



## **A Argumentação em uma atividade experimental investigativa no Ensino Médio de Química**

### **Argumentation in an investigative laboratory work in chemistry secondary education**

**Rita de Cássia Suart<sup>1</sup>**  
**Maria Eunice Ribeiro Marcondes<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Mestre em Ensino de Química/ e-mail: rsuart@iq.usp.br

<sup>2</sup>Departamento de Química Fundamental / Instituto de Química / Universidade de São Paulo

#### **Resumo**

Diversos estudos têm demonstrado a importância da argumentação no ensino de Ciências e ainda, que esta habilidade pode ser desenvolvida principalmente em ambientes onde é dada oportunidade para os alunos explicitarem suas idéias e participarem da construção do conhecimento científico escolar. Entendendo que as atividades experimentais investigativas possam proporcionar tal ambiente, este trabalho analisou os componentes dos argumentos de alunos do primeiro ano do ensino médio de química ao resolverem um problema experimental investigativo. Os resultados mostram que os argumentos apresentam geralmente os componentes “justificativa e conclusão”, e outros, como “refutação e qualificadores modais”, são escassos ou não são apresentados pelos alunos. Também foi verificado que a mediação do professor pode ter influenciado de certa forma a qualidade dos argumentos dos alunos.

**Palavras-Chave:** argumentação, ensino de química, atividades experimentais investigativas

#### **Resumo**

Some studies have been shown the importance of argumentation in Science teaching and, that this skill may be developed principally in environments that give opportunity to the students manifest their ideas and participating on the construction of the scientific school knowledge. Understanding that the inquiry laboratory activities could provide such environment, this work analysed how students of the first year of the chemistry secondary education use the components of arguments when involved in solving an investigative experimental problem. The results show that the arguments present generally the components “justification and conclusion”, and others as “refutation” are scarce or they are not presented by the students. Also it was verified that the mediation of the teacher may be influenced the quality of the arguments of the pupils.

**Keywords:** argumentation, chemistry teaching, investigative laboratory work

#### **INTRODUÇÃO**

As pesquisas em Ensino de Ciências têm dedicado maior interesse nos sistemas de comunicação em sala de aula na última década, ou seja, no discurso elaborado por alunos e entre alunos e professores (DRIVER et al., 2000; JIMÉNEZ ALEIXANDRE; DÍAZ de BUSTAMANTE, 2003; ZOHAR; NEMET, 2002; JIMÉNEZ ALEIXANDRE et al., 1998).

A linguagem permite ao indivíduo interagir com outras vozes e outros sujeitos, podendo criar condições de construção e reconstrução dos modos de ser, conhecer e fazer (MORAES; GALIAZZI, 2003).

A sociedade, em constante transformação, tem exigido indivíduos críticos e conscientes de suas atitudes e das atitudes tomadas por outros. Assim, criar um ambiente em sala de aula que permita aos alunos argumentar cientificamente é um dos objetivos prioritários no ensino.

O ensino de Ciências, e neste caso mais especificamente, o ensino de Química, tem como um de seus objetivos o aprendizado dos conceitos científicos pelos alunos e o desenvolvimento de habilidades cognitivas e do raciocínio lógico, para que eles possam utilizar esses conhecimentos em situações e problemas de cunho científico e social. Assim, as atividades precisam ser planejadas e desenvolvidas de forma a permitir que os estudantes exponham as suas idéias e participem de um diálogo compartilhado, de forma a argumentar seus pensamentos cientificamente elaborados, e a tornar a sala de aula um ambiente de construção de conhecimentos e significados (JIMÉNEZ ALEIXANDRE, 1998; DRIVER et al., 2000; CAPECCHI; CARVALHO, 2002).

O conhecimento científico difere de outros domínios, porque os enunciados, conclusões, hipóteses ou teorias não constituem meras opiniões, mas precisam estar sustentados em provas, dados empíricos ou respaldo de natureza teórica. Esta definição para o conhecimento científico também pode ser chamada de argumentação, definida, por exemplo, como a capacidade de relacionar dados, conclusões, avaliar enunciados teóricos à luz de dados empíricos ou de outras fontes (KUHN, 1993; JIMÉNEZ ALEIXANDRE; DÍAZ DE BUSTAMANTE, 2003).

Assim, é preciso criar um ambiente na sala de aula que dê a oportunidade para os alunos explicitarem suas idéias sobre determinado fenômeno, trocá-las com os pares, e também possibilitar ao aluno familiarizar-se com o uso da linguagem científica (DRIVER et al., 2000).

As atividades experimentais investigativas podem permitir que tais objetivos de aprendizagem sejam alcançados, uma vez que priorizam a participação mais ativa do aluno na solução de um problema, mediado pelo professor. Os alunos têm a oportunidade de elaborar hipóteses, analisar os dados, propor conclusões e expor esses pensamentos para os colegas e para o professor (CARVALHO et al., 1999; SUART; MARCONDES, 2008). Jiménez Aleixandre et al. (1998) defendem a criação de um ambiente estimulante ao desenvolvimento da argumentação, como por exemplo, a elaboração e execução de atividades que proporcionem a proposição de hipóteses pelos alunos; entretanto é preciso que o professor esteja preparado para criar este ambiente de investigação e diálogo, para que os alunos argumentem e discutam tais idéias.

Considerando que o trabalho prático tem prioridade nas aulas de ciências e que a habilidade de argumentar possa ser promovida com seu auxílio, pesquisadores e professores têm destacado a necessidade em desenvolver e implementar atividades experimentais investigativas nas aulas de Ciências (CARVALHO et al., 1999; SUART; MARCONDES, 2008; VILLANI; NASCIMENTO, 2003).

Partindo do pressuposto que a atividade experimental investigativa permite uma maior e melhor condição para o discurso argumentativo, este trabalho investigou a argumentação de alunos do primeiro ano do ensino médio de química de uma escola pública da cidade de São Paulo sobre o seguinte problema experimental investigativo: A densidade pode ser utilizada para identificar um material? Esta discussão ocorreu na aula pós-laboratório entre alunos e professora.

## **A ARGUMENTAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS**

A argumentação é uma atividade social, na qual um ou mais indivíduos, neste caso os alunos, elaboram enunciados para justificar ou refutar explicações para um determinado fenômeno (CAPECCHI; CARVALHO, 2002).

Para Jiménez Aleixandre e Díaz de Bustamante (2003, p. 36):

*O raciocínio argumentativo é relevante para o ensino de ciências já que um dos fins da investigação científica é a geração e justificativa dos enunciados e ações encaminhadas para a compreensão da natureza, visto que o ensino de ciências deveria dar a oportunidade de desenvolver, entre outros, a capacidade de raciocinar e argumentar.*

Segundo Kuhn (1993), a argumentação deveria estar presente nos contextos de sala de aula, pois pode permitir a emissão de juízos por parte dos alunos, um propósito essencial no ensino de Ciências, já que o conhecimento pode ser contemplado como um processo permanente de avaliação em que a modificação de conclusões se deve ao surgimento de novos dados e novos argumentos, e não a uma mera troca de opinião.

Para Costa (2008) alguns dos motivos para o ensino argumentativo em sala de aula podem ser elencados:

- A aprendizagem é um processo de construção do conhecimento assim como a atividade científica, os quais implicam a formulação de teorias explicativas para os fenômenos. Assim, essas teorias são abertas à refutação de outras pesquisas e teorias, e não são tratadas como resultado de uma mera acumulação de fatos imutáveis, permitindo que a Ciência progrida através de discussões, conflito, argumentação e não através de concordância geral e imediata.

- A importância das questões sócio-científicas na sociedade contemporânea evidencia que há uma necessidade urgente de melhorar e aprofundar a compreensão dos jovens sobre a natureza do argumento científico. Desta forma, as escolas precisam desenvolver o uso da racionalidade crítica e argumentativa nos estudantes, capacitando-os a poderem desempenhar um papel ativo e construtivo.

- Investigações têm revelado que a argumentação válida não surge naturalmente, ao contrário é adquirida pela prática, apontando para a necessidade de se desenvolver a argumentação nas salas de aula.

Diante dessas necessidades, a pesquisa em ensino de Ciências tem se dedicado a investigar como ocorrem as argumentações em sala de aula e também o papel da medição dialógica de professores em situações que promovam a argumentação.

Sá e Queiróz (2007) investigaram a capacidade de os alunos universitários elaborarem argumentos diante da resolução de estudos de casos e, também, a validade desses argumentos. As autoras encontraram que a natureza dos casos parece ter dificultado ou facilitado a resolução do problema e elaboração de argumentos. Nos casos onde havia escassez de alternativas, os argumentos apresentavam os componentes “conclusão-dado-justificativa”<sup>1</sup> de Toulmin. Casos que apresentavam diversas alternativas, pelo contrário, apresentaram argumentos mais complexos, com cinco componentes (conclusão-dado-justificativa-conhecimento básico-qualificador modal).

Zohar e Nemet (2002) integraram o ensino explícito da argumentação no tema “dilemas em genética humana” e verificaram que o desempenho dos estudantes melhorou tanto no conhecimento científico como na capacidade de argumentação.

Locatelli (2006) investigou como os alunos de ensino fundamental, quando imersos em atividades experimentais de conhecimento físico baseadas na metodologia de ensino por investigação encontram condições para desenvolver argumentos que estivessem de acordo com o padrão “se, e, então, e/mas, portanto”. Ao analisar os resultados, o pesquisador relata que pouco tempo foi dedicado para a realização de alguns experimentos, fazendo com que poucos argumentos e hipóteses surgissem durante sua execução, porém, quando o tempo para a realização da atividade experimental foi maior, encontrou-se na fala dos alunos os ciclos “Se..., então...”, a fim de construir uma justificativa.

---

<sup>1</sup> Para uma adequada compreensão dos termos vide metodologia desta pesquisa.

Ainda, quando o professor perguntava o “por quê?” aos alunos, para que eles refletissem sobre as relações causais e o efeito da sua manipulação sobre o objeto, dos cinco experimentos realizados, somente em dois os alunos utilizaram o termo “portanto”. Por fim, o autor considera que nem todos os alunos apresentaram as estruturas hipotético-dedutivas, pois alguns deles precisavam de mais tempo para organizar seu raciocínio e argumentar. Porém, as intervenções do professor foram de extrema importância ao criar um ambiente de discussão e questionamento, conduzindo os alunos a indagarem o porquê do experimento e suas causas.

Capecchi e Carvalho (2002) também investigam o raciocínio argumentativo desenvolvido por alunos na faixa etária de 8 a 10 anos em atividades experimentais de física. Nestas atividades, os alunos tiveram a oportunidade de realizar um experimento em grupo à procura de explicações para o problema proposto pelo professor. Após a realização do experimento, o professor realizou uma discussão com toda a classe em que foi solicitado que os estudantes explicassem como resolveram o problema e por que aquela foi a melhor solução.

Ao analisar os dados, as autoras verificaram que os alunos apresentaram muitas afirmações com justificativas e as relacionaram com os dados obtidos e elaboram hipóteses a partir de suas conclusões. Segundo as pesquisadoras, os alunos se sentiram estimulados a resolver o problema e a argumentar para convencer a professora e colegas quanto a sua explicação. Porém, afirmações competitivas, como refutações, por exemplo, não surgiram na fala dos alunos, o que pode ser atribuído ao fato de a discussão final ter se centrado no problema realizado, o que não permitiu uma extrapolação das argumentações. Outra relevância dessa pesquisa se refere à análise discursiva das falas do professor. As autoras encontraram o padrão elicitativo como o predominante na aula, proporcionando a elaboração de argumentos por parte dos alunos em um ambiente de constante discussão, o que evidencia a importância da atitude do professor em sala de aula em promover ambientes de debate para que os alunos possam expor suas idéias.

Jiménez Aleixandre et al. (1998) investigaram a argumentação dos alunos ao resolverem problemas experimentais de física. Os autores esperavam que o tipo de instrução desenvolvida em sala de aula pudesse interferir nas discussões e conseqüentemente na qualidade dos argumentos dos alunos. Utilizando o modelo de Toulmin na análise, os pesquisadores verificaram que os alunos empregam argumentos de qualidade pouco elevada, utilizando poucas justificativas e conhecimento básico, entretanto, observaram que atividades experimentais problematizadoras aumentam as discussões em sala de aula, podendo contribuir para o desenvolvimento da habilidade de argumentação.

## **Metodologia de Pesquisa**

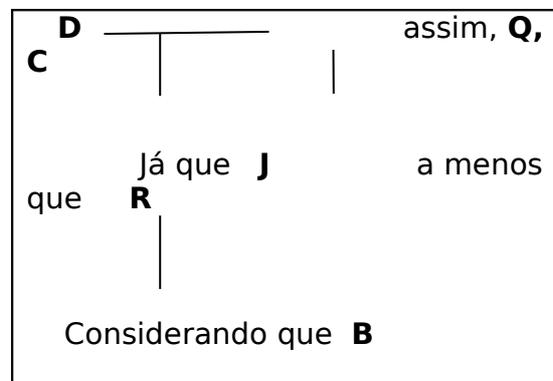
Considerando que o objetivo desta pesquisa foi investigar os argumentos construídos pelos alunos, para a análise dos dados foram utilizados o padrão argumentativo de Toulmin (1958) e uma adaptação deste modelo elaborada por Jiménez Aleixandre et al. (1998), descritos a seguir.

## **Modelo de Toulmin**

O modelo de Toulmin (1958) é muito utilizado para investigar as argumentações científicas elaboradas por alunos no ensino de ciências.

Os elementos fundamentais de um argumento, segundo este modelo são: o dado (D), a justificativa (J), e a conclusão (C). Assim, pode-se descrever um argumento da seguinte forma: “a partir de um dado D, desde que a justificativa J, então se chega à conclusão C”. Entretanto, para um argumento ser considerado mais completo, pode-se acrescentar os *qualificadores modais* (Q) e condições de *refutação* (R), de forma a indicar certa plausibilidade para

determinada justificativa, dando então, suporte à conclusão. Assim, os qualificadores modais e as refutações limitam a justificativa e complementam a relação entre os dados e as conclusões. Ainda, a justificativa pode estar apoiada em uma alegação baseada em um conhecimento de caráter teórico, denominada conhecimento básico (B). O modelo do padrão argumentativo de Toulmin é apresentado na figura 1:



(1958)

**Figura 1: Padrão Argumentativo de Toulmin**

Segundo Capecchi et al. (2002, p. 5):

*O modelo de Toulmin é uma ferramenta importante para a compreensão da argumentação do pensamento científico. Além de mostrar o papel das evidências na elaboração de afirmações, relacionando dados e conclusões através de justificativas de caráter hipotético, também realça as limitações de uma dada teoria, bem como sua sustentação em outras teorias. O uso de qualificadores ou de refutações envolve a capacidade de ponderar diante de diferentes teorias a partir das evidências apresentadas por cada uma delas. Um modelo, por exemplo, pode ser útil para uma dada situação específica, porém substituído por outro mais abrangente em outras circunstâncias. Ao participar de discussões envolvendo argumentos completos, os alunos podem entrar em contato com uma importante faceta do conhecimento científico.*

Driver et al. (2000) argumentam 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. Ainda, segundo os autores, no esquema de Toulmin o reconhecimento dos aspectos interacionais do argumento não estão presentes enquanto fenômeno discursivo influenciado pelos contextos lingüísticos da situação na qual o argumento está inserido. Isto significa que alguma interpretação do texto é necessária, como 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, onde a manipulação de materiais é usada, nem toda a discussão é feita através de discurso, algumas interações podem ocorrer através de gestos e sinais, podendo compor elementos essenciais de um argumento.

Também é preciso considerar as relações sociais, pois a argumentação pode ser elaborada de forma coletiva e desordenada, uma vez que os argumentos em salas de aula de ciências podem ser feitos por um ou mais alunos e, assim, falas de diferentes estudantes podem ser complementares (CAPECCHI et al., 2002).

### **Componentes do argumento segundo Jiménez Aleixandre et al. (1998).**

Os autores propuseram um modelo para complementar as idéias apresentadas por Toulmin, em seu modelo de argumentação. Os componentes ampliados foram os dados e os enunciados. Assim, um dado pode ser fornecido (DF) pelo professor, livro, roteiro de experimento ou obtido (DO), este último, subdividido em dado empírico (DE), que pode proceder de um experimento de laboratório, e um dado hipotético (DH). Os enunciados são distinguidos entre hipóteses e conclusões, e quando questionam a validade de outro é denominado oposição (Jiménez Aleixandre et al., 1998). Os demais componentes de um argumento são interpretados como no modelo original. Ainda, segundo os autores, na argumentação, alguns componentes podem estar todos explícitos e outros implícitos.

A tabela 1 mostra o resumo da proposta

**Tabela 1: Componentes do modelo de Toulmin (1958) proposto por Jiménez Aleixandre et al. (1998).**

<b>DADOS</b>		
Fatos aos quais são feitas referências como base para uma conclusão	Dado fornecido	
	Dado obtido	Dado empírico
		Dado hipotético
<b>ENUNCIADOS</b>		
As hipóteses e as conclusões são afirmações cuja validade se deseja estabelecer	Hipótese	
	Conclusão	
A oposição é um enunciado que questiona a validade de outro	Oposição	

## Contexto da Pesquisa

Para investigar as interações argumentativas em sala de aula, foi preciso analisar os diálogos dos estudantes em discussões sobre um problema experimental. Tal análise pretendeu explorar a maneira pela qual os estudantes utilizam os componentes de um argumento e interpretá-los segundo os referenciais da pesquisa, ou seja, investigar se os alunos utilizam, por exemplo, justificativas e se elaboram conclusões apoiadas em dados e conhecimentos básicos para resolver o problema proposto pelo professor.

A análise dos dados foi realizada considerando a fala de todos os alunos participantes dos diálogos, uma vez que, conforme já comentado, um argumento pode ser elaborado com afirmações expressas por mais de um aluno, e assim permitir identificar os elementos do padrão argumentativo de Toulmin (1958) e Jiménez Aleixandre et al., (1998) nos discursos.

É importante relatar que as aulas investigadas não foram elaboradas para os objetivos desta pesquisa, entretanto, pelo fato de a atividade experimental investigativa ser considerada uma promotora da argumentação no ensino de química, procurou-se analisar o diálogo dos alunos a fim de evidenciar tal potencialidade.

Assim, foram analisadas as discussões entre alunos e professora em uma aula pós-laboratório de duas salas de primeiro ano de química de uma escola estadual da cidade de São Paulo sobre o seguinte problema: “A densidade pode ser utilizada para a identificação de um material?” A discussão foi realizada em sala de aula entre a professora e os alunos, após a realização de duas aulas pré-laboratório para discutir conceitos essenciais para a compreensão e execução do experimento e também após a realização do experimento investigativo pelos alunos. A escolha pela análise da aula pós-laboratório em detrimento das outras se deve ao fato de nesta aula a professora mediar a discussão com os alunos sobre os resultados e conclusões, o que poderia ter proporcionado um número maior de interações discursivas em sala de aula, podendo assim, contribuir para os resultados da pesquisa.

Desta forma, os alunos poderiam basear seus argumentos em conhecimentos discutidos anteriormente e em dados obtidos com a atividade experimental.

A seguir são representados alguns trechos das transcrições evidenciando a forma pela qual a análise foi realizada e os resultados obtidos.

## Análise dos dados e Resultados

No início da aula, a professora questiona os alunos sobre quais dados foram utilizados para identificar a densidade dos materiais sólidos, e depois indaga sobre a identificação destes materiais:

Turno	Falas	Padrão Argumentativo
6	P:Que recurso a gente usou para determinar a densidade dos sólidos?	Questão proposta pela professora
7	Al 1: Volume	Dado obtido (empírico)
8	Al 2: Massa	Dado fornecido
9	P: Usamos a massa que foi dada que a gente já tinha dado nas amostras e...	
10	Al 1: Volume	Dado obtido (empírico)
11	P: Volume...que a gente obteve pela...	
12	Al 1: Pela diferença de ml	Conclusão
13	P: Pela diferença do volume final e inicial da água	
14	P:Gente..essas densidades aqui que eu coloquei na lousa foram as densidades que eu copiei de um manual que tem as densidade de muitas substâncias que a gente usa...então são densidades padrão que eu copiei desse manual	Professora forneceu os dados para os alunos investigarem o material

	P: As densidades que vocês obtiveram foram iguais a essas em todos os casos?	
15	Al :Não	
16	P:Como é que vocês fizeram aqui para identificar as amostras?	Questão
17	Al 1: Valor aproximado	Conclusão
18	P: Isso...vocês aproximaram a densidade que vocês encontraram dessa densidade aqui padrão Como é que vocês explicam o fato de vocês não terem chegado exatamente a esses valores aqui	Nova questão
19	Al: Erro	Hipótese
20	P: Fala Al	
21	Al4: Pode ser variação da balança na hora de pesar o volume	Hipótese
22	P: Tá bom...existe uma variação da balança... existe... a balança no caso da medida que vocês receberam.... só que...no caso por exemplo do cobre vocês tiveram um valor de densidade que era muito grande.... poucas pessoas chegaram a oito vírgula alguma coisa, a maioria chegou em sete, tem gente que chegou em nove, então foi uma variação muito grande...só a variação balança não justifica	Explicação da professora
23	P:Que mais você tava falando Al 4	
24	Al 4: A diferença no ml	Conclusão
25	P: Por quê?	
26	Al4: Você vai lá olha e coloca 50 só que se você for olhar bem ....você vai ver que é 52... 49 essa diferença	Justificativa
27	P: E como o Al 1 tá falando...conforme a gente vai ler o volume...onde toca a água no menisco onde toca a parte superior da água a gente pode ler um pouquinho pra cima um pouquinho para baixo que esse erro de leitura que eu não sei se vocês sabem ...esse erro de leitura ele leva esse erro que a gente lê,leva a uma variação no volume do sólido P:Então a gente tem essa fonte de erro que acaba dando variação na medida	

Observa-se, nesta etapa da aula que, a professora faz questionamentos secundários que possam fornecer explicações para a questão problema central, assim os alunos utilizam os dados para chegar a suas conclusões. No turno 23 a 26 a professora questiona sobre a variação nas medidas e o aluno 4 elabora um argumento conclusão-justificativa.

A transcrição abaixo mostra a continuidade da discussão

<b>Turno</b>	<b>Falas</b>	<b>Padrão Argumentativo</b>
37	P: Por que a densidade obtida pode não ter sido exatamente a densidade padrão do material que eu peguei lá no material... Então lá... densidade do cobre tanto	Questão
38	Al 1:Porque o material pode não ser cem por cento cobre cem por cento zinco	Conclusão / Justificativa
39	P: Perfeito olha só o que o Al 1 colocou vocês ouviram... Al 1 Você estava me falando que o material pode não ser cem por cento	
40	Al 1: Cobre ou zinco ou o material que você esta querendo determinar a densidade	Conclusão/Justificativa
41	P: Se tiver uma outra coisa misturada no material o que pode acontecer com a densidade	Qualificador dado pela professora
42	Al 1: Pode ser maior ou menor	Conclusão
43	P: Isso então olha aqui	
44	Al: Professora deixa eu falar uma coisa	
45	Al: O que a gente mediu e o mesmo que você mediu não e?	

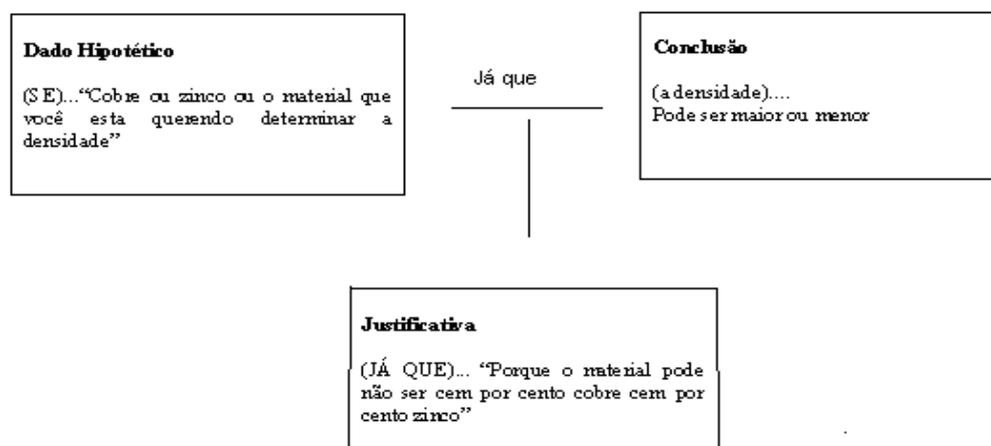
46	P: Não são duas...legal sua pergunta muito legal P: Eu peguei duas fontes diferentes de medida. [...]. Então a gente viu as fontes de variação e a pergunta era a densidade permitiu a identificação das amostras recebidas? Que vocês responderam para mim	
47	Al 2: Sim aproximadamente olhando a tabelas	
48	P: Aproximadamente olhando mais ou menos a tabela por que a gente tinha essa fonte de variação Outra coisa que alguém me respondeu escreveram assim... ah foi fácil porque você tinha uma tabela exatamente com poucos materiais... P: Mas se você tivesse montado uma tabela com muitos materiais e com densidades mais próximas talvez a gente não conseguisse identificar a densidade dos materiais se a gente tivesse uma lista grande de materiais talvez a gente tivesse dificuldades de identificar P:Foi uma resposta bem legal também	

O turno 46 foi aqui reduzido por se tratar de uma fala longa da professora, ao explicar para os alunos que para a interpretação da densidade dos sólidos foram utilizadas duas fontes de medidas, pois os valores de densidades fornecidos aos alunos para comparação com os obtidos na atividade experimental eram de materiais sólidos puros<sup>2</sup>. Entretanto, os metais utilizados pelos alunos não eram puros, segundo a professora, e assim eles tiveram de aproximar os resultados.

Neste momento não se observa interações dos alunos, no entanto, se a professora não tivesse respondido, mas questionado os alunos utilizando a conclusão do aluno 1 no turno 38, mais elementos de um argumento poderiam ter sido manifestados.

No turno 48 também se observa um momento onde a professora poderia ter questionado o grupo que respondeu a essa questão durante a realização do experimento, ao invés de dar a resposta para a sala. Também, até o momento não houve argumentos que apresentassem refutação ou oposição, talvez pelo fato de as interações aluno e professor serem breves e a última não dar a oportunidade para que situações de confronto ocorressem.

Outra interpretação do argumento de um aluno, nos turnos 38-42, foi realizada e exemplificada na figura 2 abaixo. Pode-se observar que a fala do aluno poderia representar um outro componente do argumento se a discussão em sala de aula tivesse ocorrido de forma diferente. Assim, uma fala interpretada como conclusão-justificativa em determinado momento, poderia ser interpretada como dado hipotético em outro. Desta forma, é importante considerar o contexto e as diversas vozes ao analisar a argumentação em sala de aula.



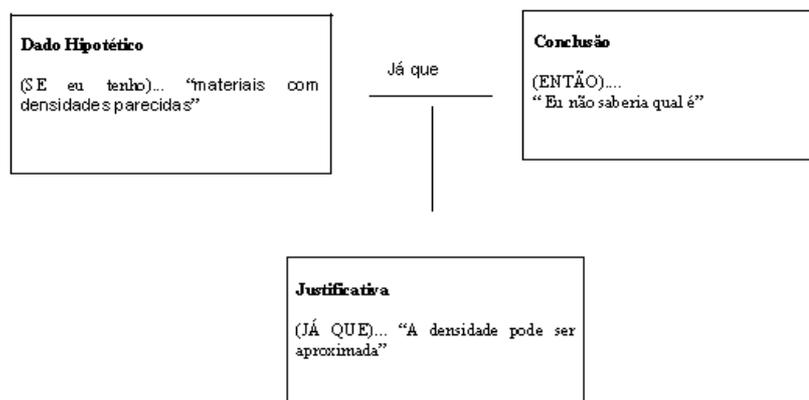
<sup>2</sup> Valores retirados de literatura específica

**Figura 2 : Exemplo de Argumentação (implícitos entre parênteses)**

Perto do final da aula, a professora questiona os alunos sobre a questão problema central:

Turno	Falas	Padrão Argumentativo
59	P: Bom, pergunta pra encerrar, a densidade permite a identificação de qualquer amostra ela pode ser usada sempre para identificar um material e ela é suficiente, ela permite a identificação de qualquer material?	Questão
60	Al 1: depende... materiais com densidade muito parecidas Al 1: Água e óleo?	Conclusão
61	P: Materiais com densidade muito parecidas o que vai acontecer	
62	Al 1: Eu não saberia qual é Al 1: Se for água e álcool	Conclusão
63	P: Novamente a minha pergunta eu vou repetir... a densidade é suficiente para eu determinar um material supor se eu determinar a densidade ela vai ser suficiente eu vou saber o que é o material	
64	Al 1: Não	
65	P: Não por quê?	
66	Al 1: Porque pode ser densidade aproximada	Justificativa
67	P: Aproximada como assim aproximada?	
68	Al 1: Próximos	
69	P: Materiais diferentes podem ter densidades de valores próximas e eu vou ficar na dúvida se é um material ou outro por que gente porque a gente pode ter impurezas, porque a gente pode ter variação de medida, então pode levar a gente a ter uma dúvida entre um material e outro	

Novamente o aluno 1 elabora um argumento conclusão-justificativa no turno 60-66, mas ao reinterpretar os elementos do argumento, não seguindo a ordem pela qual as questões foram propostas pela professora, pode-se representar o argumento conforme mostra a figura 3:



**Figura 3: Exemplo de Argumentação (implícitos entre parênteses)**

Assim, a maneira pela qual a atividade é conduzida e as questões são propostas, ou seja, o contexto da aula, a interpretação dos resultados pode-se apresentar diferente (DRIVER et al., 2000).

O único momento onde foi identificado o elemento refutação ocorreu na Primeira Série II, quando a professora questiona os alunos se é possível medir a densidade de uma mistura de água e sal através do deslocamento da água, conforme realizado para a identificação dos metais, evidenciado no episódio abaixo:

<b>Turno</b>	<b>Falas</b>	<b>Padrão Argumentativo</b>
45	P: Você poderia utilizar esse mesmo procedimento para determinar a densidade de uma amostra de sal de cozinha?	Questão
46	Al: Não	
47	P: Por que não?	
48	Al 2: Porque ele vai se dissolver na água e você vai calcular a densidade do sal dissolvido na água	Conclusão com justificativa
49	P: Se o sal se dissolve na água eu posso calcular o volume pela diferença deslocamento de volume?	
50	Al 3: Não a gente vai ter a densidade da água com o sal	Refutação
51	P: Isso a densidade da água com o sal... Esse procedimento dá para ser utilizado só com materiais que...não se dissolvem na água	

Por mais que a respostas da aluna no turno 48 não esteja certa, ela conclui seu argumento justificando, e em seguida, a aluna 3 expressa seu raciocínio adequadamente.

Os componentes dado empírico, dado hipotético e oposição foram empregados poucas vezes pelos alunos durante toda a aula, enquanto que os mais freqüentes foram conclusão e justificativa.

### **Considerações finais**

No geral, os resultados mostram que os alunos apresentaram argumentos com os componentes dado, justificativa e conclusão, fundamentais para a elaboração de um argumento completo. Somente um argumento conclusão-justificativa-oposição foi encontrado, talvez pelo fato de os alunos terem dificuldades em inserir elementos dessa natureza em seus argumentos, assim como os qualificadores modais (QUEIRÓZ; SÁ, 2005; SÁ; QUEIRÓZ, 2007) e, também, pelo fato de a professora muitas vezes não criar oportunidades para que tais argumentos fossem elaborados pelos alunos.

Quando a resposta do aluno foi valorizada, aspectos específicos do raciocínio foram manifestados. Entretanto, se a professora tivesse mediado às respostas dos alunos e permitido maior participação e interação entre os pares, argumentos mais complexos poderiam ter sido formulados por eles (LOCATELLI, 2006).

Também, o fato de a atividade experimental apresentar apenas uma solução e as variáveis envolvidas serem visíveis pode ter contribuído para a discussão final ficar centrada no problema sem grandes possibilidades da elaboração de argumentos mais completos como refutações ou qualificadores (CAPECHI; CARVALHO, 2002).

A professora, por diversas vezes, não permite que os alunos respondam às questões propostas. Ela geralmente aceita a resposta do aluno, mas não permite que este ou outros refinem seu raciocínio e elaborem argumentos mais completos, pelo contrário, ela acaba completando a resposta dos alunos. Driver et al. (2000) argumentam que o papel do professor deve ser de apoio, organizando a retroalimentando a discussão em sala, mantendo condições para os estudantes poderem falar e respeitar as vozes dos outros. Também, segundo os autores, é importante que o professor não dê a resposta para o aluno; o seu papel é de articular a discussão e respeitar as diferentes idéias manifestadas.

Por fim, apesar de nem todos os alunos apresentarem argumentos ou indagações que contribuíssem para a solução do problema, quando a professora permitiu situações interativas e proporcionou ao aluno expor suas idéias e refletir sobre elas, eles elaboraram respostas com justificativas e conclusões, que puderam ser interpretadas pelo modelo de Toulmin (1958) e Jiménez Aleixandre et al. (1998).

Assim, é importante que o professor esteja atento a forma como a aula é conduzida, pois uma atividade como a experimentação investigativa, considerada eficaz e promotora de habilidades cognitivas e de argumentação, não é garantia para que bons resultados em relação à aprendizagem dos alunos sejam alcançados. O professor precisa se atentar e procurar dar oportunidade para os alunos explicitarem suas idéias, promovendo o desenvolvimento da argumentação, tão importante para a compreensão das Ciências e para a sua atuação na sociedade.

### **Referências Bibliográficas**

Capecchi, M.C.V.M; Carvalho, A.M.P. Argumentação em uma aula de conhecimento físico com crianças na faixa de oito a dez anos. *Investigações em Ensino de Ciências*, 5 (3), p. 171-189, 2002.

- Capecchi, M.C.V.M.; Carvalho, A.M.P.; Silva, D. Relações entre o discurso do professor e a argumentação dos alunos em uma aula de física. *Ensaio - Pesquisa e Educação em Ciências*, 2(2), p. 1-15, 2002.
- Carvalho, A. M. P. ; Santos, E. I. ; Azevedo, M. C. P. S. ; Date, M. P. S. ; Fujii, S.R.S.; Nascimento, V. B. . *Termodinâmica: Um ensino por investigação*. 1. ed. São Paulo: Universidade de São Paulo - Faculdade de Educação, 123 p., 1999.
- Costa, A. Desenvolver a capacidade de argumentação dos estudantes: um objetivo pedagógico fundamental. *Revista Iberoamericana de Educación*, 46(5), 2008.
- Driver, R.; Newton, P.; Osborne, J. Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. *Science Education*, 84, p. 287-312, 2000.
- Jiménez Aleixandre, M.P. Diseño Curricular: Indagación y Racionamiento con el lenguaje de las Ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 16(2), p. 203-216, 1998.
- Jiménez Aleixandre, M.P.; Díaz de Bustamante, J. Discurso de aula y argumentación en la clase de Ciencias: Cuestiones Teóricas y Metodológicas. *Enseñanza de las Ciencias*, 21 (3), p. 259-370, 2003.
- Jiménez Aleixandre, M.P.; Reigota Castro, C.; Álvarez Pérez, V. Arguementación en el laboratorio de Física. *Atas do V Encontro de Pesquisa em Ensino de Física*, 1998.
- Kuhn, D. Science as argument: Implications for teaching and learning scientific thinking. *Science Education*, 77, p. 319-337, 1993.
- Locatelli, R.J. *Uma análise do raciocínio utilizado pelos alunos ao resolverem problemas propostos nas atividades de conhecimento físico*. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.
- Moraes, R.; Galiazzi, M.C. Tomando conta do ambiente em que se vive: aprendizagem e apropriação de discurso pela linguagem. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 3 (3), 2003.
- Queiróz, S.L.; Sá, L.P. Argumentação no ensino superior de Química: investigando uma atividade fundamentada em estudos de caso. *Enseñanza de las Ciencias*, número extra, 2005.
- Sá, L.P.; Queiróz, S.L. Promovendo a argumentação no ensino superior de química. *Química Nova*, 30 (8), p. 2035-2042, 2007.
- Suart, R.C; Marcondes, M.E.R. As habilidades cognitivas manifestadas por alunos de ensino médio de química em uma atividade experimental investigativa. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 2, 2008.
- Toulmin, S.E. *The uses of argument*. Cambridge: Cambridge University Press, 1958.
- Villani, C.E.P. ; Nascimento, S.S. A argumentação e o ensino de Ciências: uma atividade experimental no laboratório didático de física do ensino médio. *Investigações em Ensino de Ciências*, 8 (3), p. 1-15, 2003.
- Zohar, A.; Nemet, F. Fostering Student's knowledge and argumentation skills through dilemmas in human genetics. *Journal of Research in Science Teaching*, 39, p.35-62, 2002.