

# ANÁLISE DE UMA ATIVIDADE EXPERIMENTAL QUE DESENVOLVA A ARGUMENTAÇÃO DOS ALUNOS

## ANALYSIS OF A EXPERIMENTAL ACTIVITY THAT DEVELOP THE STUDENTS' ARGUMENTATION

**José Eduardo Biasoto**  
**Anna Maria Pessoa de Carvalho**

Instituto de Física da USP/ [biasoto2002@uol.com.br](mailto:biasoto2002@uol.com.br)  
Faculdade de Educação da USP/ [ampdcarv@usp.br](mailto:ampdcarv@usp.br)

### RESUMO

Este trabalho analisa as fases por que passaram os participantes do curso “Ensinando Física Através de Desafios Experimentais” ocorrido no XVII SNEF, em janeiro de 2007, durante a realização da atividade proposta. Esta atividade consistiu no planejamento, realização e discussão de um problema experimental de mecânica. Nós procuramos verificar se esta atividade promove a argumentação entre os participantes, analisando as suas falas segundo as categorias de Driver, Newton & Osborne (2000).

**Palavras chave:** argumentação, laboratório, problemas experimentais.

### ABSTRACT

This paper analyses the phases of an activity of the course “Teaching Physics Through Experimental Challenges”, which happened at XVII SNEF, in January, 2007. This activity consisted of the planning, realization and discussion of an experimental mechanics problem. We have checked if this activity promoted the argumentation among the students, analyzing their interventions according to the categories of Driver, Newton & Osborne (2000).

**Keywords:** argumentation, laboratory, experimental problem.

## REFERENCIAL TEÓRICO

Há muito tempo, a Pesquisa em Ensino de Ciências tem produzido conhecimento sobre o que é relevante para a aprendizagem dos alunos, tanto em conteúdo conceitual, mas principalmente sobre o processo de produção do conhecimento científico.

Newton, Driver e Osborne (2000) propõem que aprendizagem em ciências pode ser comparada à aprendizagem de uma língua estrangeira, na qual não basta aprender o nome das coisas, mas sim, é necessário que o estudante mergulhe numa nova cultura, compreendendo suas normas, valores, linguagem e processos. Esta abordagem do ensino de Física, pensado como uma verdadeira enculturação, uma enculturação científica, permite ao professor compreender as dificuldades dos alunos em assimilarem os novos conceitos apresentados, pois ele se sente como que estrangeiro em outro país, cuja língua e costumes lhe são completamente estranhos (Capecchi e Carvalho 2000).

Neste sentido, as aulas devem ser planejadas para aumentar a participação dos alunos, tornando-os intelectualmente ativos, capazes de fazer escolhas e tomar decisões. Para isso, as atividades investigativas e o Laboratório Aberto podem dar uma grande contribuição.

Gil Pérez e Valdés Castro (1996) propõem dez pontos que devem ser observados nas atividades experimentais, para que haja enculturação científica:

- 1- Apresentar situações problemáticas abertas de um nível de dificuldade adequado.
- 2- Favorecer a reflexão dos estudantes sobre a relevância e o interesse da situação proposta.
- 3- Promover análises qualitativas significativas que ajudem a compreender as situações propostas.
- 4- A criação de hipóteses por parte dos alunos deve ser o foco central da atividade.
- 5- O planejamento da atividade deve ter grande importância.
- 6- A análise dos resultados do grupo (sua interpretação física, confiabilidade, etc...) deve merecer cuidados especiais bem como o seu compartilhamento com a classe.
- 7- A consideração de diferentes perspectivas e implicações do trabalho deve ser considerada.
- 8- Deve haver um esforço de integração da atividade com outros conhecimentos.
- 9- Dar a devida importância aos relatórios, como instrumentos de comunicação e memória científica.
- 10- Potencializar a dimensão coletiva do trabalho científico.

Segundo Driver e Newton e Osborne (2000), a argumentação pode ser considerada como uma atividade individual, através do pensamento e escrita ou, socialmente feito em grupo.

A argumentação pode ser entendida como promover um raciocínio para ou contra uma proposição ou conduta (Driver, Newton e Osborne 2000).

Este tipo de argumentação descrita como retórica por Kuhn (1992) é muito comum em sala de aula, pois é através dela que o professor normalmente se dirige à sala. Ele expõe um determinado conhecimento científico e procura convencer os alunos de sua validade. Peter (1966) distingue dois tipos de argumentação baseadas na autoridade do professor: a “autoridade racional” na qual o professor fornece razões e evidências para sustentar sua posição e a “autoridade tradicional” na qual o que vale é a palavra do professor, a qual sobrepuja razões e evidências outras, que não as fornecidas por ele.

A argumentação retórica limita o aprendizado no sentido que não permite ao aluno desenvolver e praticar o seu próprio raciocínio. Para que este desenvolvimento aconteça, é necessário que a aula seja organizada de tal forma que o aluno tenha voz e oportunidade de praticar o seu próprio raciocínio (Driver e Newton, Osborne 2000).

Outro tipo de argumentação é a dialética, na qual diferentes perspectivas e interpretações de um mesmo fato ou dado estão envolvidas. A argumentação dialética acontece na sala de aula quando os alunos têm a oportunidade de examinar, discutir e resolver um determinado problema (Driver, Newton, Osborne 2000).

Toulmin no seu livro “O Uso da Argumentação” (1958) estuda como as pessoas argumentam para construir um raciocínio lógico. O seu modelo é muito usado por educadores em ciência (Jimenez-Aleixandre 2003) e de outras áreas para estudar a argumentação dos alunos em sala de aula.

O modelo de Toulmin identifica alguns componentes que constroem uma argumentação:

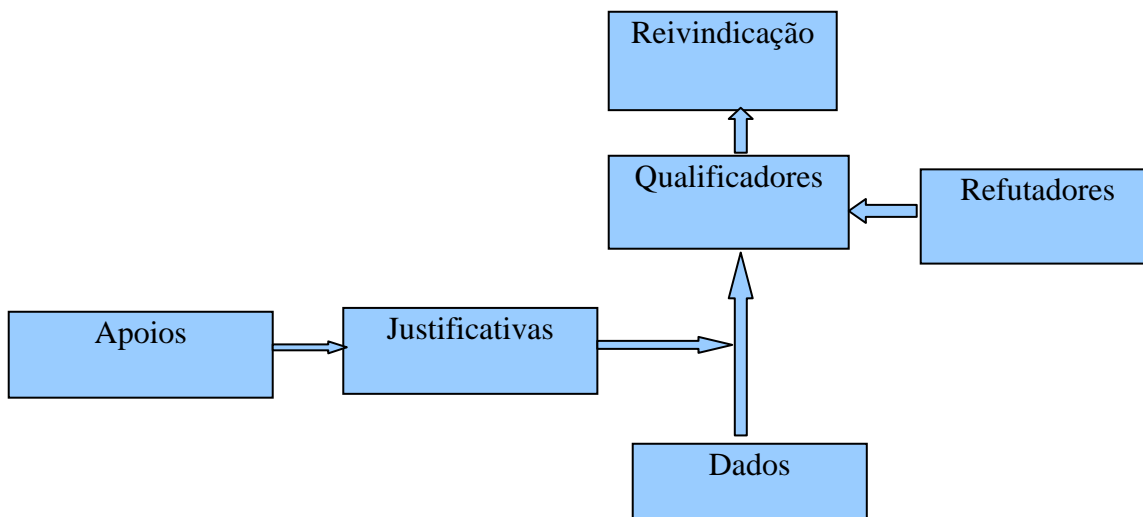
- Dados: fatos que amparam uma reivindicação
- Reivindicação: conclusão cujo mérito está sendo estabelecido
- Justificativa: Razões propostas que mostram a correlação entre os dados e a conclusão
- Apoios: suposições básicas, que quando unidas, suportam a justificativa

Assim, a estrutura básica da argumentação é representada na sentença como:

“Por que (dados), desde que (justificativas), por causa de (apoio), portanto (conclusão)”.

Toulmin identifica ainda outros dois fatores em argumentações mais complexas:

- Qualificadores: especificam as condições nas quais a reivindicação pode ser verdadeira.
- Refutadores: especificam as condições nas quais a reivindicação não é verdadeira.



O esquema de Toulmin é útil, porém limitado, pois ele não leva em conta, por exemplo, a correção da afirmação, mas sim apenas se ela está logicamente construída. Além disso, sua análise é descontextualizada. Não há menção aos aspectos interacionais do discurso, nem em que contexto ele se realiza (Driver e Newton, Osborne 2000).

A relação social dentro do grupo no qual acontece argumentação o que abrange aspectos como argumentos implícitos, linhas de raciocínio que se desenvolvem sem linearidade e outras particularidades que fazem parte de uma argumentação real devem ser levadas em conta.

Um programa educacional que pretenda melhorar a argumentação dos estudantes requer não apenas um modelo cognitivo de argumento, mas também um entendimento das condições sociais e culturais nas quais estes argumentos se desenvolvem (Driver, Newton, Osborne 2000).

Se a argumentação faz parte do mundo científico, é importante que ela faça parte também da aprendizagem de ciências, na escola. Esta aprendizagem se faz de modo análogo à aprendizagem de uma língua estrangeira. É necessário que o estudante entenda os valores, conceitos e normas da cultura científica. Esta enculturação se faz através de atividades nas quais tenham a oportunidade de ler e ouvir a respeito desta nova cultura, mas também é importante que ele tenha a oportunidade de praticar, usando suas próprias idéias e aprendendo a desenvolver o seu próprio raciocínio (Driver, Newton e Osborne 2000).

Uma forma de se obter tais resultados é planejar a aula de tal maneira a que os alunos tenham a oportunidade de resolver problemas que tenham várias respostas possíveis ou diversas interpretações para os mesmos resultados (Driver, Newton e Osborne 2000).

O estudo das atividades voltadas à argumentação em sala de aula tem-se voltado ao estudo de três objetivos específicos (Driver, Newton e Osborne 2000):

- O desenvolvimento de um entendimento conceitual.
- O desenvolvimento da capacidade investigativa.
- Elevar a tomada de decisão sobre problemas sócio-científicos.

### 1- O desenvolvimento de um entendimento conceitual.

Pesquisadores que trabalham nesta linha supõem que através do estudo do discurso dos estudantes em sala de aula podem-se obter informações de como os conhecimentos científicos são construídos pelos estudantes. Alguns grupos utilizam o modelo de Toulmin para analisar como o discurso é construído socialmente pelo grupo (Jimenez-Aleixandre, 1997), ilustrando as falhas de suas estruturas, além de observar aspectos que não percebidos pelo esquema de Toulmin (operações epistêmicas e a influência da cultura escolar na argumentação dos alunos).

### 2- Elevar a tomada de decisão sobre problemas sócio-científicos.

A preocupação com a inclusão dos estudantes em problemas que envolvem Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) está presente em diversos trabalhos no Brasil e no exterior, nos PCNs e em diversos currículos nacionais. Porém, muitas vezes o que se vê é que apenas existe o discurso do professor, não se dando oportunidade para que o estudante desenvolva suas próprias idéias sobre os temas tratados (Driver e Newton, Osborne 2000).

### 3- O desenvolvimento da capacidade investigativa.

O foco desta linha de pesquisa é a observação de como os estudantes resolvem problemas conceituais que exigem prática investigativa.

No processo de enculturação científica, a construção coletiva do conhecimento é um aspecto extremamente relevante (Pérez, 1996). Dentro desta perspectiva, a análise da argumentação dos alunos numa atividade experimental, torna-se fundamental, tanto que estas atividades devem ser planejadas para que a argumentação seja a sua atividade principal (Driver, Newton, Osborne 2000).

Jiménez (2003) também propõe problemas experimentais para que os alunos resolvam e procura estudar a qualidade e o desenvolvimento da argumentação destes num processo de enculturação científica.

Problemas experimentais são adequados para a análise da argumentação, pois através destes, os alunos são levados a realizar uma série de operações típicas do trabalho científico.

Em cada uma destas operações, realizadas em grupo, há uma construção coletiva do conhecimento, evidenciada pela análise de seus argumentos, a qual, segundo Driver, Newton, Osborne (2000) deve ser o foco principal de uma aula, para que haja enculturação científica.

## **METODOLOGIA DE PESQUISA**

### **Contexto do Trabalho**

Esta atividade faz parte de um estudo a respeito da argumentação dos alunos durante a resolução de um problema experimental. Os resultados obtidos são preliminares e o próximo passo será a aplicação desta atividade numa turma de primeiro ano do Ensino Médio, gravando-se as aulas e analisando os episódios de ensino com o instrumento

desenvolvido por Driver, Osborne e Newton (2000) para verificar-se se nesta situação, este tipo de atividade contribui para o desenvolvimento da argumentação dos alunos.

Para o desenvolvimento da atividade, ela foi testada com professores de Física, presentes no curso “Ensinando Física Através de Desafios Experimentais” em janeiro de 2007 durante o XVII SNEF em S.Luis do Maranhão. Participaram professores de Física do Ensino Médio, originários de diversos locais do Brasil, em número de vinte participantes. O curso teve duração de quatro horas, divididas em duas sessões de duas horas cada, realizadas em dois dias diferentes.

**Problema:** Uma atividade na qual os alunos resolvem um problema experimental quantitativo, propondo e desenvolvendo um procedimento para verificar, com determinados materiais pré-estabelecidos, a conservação da energia mecânica ou da quantidade de movimento da situação proposta por eles promove o desenvolvimento da argumentação dos participantes?

### **A atividade**

A proposta da atividade foi que os alunos, divididos em grupos de até cinco pessoas, resolvessem um problema experimental. Foram dadas duas opções de problemas, relacionados com os princípios de conservação (energia mecânica ou quantidade de movimento):

#### Discussão do Princípio de Conservação da Energia Mecânica

Os alunos foram divididos em grupos de até cinco integrantes e foi entregue a eles os seguintes materiais:

- Um looping
- Uma bola de bilhar
- Uma régua
- Um cronômetro
- Uma balança

A proposta – com estes materiais, cada grupo deveria criar uma situação experimental e para esta situação, determinar um procedimento para verificar-se quantitativamente se haveria ali a conservação da energia mecânica.

#### Discussão do Princípio da Conservação da Quantidade de Movimento

Os alunos (aproximadamente vinte) foram divididos em grupos de até cinco integrantes e foi entregue a eles os seguintes materiais:

- Uma pista
- Duas bolas de bilhar de massas diferentes
- Uma régua
- Um cronômetro
- Uma balança

A proposta – com estes materiais, cada grupo deveria criar uma situação experimental e para esta situação, determinar um procedimento para verificar-se quantitativamente se haveria ali a conservação da quantidade de movimento.

No primeiro dia, os alunos desenvolveram a parte experimental e no segundo, cada grupo escreveu um relatório descrevendo a situação experimental elaborada, bem como as conclusões obtidas (conservou-se a energia mecânica, por exemplo, ou não) e como o grupo

chegou a esta conclusão. Ainda no segundo dia, cada grupo relatou o que fez e as suas conclusões para toda a sala, havendo aí uma discussão sobre as conclusões obtidas. Metodologia de Pesquisa.

## **ANÁLISE DE RESULTADOS**

Foram analisados os relatórios de cada grupo, além de terem sido feitas observações da argumentação dos alunos de um dos grupos, durante a atividade e a discussão em grupo, envolvendo todos os participantes.

O instrumento usado na análise da argumentação foi a classificação de Driver, Osborne e Newton (2000).

Afirmção isolada sem justificativa (nível 0)  
Afirmção isolada competindo sem justificativas (nível 0),  
Afirmção isolada com justificativa (nível 1)  
Afirmção competindo com justificativa (nível 2),  
Afirmções competindo com justificativas e qualificadores (nível 3)  
Afirmções competindo com justificativas respondendo por refutação (nível 3)  
Fazer julgamento integrando diferentes argumentos (nível 4).

A observação da postura dos alunos, durante a atividade, possibilitou verificarem-se as seguintes fases no seu desenvolvimento:

Fase 1: Paralisia  
Fase 2: Tentar resolver apenas matematicamente  
Fase 3: Manipulação dos elementos fornecidos  
Fase 4: Surgem as hipóteses e os planos de trabalho  
Fase 5: Teste das hipótese através da integração entre a manipulação dos elementos fornecidos e a modelagem matemática  
Fase 6: Dúvida: o plano deu certo?  
Fase 7: Discussão Final

Esta divisão foi feita através da observação do desenvolvimento dos participantes durante a atividade e em cada uma delas,

Fase 1: Paralisia

No início da atividade, os participantes não têm a menor idéia do que fazer, ficam olhando uns para os outros e para o professor, pedindo ajuda para começar.

Há pouca ou nenhuma interação entre os participantes. Suas intervenções são voltadas diretamente para o professor.

Fase 2: Tentar resolver apenas matematicamente

Os participantes começaram a tentar resolver o problema experimental como se fosse um exercício de livro, ou seja, ignorando os materiais apresentados e buscando uma solução numérica, partindo do princípio que haveria a conservação (da energia, nos dois casos), sem considerar que a proposta do problema era justamente verificar se as leis da conservação se aplicam neste caso e por que.

Começam a aparecer as interações entre os alunos, em geral afirmação isolada sem justificativa (nível 0) ou afirmação isolada competindo sem justificativas (nível 0).

Fase 3: Manipulação dos elementos fornecidos

Surgem as hipóteses e os planos de trabalho.

Os participantes começaram a manipular os materiais fornecidos, começaram a “brincar” com eles, esperando que assim, surgisse alguma resposta.

Aparecer as interações entre os alunos, em geral afirmação isolada sem justificativa (nível 0) ou afirmação isolada competindo sem justificativas (nível 0).

Fase 4: Surgem as hipóteses e os planos de trabalho

A partir de certo ponto, os participantes passam a apresentar possíveis propostas de trabalho. A discussão entre os componentes do grupo fica mais rica.

As discussões entre os alunos tornam-se mais ricas, aparecendo pela primeira vez, argumentos de nível 2 e 3.

Fase 5: Teste das hipótese através da integração entre a manipulação dos elementos fornecidos e a modelagem matemática.

As propostas de trabalho tornam-se mais estruturadas, integrando os conhecimentos teóricos dos participantes com os materiais fornecidos.

As discussões entre os alunos tornam-se mais ricas, aparecendo pela primeira vez, argumentos de nível 4.

### **Exemplos de planos dos alunos**

Os planos abaixo foram apresentados nos relatórios de dois grupos.

#### **Conservação da energia mecânica:**

Medir a energia mecânica (energia cinética e energia potencial gravitacional) em dois pontos do looping e verificar se elas são iguais.

Dificuldade: como medir a velocidade instantânea da bolinha?

A bola seria solta, com velocidade nula, de um ponto A tal que quando ela passasse pelo ponto mais alto do looping, ponto B, ela estaria quase caindo (força normal nula). Neste ponto B, a velocidade pode ser calculada como  $v = (R \cdot g)^{1/2}$ , onde: v- velocidade da bolinha R - raio do looping e g – aceleração da gravidade. Medindo-se a altura da bolinha neste ponto, bem como sua massa, obtém-se sua energia mecânica neste ponto.



Medindo-se a altura da bolinha no ponto A, bem como sua massa, obtém-se sua energia mecânica neste ponto.

Comparam-se os dois valores

### **Conservação da energia mecânica:**

Medir a energia mecânica (energia cinética e energia potencial gravitacional) em dois pontos do looping.

Dificuldade: como medir a velocidade instantânea da bolinha?

Concepção prévia: confusão entre velocidade instantânea e velocidade média.

Resolução: escolher dois pontos nos quais a bola esteja parada, para que nestes pontos, simplesmente, medindo-se a altura da bolinha e sua massa, obtenha-se sua energia mecânica.

Comparam-se os dois valores.

Fase 6: Dúvida: o plano deu certo?

Aqui os grupos procuram verificar se houve ou não conservação da grandeza escolhida. Há discussão a cerca de perdas de energia devido ao atrito e à resistência do ar. Discute-se se as discrepâncias encontradas podem ser explicadas devido a problemas experimentais ou se realmente as grandezas estudadas não se conservam.

Durante a discussão com a classe, aparecem argumentos de nível 3 e 4.

Fase 7: Discussão Final

Esta fase ocorre durante as discussões com toda a classe. Cada grupo relata sua solução experimental e suas conclusões, as quais são debatidas em conjunto. O nível da argumentação atinge o seu ponto máximo, bem como o nível das discussões conceituais.

Durante a discussão com a classe, várias vezes aparecem argumentos de nível 3 e 4.

## **CONCLUSÃO**

Observa-se que durante a atividade, o nível da argumentação dos participantes vai aumentando à medida que eles vão se familiarizando com a proposta e à medida que seus conhecimentos teóricos vão se integrando à situação apresentada. De início, o nível da argumentação é muito baixo, mas este vai aumentando com o decorrer da atividade, atingindo o seu ponto máximo no final da discussão dentro do grupo e durante a discussão com a classe toda.

No processo de enculturação científica, as atividades que proporcionam interações e argumentações entre os alunos devem ser encorajadas, pois estas propiciam que os alunos levantem e discutam suas hipóteses. Neste contexto, a resolução de problemas experimentais, se bem conduzidos, cumprem bem este papel.

Particularmente, esta atividade, na qual os alunos devem propor um procedimento experimental para verificar se há ou não conservação (de energia ou quantidade de movimento) na situação proposta também por eles, com os materiais fornecidos pelo professor, mostra-se adequada para desenvolver não só a compreensão dos conceitos envolvidos, mas também, o nível da argumentação dos alunos.

## REFERÊNCIAS

DRIVER, R., NEWTON, P. e OSBORNE, J. (2000). Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. *Science Education*, 84 (3), p. 287-312.

JIMENEZ A, PILLAR M, DÍAZ (2003) “Discurso de aula y argumentación em la clase de ciências: cuestiones teóricas y metodológicas”. *Ens. De las Ciências*, 21 (3), 359-370

PÉREZ G.; CASTRO V. (1996) “La Orientación de las prácticas de laboratório como investigación: um ejemplo ilustrativo”. *Ens. de las Ciencias*, 14 (2), 155-163.

KUHN, D. (1993). Science as argument: implications for teaching and learning scientific thinking. *Science Education*. 77 (3), p. 319-337.

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

LAWSON A. E. Allchin’s Shoehorn, or Why Science is Hypothetico-Dedutive. *Science & Education*, v. 12, n.3, p. 331-337, abril, 2003.

CAPECCHI, M.C.V.M e CARVALHO, A.M.P.,. Interações Discursivas na Construção de Explicações para Fenômenos Físicos em Sala de Aula. *Atas do VII EPEF*, Florianópolis SC, 2000.