

**A ARGUMENTAÇÃO E O ENSINO DE CIÊNCIAS: UMA ATIVIDADE EXPERIMENTAL  
NO LABORATÓRIO DIDÁTICO DE FÍSICA DO ENSINO MÉDIO**  
(**Argumentation and science teaching: an experimental activity in the physics didactical  
laboratory at high school level**)

**Carlos Eduardo Porto Villani** [carlosvillani@yahoo.com.br]

**Silvania Sousa do Nascimento** [silv Sousa@fae.ufmg.br]

Faculdade de Educação/ Programa de Pós-Graduação em Educação

### **Resumo**

Neste artigo discutimos a argumentação de alunos do ensino médio, visando compreender a influência dos dados empíricos na aprendizagem de alunos que trabalham em grupos em um laboratório didático. Investigamos um laboratório no qual os alunos tiveram a oportunidade de argumentar para produzir respostas às questões propostas em um roteiro, com base em dados empíricos obtidos através das atividades experimentais. Nossos resultados evidenciam a importância do planejamento da atividade experimental e dos dados empíricos nos laboratórios didáticos de ciências como mediador de significado.

**Palavras-chave:** dados empíricos, argumentação, laboratório didático.

### **Abstract**

This paper discuss the high school students' argumentation. We aim to identify the goal of empirical data for students' learning when they're working in small groups in the didactical laboratory. We studied a laboratory in which the students construct arguments to answer questions about the experimental activity. The analysis show that design of the didactical situation and the empirical data are important to make sense in laboratory activity.

**Key-words:** empiric data, argumentation, didactical laboratory

## **1 - Introdução**

As novas orientações das pesquisas em educação têm mostrado a importante contribuição das investigações que privilegiam a análise da dimensão discursiva dos processos de ensino e aprendizagem de Ciências em situações reais de sala de aula. Esses estudos destacam o papel da linguagem como elemento fundamental para a aquisição do conhecimento científico escolar.

O conhecimento científico escolar é, de fato, o resultado de um complexo processo de transposição do conhecimento científico, incorporado em manuais universitários, para o contexto do ensino médio e fundamental de Ciências. Neste sentido não há uma exata correspondência entre o conhecimento científico produzido pelos cientistas e o conhecimento científico que é ensinado em nossas escolas. O resultado desta constatação tem sido um número cada vez maior de pesquisadores a questionar o próprio significado da expressão “processo de ensino e aprendizagem de ciências” principalmente no ensino fundamental e médio.

Alguns autores como Driver et al (1994) se referem ao processo de ensino e aprendizagem de ciências como “enculturação”, ou seja, a educação é vista como um processo de apropriação da cultura científica. Para outros autores, como Lemke (1992), aprender ciências significa se apropriar do discurso científico, isto é, aprender como determinados termos se relacionam entre eles e com o contexto em que são utilizados para produzir significados específicos. Estas duas novas

perspectivas convergem quanto à necessidade de ampliar o conceito de educação em ciências e estendem este conceito a necessidade de considerar o papel da linguagem na ciência para o processo de ensino e aprendizagem de Ciências.

O conhecimento científico é composto por elementos, tais como leis, teorias, conceitos e princípios científicos, na forma de uma grande estrutura. Assim a ciência não requer apenas palavras com significados específicos, mas sim uma linguagem própria capaz de tornar possível o seu aprendizado e principalmente o seu desenvolvimento.

A linguagem científica é, portanto, mais que o registro do pensamento científico. Ela possui uma estrutura particular e características específicas, indissociáveis do próprio conhecimento científico, estruturando e dando mobilidade ao próprio pensamento científico. O domínio da linguagem científica é uma competência essencial tanto para a prática da ciência quanto para o seu aprendizado. Neste sentido aprender ciências requer mais que conhecer estes elementos. É necessário que os alunos sejam capazes de estabelecer relações entre tais elementos dentro da grande estrutura que organiza o conhecimento científico escolar.

Em conseqüência, assumimos que o papel da linguagem nos processos de ensino e aprendizagem de ciências é complexo e possui intrinsecamente um caráter dual: por um lado, a linguagem é um objeto do processo de aprendizagem de ciências, mas por outro, a linguagem é um instrumento de mediação do seu processo de ensino.

No primeiro caso, o professor deve estar atento as características particulares do próprio conhecimento que precisa ser ensinado na escola, considerando a importância do ensino e aprendizagem dos conceitos, princípios, leis e teorias em igualdade de importância com o ensino e aprendizagem da linguagem científica. Isto implica em uma intencionalidade do professor de ensinar os termos e as formas de organização e significação dos elementos que compõe o conhecimento científico.

No segundo caso, o professor e os alunos precisam estar “sintonizados em um mesmo canal de comunicação” para produzir significados comuns para os diversos conceitos, leis, teorias e princípios que compõe o conhecimento científico escolar. Isto implica a utilização de uma linguagem que deve ser compartilhada por todos os sujeitos que participam do processo de ensino e aprendizagem para promover a aquisição do conhecimento científico escolar a partir do conhecimento cotidiano na sala de aula em questão.

Neste artigo apresentamos um estudo, no qual privilegiamos a investigação da argumentação de alunos do ensino médio como um indicador da utilização da linguagem mediadora entre os conhecimentos científico escolar e cotidiano.

Para isto modificamos dois modelos para análise de argumentação, adaptando-os para situações discursivas de ensino de ciências: o modelo de Toulmin (1958) e o modelo de Van Eemeren et al. (1987). O primeiro modelo é bastante utilizado, na literatura em ensino de ciências, para investigar os aspectos estruturais de argumentos produzidos por alunos principalmente em situações experimentais (Driver & Newton, 1997; Jiménez Aleixandre, 1998; Capecchi & Carvalho, 2000). Estes estudos, utilizando o modelo de Toulmin, têm evidenciado alguns aspectos através dos quais os alunos relacionam os dados, obtidos em situações experimentais, com conclusões, a partir de teorias “científicas”. Entretanto, vale ressaltar que estes trabalhos se baseiam em estudos de situações cuidadosamente planejadas para desenvolver a argumentação “científica” nos alunos. Desta forma foi necessário introduzir o segundo modelo em nossas análises devido à necessidade de incorporar um contexto discursivo mais amplo ao estudo da argumentação dos alunos em situações de ensino de ensino de ciências não planejadas especificamente para este fim.

Assim investigamos a argumentação presente no discurso produzido por alunos durante a realização de uma atividade experimental num laboratório didático tradicional de Física. O pressuposto que guiou esta investigação é que o laboratório didático tradicional favorece o estabelecimento de uma linguagem comum entre os alunos e o conhecimento científico escolar, que vai sendo adquirido pelos alunos na medida em que eles argumentam para adequar os significados atribuídos aos conceitos, leis, teorias e princípios científicos ao contexto do laboratório didático.

## 2 - Argumentação e ensino de ciências

A argumentação, ampliando o conceito de Van Eemeren et al. (1987) para o contexto das interações discursivas em sala de aula de ciências, é uma atividade social, intelectual e de comunicação verbal e não verbal utilizada para justificar ou refutar uma opinião sobre um assunto de ciências. Ela é constituída de um conjunto específico de um ou mais posicionamentos dirigidos para obter a aprovação de um ponto de vista particular por um ou mais interlocutores. Estes posicionamentos podem ser expressos em um ou vários enunciados e comunicados e interpretados como argumentos ou opiniões. Um enunciado isolado não pode constituir um argumento ou uma opinião *a priori*. Somente quando inserido em um discurso, e submetido a um determinado contexto é que este enunciado pode ser analisado e interpretado como sendo um argumento ou uma opinião.

### 2.1- Argumentos e opiniões

Segundo Philippe Breton (1996), a opinião é ao mesmo tempo o conjunto das crenças, dos valores, das representações de mundo e da confiança nos outros que um indivíduo forma para ser ele mesmo. A opinião está em perpétua mutação, submetida aos outros e levada por uma corrente de mudanças permanentes. A opinião pode ser vista como um ponto de vista possível ou como a confrontação de vários pontos de vista (daí a existência da argumentação). A opinião se distingue de uma informação uma vez que a primeira tenderá o mais possível para a subjetividade, enquanto a segunda tenderá o mais possível para a objetividade. Logo todo argumento contém uma opinião. Um argumento nada mais é que uma opinião colocada para convencer um ou mais interlocutores sobre a adequação de um ponto determinado ponto de vista sobre um certo assunto. A opinião precede o argumento, podendo existir como tal mesmo antes de sua colocação na forma de um argumento.

### 2.2 - O modelo de Toulmin (1958)

Um instrumento de análise muito utilizado para investigar a “argumentação científica”, produzida por alunos em situações de ensino de Ciências, é o modelo de Toulmin (1958) (Jiménez Aleixandre et al, 1998 ; Jiménez Aleixandre, 1998 ; Capecchi & Carvalho, 2000 ; Capecchi & Carvalho, 2002). Algumas destas investigações contribuíram de forma bastante significativa para consolidar este modelo como um instrumento de análise adaptado a muitas situações de ensino de Ciências (Driver & Newton, 1997 ; Jiménez Aleixandre, 1998).

*O modelo de Toulmin é uma ferramenta poderosa para identificar a estrutura de argumentos científicos. Este modelo pode mostrar o papel das evidências na elaboração de afirmações, relacionando dados e conclusões através de justificativas de caráter hipotético. Também pode realçar as limitações de uma dada teoria, bem como sua sustentação em outras teorias. O uso de qualificadores modais ou de refutações pode*

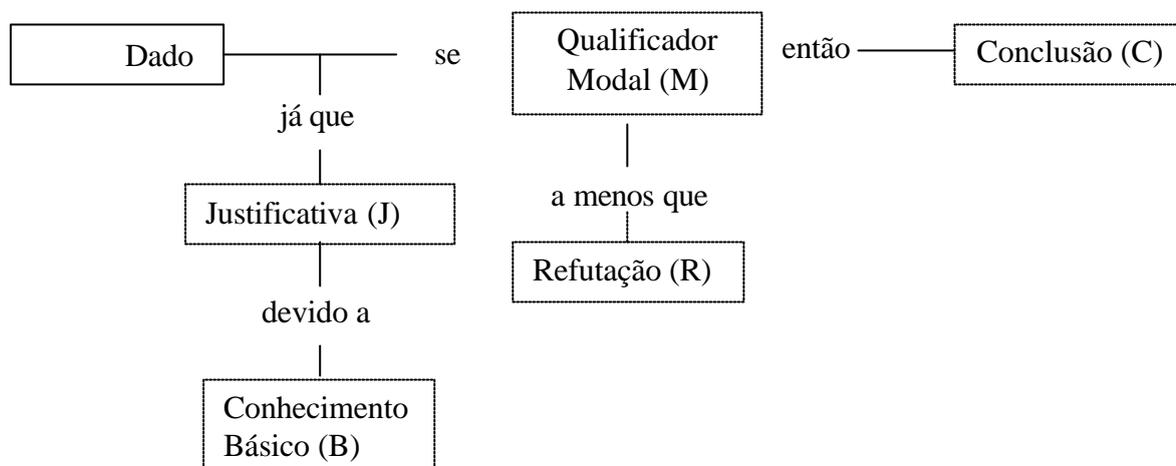
*indicar uma compreensão clara do papel dos modelos na ciência e a capacidade de ponderar diante de diferentes teorias a partir das evidências apresentadas por cada uma delas. Se os alunos puderem entrar em contato com argumentos completos, prestando atenção nestas sutilezas, possivelmente estarão compreendendo uma importante faceta do conhecimento científico. (Capecchi & Carvalho, 2000).*

Segundo o modelo de Toulmin (1958), os elementos que compõem a estrutura de um argumento são o dado (D), a conclusão (C), a justificativa (J), os qualificadores modais (Q), a refutação (R) e o conhecimento básico (B). A estrutura mais complexa de um argumento, segundo este modelo, está representada na figura 1. Entretanto um argumento completo pode ser apresentado utilizando-se apenas os três primeiros elementos citados acima. Assim a estrutura básica de um argumento pode ser apresentada na seguinte forma: "a partir de D, já que J, então C". Os demais elementos não precisam necessariamente estar presentes na estrutura argumentativa que ainda pode conter especificações das condições necessárias para que uma dada justificativa seja válida. Neste caso são acrescentados à estrutura básica os chamados qualificadores modais (Q). Também é possível identificar elementos que determinam as condições para que uma dada justificativa não seja válida ou suficiente para dar suporte à conclusão. Este elemento é chamado de refutação (R). Os qualificadores e as refutações dão os limites de atuação de uma determinada justificativa, complementando a "ponte" entre dado e conclusão. Finalmente, a justificativa que apresenta um caráter hipotético pode ser apoiada em um conhecimento de caráter teórico que a fundamenta. Este conhecimento pode proceder de fontes distintas como de um livro didático, do professor ou até mesmo da elaboração própria do locutor. Este último elemento que pode compor um argumento é denominado conhecimento básico (B).

Driver & Newton (1997) apontaram algumas limitações do modelo de Toulmin (1958) que devem ser consideradas para a análise da argumentação de alunos em situações de ensino. Segundo estes autores, o modelo não conduz a julgamentos sobre a verdade ou sobre a adequação do argumento. Desta forma, é necessário incorporar o conhecimento específico do assunto à análise. Além disso, o esquema de Toulmin apresenta a argumentação de um modo descontextualizado. Inexiste reconhecimento dos aspectos interacionais do argumento, enquanto fenômeno discursivo influenciado pelos contextos lingüísticos da situação na qual o argumento está inserido. Isto significa que alguma interpretação do texto é necessária. Por exemplo, (1) a mesma afirmação ou um mesmo posicionamento pode ter um significado diferente em um contexto diferente. Assim o contexto precisa ser levado em conta para podermos inferir seu significado. (2) Algumas vezes as declarações referentes a algum componente do argumento podem não estar explícitas no discurso. Desta forma o contexto pode nos informar sobre declarações implícitas fundamentais para a interpretação da estrutura do argumento. (3) As conversas de salas de aula não se desenvolvem necessariamente de forma linear, assim pode ser necessário examinar longas seções do texto para identificar os componentes e/ou as características de um argumento. (4) Especialmente em ciências, observações podem ser feitas através de acenos de cabeça, gestos, imagens e outros elementos do discurso não verbal, e podem compor os elementos essenciais de um argumento.

Jiménez Aleixandre et al (1998), apresentaram novas categorias para identificar e analisar os componentes dos argumentos contidos em enunciados de alunos em situações de ensino e aprendizagem de ciências. A principal ampliação, proposta por estes autores, em relação aos componentes do modelo de Toulmin, para a análise da argumentação de alunos em situações de resolução de problemas experimentais de ciências foi à criação de subcategorias específicas em relação ao elemento denominado dado. O dado (D), em relação à natureza (teórica ou experimental) de sua procedência, pode ser caracterizado como um dado fornecido (DF) (por exemplo, dados fornecidos pelo professor, livro texto, roteiro do experimento) ou como um dado obtido. Este último

ainda poderia ser classificado como um dado empírico (DE) (por exemplo, dados que procedem de uma experiência no laboratório) ou como dado hipotético (DH).



**Figura 1 : Modelo de Toulmin (1958) para análise de um argumento**

Embora utilizado com sucesso nos estudos citados acima, as modificações apresentadas pelo modelo de Toulmin (1958) foram feitas a partir de situações rigorosamente planejadas para desenvolver a “argumentação científica” nos alunos. Uma vez que neste trabalho procuramos investigar uma situação, que não é planejada para desenvolver a argumentação dos alunos (apesar de a consideramos potencialmente relevante para este fim), consideramos fundamental aplicar o modelo adaptado de Van Eemeren et al. (1987) para ampliar ou modificar as categorias do modelo de Toulmin, levando em consideração influência das particularidades do contexto discursivo da situação estudada, a fim de otimizar as análises.

### 2.3 - O modelo de argumentação adaptado de Van Eemeren et al (1987) para análise de situações discursivas em Ciências.

Estamos interessados em identificar no discurso dos alunos os enunciados que se inserem no contexto de uma argumentação. Para isto nos próximos parágrafos estaremos apresentando um modelo básico de argumentação que adaptamos, para situações discursivas de Ciências entre dois ou mais interlocutores.

O modelo de argumentação, adaptado de Van Eemeren et al. (1987) pode ser representado em termos das intenções dos interlocutores de um discurso, em função de um **contexto** particular. Esse se encontra em continua mudança e, nunca deve ser visto como uma entidade estática. Os argumentos dos alunos estão inseridos neste contexto que forma um “contorno” restringindo as possibilidades do que pode ser dito ou interpretado neste discurso e são, portanto, determinadas em função dele. Neste sentido, os mesmos argumentos utilizados pelos mesmos interlocutores em um contexto diferente podem produzir resultados distintos em relação à aceitação ou a refutação de uma determinada opinião.

No modelo apresentado na figura 2, há do lado esquerdo, um (ou mais de um) locutor(es) (**S**) que pretende(m), justificar ou refutar um determinado ponto de vista expressando-o em um discurso (**D**), em função de um **contexto** determinado. Do lado direito, há um (ou mais de um)

ouvinte(s) (**L**) que procura(m), interpretar o discurso (**D**) e avaliar no discurso interpretado (**D'**) se o ponto de vista interpretado (**O'**) é compatível ou incompatível com o **contexto** em questão. Além disto os interlocutores também têm a intenção adicional de verificar se a opinião (**O**) expressada pelo locutor no discurso (**D**), corresponde à interpretação da opinião (**O'**) no discurso interpretado pelo(s) ouvinte(s) (**D'**)

Em função da situação descrita acima, **S** expõe uma opinião (**O**) e um ou vários argumentos (**A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>,...A<sub>n</sub>**) que se relacionam a um conjunto de posicionamentos **C(P<sub>1</sub>,P<sub>2</sub>.. P<sub>n</sub>)** tomados em função do **contexto**. Estes posicionamentos podem estar diretamente relacionados à opinião (**O**), que pode ser explicitada através de um enunciado **E<sub>0</sub>**. Entretanto, estes posicionamentos também podem estar indiretamente relacionados à opinião (**O**), através de um ou vários argumentos (**A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>,...A<sub>n</sub>**), que são explicitados, respectivamente, através dos enunciados (**E<sub>1</sub>, E<sub>2</sub>,...E<sub>n</sub>**). Estes argumentos são formas “sofisticadas” que **S** utiliza para convencer **L** da sua opinião.

Neste sentido, pode-se dizer que **S** procura expressar um discurso argumentativo, composto por elementos verbais, tais como os enunciados relativos: a opinião (**E<sub>0</sub>**), aos argumentos (**E<sub>1</sub>, E<sub>2</sub>,...E<sub>n</sub>**) e ao conjunto de posicionamentos tomados pelos interlocutores. O discurso argumentativo também é composto por elementos não verbais, tais como as atitudes e os gestos relacionados às opiniões, aos argumentos e ao conjunto de posicionamentos **C(P<sub>1</sub>,P<sub>2</sub>.. .. P<sub>n</sub>)**, tomados para convencer **L** de que a opinião deve ser considerada como justificada ou refutada. **L** interpreta o discurso formulado por **S**. O discurso interpretado (**D'**) é constituído, de fato, pelas interpretações dos enunciados (**E<sub>0</sub>'**) e (**E<sub>1</sub>',E<sub>2</sub>'...E<sub>n</sub>'**) que correspondem, respectivamente, à interpretação da opinião (**O'**) e do(s) argumento(s) (**A<sub>1</sub>', A<sub>2</sub>',...A<sub>n</sub>'**).

Finalmente, na interface entre o discurso argumentativo produzido (**D**), e a interpretação do discurso argumentativo (**D'**) (linha pontilhada vertical central), os interlocutores formam um juízo relativo à opinião expressada e, em relação ao **contexto** em questão, haverá uma modificação das forças que concorrem para promover a aceitação, a modificação ou o abandono da opinião.

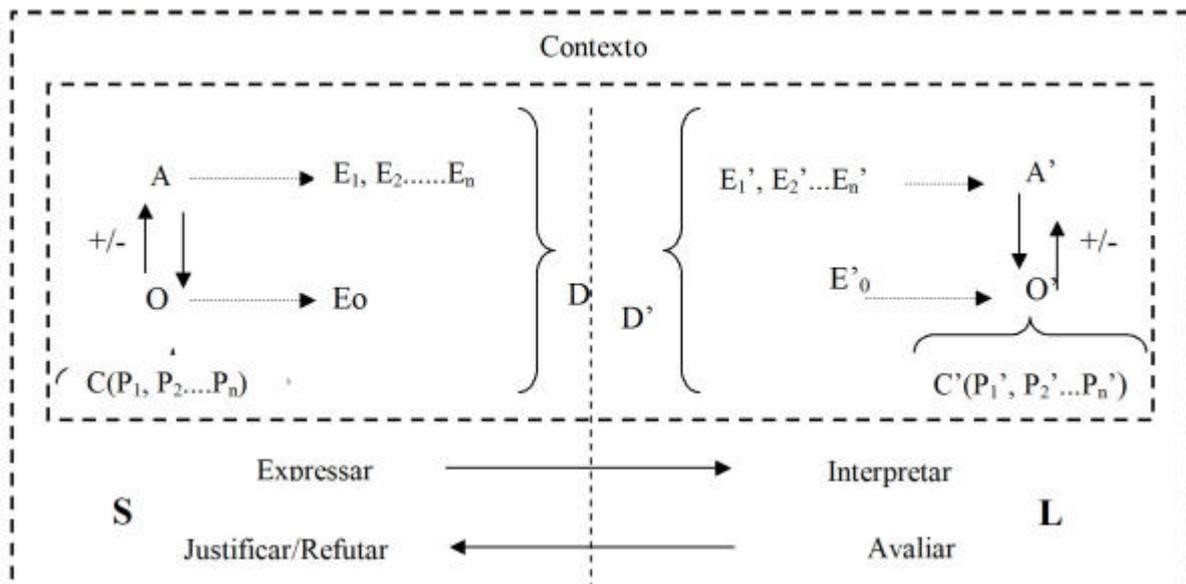


Figura 2 : Modelo para análise das práticas discursivas argumentativas em situações de ensino de Ciências (adaptado de van Eemeren et al. (1987))

### 3- Procedimento de coleta e transcrição dos dados.

Os episódios analisados neste artigo foram selecionados a partir de um *corpus* mais amplo pertencente à dissertação de mestrado (Villani, 2002). A metodologia de coleta de dados foi transposta de um quadro teórico sócio-comunicacional (Nascimento, 1999) e é baseada na observação etnográfica e no registro, em áudio e vídeo, além de anotações escritas em um caderno de campo, de uma seqüência de aulas experimentais de ciências de uma turma de alunos do primeiro ano do ensino médio, ocorrida em um laboratório didático de física, durante o primeiro semestre de 2001. Os dados obtidos foram transcritos de forma padronizada, incluindo o registro das interações verbais e não verbais entre participantes, de forma a captar não só o que se falou, mas, também, outros movimentos que constituem as condições de produção discursiva, tais como gestos, entonação, risos e brincadeiras.

Utilizamos duas estratégias distintas para transcrevermos o discurso dos alunos nas atividades que constituíram a seqüência de aulas observadas (foram observadas 08 aulas, cada uma de aproximadamente 1h e 30 min de duração, totalizando cerca de 12 horas de registros). A primeira consistiu em assistir as fitas de vídeo identificando as características das interações observadas no laboratório didático, cujos descritores foram definidos e denominados de “tipo da interação” e “configuração espacial da interação”.

O primeiro descritor, tipo da interação, define o ato intencional de um participante, considerado o principal protagonista de uma ação, em transformar os demais participantes em interlocutores ou em interagir diretamente com um elemento do cenário do contexto em uma unidade dialógica (Bouda e Weil-Barais, 2001). Por exemplo, numa situação na qual a professora (protagonista da ação) se encontra diante de sua turma, e expressa um enunciado, pode-se ter, pelo menos, dois tipos de interação: se ela dirigir sua enunciação a um determinado aluno (interlocutor) para explicar um assunto com a intenção de esclarecer uma dúvida específica, a interação será classificada como do tipo “professora/aluno (P/A). Em outro caso, se a professora explicita o assunto com a intenção de que todos os outros alunos fiquem atentos à sua enunciação será classificado como sendo do tipo professora/turma (P/T). A partir dos dados coletados nas fitas de vídeo, identificamos sete tipos predominantes de interação possíveis (Quadro 1).

<b>Tipo de Interação</b>	<b>Símbolo</b>
Professora/Turma	(P/T)
Professora/Grupo	(P/G)
Professora/Aluno ou Aluno/Professora	(P/A)
Aluno/Aluno (alunos de um mesmo grupo)	(A/A)
Aluno/Aluno (alunos de grupos diferentes)	(A <sub>x</sub> /A <sub>y</sub> )
Aluno/Material Empírico (O Material Empírico corresponde aos equipamentos e materiais específicos que compõem a atividade experimental)	(A/ME)
Aluno/Material Analítico (O Material Analítico corresponde aos materiais que auxiliam os alunos a efetuar as atividades de rotina no laboratório, tais como a calculadora, folhas de papel milimetrado e caderno de laboratório)	(A/MA)

**Quadro 1 : Tipos de interação no laboratório didático**

O segundo descritor, configuração espacial da interação, foi definido como a forma de ocupação do espaço físico interativo do laboratório didático pelos participantes em relação à bancada de trabalho. Assim identificamos cinco configurações espaciais utilizadas durante a

realização das aulas. No quadro 2, apresentamos as características de cada uma das configurações identificadas.

Configuração Espacial	Caracterização
(C1)	Os alunos encontram-se assentados, em grupos, nas bancadas enquanto a professora permanece de pé no centro da sala.
(C2)	Os alunos encontram-se assentados ou em pé, trabalhando nas bancadas e a professora se encontra assentada em sua mesa no centro do laboratório.
(C3)	Um ou mais alunos/alunas de outros grupos ficam de pé em frente à bancada de trabalho do grupo observado.
(C4)	Os alunos/alunas estão nas bancadas e professora em pé diante da bancada do grupo observado.
(C5)	É uma configuração livre, onde normalmente os alunos se encontram em pé, fora das bancadas de trabalho, e realizam uma atividade experimental ou fazem medidas de grandezas físicas dentro e fora do laboratório.

**Quadro 2 : Configurações espaciais da interação nos laboratórios didáticos**

A prática discursiva em laboratórios é eminentemente complexa, sendo que os descritores apresentados não representam um comportamento interativo homogêneo, mas uma predominância de formas de interação. Apresentamos, nas figuras 1 e 2, dois “frames” das fitas de vídeo como exemplos dos descritores utilizados para definir o espaço sócio-interativo das aulas de laboratório observadas.

Na primeira estratégia de transcrição também utilizamos as gravações em áudio, as anotações do caderno de campo e os roteiros da atividade experimental como suporte para fazer quadros, divididos em unidades (episódios), nas quais procuramos fazer narrativas das ações dos alunos do grupo observado, respeitando sua ordem cronológica de acontecimentos. A unidade, utilizada para construir o quadro das narrativas das ações dos alunos, foi definida como uma interação na qual fossem mantidos os mesmos dois descritores do espaço sócio-interativo por mais de vinte segundos. Uma mudança em qualquer um dos dois conceitos, superior ao tempo estabelecido, constituiu uma nova unidade que denominamos de episódio de interação.



**Figura 1 : Configuração espacial (C1)**



**Figura 2 : Tipo de interação A/MA**

Este procedimento visou recuperar o contexto discursivo em nível macroscópico, além de possibilitar a identificação dos episódios mais significativos para uma posterior análise fina do discurso. Como resultado deste procedimento, obtivemos 08 quadros que denominamos “quadros de narrativas das ações”. A partir de uma análise dos quadros, selecionamos uma atividade experimental na qual identificamos algumas interações discursivas potencialmente relevantes para a ocorrência da argumentação dos alunos no laboratório observado.

A segunda estratégia de transcrição consistiu em escutar atentamente as duas fitas de áudio (Subturma A e Subturma B), relativas a atividade experimental, cujas características discursivas, identificadas a partir dos quadros de narrativas das ações, indicou uma maior probabilidade de ocorrência de práticas discursivas argumentativas (objeto de investigação da pesquisa realizada no mestrado). Procuramos utilizar as fitas de áudio em conjunto com as fitas de vídeo e com o caderno de campo para transcrever todas as falas e também outras particularidades discursivas, tais como pausas, falsos começos de falas, hesitações, espantos e surpresas observados no discurso dos alunos na atividade e obtivemos dois textos discursivos (cada um produzido por um grupo de alunos diferente, escolhidos aleatoriamente, nas duas subturmas - A e B - da turma investigada) para analisar o referido objeto de investigação.

Os textos discursivos produzidos através deste procedimento foram denominados “transcrições finas do discurso” e seguem um critério cronológico, de numeração de unidades, que correspondem à alternância entre os interlocutores do discurso. Cada “tomada de palavra”, por um determinado sujeito falante, corresponde a um turno de fala<sup>1</sup>. Buscamos transcrever todas as falas dos alunos e da professora direcionadas para a turma e para os grupos observados, durante a realização da atividade experimental, preservando ao máximo suas características originais.

---

<sup>1</sup> O termo turno de fala está sendo utilizado da mesma forma com que aparece na maior parte dos estudos da área de ensino de Ciências. Entretanto reconhecemos que em alguns casos específicos (principalmente em estudos na área de lingüística), este termo assume um sentido mais preciso e, a definição do tamanho desta unidade segue critérios mais rigorosos de controle. Em estudos, onde são realizadas as “análises de turnos de fala”, um gesto, um olhar, uma hesitação, um falso começo podem indicar um novo turno de fala e devem, portanto ser cuidadosamente analisados.

## **4 – Metodologia de análise dos dados**

### **4.1 – O contexto social**

Os dados foram coletados em uma escola muito bem conceituada, pela população de Belo Horizonte, em relação à qualidade do ensino oferecido: o Colégio Técnico do Centro Pedagógico da UFMG<sup>2</sup> (Coltec). O Coltec é uma escola pública federal, localizada dentro do campus da UFMG. A seleção dos alunos é feita anualmente através de um rigoroso sistema de seleção que procura dar oportunidades iguais de acesso a sujeitos de diferentes classes sociais.

Fundado em 1970, com o objetivo de formar técnicos especializados em patologia clínica, química, eletrônica e instrumentação, o colégio foi construído levando-se em conta a necessidade de um grande número de salas de aula de laboratório. Posteriormente, a partir de 1998, o colégio passou a oferecer cursos de nível médio e técnico. A reestruturação dos cursos conservou em grande parte a tradição de aulas de laboratório das disciplinas das áreas de ciências, destinando institucionalmente uma carga horária bastante elevada de aulas de laboratório para estas disciplinas. No caso da física, 25% da carga horária total da disciplina é dedicada as aulas de laboratório, que acontecem em um horário específico alternando duas subturmas de uma mesma turma semanalmente.

O Colégio oferece aos seus alunos uma infra-estrutura muito adequada ao ensino experimental. O setor de Física possui três laboratórios didáticos (um laboratório para cada série), uma sala ambiente com capacidade para 40 alunos/alunas e uma grande diversidade de aparelhos e equipamentos, que normalmente não são encontrados em outras escolas. As atividades experimentais são planejadas e repensadas constantemente por uma equipe de professores altamente capacitada.

### **4.2 - A situação estudada**

O laboratório didático estudado pode ser classificado como um laboratório tradicional (Borges, 1997; Pinho Alves 2000). Os alunos trabalham em bancadas, organizados em pequenos grupos (4 alunos) e realizam uma atividade experimental, seguindo as determinações de um roteiro altamente estruturado que divide a aula em dois grandes momentos. No primeiro, “instruções do experimento”, os alunos reproduzem uma experiência previamente planejada pela equipe de professores, coletam dados relativos as grandezas físicas envolvidas na atividade e registram os dados de maneira adequada. No segundo, “análise dos resultados”, os alunos analisam os dados obtidos, construindo gráficos, realizando cálculos de erros de medida e respondendo as questões previamente determinadas no roteiro. Ao final da aula os alunos produzem um relatório da atividade experimental realizada. Este relatório é entregue para a professora da turma dentro de um prazo máximo de duas semanas.

### **4.3 - A atividade experimental selecionada**

A atividade experimental selecionada: Medida do tempo de reação para sentir e agir com as mãos (Oliveira et al., 1998), inicia-se com uma apresentação da professora sobre os principais procedimentos que devem ser executados na aula. Em seguida a professora pede para os alunos se levantarem das bancadas de trabalho formando uma grande roda no centro do laboratório.

Nesta configuração, os alunos e a professora dão as mãos e fecham os olhos. Um dos alunos segura um cronômetro em uma das mãos. Este dispara o cronômetro, enquanto aperta a mão do

---

<sup>2</sup> Universidade Federal de Minas Gerais

companheiro que se encontra ao seu lado esquerdo. Este ao sentir o aperto de mão aperta a mão do companheiro à sua esquerda e assim sucessivamente até que o estímulo inicial retorne ao aluno que segura o cronômetro. Ao perceber que o estímulo chegou a sua mão direita, o aluno interrompe o tempo do cronômetro e o informa para a turma. Desta forma a professora registra o valor obtido para o tempo de reação da roda, em uma tabela no quadro negro. Este procedimento é repetido várias vezes até que se obtenha cinco valores considerados adequados para o tempo de reação da roda. Os sujeitos da pesquisa participam ativamente da atividade num clima bastante informal, caracterizado por momentos de descontração e risos.

Em seguida os alunos se dirigem às bancadas de trabalho onde iniciam a análise dos dados obtidos na medida em que procuram responder às questões propostas no roteiro da aula. Ao final da aula os alunos produzem um relatório da atividade experimental em grupo. Os aparelhos de medida (cronômetro, régua e uma trena) ficam expostos sobre a mesa do grupo.

Os alunos executam a atividade e respondem as questões propostas no roteiro na medida em que realizam a atividade, anotando os resultados parciais obtidos de tal forma a permitir a confecção do relatório em um momento posterior à aula.

#### **4.4 – Seleção dos episódios**

Procuramos dividir os textos transcritos, relativos a atividade experimental selecionada, em unidades menores para uma posterior análise fina da argumentação dos alunos. Neste sentido agrupamos os turnos de fala de cada um dos textos discursivos relativos as transcrições finas das falas dos alunos nos respectivos episódios identificados nos quadros de narrativas das ações.

Identificamos, através de uma análise realizada em um nível macroscópico, três grandes etapas, que correspondem às tarefas de referência realizadas pela professora e pelos alunos em todas as aulas de laboratório: apresentação da atividade experimental (Ap); execução de medidas e procedimentos experimentais (MP) e inscrição e análise dos dados (IA).

A etapa de apresentação corresponde à realização de uma tarefa de “engajamento”, na qual a professora procura explicar como os alunos devem proceder para executar as atividades experimentais propostas para uma determinada aula. Nesta etapa, a professora permanece de pé e os alunos, embora organizados em grupos nas bancadas, quase não interagem entre eles e ficam normalmente esperando a professora terminar sua exposição. A finalidade desta etapa é de antecipar e esclarecer possíveis dúvidas dos alunos sobre os temas e alguns procedimentos experimentais, que serão abordados na atividade.

A etapa de medidas e procedimentos experimentais consiste na execução de tarefas de manipulação de materiais e equipamentos experimentais para obter medidas de grandezas físicas através da realização da atividade experimental. As medidas são realizadas várias vezes e os alunos normalmente negociam, em grupo ou na turma com a professora, como estas medidas devem ser realizadas. Em alguns casos, onde é introduzido um equipamento de medida mais complexo, a professora monitora a ação dos alunos em cada um dos grupos, em outros casos a professora procura ensinar como os alunos devem fazer as leituras de medidas de grandezas físicas, com o número de algarismos significativos corretos.

A etapa de inscrição e análise dos resultados caracteriza-se pela organização dos alunos em grupo trabalhando assentados em suas bancadas no laboratório e consiste na execução de tarefas de manipulação de enunciados relativos aos dados obtidos (normalmente dados numéricos). A finalidade desta etapa é, num primeiro momento, registrar os resultados obtidos na etapa (MP) de

uma forma adequada. Assim os alunos buscam criar tabelas, escrever os resultados com os números corretos de algarismos significativos, construir gráficos, traçar curvas. Estas tarefas são bastante semelhantes àquelas tarefas realizadas pelos técnicos de um laboratório científico através dos instrumentos de inscrição descritos por Latour & Woolgard (1997). Finalmente, num segundo momento, os alunos procuram interpretar os resultados obtidos, buscando estabelecer consensos sobre os conceitos utilizados durante a realização da atividade experimental. É importante destacar que a referência ao material empírico utilizado durante a realização da atividade experimental praticamente desaparece nesta etapa.

Finalmente, criamos, através da utilização coordenada dos quadros de narrativas das ações e das transcrições finas das falas dos alunos, dois “mapas gerais da atividade experimental”, um para a subturma A e outro para a subturma B (quadros 3 e 4).

A partir de uma análise *a priori* do roteiro da atividade selecionamos os principais objetos de troca discursiva que deveriam ser abordados durante a realização da atividade, particularmente durante a etapa de inscrição e análise dos dados. Definimos como objeto de troca discursiva as diferentes significações relativas aos conceitos abordados no roteiro da aula: valor médio, algarismos significativos, erros de medidas, tempo de reação e velocidade de reação.

Selecionamos descritores lexicais, ou seja, palavras e expressões capazes de indicar a ocorrência dos objetos de troca discursiva definidos no discurso dos alunos. Os descritores lexicais têm a função de localizar os turnos de fala que apresentem situações onde os alunos explicitam idéias e raciocínios sobre os objetos de troca discursiva abordados na aula. A seguir apresentamos um exemplo da aplicação dos descritores lexicais na identificação de um turno de fala considerado válido (exemplo 1).

<i>Etapa</i>	<i>Episódio</i>	<i>Turnos de fala</i>	<i>Comentário</i>
Ap	1	01-11	A professora expõe de forma objetiva os principais temas da aula. A intenção da professora é esclarecer as instruções prescritas no roteiro da atividade.
MP	2	12-24	A professora mostra aos alunos como ler o valor das medidas no cronômetro e apresenta como devem ser feitas as medidas experimentais.
IA	3	25-35	Os alunos fazem comentários sobre o fato de estarem sendo filmados e discutem sobre quem vai fazer o relatório.
	4	36-41	Os alunos ditam os resultados das medidas e um deles vai somando os valores na calculadora.
	5	42-45	A professora verifica se todos os alunos receberam a folha com as instruções para o relatório.
	6	46-59	Os alunos conversam e discutem sobre os registros dos resultados obtidos
	7	60-66	O aluno que manuseava a calculadora informa os valores das contas realizadas.
	8	67-74	Os alunos procuram responder uma questão do roteiro
	9	75-78	Os alunos procuram responder outra questão proposta no roteiro.
IA	10	79-80	Os alunos falam em almoçar e fazem uma consideração sobre o que o observador deve “achar” deles
MP	11	81-89	Os alunos fazem comentários sobre a medida do braço de uma pessoa.
IA	12	90-96	Os alunos ficam fazendo contas e comentários sobre o comportamento dos outros grupos
MP	13	97	Os alunos vão até o corredor da escola fazer medidas de distância.
IA	14	98-102	Os alunos fazem comentários sobre a filmagem da aula.
	15	103-111	Os alunos comentam o que deveriam ter feito e anotado.
MP	16	112	Os alunos decidem fazer novas medidas de distância no corredor da escola

IA	17	113-187	Os alunos ficam realizando cálculos e fazendo comentários sobre os temas abordados na segunda atividade experimental procurando terminar as tarefas o mais rápido possível
	18	188-212	Uma aluna vai até a bancada do grupo observado para comparar os resultados obtidos pelos dois grupos. Entretanto ela acaba tentando explicar o que deveria ter sido feito, em relação às duas atividades experimentais da aula, para os alunos do grupo observado
	19	213-217	Os alunos decidem refazer todo o relatório da atividade
	20	218-240	Os alunos voltam a fazer contas e comentam os resultados obtidos
	21	241-250	Os dois alunos que permaneceram no grupo ficam analisando os resultados .
	22	251-253	Os alunos fazem os últimos comentários sobre os resultados obtidos
	23	-----	Os alunos falam baixo e copiam o máximo de informações possíveis
	24	254-255	Os alunos falam sobre almoço

Quadro 3 : Mapa geral da atividade experimental 01 (Subturma A)

Analizamos exaustivamente o *corpus* definido selecionando todos os enunciados que apresentavam os descritores e excluímos apenas aqueles sem significado contextual (exemplo 2).

<i>Etapa</i>	<i>Episódio</i>	<i>Turnos de Fala</i>	<i>Comentários</i>
Ap	1	1-10	A professora expõe de forma objetiva os principais temas da aula. A intenção da professora é evitar uma possível polissemia com relação aos termos e aos procedimentos escritos no roteiro da atividade.
MP	2	11-19	A professora mostra ao aluno como ler o valor das medidas no cronômetro e apresenta como deve ser feita a atividade experimental.
	3	20	Os alunos realizam a primeira medida do tempo de reação da turma
	4	21-24	O aluno comunica o resultado obtido
	5	25	A professora corrige o resultado lido pelo aluno
	6	26	O aluno comunica o novo resultado e a professora verifica se ele esta fazendo a leitura corretamente (inaudível)
	7	26	Os alunos realizam o procedimento sistematizado e o aluno B(?) comunica o resultado das medidas várias vezes (inaudível, grande confusão)
	8	27	A professora “mostra” o caminho percorrido pelo impulso nervoso no corpo
	9	28	A aluna ironiza a situação de o grupo estar sendo observado
IA	10	29-42	Uma aluna responde a uma dúvida com uma informação objetiva
	11	43-48	A professora dá instruções sobre como e quando o relatório deve ser feito e entregue. As alunas negociam quem irá fazer o relatório
	12	49-53	As alunas procuram uma calculadora para realizar as operações matemáticas com os resultados obtidos.
	13	54-66	As alunas discutem sobre o cálculo que deve ser feito para se determinar o tempo médio de reação por pessoa.
	14	67- 86	As alunas estão negociando como escrever os resultados dos valores parciais encontrados, com o número de algarismos significativos corretos.
	15	87-95	As alunas continuam a negociar a forma na qual o resultados encontrados devem ser expressados
	16	96-110	As alunas procuram narrar o procedimento realizado para obter o tempo de reação e utilizam um conhecimento prévio para responder uma questão sobre algarismos significativos
	17	111-118	As alunas chamam a professora até a sua bancada, narram os procedimentos executados e expõem os resultados obtidos para conferir se a atividade foi desenvolvida corretamente
	18	119-122	As alunas respondem a uma questão objetiva do roteiro utilizando seu conhecimento prévio sobre o tema
	19	123-127	O conceito de erro de medida não faz sentido para as alunas. Inicia-se uma discussão onde se procura associar o conceito de erro ao conceito de imprecisão.
	20	128	As alunas elaboram uma resposta para a questão proposta no roteiro

	21	129-135	As alunas apresentam sua explicação para a professora que questiona a resposta fazendo com que as alunas elaborem novas explicações para o erro de medida.
	22	136-139	As alunas procuram responder a uma questão proposta no roteiro.
	23	140-166	Nesta unidade as alunas iniciam um grande debate no qual podemos observar pontos de vista distintos sobre os objetos de troca discursiva.
MP	24	167-192	As alunas fazem medidas do tamanho de um braço. Fazem algumas considerações sobre a validade de uma única medida e decidem fazer uma nova medida desta distância.
IA	25	193-198	As alunas discutem sobre como devem registrar o valor obtido para a distância percorrida pelo impulso.
	26	199-203	As alunas utilizam o conceito escolar de velocidade para justificar a utilização dos resultados experimentais obtidos na unidade anterior
	27	204	As alunas ficam fazendo contas e escrevendo os resultados nos cadernos
	28	205-218	As alunas fazem comentários em voz baixa e mostram-se surpresas com os resultados
	29	219-223	As alunas explicitam as conclusões anotadas nos cadernos
	30	224-231	Uma aluna esclarece as dúvidas de outra e em seguida as alunas se levantam para realizar a segunda parte da aula experimental

**Quadro 4 : Mapa geral da atividade experimental 01 (Subturma B)**

**Descritores lexicais do conceito de valor médio :** média, somar, dividir, valor médio

*Exemplo 2: 212 - LUMA: Eu tô achando que esse trem tá errado! / vou fazer de novo / dois ponto/ vinte dividido por zero ponto vinte e cinco /// oito ponto oito (Episódio 28 - Subturma B)*

Excluímos também da análise os turnos de fala que não apresentavam os descritores e que foram classificados como “ruído” (exemplo 3).

*Exemplo 3: 95 - ALEX: Não espirra não senão eles vão achar que é gozação /// (Episódio 12 - Subturma A)*

Neste trabalho apresentamos como exemplo de nossas análises os episódios 22 e 23 (subturma B) que tratam especificamente da influência da argumentação dos alunos sobre as significações atribuídas ao objeto de troca discursiva denominado “velocidade de reação” no discurso produzido. A escolha deste objeto, e conseqüentemente destes episódios, deve-se ao fato de estarmos interessados em investigar a argumentação de alunos quando eles “falam” de um assunto onde o conhecimento específico da física é essencial para a resolução de um determinado problema.

Neste caso o problema é estimar a velocidade de reação de uma pessoa entre o sentir e agir, ou seja, procura-se estimar a velocidade de um impulso nervoso no corpo humano e para isto o tempo de reação e a distância percorrida pelo impulso são essenciais para a resolução do problema.

#### **4.5 – Aplicação dos modelos ao discurso dos alunos nos episódios selecionados**

Iniciamos nossas análises procurando identificar os argumentos e seus respectivos componentes em termos do modelo de Toulmin, ampliado e modificado de acordo com Kelly et al. (1996) como apresentado por Jiménez Aleixandre et al. (1998). Entretanto, encontramos uma grande dificuldade na aplicação deste modelo, para identificar os argumentos nos enunciados dos alunos.

Desta forma reiniciamos nossas análises procurando aplicar o modelo adaptado e modificado de Van Eemeren et al. (1987), para em seguida, desenvolver e modificar o modelo de Toulmin, adaptando-o a situação estudada.

### **Episódio 22 - Subturma B (Quadro 5)**

#### Contexto Social :

O episódio se desenvolve durante a etapa de inscrição e análise dos resultados (IA). As alunas se encontram assentadas nas bancadas (Configuração C2) e interagem com o material de análise (Tipo de interação A/MA). O episódio se inicia com a leitura de uma questão no roteiro (Você acha que a velocidade (em km/h) dos impulsos nervosos é mais próximo de 1, 10, 100 ou 1000, isto é, qual é a ordem de grandeza desta velocidade?). A questão que as alunas procuram responder (explicitada no turno 136), corresponde ao “item d” do roteiro da atividade experimental 01 e se refere a uma tarefa específica, que é estimar o valor da velocidade dos impulsos nervosos.

<i>Turno de Fala</i>	<i>Locutor</i>	<i>Enunciado</i>	<i>Elemento da argumentação</i>	<i>Componentes dos argumentos</i>
136	LUMA	A velocidade média de reação de uma pessoa está mais perto de um / dez / cem ou mil quilômetros por hora? <u>[LUMA elê esta questão no roteiro da prática para o grupo]</u>		
137	BIA	1 - Eu acho que está mais próximo de mil /	Opinião	
137	BIA	2 - é muito rápido	Argumento	
138	LUMA	Qual é a ordem de grandeza desta velocidade? / <u>[LUMA elê esta questão no roteiro da prática para o grupo num tom muito baixo de voz]</u> dez elevado a três / mil é dez elevado a três / é quando você tá falando a ordem de grandeza você não pode falar mil não / é pra falar que é dez elevado a três /// então a gente vai colocar, achamos que está mais próximo de mil e sua ordem de grandeza é dez elevado a três ***	Posicionamento 1 (confirmação, segurança)	

**Quadro 5 : Episódio 22 – subturma B**

#### Elementos da argumentação :

A aluna BIA responde esta questão levando em consideração sua percepção sobre os fenômenos cotidianos associados ao tema em questão. Assim a aluna destaca que o impulso nervoso possui uma velocidade muito grande. BIA expressa essa opinião baseando-se na crença de que o tempo de reação é muito pequeno. O argumento formulado está associado ao conhecimento cotidiano das alunas sobre o tema em questão (137 enunciado 2). O discurso de BIA não apresenta elementos associados às atividades experimentais realizadas anteriormente e reflete basicamente uma visão cotidiana do conceito de velocidade : velocidade como razão inversa do tempo de ocorrência de um evento. BIA legitima seu argumento em função da pertinência, do mesmo, com o conhecimento cotidiano, e responde imediatamente a segunda parte do “item d” explicitado no roteiro (Turno 138).

### **Episódio 23 subturma B**

#### Contexto :

O episódio 23 se desenvolve durante a etapa de inscrição e análise dos resultados (IA). As alunas se encontram assentadas nas bancadas (Configuração C2) e iniciam uma grande discussão onde se intensificam as interações entre elas. O tipo de interação foi classificado como A/A.

O episódio se inicia quando ANA refuta respectivamente a opinião e o argumento expressados no episódio 22 (137 “1 - Eu acho que está mais próximo de mil” e “2 - é muito rápida”) em função do contexto e apresenta um contra-argumento (140 “3 - sabe por que / porque mil / mil quilômetros transformando...”). Ainda destacamos, no contexto identificado, que as alunas procuram responder à questão proposta no “item d” do roteiro da atividade experimental.

A ordem dos procedimentos e das questões propostas nos itens do roteiro não fornece elementos suficientes para a solução do problema proposto, mas podemos perceber claramente sua intenção de provocar um debate entre os alunos que devem procurar responder esta questão em grupo no laboratório didático.

<i>Turno de Fala</i>	<i>Locutor</i>	<i>Enunciado</i>	<i>Elementos da argumentação</i>	<i>Componentes dos argumentos</i>
139	BIA	É / Certo LISA ? ! / você tá caladinha / é por causa dessa coisa parada aí na mesa ? <u>[risos]</u> ///		
140	ANA	1 - Ele não morde ! ///		
140	ANA	2- se bem que / gente pensa só / eu acho que não seria mil não /	Opinião A	
140	ANA	3 -sabe por que / porque mil / mil quilômetros transformando...	Contra-Argumento (A)	Dado Fornecido (DF)
141	LUMA	Quilômetros é muito grande e se fosse metros por segundo seria *** mais ainda	Posicionamento 1A (apoio a 140-2)	Justificativa (J)
142	ANA	Se você transformar quilômetros por hora em metros por segundo / vê só quanto que vai dar / porque olha só tinha que dar zero virgula vinte e cinco / aproximado! / e tipo assim / esse mil se você passar ele para dez elevado a menos três / vai dar zero virgula zero zero um...	Posicionamento 2A (apoio a 140-2)	Conhecimento Básico (B)
143	LUMA:	Vai dar duzentos e setenta e sete virgula sete sete sete..... metros por segundo	Posicionamento 3A (correção a 142)	
144	BIA	Por que?		
145	LUMA	Porque para passar quilômetros por hora para metros por segundo você tem que dividir por três virgula seis / <u>[LUMA mostra como foi feita a conta com a calculadora em suas mãos]</u> então se você dividir mil por três virgula seis / que é igual a duzentos e setenta e sete virgula sete sete sete .../	Posicionamento 4A (apoio a 140-2)	
146	ANA	E... realmente isso é muita coisa !	Posicionamento 5A (apoio a 140-2)	Conclusão (C)

Quadro 6 : Episódio 23 – subturma B (contra-argumento A)

#### Elementos da argumentação :

ANA interpreta e avalia o discurso de BIA (episódio 22) como inadequado em relação ao contexto escolar no qual as alunas estão inseridas. ANA introduz no discurso uma opinião (Opinião A) que expressa a idéia de que a velocidade de um impulso nervoso não é muito grande (140 – “2- se bem que / gente pensa só / eu acho que não seria mil não /”). A opinião (A) é apoiada através de um contra-argumento, baseado em um **dado fornecido** pelo roteiro, e é expresso por ANA (140 “3 - sabe por que / porque mil / mil quilômetros transformando...”) que, de fato, procura estabelecer um vínculo de associação entre o dado fornecido e o objeto de troca discursiva (velocidade de reação). A opinião de ANA é reforçada através dos cinco posicionamentos tomados por LUMA e ANA em seguida.

No primeiro, (141 – “Quilômetros é muito grande e se fosse metros por segundo seria \*\*\* mais ainda” ) LUMA utiliza um **conhecimento escolar** associado ao objeto de troca discursiva (velocidade de reação) para apoiar a opinião (A) (a relação de transformação de unidades de velocidade de km/h em m/s). No segundo posicionamento, ANA reforça opinião (A) com as tarefas realizadas durante a aula e com uma **evidência experimental** obtida através da atividade.(142 -..vê só quanto que vai dar / porque olha só tinha que dar zero virgula vinte e cinco / aproximado! / e tipo assim / esse mil se você passar ele para dez elevado a menos três / vai dar zero virgula zero zero um..). O novo elemento introduzido no discurso (conhecimento escolar), embora sustentado em uma teoria equivocada entre uma conversão de unidades da Física (A conversão de uma unidade de velocidade em uma unidade de tempo), favorece o reconhecimento de um “contexto escolar” e encontra “eco” na voz de LUMA, que reconhece o equívoco, corrige a conversão de unidades e reforça o novo discurso através dos posicionamentos expressados nos enunciados 143 e 145 (143 – “Vai dar duzentos e setenta e sete virgula sete sete sete..... metros por segundo” ) (145 – “Porque para passar quilômetros por hora para metros por segundo você tem que dividir por três virgula seis / [LUMA mostra como foi feita a conta com a calculadora em suas mãos] então se você dividir mil por três virgula seis / que é igual a duzentos e setenta e sete virgula sete sete sete .../” ). Finalmente, o posicionamento tomado por ANA (146 – “E... realmente isso é muita coisa !” ) estabelece um **consenso** sobre o objeto de troca discursiva.

<i>Turno de Fala</i>	<i>Locutor</i>	<i>Enunciado</i>	<i>Elementos da argumentação</i>	<i>Componentes dos argumentos</i>
147	BIA	1 - Cara é muito rápido! /	Opinião (B)	
147	BIA	2 - ôu / eu faço isso aqui em você ó / na hora que eu encostei em você / você já sentiu <u>BIA encosta em LUMA utilizando este recurso para auxiliá-la na sua explicação</u>	Posicionamento 1B (apoio a 147-1)	Dado Resgatado (DR)
148	ANA	1 - Não vai ser tão rápido assim /	Opinião C	
148	ANA	2 - têm um tempo	Posicionamento 1C (apoio a 148-1)	Dado empírico (DE)
149	BIA	Cara não é zero virgula vinte e cinco / é muito menos que isso!	Posicionamento 2B (refuta 148-1)	Conclusão (C)
150	LUMA	Se bem que pode ser	Posicionamento 3B (apoio a 147-1)	
151	BIA	Quando você sente significa que já foi e já voltou / então imagina quando eu encostei é porque já foi e já voltou	Posicionamento 4B (apoio a 147-1)	Justificativa (J)
152	ANA	Quando você apertou a minha mão levou um tempo prá eu apertar a mão de outra pessoa / entendeu?	Posicionamento 2C	Justificativa (J)

Quadro 7 : Episódio 23 – subturma B (argumento B e contra-argumento C)

#### Elementos da argumentação :

BIA procura introduzir um novo elemento no discurso capaz de reafirmar sua opinião que o impulso nervoso possui uma velocidade muito grande (exposta no episódio 22). Para isto, ela introduz um dado resgatado do cotidiano (comum a todas as alunas do grupo) através do qual ela procura evidenciar que o tempo de reação é muito pequeno (147 – “2 - ôu / eu faço isso aqui em você ó / na hora que eu encostei em você / você já sentiu BIA encosta em LUMA utilizando este recurso para auxiliá-la na sua explicação” ). A estratégia de BIA é modificar o objeto de troca discursiva (velocidade de reação para tempo de reação) e, associar o novo objeto a outros elementos do discurso para formular um consenso no qual as alunas possam descartar o dado empírico em função disto (151 – “Quando você sente significa que já foi e já voltou / então imagina quando eu encostei é porque já foi e já voltou”).

Podemos dizer que BIA procura adaptar o **conhecimento cotidiano** ao contexto no qual está inserida sua opinião (BIA quer que as alunas associem um conceito (velocidade) ao inverso de outro (tempo)). Ao contrário, ANA procura validar o **conhecimento escolar** através da associação do objeto de troca discursiva com o dado empírico obtido, de tal forma a fazer com que as demais alunas reconheçam o vínculo existente entre o dado empírico e o objeto de troca discursiva (148 – “2- têm um tempo”) para formular um consenso favorável à aprovação da sua opinião. Ela também procura associar as tarefas realizadas na aula, relativas a obtenção dos resultados experimentais, ao objeto de troca discursiva ( 152 – “Quando você apertou a minha mão levou um tempo prá eu apertar a mão de outra pessoa / entendeu ?” ).

É importante ressaltar que, neste caso, o dado empírico não é visto como verdadeiro por todos os membros do grupo, daí a necessidade de se apresentar bons argumentos para defender sua validade associando-o a um objeto de troca discursiva. Apesar de as opiniões expressarem pontos de vista opostos e de estarem apoiadas em dados de natureza diferentes, a primeira apoiada em dados recuperados do cotidiano e a segunda apoiada em dados empíricos, o contexto dá a unidade necessária à argumentação das alunas. Este fato corrobora a perspectiva que aponta que o conhecimento escolar e o conhecimento cotidiano convivem no contexto da sala de aula.

## 5 - Resultados

Modificamos e ampliamos a categoria denominada “dado hipotético” tal como apresentada por Jiménez Aleixandre et al (1998), para identificarmos as características do componente “dado” dos argumentos contidos nos enunciados dos alunos no laboratório tradicional de física.

Observamos que na argumentação dos alunos, num laboratório didático, são utilizadas declarações baseadas em interpretações de fatos do nosso cotidiano e em impressões provenientes dos nossos sentidos que são validadas pelo senso comum e que são resgatadas em um determinado momento para servir de base para uma conclusão. É este “tipo” de dado que estamos chamando de dado resgatado DR. Assim os dados resgatados DR são de fato dados provenientes de nosso conhecimento prévio sobre um determinado assunto, ou resgatados de nossas impressões sobre o mundo. Os demais componentes do modelo de Toulmin não sofreram modificações. O quadro 8 mostra uma definição e um exemplo de cada um dos componentes do modelo de Toulmin ampliados e modificados com exemplos do nosso *corpus*.

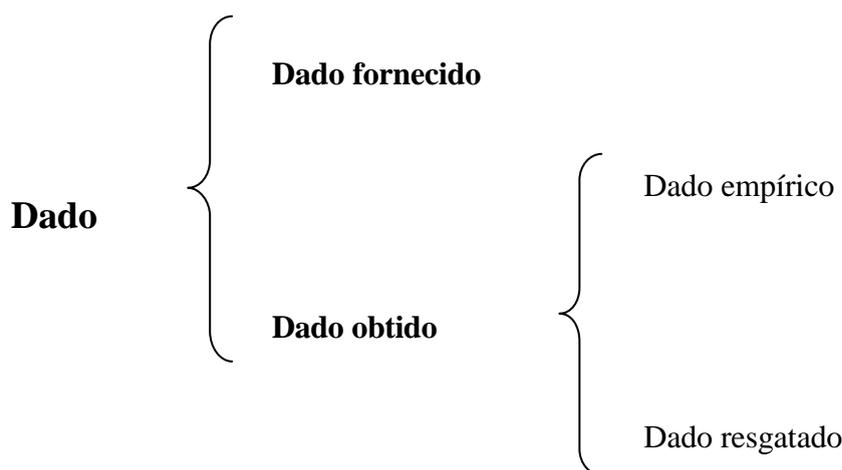
O “dado” possui um *status* diferenciado no modelo aplicado a situações de sala de aula e, por isso, apresentamos a figura 3 que evidencia as relações e as subdivisões deste componente.

Destacamos, em nossas análises três elementos que influenciam diretamente a produção e a apropriação de conhecimentos “científicos” no laboratório didático: o dado (empírico, fornecido ou resgatado), o conhecimento (escolar ou cotidiano) e as tarefas realizadas na atividade experimental. Estes elementos se associam aos objetos de troca e determinam consensos sobre estes objetos. A argumentação é utilizada pelos alunos para

reforçar, enfraquecer ou modificar as associações entre os elementos e os objetos de troca discursiva, adequando os conceitos abordados na aula ao seu contexto de produção. Assim, a linguagem utilizada na argumentação dos alunos, pode ser considerada um mediador do processo de ensino e aprendizagem dos conceitos científicos.

<i>Componente</i>	<i>Definição</i>	<i>Exemplo</i>
Dado Fornecido DF	“Declarações ou afirmações” que utilizamos como suporte para uma conclusão	“Helmholtz mostrou que os impulsos nervosos se propagam nos nervos com velocidade finita e mensurável e não instantaneamente como se supunha” (DF)
Dado Empírico DE	Dados que procedem de uma atividade experimental num laboratório	200 - BIA: Então esse impulso percorre / dois virgula vinte metros /   é   (DE)
Dado Resgatado DR	Dados que procedem de nossas impressões sobre o mundo	147- BIA: “..ôu / eu faço isso aqui em você ó / na hora que eu encostei em você / você já sentiu (DR)
Justificativa J	Declaração geral que justifica a conexão entre dado e conclusão	151- BIA: Quando você sente significa que já foi e já voltou / então imagina quando eu encostei é porque já foi e já voltou (J)
Conclusão C	Declaração cuja validade se quer estabelecer	159- LUMA : Então é mil mesmo! (C)
Conhecimento Básico B	Conhecimento de caráter teórico que funciona como um respaldo à justificativa (pode proceder de fontes distintas: docente, livro, elaboração própria)	203- LUMA: Aí a velocidade é igual a distância dividido pelo tempo que é igual a dois virgula vinte dividido por zero virgula vinte e cinco (B)
Qualificador Modal M	Especifica condições para as hipóteses ou conclusões	“8,8 m/s for equivalente a ordem de grandeza de 10 km/h (implícito)” (M)
Refutação R	Especifica condições para descartar as hipóteses ou conclusões	207 - LUMA: O cem não pode ser quer ver? / (R)

**Quadro 8 : Componentes do modelo de Toulmin adaptados para discussões em grupos de alunos em situações experimentais em laboratórios didáticos tradicionais**



**Figura 3 : Os tipos de dados encontrados em situações de ensino de ciências**

## 6 – Discussão dos resultados e Conclusão

O modelo de Van Eemeren et al. (1987), se revelou um importante instrumento de análise da argumentação dos alunos, permitindo-nos adaptar o modelo de Toulmin (1958), e

ampliar um quadro teórico para investigar a estrutura de argumentos produzidos em contextos escolares de ensino de ciências.

Nossa proposta de análise correspondeu a um movimento contínuo de refinamento, no sentido dos aspectos macroscópicos da aula para os aspectos microscópicos da argumentação dos alunos na atividade. Neste sentido podemos fazer uma analogia, dos diversos instrumentos de análise construídos, com as diferentes lentes de um microscópio. Assim, os descritores lexicais nos permitiram localizar e agrupar os diferentes temas abordados na aula num mapa de episódios favorecendo uma ampla visão do contexto de cada um dos episódios selecionados. O modelo de Van Eemeren et al. possibilitou a identificação dos elementos da argumentação assim como as condições do contexto discursivo responsáveis pela aceitação, pela refutação ou pela indiferença de uma determinada opinião nos episódios selecionados, além da adaptação do modelo de Toulmin para a especificidade da situação estudada. Finalmente, a aplicação do modelo de Toulmin nos permitiu identificar os componentes e a estrutura dos argumentos dos alunos.

Gostaríamos de destacar, como resultado da nossa investigação, que o laboratório didático influencia diretamente a argumentação dos alunos, ao “guarnecer” o discurso, no qual estão inseridos os argumentos, com três tipos específicos e distintos de dados: dados fornecidos pelo roteiro (DF) ; dados empíricos obtidos através da atividade experimental (DE), e dados resgatados do cotidiano (DR). A utilização de argumentos baseados nestes três tipos de dados auxilia os alunos a reconhecer o contexto escolar, e a validar os dados empíricos utilizados neste contexto.

O dado empírico (DE), aumenta a probabilidade da ocorrência de argumentos, cuja estrutura se aproxima bastante da estrutura dos argumentos científicos. Entretanto os argumentos produzidos pelos alunos no laboratório didático, diferentemente dos argumentos científicos, não estão baseados em razões que permitam escolher uma hipótese como mais adequada, ou um modelo teórico mais adequado, entre as várias hipóteses ou modelos teóricos possíveis. Os argumentos, que surgiram no laboratório didático investigado, estão relacionados à necessidade de se escolher uma resposta, como mais adequada, para um problema ou para uma determinada questão proposta num contexto específico (o contexto escolar).

A situação estudada aponta para a existência de um gênero discursivo específico do laboratório didático que pode ser identificado pela presença de argumentos que utilizam dados empíricos na sua estrutura para contrapor uma opinião defendida por argumentos baseados em dados resgatados do cotidiano dos alunos.

Finalmente podemos dizer que o laboratório didático introduz elementos específicos, que facilitam o reconhecimento do contexto escolar, e aumentam a probabilidade e a necessidade dos alunos utilizarem argumentos mais adequados e completos, cuja estrutura se aproxima mais da estrutura dos argumentos científicos, em suas respostas a problemas e questões escolares. Neste sentido nosso trabalho corrobora a necessidade de se planejar atividades para desenvolver a argumentação científica nos alunos do ensino médio. Entretanto devemos destacar a importância dos argumentos produzidos no laboratório didático. Estes argumentos possuem diversos graus de complexidade e apresentam uma

lógica de raciocínio da escola, potencialmente capaz de mediar a aquisição de uma forma de argumentos científicos, a partir de argumentos cotidianos.

## Referências

BORGES, A.T., *O Papel do laboratório no ensino de Ciências*. Atas do I ENPEC, Águas de Lindóia S.P, Novembro, 1997.

BOUDA, N. & WEIL-BARAIS, A. Contextes social et interactionnel d'activités expérimentales à l'école primaire. Rapport de Recherche INRP, 2001.

BRETON, P. *A argumentação na comunicação*. 1ª ed. Bauru SP: EDUSC, 1999. (Tradução do original francês L'argumentation dans la communication, Paris, Éditions La Découverte 1996).

CAPECCHI, M.C.V.M & CARVALHO, A.M.P.,. *Interações discursivas na construção de explicações para fenômenos físicos em sala de aula*. Atas do VII EPEF, Florianópolis SC, 2000.

CAPECCHI, M. C. V. M. & CARVALHO, A. M. P. *A construção de um ambiente propício para a argumentação numa aula de física*. In: Vianna, D. M.; Peduzzi, L. O. Q.; Borges, O. N.; Nardi, R. (Orgs.). Atas do VIII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física. São Paulo: SBF, 2002. (CD-Rom, arquivo: CO13\_3.pdf)

DRIVER, R. & NEWTON, P. *Establishing the norms of a scientific argumentation in classrooms*. Paper prepared for presentation at the ESERA Conference, 2 – 6 September, 1997, Rome.

DRIVER, R.; ASOKO, H.; LEACH, J.; MORTIMER, E.F. & SCOTT, P. *Constructing scientific knowledge in the classroom*. Educational Researcher, 23(7), 1994.

JIMÉNEZ ALEIXANDRE, M.P., *Diseño curricular: indagación y razonamiento com el lenguaje de las ciencias*, in: Enseñanza de las Ciencias, 1998, V:16 n:2

JIMÉNEZ ALEIXANDRE, M.P.; PÉREZ, V. A.; CASTRO, C.R. *Argumentación en el laboratorio de Física*. Atas do VI EPEF, Florianópolis SC, 1998.

LATOUR, B.; WOOLGAR, S. *A vida de laboratório : A produção dos fatos científicos*. Rio de Janeiro: Relume Dumará, 1997. (Tradução feita a partir do original francês : La vie de laboratoire, 1986)

LEMKE, J.L. (1990). *Talking science. language, learning and values*. Norwood, New Jersey: Ablex Publishing Corporation.

NASCIMENTO, S. S. (1999). *Essai d'objectivation de la pratique des associations de culture scientifique et technique française*. Tese de doutorado. Universidade Pierre et Marie Curie: Paris 6.

OLIVEIRA, J.; PANZERA, A.C.; GOMES, A.E.Q. & TAVARES, L. *Medição de tempo de reação como fator de motivação e de aprendizagem significativa no laboratório de Física* – Caderno Catarinense de Física, 1998, Vol. 15(3).

PINHO ALVES, J. *Atividades experimentais: do método à prática construtivista*. Florianópolis (SC) : Centro de Ciências da Educação da UFSC, 2000. (Tese, Doutorado em Educação).

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

VAN EEMEREN, F. H.; GROOTENDORST, R.; KRUIGER, T. *Handbook of Argumentation Theory : A Critical Survey of Classical Backgrounds and Modern Studies*. Foris Publications Holland, 1987.

VILLANI, C. E. P. *As práticas discursivas argumentativas de alunos do ensino médio no laboratório didático de física*. Belo Horizonte (MG) : Faculdade de Educação da UFMG, 2002. (Dissertação de Mestrado).

Recebido em: 20.10.2003

Aceito em: 08.03.2004