

A CONSTRUÇÃO DE UM AMBIENTE PROPÍCIO PARA A ARGUMENTAÇÃO NUMA AULA DE FÍSICA¹

Maria Candida Varone de Moraes Capecchi ^a [mcandida@usp.br]

Anna Maria Pessoa de Carvalho ^b [ampdcarv@usp.br]

^a Bolsista de doutorado da Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo

^b Professora Titular da Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo

A concepção de aprendizagem como uma espécie de aculturação permite considerar características importantes da cultura científica, tais como, sua construção e sua validação sociais e os termos específicos e gênero discursivo característico que compõem sua linguagem (Driver et al, 1994; Cobern e Aikenhead, 1998).

Porém, é importante que esta aculturação não seja considerada como uma mera aquisição das características de uma nova cultura em detrimento da cultura pré -existente, formada no cotidiano. Neste caso, estaria sendo incentivada uma alienação dos estudantes ao invés da ampliação de suas visões de mundo. Para evitar tal interpretação diferentes autores procuram evitar o emprego do termo *aculturação*, já que este costuma ser associado à perda da identidade cultural sofrida por povos dominados por outros, como o indígena, por exemplo.

Cobern e Aikenhead (1998) chamam de aculturação autônoma aquela em que o estudante transpõe as fronteiras entre sua cultura cotidiana e a cultura científica, aprendendo a utilizar-se das vantagens de cada uma em contextos específicos, passando a apreciar o potencial das explicações científicas e saber como utilizá-las dentro dos contextos adequados, sem anular toda sua experiência anterior. Já Driver et al. (1994) refere-se ao processo de aquisição pelo estudante de uma nova linguagem e das práticas da cultura científica como *enculturation*, que em português é traduzido por Mortimer (1998) como *enculturação*. Nesta mesma linha, neste trabalho também adotaremos o termo *enculturação*.

Outro aspecto que deve ser considerado quando se fala em aprendizagem como um processo de enculturação é a idéia de fragmentação do ensino. Alguns podem interpretar tal processo como a aquisição por parte dos alunos de diferentes comportamentos ou formas de falar simplesmente porque o professor de uma nova disciplina entrou na classe. Ao contrário, a concepção da aprendizagem como enculturação prevê o desenvolvimento de novas visões de mundo sem a perda do entrelaçamento entre as mesmas e as visões anteriores - no caso da aprendizagem de Ciências, a aquisição de uma nova linguagem e novas práticas, sem deixar de relacioná-las com as linguagens e práticas do cotidiano. Desta

¹ Apoio: FAPESP

forma, esta concepção não se restringe exclusivamente à aprendizagem de Ciências, podendo ser empregada para qualquer área de conhecimento.

Para que possam compreender o papel da linguagem científica, é necessário que os estudantes tenham a oportunidade de experimentar seu uso na elaboração de explicações em sala de aula. Através de atividades que envolvam a argumentação, além de tomarem consciência de suas próprias idéias, os alunos também podem ensaiar o uso de uma nova linguagem, que carrega consigo características da cultura científica. Segundo Bakhtin (1993), diferentes linguagens trazem embutidas dentro de si diferentes culturas e formas de relação interpessoal. Assim, a linguagem nas aulas de Ciências traz embutidas dentro si características da cultura científica que é abordada no contexto escolar. Enquanto estão discutindo diferentes formas de explicar um determinado fenômeno, os alunos estão também entrando em contato com importantes características da construção dos conhecimentos científicos: a construção coletiva de teorias e, também, o caráter provisório das mesmas. Assim, para que a enculturação ocorra, os estudantes precisam ter a oportunidade de expor suas idéias sobre os fenômenos da natureza, num ambiente encorajador, adquirindo segurança e envolvimento com as práticas científicas. É claro que a simples exposição dos alunos à realização de trabalhos em grupo não é condição suficiente para que compreendam os aspectos sociais e históricos da Ciência. É importante levar em conta os temas envolvidos em tais trabalhos, assim como a forma com que são conduzidos pelo professor.

Quando nos referimos ao termo argumentação nas aulas de Ciências, estamos interessados nas intervenções dos alunos durante discussões visando à construção de explicações coletivas para determinados fenômenos e não em meros jogos de competição oratória desprovida de conteúdo. Nossa interpretação para argumento é bastante semelhante à definição apresentada por Krummheuer (1995 apud Driver et al. 1999), em que este é considerado como o esclarecimento intencional de um raciocínio durante ou após sua elaboração.

Numa aula de Ciências, discussões sobre diferentes pontos de vista em relação a determinado tema são instrumentos importantes para a construção de explicações compartilhadas. Nos processos de mudança conceitual, por exemplo, Mortimer e Machado (1997), chamam a atenção para a importância das discussões na geração de conflitos cognitivos e também na superação dos mesmos. Em tais situações, além de tomar consciência de suas idéias sobre o tema em discussão, os estudantes precisam buscar razões para dar sustentação às mesmas, e neste momento os conflitos começam a aparecer. Para que possam superá-los, os estudantes precisam construir uma nova explicação para o fenômeno estudado, o que envolve a comparação entre suas opiniões e aquelas apresentadas por seus colegas. Assim, embora a condição inicial para a argumentação seja o conflito de idéias, esta só fará sentido em sala de aula se uma síntese ou explicação coletiva for almejada, ou seja, se caminhar para um consenso. Para tanto, é necessário ponderar sobre o poder explicativo de cada afirmação, o que contribui para a formação de um espírito crítico por parte destes estudantes (Siegel, 1995).

Segundo Duschl e Ellenbogen (1999), a argumentação geralmente é reconhecida sob três formas: analítica, dialética e retórica, sendo que as duas primeiras são baseadas na apresentação de evidências, enquanto a última sustenta-se na utilização de técnicas discursivas para a persuasão de uma platéia a partir dos conhecimentos apresentados pela mesma. No contexto da aula de Ciências, estamos interessados em acompanhar a argumentação baseada na apresentação de evidências, já que estas são tipicamente valiosas para a comunidade científica. É preciso observar que diferentes comunidades apresentam diferentes formas de argumentos e que, portanto, o contexto em que um argumento é empregado é fundamental para seu julgamento. Driver et al. (1999) apontam algumas formas de argumentos tipicamente importantes para a comunidade científica: o desenvolvimento de simplificações; a postulação de teorias explicativas causais, que gerem novas previsões, e a apresentação de evidências a partir de observações ou experimentações.

Outro aspecto importante sobre o papel da argumentação é mencionado por Kuhn (1993), que sugere que esta pode ser empregada como uma forma de aproximação entre os pensamentos científico e cotidiano. Visto que ao mesmo tempo em que envolve algumas habilidades inerentes ao primeiro - reconhecimento entre afirmações contraditórias, identificação de evidências e integração dos méritos de diferentes afirmações através da ponderação de tais evidências, por exemplo -, a argumentação também está presente no segundo.

Assim, neste trabalho nos propomos a investigar a argumentação numa aula de Física com o intuito de explicar como o processo de enculturação ocorre.

A QUESTÃO SOB INVESTIGAÇÃO

Como ocorre o processo de enculturação numa aula de Física?

Considerando o papel da argumentação na cultura científica, optamos por investigar os argumentos empregados pelos alunos numa aula de Física, admitindo a presença de argumentos mais completos como indício de que o processo de enculturação está acontecendo.

BUSCA DE INSTRUMENTOS PARA A ANÁLISE DOS DADOS

Embora tenhamos procurado não estabelecer categorias prévias para análise dos dados com o intuito de evitar um direcionamento exagerado do olhar sobre os mesmos, a busca de respostas para a questão de pesquisa foi inspirada por alguns instrumentos selecionados da literatura consultada.

Para identificar os argumentos dos alunos, buscando indícios de estabelecimento de um processo de enculturação na aula analisada nos inspiramos no padrão de argumento desenvolvido por Toulmin (1958), que já vem sendo utilizado por alguns pesquisadores da área (Driver e Newton, 1997; Driver et al, 1999; Jiménez Aleixandre, 2001).

O modelo de Toulmin

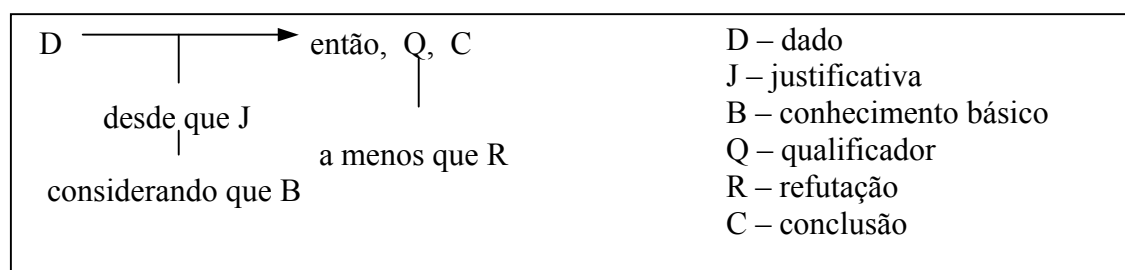


Figura 1 – Padrão de argumento de Toulmin

Os elementos fundamentais de um argumento segundo o padrão de Toulmin são o dado, a justificativa e a conclusão. É possível a apresentação de um argumento cuja estrutura básica é: “a partir de um dado D, já que J, então C”. Porém, para que um argumento seja completo pode-se especificarem que condições a justificativa apresentada é válida ou não. Assim, podem ser acrescentados ao argumento qualificadores modais (Q), ou seja, especificações necessárias para que uma dada justificativa seja válida. Da mesma forma, é possível especificar em que condições a justificativa não é válida ou suficiente para dar suporte à conclusão. Neste caso é apresentada uma refutação (R) da justificativa. Os qualificadores e as refutações dão limites de atuação de uma determinada justificativa, complementando a *ponte* entre dado e conclusão.

Além dos elementos citados, a justificativa, que a princípio apresenta um caráter hipotético, pode ser apoiada em uma alegação categórica baseada em alguma lei, por exemplo. Trata-se de uma alegação que dá suporte à justificativa, denominada por Toulmin como *backing* (B) ou conhecimento básico. O *backing* é uma garantia baseada em alguma autoridade, uma lei jurídica ou científica, por exemplo, que fundamenta a justificativa.

O modelo de Toulmin é uma ferramenta poderosa para a compreensão do papel da argumentação no pensamento científico. Além de mostrar o papel das evidências na elaboração de explicações causais, relacionando dados e conclusões através de justificativas de caráter hipotético, também realça as limitações de uma dada teoria, bem como sua sustentação em outras. O emprego de qualificadores ou refutações em discussões na sala de aula carrega características da cultura científica, como o emprego de modelos explicativos e a necessidade de ponderar diante de diferentes teorias a partir das evidências apresentadas em favor de cada uma delas.

Além dos argumentos dos alunos, procuramos identificar características das interações estabelecidas na aula analisada. Afinal a criação de um ambiente propício para a argumentação não parece ser algo muito simples, visto que isto costuma ser raro nas escolas. Para acompanhar o discurso da professora nos inspiramos na classificação que Mortimer e Machado (1997) empregam para o padrão discursivo IRF, muito comum em sala de aula.

Os padrões IRF elicitativo e avaliativo

Segundo Mortimer e Machado 1997, o uso de um padrão discursivo IRF nem sempre implica em transmissão de conhecimentos prontos por parte do professor – pode implicar também em geração de novos significados juntamente com os alunos. O objetivo do questionamento do professor pode ser identificado pelo tipo de *feedback* que este fornece. Se o retorno do professor é avaliativo, ou seja, este classifica a resposta do aluno como correta ou incorreta, seu objetivo é reforçar conhecimentos já transmitidos ou construídos com a classe. Neste caso, há uma exigência de fidelidade a certos significados – o uso livre de palavras não é permitido aos alunos. Mesmo quando a fala está com o aluno, é a voz do professor que prevalece – o aluno deve falar o que o professor quer ouvir, ou seja, o que o próprio professor já falou e da forma com que falou.

Por outro lado, o *feedback* do professor pode ser elicitativo, isto é, este procura colocar novas questões que permitam ao aluno expressar mais claramente suas idéias, porém sem exigir uma resposta final pré – determinada. Neste caso, ao professor não interessa apenas conduzir o aluno à resposta certa, mas sim identificar as idéias do mesmo procurando dar voz aos mesmos.

METODOLOGIA E CONTEXTO DA PESQUISA

Como já foi comentado, para responder nossa questão de pesquisa estamos interessados em observar a argumentação dos alunos e da professora em aulas de Física. Desta forma, o campo para a coleta de dados é a sala de aula e o objeto de estudo é uma aula de Física. Porém, não se trata de uma aula qualquer, é necessário que oportunidades sejam oferecidas para que os alunos possam argumentar.

Para a realização da coleta de dados, procuramos professores que se dispusessem a colaborar com a pesquisa, permitindo nossa presença em suas aulas, assim como o registro em vídeo das mesmas. Uma condição essencial que norteou esta busca por colaboradores foi que estes estivessem trabalhando dentro de propostas de ensino que valorizassem a participação dos alunos em discussões para a construção de conhecimentos. Esta medida visava evitar que os professores se sentissem inseguros em relação àquilo que se esperava deles ou constrangidos a seguir um roteiro de aulas imposto pelas condições da pesquisa.

A Professora e os Alunos

Na busca de professores colaboradores encontramos uma professora muito especial. Além de apresentar uma experiência de cerca de vinte e três anos de magistério, a professora da turma que acompanhamos participava havia dois anos de um grupo de pesquisa para a melhoria do ensino junto com outros colegas de profissão. O referido grupo era formado por cinco professores da rede pública de ensino, que sob orientação da Profa. Anna Maria Pessoa de Carvalho recebiam apoio financeiro da FAPESP. Reunindo-se uma vez por semana no Laboratório de Pesquisa e Ensino de Física da Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, este grupo de pesquisa já havia desenvolvido um programa de ensino de termodinâmica por investigação, que chegou a ser publicado na forma de um livro para professores². Desta forma, dentre os objetivos almejados pelo grupo estava o incentivo à participação dos alunos na construção de explicações em sala de aula. O que ia de encontro às nossas expectativas.

Após a apresentação de nossa proposta de registro e acompanhamento de uma seqüência de suas aulas, a professora sugeriu uma qual turma para a coleta de dados. A escolha foi feita com base no horário de aulas. Das quatro turmas de primeiro ano do Ensino Médio em que a professora estava implementando o programa de termodinâmica desenvolvido, a turma escolhida era a única que apresentava aulas duplas, um aspecto marcante para o desenvolvimento de discussões em sala de aula. As aulas ocorriam uma vez por semana, no período matutino.

A turma escolhida contava com quarenta e um alunos matriculados, sendo que a média de presença no período em que estivemos presentes era de cerca de trinta.

Demonstração Investigativa sobre Dilatação dos Gases

Nesta atividade a professora apresenta uma demonstração sobre dilatação do ar, utilizando um erlenmeyer, uma bexiga, uma pinça metálica e uma lamparina. A bexiga é colocada na boca do erlenmeyer e este arranjo é aquecido através da lamparina. Com o aquecimento a bexiga começa a encher, demonstrando a dilatação do ar contido no dispositivo.

A denominação desta demonstração como “investigativa” foi desenvolvida pelo grupo de professores – pesquisadores para diferenciá-la de uma demonstração convencional. A diferença aqui é que, ao invés de ser empregada apenas como ilustração de

² *Termodinâmica: um ensino por investigação*. Carvalho, A. M. P. (coordenadora), USP, Faculdade de Educação, São Paulo, 1999.

algo que já foi estudado anteriormente, a demonstração visa introduzir um novo tema através de um problema a ser resolvido pelos alunos. A exposição do fenômeno é apenas o início de um processo de busca de explicações para o mesmo.

ANÁLISE DOS DADOS

A análise das interações discursivas presentes durante a realização da demonstração revelou três diferentes fases neste episódio. A primeira fase (Hipóteses Iniciais) corresponde ao início da atividade, compreendendo desde a apresentação dos materiais e do fenômeno por parte da professora até o levantamento das primeiras hipóteses sobre o que será observado. A segunda fase (Primeiras Explicações) corresponde a um período em que os alunos começam a apresentar algumas explicações para o fenômeno. Na terceira fase (Identificando Explicações Distintas), os alunos aprimoram seus argumentos.

Fase 1 – Hipóteses Iniciais

Este episódio se inicia com uma transição entre o final de uma revisão sobre os temas *Convecção* e *Condução* estudados em aulas anteriores e o início de uma demonstração sobre um novo tema - *Dilatação*. Enquanto pega os materiais no armário para montar o arranjo que será utilizado na demonstração, a professora vai comentando com os alunos o que está fazendo.

1. P: Teoria Cinética Molecular... a idéia de que as partículas se movem ...que esse movimento tá relacionado com a temperatura ... elas se movem quando ganham energia ... isso tudo é Teoria Cinética Molecular ... eu vou mostra outro fenômeno... nós vamos tentar explicar outro fenômeno...
2. A1: legal...
3. P: material ...vamos usar também um vidrinho ... num vai ser béquer ... vamos pegar o maior ... como chama ((mostrando um erlenmeyer)) isso aqui? cês viram isso aqui em química?
4. A1: ai ...eu vi ...
5. P: ai ... eu vi ...
6. A3: chama potinho de vidro ...
7. P: cês fizeram trabalho de Química ...
8. A2: béquer ...

9. P: béquer é um que parece um copinho ...
10. A1: ai professora ... eu sei ...deixa ver ...
11. P: é Er-len-me-yer ...
12. A8: é o quê?
13. P: Erlenmeyer ...((comentários dos alunos)) ((a professora fala enquanto escreve na lousa))

A professora inicia a nova atividade montando o arranjo experimental e mostrando aos alunos os materiais que serão empregados. Nesta fase é apresentada uma questão (turno 3), que é seguida por uma sucessão de intervenções aluno/professor. Esta seqüência de intervenções lembra o padrão triádico IRF, em que cada resposta dos alunos para a questão inicial é seguida por um *feedback* avaliativo da professora. Uma questão com resposta única é seguida por uma seqüência de tentativas e pistas, numa espécie de *jogo de adivinhação*. Neste momento de transição, este *jogo* parece contribuir para a criação de um ambiente propício para o início da demonstração propriamente dita. Pode-se observar nesta seqüência que, ainda que num clima de bastante descontração, diferentes alunos participam fornecendo algum tipo de resposta.

14. P: nós vamos usar uma outra coisa ... nós vamos usar um Erlenmeyer ... uma bexiga comum ... ((a professora vai mostrando os materiais enquanto fala))
 15. A2: esse é os material?
 16. P: eu vou colocar ((pondo uma mesinha na frente da classe)) a bexiga na boca do Erlenmeyer ... ((bastante conversa na sala)) reparem que a bexiga ... a bexiga tá vazia na boca do Erlenmeyer... agora eu vou pegar uma lamparina ...
- ((dos turnos 17 a 22 há bastante agitação na sala e as intervenções da professora e dos alunos não estão relacionadas ao desenvolvimento da atividade))
23. P: eu vou pegar uma pinça ((caminha até o armário)) ... eu fui pegar uma pinça pra segura ...
 24. A11: isso aí é o quê fessora?
 25. P: é uma pinça mecânica...
 26. A11: não... tô falando do frasco...
 27. A12: é o Erlenmeyer...
 28. P: é o Erlenmeyer ... ((começa a aquecer o conjunto bexiga- erlenmeyer)) daí a gente aquece ...

29. A3: ô professora...com o aquecimento ele vai inchar?
30. P: então ó ... tá esperando que encha...
31. A12: o balão vai encher...
32. A13: vai nada...
33. A14: ó lá...tá enchendo...já...
34. A5: oh:::...
35. A14: tá enchendo...tá enchendo...

Nesta seqüência a professora continua montando o arranjo experimental enquanto vai conversando com os alunos. Em meio a bastante agitação e conversa, as intervenções da professora representam uma tentativa de manutenção de um elo de ligação com os alunos. Isto fica evidente no turno 23 quando, além de apresentar os materiais que serão utilizados na demonstração, a professora faz comentários sobre suas próprias ações.

Assim que começa a demonstração propriamente dita, um aluno levanta uma questão prevendo o que vai acontecer (turno 29). Embora no turno 16 a professora já tenha sinalizado que algo aconteceria com a bexiga, a fala espontânea de A3 é um indicador da existência de um espaço acolhedor para a participação. Da mesma forma, a reação da professora, transformando tal pergunta em uma afirmação hipotética dirigida a toda classe, estimula o posicionamento de outros alunos a respeito (turnos 31,32 e 33). Assim como na seqüência anterior, há uma ampla participação da turma, ainda que em meio a uma grande agitação. Neste início de demonstração observamos argumentos simplificados, contando apenas com afirmações hipotéticas sem justificativa.

Outro aspecto a ser notado nesta seqüência é o rompimento do padrão triádico. Agora, alunos e professora fazem questões e comentários sem a necessidade deste padrão.

Fase 2 – Primeiras Explicações

Agora que a primeira hipótese já está confirmada, os alunos começam a elaborar explicações para o fenômeno observado.

36. P: bom...então o material tá lá ((na lousa))... pro _____
37. A5: _____ o que acontece é que o ar quente sobe
38. P: ah... perai... ó... a A5 tá tentando explicar as coisas... aí eu ia fala...o procedimento é colocar a bexiga no Erlenmeyer e aquecer o Erlenmeyer... né? agora... tá enchendo a bexiga... já é observação... por quê que tá enchendo? ((aponta para a turma)) agora a A5 tava falando ...

39. A12: por causa do ar quente
40. A5: porque o ar quente é mais leve e sobe ((abre os braços no ar))
41. A12: porque ele se expande
42. A5: é
43. P: peraí ... o ar quente é mais leve e sobe ((afirmação))
44. A14: olha ... eles tão querendo dizer ... professora ... que o ar quente expande ... mas aí dentro ... ((inaudível))
45. A5: como ele não tem espaço ... ele enche a bexiga ... porque a bexiga tá ... ((inaudível))
46. A14: então

Nos turnos 36 e 37, enquanto a professora está comentando a diferença entre materiais e procedimentos, A5 já está iniciando a fase de busca de explicações para o fenômeno que está sendo apresentado, fornecendo espontaneamente uma explicação para o mesmo. Este é um exemplo de situação em que a intervenção de um aluno pode mudar os rumos previstos pelo professor. A resposta da professora no turno 38 valoriza a atitude da aluna sem, porém, deixar de finalizar o assunto que já havia iniciado, ainda que num ritmo acelerado. A diferenciação entre termos tais como, materiais, procedimentos, observações e explicações, faz parte da cultura científica e, neste turno, fica evidente o papel da professora como representante da mesma.

Da mesma forma que no episódio anterior, observa-se aqui que os alunos apresentam suas idéias livremente, sem a necessidade de obedecer a um padrão do tipo IRF. A começar pela explicação lançada por A5 no turno 37, a participação dos alunos é intensa e as intervenções da professora nos turnos 38 e 43 vão sempre na direção de valorizar e estimular a mesma.

Os alunos começam a construir algumas explicações para o fenômeno observado, utilizando-se de argumentos isoladamente incompletos, sem justificativa, porém complementares entre si (turnos 39 e 41; 44 e 45). Nestas explicações é possível identificar a presença de duas idéias, “o ar quente sobe” e o “ar quente se expande”, diferentes do ponto de vista da professora e iguais ou complementares do ponto de vista dos alunos. A professora começa a sinalizar que algo precisa ser melhor explicado quando repete a fala de A5 no turno 43 – “peraí ... o ar quente é mais leve e sobe”. Imediatamente A14 procura explicar – “olha ... eles tão querendo dizer ... professora ... que o ar quente expande ... mas aí dentro ...” e A5 complementa “como ele não tem espaço ... ele enche a bexiga”. Porém ainda é muito cedo para encerrar o assunto, a professora continua insistindo nesta questão na seqüência a seguir.

47. P: mas peraí... tem duas coisas aí na história... o ar quente se expande ou o ar quente sobe?
48. A5: sobe ((levanta os dois braços))
49. A9: sobe
50. A12: sobe
51. A3: ô professora
52. P: porque se ele sobe ... ele tá saindo daqui ((erlenmeyer)... pra cá ((bexiga)) ... e _____ aqui ((erlenmeyer)) tá ficando vazio
53. A3:ô professora ... só que ele tá no limite da bexiga
54. A15: não ___ ele se expande
55. A5: ___ não
56. A14: se expande
57. Alunos: se expande
58. A3: ô professora ele sobe... mas aí ele não tem a tendência
59. P: _____ peraí... um de cada vez
60. A3: ele não tem a tendência de saí pra se espalhar... então ele tá tipo:: se acumulando na bexiga não é ... mais ou menos assim?

Nesta fase, a professora procura chamar a atenção dos alunos para a existência de idéias diferentes (turno 47), porém estes continuam transitando entre as mesmas sem considerar nenhum conflito. Procurando sensibilizá-los para o reconhecimento desta diferença, a professora apresenta uma interpretação mais rigorosa da afirmação que deseja refutar (turno 52), o que leva a uma imediata mudança de opinião por parte de alguns alunos (turnos 54, 55, 56 e 57). Esta alteração, porém, não garante que tenham reconhecido a diferença entre as duas idéias (ver A3 nos turnos 58 e 60).

A afirmação da professora no turno 52 também contribui para uma evolução na argumentação de um aluno. Enquanto seus colegas interrompem sua intervenção iniciada no turno 48 com afirmações sem justificativa, A3 elabora um argumento mais sofisticado para retomar a fala nos turnos 58 e 60. Nestes turnos apresenta uma afirmação “ele sobe”, seguida de justificativa “ele não tem a tendência de saí pra se espalhar” e conclusão “então ele ta tipo se acumulando na bexiga...”.

Fase 3 – Identificando Explicações Distintas

Nesta etapa da discussão alguns alunos começam a distinguir os dois tipos de explicação.

61. P: o ar que estava aqui embaixo... a bexiga tava (vazia)... o ar tava aqui... pera um pouquinho... vamos recapitular... ó... o ar tava embaixo... a bexiga estava vazia... e aí? o que aconteceu?

62. A14: o ar ficou _____ menos denso e se expandiu

63. A5: _____ mais leve _____ porque ele esquentou

64. A12: menos denso e expandiu ...

65. P: peraí... ficou o que?

66. A7: menos denso

67. A14: menos denso

68. A12 é ... menos denso

69. P: ele ficou menos denso e subiu _____ então... o Erlenmeyer tá sem ar... ou tem muito pouco ar... e o ar que tava aqui subiu

70. A14: _____ subiu

((discussão entre os alunos sobre a demonstração inaudível))

No turno 61 a professora retoma o problema iniciando uma recapitulação do que foi observado desde o início da demonstração – “o ar tava embaixo ... a bexiga tava vazia .. e aí? O que aconteceu?”. Esta retomada do processo dá uma oportunidade para que os alunos reorganizem suas idéias, levando-os a aperfeiçoá-las. Neste momento começam a empregar argumentos mais completos, fazendo referências a um conhecimento básico – o conceito de *densidade* (turnos 62 e 64) e, também, apresentando justificativas (turno 63).

Embora o emprego do conceito de densidade indique uma evolução na argumentação dos alunos, isto não garante que tenham chegado à explicação esperada para o fenômeno em questão. No turno 69, a professora volta a insistir na explicação inadequada – “ele ficou menos denso e subiu ...” – o que faz com que os alunos revelem em suas afirmações que ainda estão misturando as idéias identificadas no episódio anterior - “o ar quente sobe” ou “o ar quente se expande”. Isto pode ser notado nos turnos 62 e 70, em que A14 refere-se às duas idéias em momentos diferentes.

Desde a seqüência anterior as intervenções da professora começam a apresentar questionamentos que indicam a presença de um padrão IRF. Porém, agora estes questionamentos são empregados como instrumentos para estimular o pensamento e não

como um meio de fazer uma transmissão de conhecimento “dialogada”. É importante observar que, mesmo quando os alunos oferecem a resposta desejada, a professora continua insistindo no questionamento, estimulando a argumentação, empregando um padrão IRF elicitativo.

71. A7: o ar tava ((levantando os braços abertos)) querendo se espalhar... professora...

72. A15: não... o ar sobe

73. P: ou o ar tá mais espalhado ()? ((dá continuidade à fala iniciada no turno 69))

74. A7: _____ ô professora... menos denso não é uma molécula tá mais longe da outra?
o ar tá ocupando mais espaço...

((discussão sobre a atividade inaudível))

75. A5: ele sobe

76. A7: ô professora... o ar num tá ocupando mais espaço?((volta-se para os colegas)) ó...
saca só... vocês concordam comigo que as moléculas tão mais afastadas? então... tá ocupando mais espaço...

((discussão inaudível))

77. A5: viu... professora... o ar não subiu...

78. A7: ô Bruno... o ar não tá ocupando mais espaço?

Nesta seqüência observa-se um grande envolvimento dos alunos em torno de uma polêmica que foi sendo criada aos poucos pela professora “ele ((o ar)) se expandiu ou ele subiu?”. Desde a fase anterior os alunos vinham utilizando os dois tipos de explicação sem entrar em confronto. Alguns defendiam mais um tipo, outros defendiam o outro e terceiros defendiam os dois. Agora começa a surgir um posicionamento mais efetivo em relação a um deles – “o ar expande”, embora ainda não haja um confronto direto entre os mesmos. Mais alunos participam da discussão, havendo vários momentos em que o grande envolvimento da turma chega a prejudicar os registros das informações, pois vários alunos falam ao mesmo tempo.

No turno 71, A7, que entra pela primeira vez na discussão, defende a idéia de que “o ar se expande”, enquanto A15 se opõe. A professora se mantém numa posição de questionamento sem colocar-se a favor de uma ou outra afirmação (turno 73). Esta postura da professora leva A7 a procurar recursos para a defesa de sua idéia. No turno 74, fazendo uso de um conhecimento básico, o aluno tenta legitimar sua afirmação buscando uma aprovação da professora. Percebendo que este não é o melhor caminho, volta-se para os colegas tentando convencê-los nos turnos 76 e 78. Nesta tentativa de se fazer ouvir A7 vai

elaborando argumentos mais completos a cada intervenção: “o ar tava querendo se espalhar”; “menos denso não é uma molécula tá mais longe da outra? O ar tá ocupando mais espaço”; “você concordam comigo que as moléculas tão mais afastadas? então ... tá ocupando mais espaço”.

79. P: ele se expandiu ou ele subiu?

80. A3: tá subindo...

81. A15: ele se expande

82. Alunos: expande

83. A7: ele se expande pra todos os lados...

((discussão inaudível))

84. A12: ele se expande ... ele tá querendo sair

85. A7: _____ pra cima é mais fácil

86. P: quer dizer que aqui ((Erlenmeyer)) não tem ar?

87. Turma: TEM AR

88. A21: só que ele tá subindo

89. A3: coloca de lado

90. A7: professora... coloca de lado ((o arranjo)) pra ver o que acontece

((comentários))

Apesar de todos o apelos de A7, a professora continua mantendo a postura de questionamento – “ele se expandiu ou ele subiu?”. No turno 80, A3 se posiciona a favor da idéia de que o ar está subindo, tendo mantido esta posição desde o início da demonstração. Já A15 muda de idéia mais uma vez no turno 81, enquanto A7 volta a argumentar no turno 82 – “ele se expande pra todos os lados”.

O envolvimento da turma continua intenso e os alunos começam a tentar justificar para a professora o uso das duas idéias “subir” e “expandir”, que para eles se complementam – “ele se expande ... ele tá querendo sair” (turno 84); “pra cima é mais fácil” (turno 85).

Enquanto isso a professora continua dando espaço para que os alunos discutam entre si, limitando-se a repetir sempre a mesma questão (turno 79) ou insistir numa interpretação rigorosa daquilo que estão falando – “quer dizer que aqui ((Erlenmeyer)) não tem ar?”. Esta postura tem como resultado um envolvimento cada vez maior dos alunos,

que buscam argumentos para convencê-la, chegando a ponto de sugerirem a realização de um teste experimental para solucionar a questão (turnos 89 e 90). Verifica-se aí um salto na argumentação dos alunos. Já que a professora não aceita suas justificativas, estes procuram buscar na experimentação evidências para sustentar suas afirmações.

91. \overline{P} : se o ar... tá subindo _____ se eu colocar assim ((de cabeça para baixo))
92. $\overline{A7}$: _____ ((inaudível))
93. $\overline{A4}$: a bexiga vai estourar
94. \overline{P} : eu vou pôr bem longe pra ela não estourar... mas com a bexiga ia acontecer o que?
95. $\overline{A4}$: nada
- ((discussão inaudível))
96. $\overline{A15}$: ela ia esvaziar... se o ar tivesse subindo ela ia esvaziar...
97. \overline{P} : _____ se o ar tivesse subindo ela deveria tá esvaziando...
98. $\overline{A15}$: mas o ar não tá subindo... ele tá se expandindo... então ela não vai esvaziar...
99. Alunos: ah::::
100. \overline{P} : certo... se o ar tivesse só subindo... ele agora esvazia... como ele ainda tá quente... ele deveria inverter...né?
101. $\overline{A2}$: professora...
102. \overline{P} : ahn.
103. $\overline{A2}$: não é o caso das moléculas ((inaudível))... é esse o caso?
104. \overline{P} : é::: o que tava em dúvida aqui... vem a ser o seguinte... se o ar saiu daqui ((Erlenmeyer)) e veio pra cá ((bexiga)) ... como se fosse na Convecção -- o ar quente fica menos denso ... sobe -- ou se o ar se espalhou -- se o ar que tava aqui agora tá aqui E aqui e tá ocupando mais espaço—
105. $\overline{A5}$: é isso que tá acontecendo

Ao longo de todo o processo, enquanto a professora insistia em mostrar que duas interpretações diferentes podiam ser derivadas das explicações dos alunos, estes procuravam convencê-la de que as palavras que utilizavam eram complementares. Havia um confronto entre o rigor no emprego de determinados termos, inerente ao pensamento científico, e a displicência característica do pensamento cotidiano. Esta diferença entre o discurso da professora e aquele dos alunos, porém, foi sendo minimizada à medida que o tempo foi passando e a discussão foi se tornando cada vez mais envolvente. A postura

instigadora da professora foi levando cada vez mais alunos a participar e argumentos mais completos começaram a ser construídos, incluindo o emprego de conhecimento básico e a proposição de um teste experimental.

Este último aspecto foi muito marcante na evolução dos argumentos dos alunos. É importante observar que somente nos turnos 96 e 98, após uma ampla discussão e em posse de uma evidência experimental, um dos alunos apresentou uma refutação para as explicações sustentadas pela afirmação “o ar quente sobe”, diferenciando claramente o que se entende por “subir” e “expandir”. E, somente após esta refutação ter sido construída e após um grande envolvimento de toda a classe, é que a professora deu um *feedback* avaliativo para os alunos – “certo ... se o ar tivesse subindo .. ele agora esvazia ... como ele ainda tá quente ... ele deveria inverter, né?” - e explica claramente porque a explicação refutada era inadequada – “é:: o que tava em dúvida aqui... vem a ser o seguinte... se o ar saiu daqui ((Erlenmeyer)) e veio pra cá ((bexiga)) ... como se fosse na Convecção -- o ar quente fica menos denso ... sobe -- ou se o ar se espalhou -- se o ar que tava aqui agora tá aqui E aqui e tá ocupando mais espaço”.

Neste episódio, portanto, a mediação entre os pensamentos científico e cotidiano foi feita através de uma postura instigadora da professora, fornecendo um amplo espaço para a participação dos alunos com argumentos e, ao mesmo tempo, acrescentando sua interpretação para os mesmos e estimulando sua reformulação. Com exceção do início da demonstração em que empregou um padrão IRF avaliativo, na maior parte do episódio a professora manteve um espaço para a livre participação dos alunos, utilizando-se em alguns momentos de um padrão IRF elicitativo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em primeiro lugar, observamos na fala da professora indícios da cultura científica quando esta enfatizou a necessidade de emprego de termos adequados nas explicações, as diferentes etapas do processo de construção de uma explicação e o rigor na interpretação de afirmações nas discussões (turnos 40, 54, 71 e 88).

Os aspectos relacionados acima foram trabalhados pela professora através de diferentes gêneros discursivos presentes na aula. No transcorrer da seqüência analisada foram identificadas situações com e sem a presença do padrão IRF. No início, este padrão apresentou-se numa tendência avaliativa, que serviu ao propósito de apresentação dos materiais da demonstração. Já na fase de construção de explicações para o fenômeno em questão, o padrão IRF foi rompido na maior parte do tempo e nos momentos em que esteve presente foi predominantemente elicitativo. Isto possibilitou a criação de um clima de grande envolvimento dos alunos, com o estabelecimento de uma polêmica entre dois tipos de explicação, que acabou conduzindo os mesmos a procurarem meios de aperfeiçoar seus argumentos.

Em outros trabalhos (Capecchi e Carvalho, 2000; Capecchi, Carvalho e Silva, 2000) observamos uma predominância do padrão IRF elicitativo nos episódios de ensino relacionados à implementação de atividades de conhecimento físico (Carvalho et al, 1998). Atribuímos esta postura das professoras ao fato de estarem trabalhando com crianças pequenas, que ainda não haviam entrado em contato com nenhum conhecimento sistematizado sobre os fenômenos estudados naquelas aulas, de modo que o objetivo das atividades era a construção de uma primeira explicação para alguns fenômenos, compartilhando os significados que cada aluno trazia para a discussão. Em outro estudo, com alunos do Ensino Médio, observamos que a alternância entre uma tendência de padrão elicitativo e avaliativo na fala do professor, ajudou os alunos a, respectivamente, apresentarem suas idéias e recordarem conhecimentos básicos relacionados ao assunto, de modo a construir uma explicação para o fenômeno em discussão fundamentada nas teorias já estudadas anteriormente.

Com relação à argumentação dos alunos, observamos que suas primeiras intervenções foram sempre caracterizadas por argumentos incompletos e que o aperfeiçoamento dos mesmos pode ser relacionado tanto aos diferentes momentos da atividade, quanto às formas de intervenção empregadas pela professora.

A demonstração investigativa apresentando um problema a ser respondido pelos alunos impulsionou uma discussão envolvente, em que cada um precisou buscar recursos para sustentar suas afirmações. A postura da professora também foi determinante no incremento da qualidade destes argumentos. Sem dar resposta para a questão e, ao contrário, insistindo na criação de uma polêmica entre as afirmações apresentadas, a professora levou os alunos não somente a construírem explicações causais para o fenômeno estudado, através de argumentos com justificativa e emprego de conhecimentos básicos, como também fez com que chegassem a solicitar um teste experimental para a obtenção de mais evidências para a defesa de suas idéias, que culminou na construção de uma refutação.

A identificação, através da análise do discurso, das diferentes posturas que costumam ou podem ser assumidas pelo professor em sala de aula tem por objetivo a compreensão dos papéis que ambas podem representar nas diferentes facetas do ensino, de modo a poder aperfeiçoá-lo. A partir disso, o desafio fica em descobrir como utilizar adequadamente as contribuições que os estudos específicos de cada tendência podem fornecer nas diferentes facetas da aprendizagem de ciências. No presente caso, observamos que tanto a postura avaliativa quanto a elicitativa por parte da professora teve seus papéis no transcorrer de uma aula voltada para uma ampla participação dos alunos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAKHTIN, M. *Questões de Literatura e de Estética*, São Paulo, UNESP, 1993.

CAPECCHI, M. C. V. M.; CARVALHO, A. M. P. Argumentação na aula de ciências a partir de uma atividade de conhecimento físico com crianças na faixa de oito a dez anos. *Revista Investigações em Ensino de Ciências*, volume 5, número 3, dezembro de 2000. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/revista.htm>.

CAPECCHI, M. C. V. M.; CARVALHO, A. M. P. e SILVA, D. Argumentação dos alunos e o discurso do professor em uma aula de Física – *Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências*, Belo Horizonte, v. 2, n. 2, 189 – 208, 2000.

CARVALHO, A. M. P. et al. *Conhecimento Físico no Ensino Fundamental*. São Paulo, Editora Scipione, 1998.

CARVALHO, A. M. P. et al. *Termodinâmica: um ensino por investigação*. São Paulo, USP, 1999.

COBERN, W. W. e AIKENHEAD, G. S. Cultural Aspects of Learning Science. In: Fraser, B. J. e Tobin, K. G. (Ed.) *International Handbook of Science Education*, Klower Academic Publishes, 1998.

DRIVER, R.; NEWTON, P.; OSBORNE, J. 1999. The place of argumentation in the pedagogy of school science. *International Journal of Science Education*, vol. 21, no. 5, 556 - 576, 1999.

DRIVER, R.; NEWTON, P. Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. Paper prepared for presentation at the ESERA CONFERENCE, 1997, Rome.

DRIVER, R. et al. *Constructing Scientific Knowledge in the Classroom*. Paper prepared for submission to Educational Researcher, May 1994.

JIMÉNEZ ALEIXANDRE, M. P; Análisis del discurso de aula: argumentos, operaciones epistémicas, construcción de datos. In: VI CONGRESO INTERNACIONAL SOBRE INVESTIGACIÓN EM LA DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS, 2001, Barcelona. Tomo 2.

KUHN, D. Science Argument: Implications for teaching and learning scientific thinking. *Science Education* 77 (3), 319 – 337, 1993.

MORTIMER, E. F. e MACHADO, A. H. Múltiplos olhares sobre um episódio de ensino: “Por que o gelo flutua na água?”. ENCONTRO SOBRE TEORIA E PESQUISA EM ENSINO DE CIÊNCIAS, 1998, Belo Horizonte.

SIEGEL, H. Why should educators care about argumentation? *Informal Logic*, 17 (2), 159-176, 1995.

TOULMIN, S. *The uses of argument*. Cambridge University Press, 1958.