. F. Conceptual Change a powerful framework for improving science teaching and learning. **Int. J. Sci. Educ.**, London, v. 25, n. 6, p. 671-688, 2003. Disponível em: <[www.cognition.ens.fr/traces/ressources/.../conceptual\\_change.pdf](http://www.cognition.ens.fr/traces/ressources/.../conceptual_change.pdf)>. Acesso em: 6 jul. 2009.

EDWARDS, Derek. Em direção a uma psicologia da educação na sala de aula. In: COLL, César; EDWARDS, Derek (Org.). **Ensino, aprendizagem e discurso em sala de aula**: aproximações ao estudo do discurso educacional. Tradução de Beatriz Affonso Neves. Porto Alegre: ArtMed, 1998. p. 75-105.

EDWARDS, Derek; MERCER, Neil. **Common knowledge; the development of understanding in the classroom.** London: Methuen, 1989.

ERREIRA, Rosângela dos Santos. **As interações discursivas nas aulas de ciências das séries iniciais e a elaboração do conhecimento biológico.** 2006. 193 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina.

FOLEY, Joseph. Scaffolding. **ELT Journal**, Cambridge, v. 48, n.1, p. 101-102, 1994. Disponível em: <<http://eltj.oxfordjournals.org/content/48/1/101.full.pdf+html>>. Acesso em: 11 nov. 2010.

FRADE, Jorge R.; PAIVA, Ana Teresa. Diferenciação de materiais baseada na medição de densidade: parte II: aplicação a sólidos. **Química 12º ano.** Unidade 3: plásticos, vidros e novos materiais. 2006. Disponível em: <[www.ua.pt/cv/ReadObject.aspx?obj=1265](http://www.ua.pt/cv/ReadObject.aspx?obj=1265)>. Acesso em: 20 jun. 2010.

FURIÓ MÁ, Carlos José; GIL-PÉREZ, Daniel. La didáctica de las ciencias en la formación inicial del profesorado: una orientación y un programa teóricamente fundamentados. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v. 7, n. 3, p. 257-265, 1989. Disponível em: <<http://www.raco.cat/index.php/ensenanza/article/viewFile/51272/93017>>. Acesso em: 19 fev. 2011.

GALILI, Igal; BAR, Varda. Motion implies force: where to expect vestiges of the misconceptions? **International Journal of Science Education**, London, v. 14, n. 1, p.63-81, 1992.

GALLIMORE, Ronald; THARP, Roland. O pensamento educativo na sociedade: ensino, escolarização e discurso escrito. In: MOLL, Luis C. **Vygotsky e a educação: implicações pedagógicas da psicologia sócio-histórica.** Tradução de Fani A. Tesseler. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996. p. 171-199.

GARNIER, Catherine; BEDNARZ, Nadine; ULANOVSKAYA, Irina (Org.). **Após Vygotsky e Piaget: perspectiva social e construtivista: escolas russa e ocidental.** Tradução de Eunice Gruman. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

GIL-PÉREZ, Daniel; CARRASCOSA, Jaime. What to do about science misconception? **Science Education**, Salem, v. 74, n. 5, p. 531-540, 1990.

GIORDAN, André; DE VECCHI, Gérard. **Aprender!** Tradução de Teresa Katzenstein. Porto Alegre: Instituto Piaget, 1998. (Coleção Horizontes Pedagógicos).

\_\_\_\_\_. **As origens do saber: as concepções dos aprendentes aos conceitos científicos.** 2. ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

GREENFIELD, Patricia. M. A theory of the teacher in the learning activities of the everyday life. In: ROGOF, B.; LAVE, J. (Org.). **Everyday cognition: its development in social context.** Cambridge, MA: Harvard University Press, 1984. p. 117-138.

HEDEGARD, Mariane. A zona de desenvolvimento proximal como base para instrução. In: MOLL, Luís Carlos. **Vygotsky e a educação: implicações pedagógicas da psicologia sócio-histórica.** Tradução de Fani A. Tesseler. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996. p. 341-362.

IMBERNÓN, Francisco. **Formação docente e profissional: formar-se para a mudança e a incerteza**. 6. ed. São Paulo: Cortez, 2006.

KRASILCHIK, Myriam. **O professor e o currículo das ciências**. São Paulo: E.P.U./EDUSP, 1987.

KRESS, Gunther et al. **Multimodal teaching and learning: the rhetorics of the science classroom**. London: Continuum International Publishing Group, 2001.

LEMKE, Jay. **Talking science: language, learning and values**. Norwood: Ablex Publishing Corporation, 1990. Disponível em: <<http://www.eric.ed.gov/PDFS/ED362379.pdf>>. Acesso em: 14 abr. 2011.

LÔBO, Soraia Freaza. O ensino de química e a formação do educador químico, sob o olhar bachelardiano. **Ciência e Educação**, Bauru, v. 14, n. 1, p. 89-100, 2008. Disponível em: <[www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1516-73132008000100006&lng=pt&nrm=isso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-73132008000100006&lng=pt&nrm=isso)>. Acesso em: 23 jul. 2010.

LOPES, Alice Ribeiro Casimiro. Livros didáticos: obstáculos ao aprendizado da ciência química. **Química Nova**, São Paulo, v. 15, n. 3, p. 254-261, 1992. Disponível em <[http://quimicanova.s bq.org.br/qn/qnol/1992/vol15n3/v15\\_n3\\_%20\(16\).pdf](http://quimicanova.s bq.org.br/qn/qnol/1992/vol15n3/v15_n3_%20(16).pdf)>. Acesso em: 10 out. 2010.

LORENCINI JUNIOR, Álvaro. As demandas formativas do professor de ciências. In: CAINELLI, Marlene Rosa; SILVA, Ileizi Fiorelli (Org.). **O estágio na licenciatura: a formação de professores e a experiência interdisciplinar na Universidade Estadual de Londrina**. Londrina: UEL, 2009. p. 21-42.

\_\_\_\_\_. O ensino de ciências e a formulação de perguntas e respostas em sala de aula. In: COLETÂNEA ESCOLA DE VERÃO PARA PROFESSORES DE PRÁTICA DE ENSINO DE FÍSICA, QUÍMICA E BIOLOGIA, 1994, Serra Negra, São Paulo. **Coletânea...** São Paulo: FEUSP, 1995. p. 105-114.

\_\_\_\_\_. **O professor e as perguntas na construção do discurso reflexivo em sala de aula**. São Paulo, 2000. Dissertação (Doutorado em Educação) – Universidade de São Paula, São Paulo, 2000.

MALDANER, Otavio Aloisio. **A formação inicial e continuada de professores de química: professores/pesquisadores**. 2. ed. Ijuí: Ed.Unijuí, 2003.

MARTIN, Laura M. W. Detectando e definindo problemas científicos: um estudo de lições mediadas por vídeo. In: MOLL, Luís Carlos. **Vygotsky e a educação: implicações pedagógicas da psicologia sócio-histórica**. Tradução de Fani A. Tesseler. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996. p. 363-392.

MARTINS, Isabel; OGBORN, Jon; KRESS, Gunter. Explicando a explicação. **Revista Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Minas Gerais, v. 1, n. 1 set. 1999. Disponível em: <<http://www.portal.fae.ufmg.br/seer/index.php/ensaio/article/viewFile/8/28>>. Acesso em: 10 mar. 2010.

MARTINS, João Batista. **Vygotsky e a educação**. Belo Horizonte: Autêntica, 2005.

MAURI, Teresa. O que faz com que o aluno e aluna aprendam? In: COLL, C. et al. **O construtivismo na sala de aula**. São Paulo: Ática, 1996. p. 79-122.

MEIRA, Luciano; SPINILLO, Alina G. **Relações entre aprendizagem e desenvolvimento: contrastes teóricos e prática educacional**. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIA E EDUCAÇÃO, 6., 2008, Pernambuco. Disponível em: <[api.ning.com/files/.../VI\\_Congresso\\_2008DETECNOLOGIANAEDUCAO.pdf](http://api.ning.com/files/.../VI_Congresso_2008DETECNOLOGIANAEDUCAO.pdf)>. Acesso em: 10 nov. 2010.

MERCER, Neil. As perspectivas socioculturais e o estudo do discurso em sala de aula. In: COLL, César; EDWARDS, Derek (Org.). **Ensino, aprendizagem e discurso em sala de aula: aproximações ao estudo do discurso educacional**. Tradução de Beatriz Affonso Neves. Porto Alegre: ArtMed, 1998. p. 13-28.

MIRAS, Mariana. Um ponto de partida para a aprendizagem de novos conteúdos: os conhecimentos prévios. In: COLL, C. et al. **O construtivismo na sala de aula**. São Paulo: Ática, 1996. p. 57-77.

MOLL, Luís Carlos. **Vygotsky e a educação: implicações pedagógicas da psicologia sócio-histórica**. Tradução de Fani A. Tesseler. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

MONTEIRO, Marco Aurélio Alvarenga; TEIXEIRA, Odete Pacubi Baierl. Uma análise das interações dialógicas em aulas de ciências. **Revista Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 9, n. 3, p. 243-263, 2004. Disponível em: <[http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo\\_ID117/v9\\_n3\\_a2004.pdf](http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID117/v9_n3_a2004.pdf)>. Acesso em: 10 nov. 2010.

MOREIRA, Marco Antonio. **A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula**. Brasília: Ed. Universidade de Brasília, 2006.

MORTIMER, Eduardo Fleury. **Linguagem e formação de conceitos no ensino de ciências**. Belo Horizonte: UFMG, 2000.

MORTIMER, Eduardo Fleury; MACHADO, Andrea Horta. Múltiplos olhares sobre um episódio de ensino: “por que o gelo flutua na água?” In: ENCONTRO SOBRE TEORIA E PESQUISA EM ENSINO DE CIÊNCIAS, 1997, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: UFMG, 1997. p. 167-184.

MORTIMER, Eduardo Fleury; SCOTT, Phill. Atividade discursiva nas salas de aula de ciências: uma ferramenta sociocultural para analisar e planejar o ensino. **Revista Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 7, n. 3, p. 283-306, 2002. Disponível em: <[http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo\\_ID94/v7\\_n3\\_a2002.pdf](http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID94/v7_n3_a2002.pdf)>. Acesso em: 10 mar. 2010.

\_\_\_\_\_. **Meaning making in secondary science classrooms**. Maidenhead: Open University Press, 2003.

NUSSBAUM, Joseph. The particulate nature of matter in the gaseous phase. In: DRIVER, Rosalind; GUESNE, Edith; TIBERGHIE, Andrée. **Children's ideas in science**. Milton Keynes: Open University Press, 1985. p. 124-144. Disponível em: <[http://www.amazon.com/gp/reader/0335150403/ref=si\\_aps\\_sup?p=random&ie=UTF8&qid=1300898570](http://www.amazon.com/gp/reader/0335150403/ref=si_aps_sup?p=random&ie=UTF8&qid=1300898570)>. Acesso em: 23 fev. 2011.

OLIVEIRA, Marta Kohl de. Vygotsky: alguns equívocos na interpretação de seu pensamento. **Cadernos de Pesquisa**, São Paulo, n. 81, p. 67-74, maio 1992.

\_\_\_\_\_. **Vygotsky: aprendizado e desenvolvimento: um processo sócio-histórico**. 4. ed. São Paulo: Scipione, 1997.

OLIVEIRA, Renato José de. Análise Epistemológica da visão de ciências dos professores de química e física do município do Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**, Brasília, v. 72, n. 172, p. 335-355, set./dez. 1991. Disponível em: <<http://www.rbep.inep.gov.br/index.php/RBEP/article/viewFile/476/486>>. Acesso em: 25 mar. 2011.

ONRUBIA, Javier. Ensinar: criar zonas de desenvolvimento proximal e nelas intervir. In: COLL, C. et al. **O construtivismo na sala de aula**. São Paulo: Ática, 1996. p. 123-151.

PANOFSKY, Carolyn P.; JOHN-STEINER, Vera; BLACKWELL, Peggy J. O desenvolvimento do discurso e dos conceitos científicos. In: MOLL, Luís Carlos. **Vygotsky e a educação: implicações pedagógicas da psicologia sócio-histórica**. Tradução de Fani A. Tesseler. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996. p. 245-260.

PESAR. In: FERREIRA, Aurélio Buarque de Holanda. **Novo dicionário da língua portuguesa**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1986. p. 1319.

PONTECORVO, Clotilde. Discutir, argumentar e pensar na escola: o adulto como regulador da aprendizagem. In: PONTECORVO, Clotilde; AJELLO, Anna Maria; ZUCCHERMAGLIO Cristina. **Discutindo se aprende: interação social, conhecimento e escola**. Tradução de Cláudia Bressan e Susana Termignoni. Porto Alegre: Artmed, 2005. p. 65-88.

PORLÁN, Rafael; GARCÍA, Eduardo J.; CANÁL, Pedro. **Constructivismo y enseñanza de las ciencias**. Sevilha: Díada, 1995.

REZENDE, Marcos Antonio de; ESCOBEDO, João. Francisco; FERRAZ, Epaminondas Sansigolo de Barros. Retratibilidade volumétrica e densidade aparente da madeira em função da umidade. **IPEF**, Piracicaba, n. 39, p. 33-40, ago. 1988. Disponível em: <[www.ipef.br/publicacoes/scientia/nr39/cap04.pdf](http://www.ipef.br/publicacoes/scientia/nr39/cap04.pdf)>. Acesso em: 17 jun. 2010.

ROCCO, MariaThereza Fraga. Acesso ao mundo da escrita: caminhos paralelos de Lurie Ferreiro. **Cadernos de Pesquisa**, São Paulo, v. 75, p. 25-34, nov. 1990. Disponível em: <<http://www.fcc.org.br/pesquisa/publicacoes/cp/arquivos/803.pdf>>. Acesso em: 23 set. 2010.

ROSA, Sanny S. **Construtivismo e mudança**. 5. ed. São Paulo: Cortez, 1997.

SALVAGNINI, Wilson Miguel. Densidade de líquidos (na prática). **Revista de Graduação da Engenharia Química**, São Paulo, v. 2, n. 3, p. 15-20, jan./jun. 1999. Disponível em: <<http://www.hottopos.com.br/regeq3/densidad.htm>>. Acesso em: 10 jun. 2010.

SCHNETZLER, Roseli Pacheco. Contribuições, limitações e perspectivas da investigação no ensino de ciências. In: ENCONTRO NACIONAL DE DIDÁTICA E PRÁTICA DE ENSINO, 9., 1998, Águas de Lindóia. **Anais...** São Paulo: Vozes, 1998. p. 386-402.

SCHÖN, Donald A. Formar professores como profissionais reflexivos. In: NÓVOA, Antonio (Coord.). **Os professores e a sua formação**. 3. ed. Lisboa: Dom Quixote, 1997.

SCHULLER, Daniel; BIANCHI, Eduardo Carlos; AGUIAR, Paulo Roberto de. Influência de defeitos e diferentes processos de fabricação nas propriedades mecânicas finais de cerâmicas. **Cerâmica**, São Paulo, v. 54, n. 332, dez. 2008. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0366-69132008000400008&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0366-69132008000400008&script=sci_arttext)>. Acesso em: 17 jun. 2010.

SCHULTZ, Duane P.; SCHULTZ, Sydiney Ellen. **História da psicologia moderna**. 12. ed. São Paulo: Cultrix, 2005.

SOUZA, Solange Jobim; KRAMER, Sonia. O debate Piaget/Vygotsky e as políticas educacionais. **Cadernos de Pesquisa**, São Paulo, v. 77, p. 69-80, maio 1991.

TASKER, R. Children's views and classroom experiences. **The Australian Science Teachers Journal**, Austrália, v. 27, n. 3, p. 33-37, 1981.

TOBIN, Keneth; ESPINET, Mariona. Impediments to change: applications of coaching in high school science teaching. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 26, n. 2, p. 105-120, 1989.

TOULMIN, Stephen Edelston. **Os usos do argumento**. São Paulo: Martins Fontes, 2001.

TRAVAGLIA, L. C. **Gramática e interação**: uma proposta para o ensino de gramática no 1º e 2º graus. 8. ed. São Paulo: Cortez, 2002.

TUDGE, Jonathan. Vygotsky, a zona de desenvolvimento proximal e a colaboração entre pares: implicações para a prática em sala de aula. In: MOLL, Luis C. **Vygotsky e a educação**: implicações pedagógicas da psicologia sócio-histórica. Tradução de Fani A. Tessler. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996. p. 151-168.

VAN ZEE, Emily H.; MINSTRELL, James. Reflective discourse: developing shared understandings in a physics classroom. **International Journal of Science Education**, London, v. 19, n. 2, p. 209-228, 1997.

VIGOTSKY, Levi Semenovich. **A formação social da mente**: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores. 6. ed. Tradução de José Cipolla Neto, Luis Silveira Menna Barreto e Solange Castro Afeche. São Paulo: Martins Fontes, 1998. 191 p.

\_\_\_\_\_. Aprendizagem e desenvolvimento intelectual na idade escolar. In: VIGOTSKII, Levi Semenovich; LURIA, Alexander Romanovich R.; LEONTIEV, Alexei Nikolaevich. **Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem**. São Paulo: Ícone/Edusp, 1988. p. 103-117.

\_\_\_\_\_. **Obras escogidas**: IV: psicologia infantil. Madrid: Visor, 1996.

\_\_\_\_\_. **Pensamento e linguagem**. Tradução de Jefferson Luiz Camargo. 4. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2008.

\_\_\_\_\_. **Mind in Society**: the development of higher psychological processes. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1978.

\_\_\_\_\_. **A construção do pensamento e da linguagem.** São Paulo: Martins Fontes, 2009.

VILA, Ignasi. Del gesto a la palabra: una explicación funcional. In: PALACIOS, Jesús; MARCHESI, Álvaro; CARRETERO, Mario. **Psicología evolutiva 2: desarrollo cognitivo y social del niño.** Madrid: Alianza, 1984. p. 85-104.

WADSWORTH, Barry J. **Piaget para o professor da pré-escola e 1º grau.** São Paulo: Pioneira, 1984.

WELLS, Gordon. Da adivinhação à previsão: discurso progressivo no ensino e na aprendizagem de ciências. In: COLL, César; EDWARDS, Derek (Org.). **Ensino, aprendizagem e discurso em sala de aula: aproximações ao estudo do discurso educacional.** Tradução de Beatriz Affonso Neves. Porto Alegre: ArtMed, 1998. p. 107-142.

\_\_\_\_\_. **Dialogic inquiry: towards a sociocultural practice and theory of education.** Cambridge: Cambridge University Press, 2003.

WERTSCH, James V. A voz da racionalidade em uma abordagem sociocultural da mente. In: MOLL, Luis C. **Vygotsky e a educação: implicações pedagógicas da psicologia sócio-histórica.** Tradução de Fani A. Tesseler. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996. p. 107-121.

\_\_\_\_\_. **Vygotsky y la formación social de la mente.** Barcelona: Paidós, 1985.

WILHELM, Jeffrey; BAKER, Tanya; DUBE, Julie. Scaffolding learning. **Strategic Reading: Guiding Students to Lifelong Literacy.** 2001. Disponível em: <<http://www.myread.org/scaffolding.htm>>. Acesso em: 23 set. 2010.

ZABALA, Antoni. **A prática educativa: como ensinar.** Tradução de Ernani F. da F. Rosa. Porto Alegre: ArtMed, 1998.

ZEICHNER, Kennet M. Para além da divisão entre professor-pesquisador e pesquisador acadêmico. In: GERALDI, C. M. G. G.; FIORENTINI, D.; PEREIRA, El. M. de A. (Org.). **Cartografias do trabalho docente: professor(a) pesquisador(a).** Campinas: Mercado das Letras; Associação de Leitura do Brasil, 1998. p. 153-181.

## **APÊNDICES**



**Universidade  
Estadual de Londrina**

---

APÊNDICE A

Solicitação de Autorização para a Direção da Escola

**Centro de ciências exatas**

**Programa de Mestrado e Doutorado em Ensino de Ciências e Educação Matemática**

Londrina, 25 de fevereiro de 2009.

Venho solicitar a Vossa Senhoria, autorização para que Zoraya Lúcia da Silva Dalossi Picelli, professora de Ciências do Ensino Fundamental em sua instituição, aluna regularmente matriculada no Curso de Pós Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática, nível mestrado, da Universidade Estadual de Londrina – PR, possa executar seu projeto de pesquisa intitulado Investigações sobre as Interações Discursivas na Elaboração do Conhecimento de Densidade nas Aulas de Ciências. Este estudo pretende investigar como as interações discursivas auxiliam no processo de elaboração do conhecimento e deverá acontecer durante as aulas ministradas pela professora no Programa Viva Escola. Essas aulas serão gravadas em áudio para possibilitar o trabalho de análise das interações dos alunos durante o desenvolvimento das atividades. Certificamos que não haverá modificação no cronograma dos trabalhos em sala, que os pais dos alunos também serão consultados sobre a sua participação na pesquisa e que suas identidades serão preservadas.

Aproveito a ocasião para reiterar meus protestos de estima e consideração, colocando-me desde já à sua disposição para maiores esclarecimentos.

Prof. Dr. Álvaro Lorencini Júnior  
Tel. (43) 3371- 4417

Zoraya Lúcia da Silva Dalossi Picelli  
Professora-pesquisadora  
Tel. (43) 3538 -1862

**Ilmº Professor Márcio Briganti**  
DD. Diretor do Colégio Estadual Barbosa Ferraz – EFM  
Andirá-PR



**Universidade  
Estadual de Londrina**

---

APÊNDICE B

Solicitação de Autorização aos pais dos Alunos

**Centro de ciências exatas**

**Programa de Mestrado e Doutorado em Ensino de Ciências e Educação  
Matemática**

**AUTORIZAÇÃO**

Eu, ..... portador (a) do R.G. ....  
pai/responsável pelo (a) aluno (a) .....  
regularmente matriculado no Colégio Estadual Barbosa Ferraz, Andirá – PR, autorizo a  
professora Zoraya Lúcia da Silva Dalossi Picelli, a utilizar o conteúdo das gravações das aulas  
do Programa Viva Escola, para os fins que se fizerem necessários, desde que sua identidade  
seja preservada.

Andirá, ..... de ..... de 2009.

---

**Aluno (a)**

---

**Pai/responsável**