

ATIVIDADES EXPERIMENTAIS E O DESENVOLVIMENTO DA ARGUMENTAÇÃO DOS ALUNOS

EXPERIMENTAL ACTIVITIES AND DEVELOPMENT OF STUDENTS' ARGUMENT

Idmaura Calderaro Martins Galvão¹,

¹Mestranda Projetos Educacionais de Ciências- Universidade de São Paulo- EEL,
idmaura@ig.com.br

Marco Aurélio Alvarenga Monteiro

² DFQ- UNESP, Campus de Guaratinguetá,
marco.aurelio@feg.unesp.br

Maria da Rosa Capri

Universidade de São Paulo- EEL,
mariarosa@usp.br

Isabel Cristina de Castro Monteiro²

³ DFQ- UNESP, Campus de Guaratinguetá,
monteiro@feg.unesp.br

Resumo

Apresentamos alguns resultados de uma pesquisa sobre as contribuições do uso de atividades experimentais nas aulas de Física para o processo de desenvolvimento de argumentação científica dos alunos. As atividades foram realizadas com alunos da terceira série do Ensino Médio de uma escola pública do interior do estado de São Paulo. Foi realizada uma entrevista com um grupo de dez alunos para levantamento de suas argumentações sobre conceitos físicos estudados a partir da metodologia de atividade experimental. A análise das argumentações dos alunos foi fundamentada nos elementos constitutivos do padrão de Toulmin. Os resultados apontam que a atividade experimental é um recurso metodológico capaz de auxiliar os alunos a expressar suas ideias de maneira lógica, justificada e válida, de acordo com o referencial adotado.

Palavras chave: ensino de física, atividade experimental, argumentação científica.

Abstract

We present some results of a study on the contributions of the use of experimental activities in Physics classes for scientific argumentation development process of the students. The

activities were carried out with high school students from a public school in the state of São Paulo. An interview with a group of ten students to assess their arguments on physical concepts studied from the experimental activity methodology was applied. The analysis of students' arguments was based on the constituent elements of the pattern of Toulmin. The results show that the experimental activity is a methodological tool able to help students express their ideas logically justified and valid, according to the adopted reference.

Key words: physical education, experimental activity, scientific argumentation.

Introdução

A atividade experimental é uma metodologia estudada por diversos autores no ensino de ciências, particularmente de Física (*e.g.* PINHO ALVES, 2000; ARAÚJO e ABIB, 2003; BONADIMAN e NONENMACHER, 2007). Pinho Alves (2000) afirma que a experimentação é um método utilizado no processo de desenvolvimento de conceitos científicos. Araújo e Abib (2003) pesquisam 106 artigos publicados, no período de 1992 a 2001, em duas importantes revistas brasileiras da área de ensino de física, que abordavam temas relacionados com a experimentação e verificaram que todos os autores desses artigos, independentemente da modalidade adotada, afirmam que o uso de atividades experimentais, em linhas gerais, é eficiente, pois contribui para a participação ativa, motivação e envolvimento do estudante e tendem a propiciar um ambiente motivador que pode colaborar para o desenvolvimento de atitudes, habilidades e competências relacionadas ao fazer e entender ciência. Nesta mesma linha de raciocínio Bonadiman e Nonenmacher (2007) asseveram que a atividade experimental assume um papel importante como estratégia de ensino e aprendizagem, no sentido que desempenha uma função motivadora e de apoio na construção do conhecimento escolar e nas relações com o cotidiano.

Carvalho (2011) discorre sobre como as atividades experimentais no ensino de Física e como podem contribuir para o ensino e aprendizagem de conceitos científicos. Segundo a autora as práticas experimentais embasadas em uma prática pedagógica de enculturação científica podem promover nos alunos a habilidade de argumentação científica, dentre outros fatores. Vários autores (*e.g.* MONTEIRO, 2002; COSTA, 2008; SASSERON e CARVALHO, 2011) investigam o processo de argumentação dos alunos em aulas das Ciências. Costa (2008) defende que é importante capacitar os alunos para atuarem de maneira mais significativa na sociedade e com habilidades de expressar ideias de maneira lógica e justificada.

Sasseron e Carvalho (2011) apresentam o padrão de Toulmin como ferramenta importante para análise da estrutura dos argumentos científicos. As autoras representam pela seguinte estrutura:



Figura 1: Estrutura do padrão de Toulmin, segundo Sasseron e Carvalho (2011)

Este padrão apresenta elementos constitutivos: dados (D), conclusão (C), garantia (W), fundamentos ou conhecimento básico (B), qualificadores modais (Q) e refutação (R). A partir de uma determinada situação, o dado (D), é formada uma ideia com a presença de conclusão (C) que pode estar justificada pelo elemento de garantia (W). E este elemento de Garantia (W) pode ser validado pelo elemento denominado qualificador modal (Q) ou invalidado por outro elemento, intitulado Refutação (R).

Nosso trabalho investiga o uso de atividades experimentais para a criação de um processo de ensino e aprendizado comprometido com a participação mais ativa do aluno e que contribua para o desenvolvimento de argumentações pelos alunos de maneira lógica e justificada.

A pesquisa, a coleta de dados e análise dos dados

A pesquisa aqui apresentada é parte de um projeto de mestrado. Foi realizada em uma escola estadual pública do interior de São Paulo, com alunos do terceiro ano do ensino médio. As atividades experimentais foram realizadas em sala de aula para o estudo de conceitos relacionados à eletrostática: processos de eletrização e blindagem eletrostática.

A coleta de dados foi realizada por meio da filmagem de uma entrevista, fora do horário de aula, com um grupo de dez alunos, que aceitaram participar voluntariamente. A professora da turma, uma das autoras desse trabalho, foi a mediadora e a conduziu por meio de questões norteadoras relacionadas ao tema estudado. Os principais fatores que nortearam essa condução foram: criação de um ambiente adequado para uma boa interação entre os participantes; discussão conduzida por um mediador, cuja função foi controlar e orientar as discussões por meio de um roteiro; número reduzido de participantes para que todos tenham oportunidade de participar expondo suas ideias. A entrevista durou, ao todo, cerca de uma hora.

As falas dos participantes foram transcritas, separadas em turnos e indicadas por números. Do total de 175 turnos de fala identificados ao longo da entrevista, destacamos apenas os explicitamente relacionados ao tema estudado, eletrostática. Não apresentamos a transcrição integral desses dados, mas apresentamos os episódios que julgamos mais importantes e respectivas análises, nas tabelas 1, 2, 3 e 4. Os participantes da pesquisa são indicados pela palavra “aluno”, com um número que o representa, sem identificá-lo, e “mediadora” é a professora da turma, que conduziu as discussões.

Os dados foram analisados de acordo com a presença de elementos constitutivos do padrão de Toulmin. A seguir, estão apresentadas nas tabelas 1, 2, 3 e 4, as principais análises das falas.

Turno/tema	Episódio 1
7 ao 15 / eletrização por atrito	<p>(7) Mediadora: [...] <i>Então pra começar, eu gostaria que vocês falassem pra mim: como que se faz para eletrizar o canudinho de refrigerante?</i></p> <p>(8) Aluno 5: <i>No caso a gente usou papel higiênico atritando, que canudo eletrizava com carga negativa depois ele atrai as cargas positivas da parede e gruda.</i></p> <p>[...]</p> <p>(12) Mediadora: [...] <i>O que faz com que o canudo fique eletrizado?</i></p> <p>(15) Aluno 4: <i>Os elétrons se movem, ai um fica negativo e outro positivo</i></p>
Análise da argumentação	
<p>No turno 7 a mediadora questiona os alunos sobre o processo de eletrização de um canudinho de refrigerante.</p> <p>No turno 8 o aluno 5 apresenta o dado (D) a partir da atividade experimental realizada em sala de aula: “- <i>No caso a gente usou papel higiênico atritando.</i>” Em seguida, no mesmo turno, o aluno 5 apresenta uma explicação, apresentando novo dado (D): “- <i>e gruda [na parede].</i>”</p> <p>A mediadora aproveita a situação e indaga os alunos: “- <i>O que faz com que o canudo fique eletrizado?</i>”</p> <p>No turno 15 o aluno 4 apresenta uma explicação com conclusão (C): “- <i>ai um fica negativo e outro positivo</i>”; e garantia (W): “- <i>Os elétrons se movem.</i>”</p>	

Tabela 1: Episódio 1 e análise das falas dos alunos, nos turnos 7 a 12.

Turno/tema	Episódio 2
34 ao37 / atração de cargas de sinais diferentes	<p>(34) Mediadora[...] [Voltando ao caso do canudo eletrizado]: <i>Ele estava com carga negativa, você aproxima ele da parede e ele fica grudado. Por que isso ocorre?</i></p> <p>(35) Aluno 4: <i>atração.</i></p> <p>(36) Mediadora: <i>Atração com o que?</i></p> <p>(37) Aluno 4 : <i>De carga, que a carga da parede é positiva e a do canudinho é negativa.</i></p>
Análise da argumentação	
<p>No Turno 34 a mediadora retorna ao dado (D) inserido anteriormente pelo aluno 5 e questiona os alunos sobre o fato do canudo ficar grudado na parede, após ser atritado. No turno 35 o aluno 4 conclui (C): “- <i>atração.</i>”. No turno 37 o aluno 4 apresenta a garantia (W): “- <i>que a carga da parede é positiva e a do canudinho é negativa.</i>”</p>	

Tabela 2: Episódio 2 e análise das falas dos alunos, nos turnos 34 a 37.

Turno/tema	Episódio 3
40 ao 64/ poder das pontas e eletrização por contato	<p>(40) Mediadora: [...] Vocês lembram, que vocês fizeram com o pêndulo eletrostático? O que aconteceu com o pêndulo?</p> <p>(41) Aluno 5: A gente eletrizava o canudo e aproximava do pêndulo. O que puxava principalmente era o da seta por conta da ponta [...]</p> <p>[...]</p> <p>(43) Aluno 3: As pontas, o que fez com que a seta fosse melhor atraída</p> <p>(44) Mediadora: Isso primeiro tem o poder das pontas, que fez com que a setinha fosse bem atraída, e aí o que você estava falando [aponta o aluno 4]?</p> <p>(45) Aluno 4: Acontece que os elétrons passam [do canudo] para a seta e acontece a repulsão</p> <p>(46) Mediadora: [...] Então aconteceram várias etapas, a primeira etapa foi a eletrização, a segunda etapa vocês aproximaram o canudo do pêndulo e aí houve uma atração e depois um contato. E nesse contanto, o que aconteceu depois que a setinha encostou no canudo?</p> <p>(47) Aluno 4: As cargas passaram [faz o gesto]</p> <p>(48) Mediadora: Quais cargas que passaram?</p> <p>(49) Aluno 4: As negativas</p> <p>(50) Mediadora: Isso, passaram pra quem?</p> <p>(51) Aluno 4: Para a seta</p> <p>(52) Mediadora: Isso para o pêndulo, e aconteceu o que no final que vocês falaram?</p> <p>(53) Aluno 4: Repulsão</p> <p>(54) Professora: Por que? Qual é o conceito físico para explicação da repulsão?</p> <p>(55) Aluno 2: Por que os opostos se atraem e cargas de mesmo sinal se repelem [...]</p> <p>(57) Mediadora: [...] por que a setinha se atrai melhor do que a bolinha? O que acontece nas pontas da setinha?</p> <p>(58) Aluno 1: Há maior concentração das cargas positivas</p> <p>(59) Professora: Isso</p> <p>(60) Aluno 5: Lembra do gerador de Van de Graaff [e faz o gesto mostrando os cabelos]</p> <p>(61) Mediadora: O gerador de Van de Graaff?</p> <p>(62) Aluno 5: Sim, você encosta aí começa a arrepiar o seu cabelo por que tem muitas pontas.</p> <p>(63) Mediadora: Isso muito bom, vocês lembravam disso?</p> <p>(64) Aluno 7: As cargas se acumulando nas pontas do cabelo.</p>
Análise da argumentação	
<p>No turno 40 a mediadora relembra os alunos sobre o experimento do pêndulo eletrostático. Em seguida, o aluno 5 insere um dado (D): “- A gente eletrizava o canudo e aproximava do pêndulo. O que puxava principalmente era o da seta por conta da ponta.”. No turno 43 o aluno 3 apresenta uma conclusão (C): “- As pontas, o que fez com que a seta fosse melhor atraída.”</p> <p>No final do diálogo, no turno 57, a mediadora retorna ao assunto do poder das pontas e questiona os alunos sobre a boa atração do pêndulo em forma de setinha. Logo em seguida o aluno o aluno 1 apresenta uma explicação que podemos considerar como uma garantia (W) para a conclusão apresentada anteriormente: “-</p>	

Há maior concentração das cargas positivas”. No turno 60 o aluno 5 lembra do gerador de Van de Graaff, fazendo uma exemplificação e conclui (C): “- *Você encosta aí começa a arrepiar o seu cabelo por que tem muitas pontas.*”. Esse fato permite que o aluno 7, no turno 64, apresente uma garantia (W) para o fato apresentado pelo aluno 5: “- *As cargas se acumulando nas pontas do cabelo.*”

No turno 44 a mediadora direciona a conversa para o processo de eletrização por contato. No turno 45 aluno 4 apresenta uma conclusão (C) com garantia (W): “- *Acontece que os elétrons passam para a seta (W) e acontece a repulsão (C).*”

No turno 52 o aluno 2 argumenta inserindo o conhecimento (B) para a repulsão: “- *Por que os opostos se atraem e cargas de mesmo sinal se repelem.*”

Tabela 3: Episódio 3 e análise das falas dos alunos, nos turnos 40 a 64.

Ainda durante a entrevista os alunos foram questionados acerca de suas opiniões sobre uso das atividades experimentais em sala. As análises estão apresentadas na tabela 4.

Turno/tema	Episódio 4
127 ao 140/ opinião dos alunos sobre o uso de atividades experimentais em sala de aula	<p>(127) Mediadora: Agora eu gostaria que cada um falasse a opinião de vocês sobre o uso da atividade experimental em sala de aula, se ajudou no aprendizado de vocês, se ajudou a vocês a memorizarem aquilo, entender o processo por trás daquilo, ou se é melhor ter uma aula expositiva, em que o professor só fala.</p> <p>[...]</p> <p>(136) Aluno 4: É isso, é interessante pois no contato você aprende depois pode mostrar na sua casa para as pessoas que não conhecem que isso é importante.</p> <p>(137) Aluno 7: Eu acho que o melhor também professora é que a gente entende o por que, por exemplo no caso do carro, por que dentro do carro quando tá tempo chuvoso, assim por que é protegido, a gente sabe que é protegido, mas não sabe por que.</p> <p>(138) Aluno 4: Por exemplo, em baixo da árvore . Por causa das pontas que atraem as cargas. Muita gente não sabe e vão para debaixo da árvore pensando que está protegido.</p> <p>(139) Aluno 7: Mas na verdade você não vai estar protegido [dos raios].</p> <p>(140) Aluno 4: Lembro que a professora falou para se afastar o máximo de árvores e se enrolar, porque aí não vai ter ponta nenhuma.</p>
Análise da argumentação	
<p>No turno 127 a mediadora pergunta aos alunos as suas opiniões sobre o uso das atividades experimentais em sala de aula.</p> <p>No turno 136 o aluno 4 conclui (C) e apresenta os elementos de garantia (W) e qualificador modal (Q): “- <i>é interessante(C) pois no contato você aprende (W) depois pode mostrar na sua casa para as pessoas que não conhecem que isso é importante (Q).</i>”</p> <p>No turno 137 o aluno 7 argumenta com elementos de conclusão (C) e exemplificação: “- <i>Eu acho que o melhor também professora, é que a gente entende o por que, por exemplo no caso do carro, por que dentro do carro quando está tempo chuvoso, assim por que é protegido.</i>”</p> <p>No turno 138 o aluno 7 argumenta apresentando um elemento de exemplificação: “-<i>Por exemplo, embaixo da árvore. Por causa das pontas que atraem as cargas. Muita gente não sabe e vão para debaixo da árvore pensando que está protegido.</i>”</p> <p>No turno 139 o aluno 7 apresenta uma conclusão (C): “- <i>Mas na verdade você não vai estar protegido [dos raios]</i>”. E no turno 140 o aluno 4 apresenta um argumento com garantia (W): “- <i>Lembro que a professora falou para se afastar o máximo de árvores e se enrolar, porque aí não vai ter ponta nenhuma.</i>”</p>	

Tabela 4: Episódio 4 e análise das falas dos alunos, nos turnos 127 a 140.

A partir dos resultados apresentados nas tabelas anteriores foi possível perceber que houve boa participação dos alunos e a formação de argumentos que podem ser considerados válidos de acordo com o padrão de Toulmin. Dos quatro grandes episódios, contabilizamos 37 turnos de falas, sendo que 21 deles são falas dos alunos. Nesse conjunto de argumentações, pudemos identificar a seguinte distribuição:

Episódios	Número de turnos de fala dos alunos	Quantidade e característica das argumentações apresentadas pelos alunos
1	2	2D (dados) 1C (conclusão) 1W (garantia)
2	2	1C (conclusão) 1W (garantia)
3	12	1D (dado) 3C(conclusão) 3W(garantia) 1B (conhecimento básico)
4	5	3C(conclusões) 1W(garantia) 1Q (qualificador modal)

Tabela 5: Síntese das características das argumentações apresentadas pelos alunos.

Esses dados nos indicam que o uso das atividades experimentais em sala de aula é capaz de contribuir para o desenvolvimento de habilidades dos alunos relacionadas ao processo de argumentação científica, bem como a expressão de ideias de maneira lógica e justificada. No episódio 1, foi possível identificar quatro argumentos, dois apoiados em dados, um relacionado a uma conclusão e um com uma garantia. No episódio 2, identificamos apenas os dois turnos de fala do aluno 4, mas ele apresentou dois importantes argumentos: apoiado em dados apresentados anteriormente, ele elabora uma conclusão, com garantia. No episódio 3 temos um número maior de turnos de falas dos alunos, incentivados pela mediadora a discorrerem sobre um dos experimentos utilizados na sala de aula. Ao apresentarem suas explicações, verificamos oito argumentos, um apoiado em dados, três conclusivos, três apresentados com garantias e um dos argumentos relacionado ao conhecimento básico anterior. Por fim, no episódio 4, quando a mediadora convida os alunos a expressarem suas opiniões sobre o uso das atividades experimentais em sala de aula, pudemos verificar a segurança dos alunos para relacionar as atividades desenvolvidas com o seu cotidiano e, com essas características, identificamos cinco argumentos, três conclusivos, sendo um deles com garantia e com um qualificador modal, o que enfatiza ainda mais a capacidade do uso das atividades experimentais na aprendizagem das habilidades argumentativas e aprendizagem dos alunos.

Considerações finais

O trabalho apresentado faz parte de uma pesquisa de mestrado que procura identificar o desenvolvimento da habilidade de argumentação em atividades com diferentes metodologias.

Descrevemos aqui os dados referentes a pesquisa relacionada a metodologia da atividade experimental. Os dados nos dão indícios da importância do uso das atividades experimentais no desenvolvimento das habilidades argumentativas dos alunos, ainda que não seja possível, nesse trabalho, apresentar dados mais gerais e comparativos sobre as habilidades argumentativas desenvolvidas em outras metodologias. Ainda assim, a nosso ver, a metodologia de análise dos dados, fundamentada nos padrões de Toulmin, nos permite identificar associações importantes sobre a atividade experimental e a argumentação construída pelo aluno a partir dela.

Agradecimentos e apoios

Os autores agradecem a escola participante da pesquisa e a Secretaria de Educação de São Paulo.

Referências

- ARAÚJO, M. S. T.; ABIB, M. L. V. S. Atividades experimentais no ensino de Física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v.25, n.2, p.176-194, 2003.
- BONADIMAM, H.; NONENMACHER, S. E. B. O gostar e o aprender no ensino de física: uma proposta metodológica. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 24, n. 2, p. 194-223, 2007.
- CARVALHO, A. M. P. de. As práticas experimentais no ensino de Física. In CARVALHO, A. M. P. de; RICARDO, El. C; SASSERON, L. H; ABIB, M. L. V. dos S; PIETROCOLA, M. **Ensino De Física**. São Paulo: Cengage, 2011.
- COSTA, A. Desenvolver a capacidade de argumentação dos estudantes: um objetivo pedagógico fundamental. **Revista Iberoamericana de Educación**, 46(5), 2008.
- MONTEIRO, M. A. A. **Interações dialógicas em aulas de ciências nas séries iniciais: um estudo do discurso do professor e as argumentações construídas pelos alunos**. 204f. 2002. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência – Área de Concentração: Ensino de Ciências) – Faculdade de Ciências da Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2002.
- PINHO ALVES, J. **Atividades experimentais: do método à prática construtivista**. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-graduação em Educação. Centro de Ciências da Educação, 2000.
- SASSERON, L. H; CARVALHO, A. M. P. Uma análise dos referenciais teóricos para estudo da argumentação no ensino de Ciências, **Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 13, n.3, 243-262, 2011.