



# ANÁLISE DAS INTERAÇÕES SOCIAIS DECORRENTES DA UTILIZAÇÃO DE ATIVIDADES DE DEMONSTRAÇÃO EM AULAS DE FÍSICA

## SOCIAL INTERACTION ANALYSIS FROM USE OF EXPERIMENTAL ACTIVITIES IN PHYSICS CLASSES

**Hugo Leonardo Domingues Branco<sup>1</sup>**

**Alice Assis<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>UNESP/Licenciatura em Física/Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, dominguesbranco@gmail.com

<sup>2</sup>UNESP/Departamento de Física e Química//Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, alice@feg.unesp.br

### **Resumo**

Nesta pesquisa foram desenvolvidas atividades experimentais de demonstração, em aulas de Física, em uma sala da oitava série do Ensino Fundamental, associadas à transformação de energia. Neste artigo foram analisadas se as interações entre professor e alunos, bem como entre alunos, mediadas pelas referidas atividades, propiciaram a aprendizagem acerca dos conceitos trabalhados. Essa análise se fundamentou na teoria sócio-histórica de Vigotsky, que prioriza as interações sociais no processo de ensino e aprendizagem. Os resultados desta pesquisa mostraram que essas interações, mediadas pelo uso das referidas atividades de demonstração, mediante uma abordagem contextualizada, viabilizaram a aprendizagem dos conceitos envolvidos, mediante a participação do aluno, enquanto sujeito ativo do seu processo de desenvolvimento.

**Palavras-chave:** Ensino de Física; atividades experimentais de demonstração; energia.

### **Abstract**

In this work we present experimental activities developed for demonstration in classes in physics, in a room of eighth grade of elementary school, associated with the transformation of energy. We analyze whether the interaction between teacher and students, as well as between students, mediated by these experimental activities, contributed to the learning of the concepts worked. We based our analysis in the social-historical theory of Vigotsky, which prioritizes the social interaction on learning and teaching processes. The results of this research indicate that these interactions, mediated by the use of these demonstration activities, through a contextualized approach, enabled the learning of the concepts involved through of the participation of student as active subjects of their development process.

**Keywords:** Physics teaching, activities of experimental demonstration; energy.

## **INTRODUÇÃO**

A Física tem sido ensinada nas escolas de educação básica de forma neutra e imparcial, de modo que os seus conteúdos são trabalhados, deixando de lado o contexto no qual os alunos vivem, abrindo mão da rica experiência pessoal que cada um traz para a sala de aula (PIETROCOLA, 2001).

Segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (BRASIL, 2000), o ensino de Física deve proporcionar ao aluno uma compreensão geral do mundo no qual ele vive. Essa compreensão se dá pelo desenvolvimento da capacidade de interpretação dos fenômenos que são observados no mundo a sua volta. No entanto, para que o aluno possa desenvolver essa capacidade, ele necessita perceber qual é o sentido de aprender os conteúdos da Física.

Nesse sentido, acreditamos que a utilização de experimentos em aulas de Física pode contribuir para a compreensão dos alunos acerca dos conhecimentos abordados.

Neste trabalho, analisamos se a interação entre professor e alunos, bem como entre alunos, mediada pelo uso de demonstrações experimentais relativas ao tema energia e suas transformações, com alunos da 8ª série do Ensino Fundamental, pode propiciar a aprendizagem dos conteúdos trabalhados. Como referencial teórico de análise, usamos a teoria sócio-histórica de Vigotsky (2001).

## **MARCO TEÓRICO**

Muitos professores não acreditam que as atividades de demonstração envolvendo experimentos sejam válidas do ponto de vista pedagógico. Para esses professores, somente a prática experimental, levada a cabo pelo aluno, com pequenas orientações do professor, é capaz de contribuir de forma significativa para a construção do seu conhecimento (GASPAR e MONTEIRO, 2006). No entanto, a experiência de alguns pesquisadores com atividades de demonstração de experimentos em centros de ciências (GASPAR, 1990; OPPENHEIMER, 1975), bem como aplicadas em sala de aula (GASPAR e MONTEIRO, 2005; CANALLE e MOURA, 2000), mostra que o interesse e a motivação em aprender, por parte dos alunos, são muito maiores quando comparadas aos métodos tradicionais de ensino.

Existem vários fatores que favorecem a utilização de demonstrações de experimentos de Física em sala de aula. Dentre esses fatores, destacamos as interações sociais que ocorrem entre os alunos e entre professor e alunos, desencadeadas pelo grande interesse e curiosidade gerados pela atividade de demonstração (MONTEIRO, 2006).

Essas interações podem viabilizar situações de aprendizagem em que os alunos se sentem motivados a exporem as suas concepções, mesmo que sejam equivocadas, acerca do funcionamento do experimento, e compará-las com as de seus colegas e também com a explicação dada pelo professor (MIZUKAMI, 1986). Para que essas interações ocorram, o professor deve questionar os alunos, por meio de situações problema, e estimular o questionamento por parte deles, a respeito das possíveis variações e possibilidades do experimento, propiciando que eles desenvolvam a capacidade de abstração, bem como que eles extrapolem a situação vivenciada na sala de aula, para outras situações observadas no dia-a-dia (ARAUJO e ABIB, 2003).

Nesse sentido, acreditamos que a utilização de demonstrações de experimentos em aulas de Física pode estimular os alunos mediante a ilustração de conceitos teóricos

abstratos, tal como a energia e suas transformações. Essa atividade pode ser usada de forma contextualizada, mediante o levantamento de questões polêmicas relacionadas a esse tema, o que propicia a participação dos alunos, discussão de suas idéias e contraposição com as idéias de outros alunos e do professor. Essa interação entre professor e alunos é fundamental para o desenvolvimento do processo de aprendizagem por parte dos alunos. A teoria sócio-histórica de Vigotsky (2001) indica uma relação de dependência entre desenvolvimento intelectual e as relações sociais que são estabelecidas ao longo do crescimento do ser humano.

Para Vigotsky (2001), as pessoas não possuem estruturas prontas no cérebro, que vão surgindo em etapas bem determinadas do desenvolvimento biológico do indivíduo, desde a infância até a vida adulta. Em sua teoria, Vigotsky afirma que todo o desenvolvimento alcançado por uma pessoa, ao longo de sua vida, é fruto das interações sociais vividas por ela. Ele não despreza, contudo, o fato de que o grau de complexidade das tarefas realizadas ou dos conhecimentos adquiridos está necessariamente associado ao grau de maturidade intelectual da pessoa. Para ele, essa maturidade está associada, de alguma forma, ao desenvolvimento biológico. No entanto, tal maturidade intelectual não se desenvolve espontaneamente como a dentição, por exemplo, mas como consequência das interações sociais vividas e dos estímulos decorrentes dessas interações (GASPAR, 2003). Nenhum ser humano é capaz de desenvolver sua potencialidade intelectual sem o contato com seus semelhantes mais capacitados, mesmo possuindo todo o aparato biológico para fazê-lo.

Para aprender a fala e a escrita, basta o simples contato do indivíduo com seus semelhantes mais capacitados para que se dê um aprendizado. Esse aprendizado ocorrerá por imitação e será externado na medida em que seu desenvolvimento cognitivo o permitir. A motivação para a ocorrência desse aprendizado se encontra na necessidade vital de pertencer, efetivamente, a um grupo social. E essa inserção social só é possível para aqueles que se tornam capazes de se comunicar. Para adquirir outras habilidades, no entanto, a motivação nem sempre é muito explícita. Assim, surge a necessidade de se mostrar para o indivíduo a importância daquilo que se pretende que ele aprenda, para que se possa estabelecer uma interação social espontânea capaz de criar situações de aprendizagem.

Nesse ponto, em que a necessidade de aprender não é mais tão evidente, aquele que se propõe a ensinar deve ser capaz de identificar o desenvolvimento atual do educando para poder levar a ele algo realmente novo, que ainda não saiba, pois, segundo Vigotsky (2001), não há como se aprender aquilo que já é conhecido. As pessoas aprendem somente aquilo que ainda não sabem.

Esse algo novo e desconhecido deve estar dentro do que Vigotsky chama de zona de desenvolvimento proximal. Esse conceito se refere aos conhecimentos ou habilidades que estão latentes no indivíduo, mas ainda não podem ser externados sem a ajuda daquele que ensina, o parceiro mais capaz. A esse parceiro cabe o trabalho de identificar essa condição e levar o indivíduo a alcançá-la para tornar efetivo o aprendizado. Dessa forma, aquilo que estava na zona de desenvolvimento proximal passa a fazer parte do conhecimento atual e o surgimento de uma nova zona proximal deve ser estimulado.

Para que ocorra um aprendizado efetivo, a interação social, além de ocorrer com um parceiro mais capacitado, deve ocorrer em nível de colaboração e orientação, pois da mesma forma que a fala e a escrita, outras habilidades e conhecimentos serão adquiridos pela imitação desse parceiro. O nível das atividades realizadas por uma pessoa ou grupo de pessoas, em colaboração e orientação com um parceiro mais capaz deve estar acima do

desenvolvimento atual, porém não deve estar aleatoriamente acima, pois aquilo que estiver além da zona de desenvolvimento proximal do educando concorrerá para dissipar sua atenção, enfraquecendo a relação estabelecida e, conseqüentemente, a interação social com o parceiro mais capaz, colocando a perder todo o trabalho realizado.

O fato de não conhecer determinado assunto é, em nossa opinião, a motivação fundamental que pode predispor uma pessoa ao aprendizado. Porém, ao contrário do que acontece com a fala e com a escrita, nem sempre o indivíduo percebe a necessidade de aprender algo novo. Sem essa percepção acreditamos ser muito difícil ensinar alguma coisa. Para Vigotsky (2001), todo aprendizado deve ser precedido da vontade, do desejo de aprender. Esses sentimentos podem surgir da percepção da necessidade de se adquirir determinado conhecimento, pois o aluno só irá aprender aquilo que julgar necessário, ou seja, aquilo que for do seu próprio interesse. Para tanto, o professor deve interagir de tal forma a orientar e despertar a atenção para o objeto de sua aula. Toda aula deve ser precedida de estímulo, não como prêmio ou recompensa por desempenho e atenção, mas para viabilizar aos alunos a percepção de que o conhecimento a ser ensinado é importante e necessário para o seu desenvolvimento intelectual.

Neste trabalho utilizaremos a teoria de Vigotsky para fundamentar a análise do comportamento dos alunos durante uma aula em que usamos atividades de demonstração de experimentos de Física em uma abordagem contextualizada.

## **A PESQUISA**

Nesta pesquisa foram utilizadas duas atividades de demonstração de experimentos, em uma aula de Física, em uma sala da oitava série do Ensino Fundamental. Nesse contexto, analisamos se as interações entre professor e alunos, bem como entre alunos, mediadas pelas referidas atividades, propiciaram a aprendizagem dos conteúdos trabalhados.

Para a realização da presente atividade de pesquisa, selecionamos experimentos relacionados ao tema energia e suas transformações. O conceito de energia, as várias formas nas quais ela se manifesta, bem como os seus processos de transformação estão presentes em todas as áreas da Física. Muitos dos processos de transformação de energia são dominados pelo homem e utilizados em benefício próprio. Dentre esses benefícios, destacamos, como principal, a geração de energia elétrica, obtida a partir dos mais variados processos de transformação. Uma abordagem contextualizada desse tema pode gerar a motivação nos alunos para aprenderem Física.

Neste artigo, em particular, analisamos esse processo interativo antes e durante a realização da primeira atividade experimental de demonstração utilizada, que consiste no acionamento de um dispositivo rudimentar a partir de três formas de energia diferentes.

Para a análise dos dados obtidos usamos a teoria sócio-histórica de Vigotsky, devido à ênfase dada ao processo de interação social como principal promotor do desenvolvimento cognitivo do indivíduo.

### ***Os sujeitos da pesquisa***

Este trabalho de pesquisa foi desenvolvido em uma escola da rede estadual de ensino de São José dos Campos, em aulas ministradas pelo próprio pesquisador, que não era professor da sala, para 15 alunos da 8ª série do Ensino Fundamental. A atividade foi aplicada durante uma aula de língua portuguesa, por acreditarmos que o medo dos alunos,

em cometerem algum erro perante a professora de ciências, pudesse inibir a participação espontânea deles no decorrer da aula. As atividades foram aplicadas em duas horas-aula.

### ***Metodologia e procedimentos para a constituição dos dados***

Esta pesquisa é de cunho qualitativo, apresentando as seguintes características associadas a essa abordagem (BOGDAN e BIKLEN, 1982): - Os dados foram coletados em seu ambiente natural; - A pesquisa é descritiva; - A pesquisa é focada mais no processo do que no resultado; - Os dados foram analisados de forma indutiva.

Para desenvolver o conteúdo proposto neste trabalho, planejamos e aplicamos uma aula em que priorizamos uma interação social ativa entre professor e alunos. Para tanto, dispusemos as cadeiras em semi-círculo, em torno do professor, para garantir, igualmente, a proximidade de todos em relação a ele, bem como uma boa visibilidade para as demonstrações.

A partir desse arranjo, iniciamos a aula procurando saber, por meio de questionamentos, quais as concepções espontâneas que os alunos teriam sobre a energia, suas formas e transformações bem como se eles percebiam a energia como importante em suas vidas.

A partir das idéias e concepções apresentadas pelos alunos, introduzimos alguns conceitos qualitativos básicos acerca das formas e transformações de energia. A seguir, passamos para a primeira atividade de demonstração, que envolve o acionamento de um dispositivo rudimentar, por meio de três formas diferentes de energia.

O dispositivo consiste em uma ventoinha suspensa pelo seu eixo, cujas formas de acionamento são: - o vapor d'água que sai sob pressão, através de uma agulha encaixada em uma latinha de alumínio aquecida no fogo. Esse vapor se choca com as pás da ventoinha (Arranjo A); - a queda d'água contida em um balde mais elevado do que a ventoinha, através de uma mangueira que sai do fundo do balde e vai até a ventoinha, de modo que a água se choca com suas pás (Arranjo B); - o vento produzido por um pequeno ventilador movido a pilha, incidindo pela lateral da ventoinha (Arranjo C).

As Figuras 1, 2 e 3, a seguir, ilustram os Arranjos A, B e C, relativos a primeira atividade de demonstração.



Figura 1: A chama proveniente da lata, em baixo do suporte, fornece calor para a lata suspensa. Esse calor faz com que a água no interior dessa lata se evapore. Ao sair pela agulha, o vapor d'água se choca com a ventoinha fazendo-a girar.

Figura 2: Na situação da Figura 2, na qual o balde está acima da ventoinha, a água contida nesse balde desce pela mangueira. Ao atingir a ventoinha, a água a faz girar. A velocidade de rotação da ventoinha depende da altura do balde em relação a ela.

Figura 3: O vento produzido pelo ventilador irá passar pela ventoinha, fazendo com que ela comece a girar devido ao formato de suas pás. A energia do vento é transferida para a ventoinha.

### ***Instrumentos para a constituição dos dados***

Os instrumentos para a constituição dos dados foram as gravações em áudio e vídeo da aula em questão. A gravação em áudio foi usada como recurso auxiliar, para melhorar a compreensão das falas dos alunos e do professor, a fim de facilitar a transcrição dos diálogos ocorridos em sala de aula.

### **ANÁLISE DOS DADOS**

Para facilitar a análise dos dados, dividimos a transcrição das gravações de toda a aula em episódios. Neste artigo analisamos os três primeiros episódios, que foram divididos do seguinte modo:

- Episódio 1: o professor buscou saber dos alunos as suas concepções sobre energia.
- Episódio 2: o professor introduziu o conceito de transformação de energia.
- Episódio 3: o professor utilizou a primeira atividade de demonstração para ilustrar o conceito de transformação de energia, usando três arranjos experimentais distintos.

No presente artigo, analisamos alguns recortes desses episódios. Destacamos, a seguir, o Quadro 1, que corresponde a um recorte do episódio 1

#### **Quadro 1: Recorte do Episódio 1**

<p><i>Para vocês, o que vem a ser energia? O que vem na cabeça quando vocês ouvem a palavra energia? Tô começando bem, falei que era uma e já são duas. Bom, vamos lá, e aí?</i></p> <p>2. Aluno1- Força</p> <p>3. Aluno2- Movimento</p> <p>4. Aluno3- Energia elétrica</p> <p>5. Professor- Quais as formas de energia vocês conhecem?</p> <p>6. Aluno2- A elétrica</p> <p>7. Aluno3- A luz, luminosa</p> <p>8. Aluno2- Aquela do vento</p> <p>9. Professor- Eólica?</p> <p>10. Aluno2- É, é isso</p> <p>11. Professor- Mais alguma?</p> <p>12. Aluno3- O fogo</p> <p>13. Professor- O calor?</p> <p>14. Aluno3- É, pode ser.</p>
--

Nesse episódio, os alunos, instigados pelo professor, externaram as suas concepções sobre energia, bem como denominaram algumas formas conhecidas de energia. A resposta apresentada pelo aluno 1, no momento 2, mostrou que ele associa energia à força, ou que ele tem a concepção de energia como sinônimo de força, tal como nos resultados das pesquisas realizadas por Benjamin (2000), Trumper (1993), Pérez *et al* (1995), entre outras.

O aluno 2 (momento 3) associou energia ao movimento. Também nessas pesquisas, os alunos fizeram essa associação, em que demonstraram compreender a energia como agente causal do movimento, bem como apresentaram a concepção de movimento como sinônimo de energia, identificando-a como a própria ação.

Já o aluno 3 (momento 4), apresentou o conceito de energia associado à elétrica, o que também foi evidenciado nas referidas pesquisas. Todas as formas de energia conhecidas estão, de alguma maneira, presentes na vida das pessoas, onde quer que elas estejam. No entanto, esse tipo de associação feita pelo referido aluno, ocorre, muito provavelmente, devido à grande popularidade dessa forma de energia e da presença do termo energia em sua denominação.

Essas idéias, apresentadas pelos alunos 1, 2 e 3, são baseadas no senso comum e não em conhecimento científico, mas fazem sentido, pois estão de alguma forma associadas à energia. Isso sugere que os alunos já possuíam, em sua estrutura cognitiva, concepções acerca do que vem a ser energia. O senso comum costuma tomar como sendo energia, grandezas associadas a sua transformação e/ou transmissão (caso da força e do movimento), ou às formas de energia mais conhecidas (caso da energia elétrica). O conceito de energia, do ponto de vista científico, é muito mais amplo. Ele trata de “algo” que se manifesta sob várias formas, sendo capaz de se transformar de uma forma em outra e que, a cada transformação, preserva a quantidade inicial desse “algo” que convencionamos chamar de energia.

As respostas dadas pelos alunos 2 e 3 ao questionamento do professor (momento 5) mostraram que eles conhecem algumas das formas nas quais a energia se manifesta. No entanto, no momento 12, o aluno 3 demonstrou não discernir a fonte de energia – fogo – e a forma de energia – calor. A resposta desse aluno no momento 14, após a intervenção do professor, reafirmou isso, uma vez que ele pareceu aceitar a sugestão do professor sem convicção.

Nesse episódio, o professor buscou definir a zona de desenvolvimento proximal dos alunos. Após essa definição, ele passou a explorar as várias formas nas quais a energia se manifesta, a fim de trabalhar o conceito de transformação de energia, o que está destacado no quadro 2, a seguir.

#### **Quadro 2: Recorte do Episódio 2**

- |   |
|---|
| <p>15. (...)Agora, diz aí, essas formas de energia que vocês falaram: elétrica, térmica, luminosa, eólica. Vocês acham que quando falamos delas, falamos da mesma coisa?</p> <p>16. Aluno3- Eu acho que não. São diferentes</p> <p>17. Aluno1- Eu também acho</p> <p>15. Professor- Existem, ainda, outras formas de energia que nós vamos falar mais adiante. Agora, diz aí, essas formas de energia que vocês falaram: elétrica, térmica, luminosa, eólica. Vocês acham que quando falamos delas, falamos da mesma coisa?</p> <p>16. Aluno3- Eu acho que não. São diferentes</p> <p>17. Aluno1- Eu também acho</p> <p>18. Professor- Certo, e aí, alguém mais acha que são diferentes? Todos concordam? (alguns alunos acenam positivamente com a cabeça enquanto o professor olha pela sala)</p> <p>19. Bom, então me digam: Tem alguma pessoa nessa sala que seja igual a outra?</p> <p>20. Aluno3- Não (Outros alunos acenam negativamente com a cabeça)</p> <p>21. Professor- Mas tem uma coisa que todo mundo tem igual e ninguém tira: somos todos seres humanos! Então, se falamos de seres humanos sem falar da aparência, podemos dizer que estamos falando da mesma coisa?</p> <p>22. Aluno1- É, podemos</p> <p>23. Aluno3- Acho que sim</p> <p>24. Professor- Com a energia é a mesma coisa. Ela tem várias formas. Só que todas elas são, no fundo, a mesma coisa: Energia</p> <p>25. Só que a energia tem uma característica especial que a gente não tem. Alguém aqui imagina que característica é essa?</p> <p>26. (silêncio)</p> <p>27. A energia pode ser transformada de uma forma para a outra. Nós podemos no máximo tentar ficar parecido, mas nunca nos transformamos totalmente em outra pessoa. Com a energia é diferente, ela se transforma em outras formas de energia mesmo.</p> <p>28. Aluno2- Como assim?</p> <p>29. Aluno1- Eu também não entendi.</p> <p>30. Professor- Certo, vocês querem saber então como a energia se transforma? Eu digo uma coisa, qualquer coisa que aconteça na natureza envolve alguma transformação de energia. A gente poderia ficar aqui o dia</p> |
|---|

*inteiro falando sobre as coisas que nós vemos no dia-a-dia e descrever as transformações de energia que ocorrem. Ao invés de fazer isso, eu trouxe um experimento aqui pra mostrar pra vocês um pouco como essas transformações ocorrem.*

Nesse episódio, o professor tinha o objetivo de trabalhar o conceito de transformação de energia. Para tanto, ele procurou explorar o conceito de formas de energia. Nos momentos 16 e 17, os alunos 1 e 3 demonstraram acreditar que todas as formas de energia não possuem nenhuma ligação umas com as outras. Isso talvez se deva ao fato de que eles não tinham em sua estrutura cognitiva o conceito de transformação de energia. Com isso, o professor buscou ilustrar essa ligação dirigindo o raciocínio dos alunos por meio de uma analogia entre energia e os seres humanos. O objetivo dessa analogia foi chamar a atenção dos alunos para o fato de que, quando falamos das várias formas de energia existentes, estamos, na verdade, falando de um único conceito: a energia (momentos 15-30). A capacidade ou a propriedade que a energia tem de se transformar de uma forma para outra, nos garante a unicidade desse conceito.

Os alunos se mostraram interessados pela analogia, mas os alunos 1 e 2 demonstraram não compreender (momentos 28 e 29) a comparação feita pelo professor. A dúvida pode ter sido a motivação para que eles se mostrassem, no mínimo, interessados pelo que viria a seguir.

Na sequência, o professor propôs aos alunos a realização da primeira atividade experimental, envolvendo transformações de energia. Tal atividade consiste em utilizar diferentes formas de energia, tais como a energia eólica, térmica e potencial gravitacional, para fazer movimentar uma pequena roda com pás. O objetivo dessa atividade foi mostrar que há um conceito em comum, unindo cada uma das fontes utilizadas para movimentar a roda, bem como o próprio movimento da roda. Os conceitos em questão eram: energia, suas formas e transformações. Devido à dificuldade que a maioria dos alunos possui em compreender esse conceito, por si só muito abstrato, julgamos importante a utilização da referida atividade, como forma de motivar os alunos para o aprendizado, proporcionando a eles o contato com fenômenos físicos presentes em suas vidas.

Antes de iniciar a atividade experimental, envolvendo os Arranjos A, B e C, o professor procurou maior proximidade com os alunos solicitando que eles se agrupassem em torno da mesa. Ele fez isso a fim de deixar os alunos à vontade para manipularem o equipamento relativo ao experimento, antes da sua realização.

O Quadro 3, a seguir, mostra um recorte do Episódio 3 em que ocorreu a interação relativa ao experimento em questão.

### **Quadro 3: Recorte do Episódio 3**

34. (...)Agora, eu vou colocar fogo aqui e vamos esperar pra ver o que acontece.  
35. Aluno4- Olha ta girando  
36. Professor- É, ta girando. Mas e aí, por que que a rodinha ta girando?  
37. Aluno4- Porque o vapor sai da agulha e sopra a rodinha  
38. Professor- Isso mesmo, o vapor sai da agulha e sopra a rodinha.  
Agora, me digam: Qual a forma de energia que nós fornecemos para a latinha?  
39. Aluno3- Calor  
40. Professor- Certo, o calor. E depois, o que acontece?  
41. Aluno1- A água esquentada, ferve e o vapor sai pela agulha e faz girar a rodinha.  
42. Professor- Isso mesmo. O calor do fogo passa para a água, que ferve e evapora. Quando ela sai pela agulha ela empurra a rodinha. Nós temos aqui, energia. Essa energia vai passando de um corpo para o outro

*e em cada corpo ela aparece de um jeito diferente.*

*Agora, nós vamos por a rodinha pra girar de outro jeito. Nós vamos utilizar outra forma de energia que ainda não foi citada aqui. Essa forma de energia é associada com a tendência que os corpos têm de cair sobre a superfície da Terra. Nós chamamos essa forma de energia de energia potencial gravitacional. O nome potencial vem dessa tendência que ela tem de se manifestar, e o gravitacional é devido à sua associação com a gravidade do planeta.*

*Você (aluno1) vai segurar o balde um pouco acima da rodinha, e você (aluno4) vai segurar a mangueira tampada com o dedo e bem perto da rodinha. Quando eu disser já, você pode destampar a mangueira. Antes deles se posicionarem eu gostaria de saber se alguém aqui quer dizer o que vai acontecer?*

*43. Aluno3- Eu acho que a água vai cair pela mangueira e vai fazer a rodinha girar.*

*44. Professor- Nosso colega aqui disse que a água vai cair e fazer a rodinha girar. E aí, mais alguém? Todos concordam com o que o colega falou?*

*(alguns alunos acenam positivamente com a cabeça)*

*Tudo bem, vamos lá então. Segura o balde, vai, pode destampar a mangueira.*

*Viram. Do jeito que vocês imaginavam. Agora (falando com o aluno4), tampe a mangueira. E você (falando com o aluno1), quando eu disser, você vai levantando o balde devagar até ficar com os braços esticados, ta ok?*

*O que vocês acham que vai acontecer quando ele levantar o balde?*

*Ninguém quer arriscar um palpite? Então ta.*

*Vai, solta a mangueira. Pode começar a levantar o balde.*

*Isso, agora abaixa o balde pra baixo da rodinha.*

*Vocês observaram o que aconteceu?*

*45. Aluno5- A rodinha girou mais rápido quando o balde tava no alto e depois parou de sair água quando o balde foi colocado pra baixo.*

*46. Professor- Exatamente. A rodinha girou mais rápido quando o balde foi levantado e depois parou quando o balde ficou mais baixo que a rodinha. Como eu disse, essa forma de energia é associada com a gravidade, e quanto maior for a altura, maior será essa energia e se a altura for menor do que a altura da boca da mangueira, a água não tem energia suficiente para sair do balde.*

*E agora, que transformações de energia nós temos aqui?*

*47. Aluno1- A energia gravitacional virou movimento da rodinha*

*48. Professor- Sim, a energia potencial gravitacional se transformou em energia de movimento da rodinha, energia cinética. Quando a altura do balde aumentou a energia cinética da rodinha também aumentou.*

*Agora, nós vamos usar outra forma de energia.*

*Isso que eu tenho aqui é um pequeno ventilador movido a pilha. O que vocês acham que vai acontecer quando a gente ligar ele e aproximar da rodinha?*

*49. Aluno2- Ela vai girar.*

*50. Professor- Isso mesmo, ela vai girar. E qual a transformação que vai ocorrer?*

*51. Aluno2- A energia do vento vai fazer a rodinha girar.*

*52. Professor- Isso mesmo, a energia do vento vai fazer a rodinha girar. A energia de movimento do vento vai se transformar em energia de movimento da rodinha*

*Vamos ver então? Toma (se dirigindo ao aluno2), liga o ventilador e chega ele perto da rodinha.*

*53. Aluno2- Você falou que a energia de movimento do vento vira energia de movimento da rodinha. Não é o mesmo tipo de energia?*

*54. Professor- É verdade, as duas são devidas ao movimento, o que ocorre é uma transferência de energia, do vento para a rodinha*

Nesse episódio, o professor deu início à atividade, colocando o Arranjo A (Figura 1) em funcionamento. No momento em que o vapor que escapava pela agulha se tornou mais intenso, o aluno 4 pareceu surpreso (momento 35). Ao ser questionado pelo professor sobre o porquê da ocorrência de tal fenômeno (momento 36), o referido aluno demonstrou ter compreendido o processo de transformação de energia que ocorreu do escape do vapor até o acionamento da rodinha (momento 37). No entanto, esse aluno não se expressou de forma adequada do ponto de vista científico, o que não tira o mérito da sua colocação, uma vez

que o importante é a compreensão do conceito. Essa foi a primeira manifestação do aluno 4.

No momento 39, a resposta do aluno 3 ao questionamento do professor pode ser um indício de que ele compreendeu a diferença entre fonte de energia e forma de energia, ao citar o calor como a forma de energia utilizada. Anteriormente, no primeiro episódio (momento 12), ele havia citado o fogo como forma de energia, ao invés de calor. Isso mostra que, em colaboração com o professor, como parceiro mais capaz, o aluno 3 parece ter discernido os dois conceitos.

No momento 41, o aluno 1 demonstrou ter compreendido todo o processo de transformação de energia ocorrido no arranjo A. No momento 42, o professor concordou com o aluno 1 e repetiu a sua resposta procurando ressaltar as etapas do processo. No entanto, ele poderia ter detalhado melhor as transformações de energia envolvidas nesse processo.

Antes de dar início à atividade relativa ao arranjo B (Figura 2), o professor questionou os alunos sobre o funcionamento do experimento, o que levou o aluno 3 a se colocar, demonstrando ter percebido como iria ocorrer o processo de transformação nessa etapa do experimento (momento 43).

Após uma breve exposição do professor sobre como a energia potencial gravitacional se manifesta (momento 44), ele deu prosseguimento à atividade de demonstração, agora envolvendo essa forma de energia como recurso para fazer a roda entrar em rotação. No decorrer dessa atividade, o aluno 5 demonstrou (momento 45) ter percebido a variação no movimento da rodinha. Além disso, esse aluno associou a variação do movimento da rodinha com a variação na altura do balde (momento 45).

Já o aluno 1 (momento 47) demonstrou, após a intervenção do professor (momento 46), ter compreendido adequadamente a transformação de energia ocorrida no experimento. O seu comentário sugere que esse aluno entendeu que a energia sofre transformações. Anteriormente (momento 17), ele havia demonstrado a concepção de que as várias formas nas quais a energia se manifesta eram distintas umas das outras. Essa concepção, provavelmente, não permitia ao aluno perceber a possibilidade de ocorrência do processo de transformação da energia.

Antes de dar início à terceira etapa (Figura 3) da atividade de demonstração, o professor levantou a questão sobre o que iria ocorrer com a rodinha. O aluno 2 (momento 49) respondeu corretamente. Mediante o questionamento do professor sobre qual transformação de energia iria ocorrer no experimento, esse aluno demonstrou ter compreendido o processo de transformação de energia envolvido nesse arranjo (momento 51).

No momento 52, o professor concordou com a resposta dada pelo aluno 2 e procurou uma forma mais elaborada para expressá-la, o que levou o aluno 2 a questioná-lo (momento 53) acerca da hipótese de as duas formas de energia que ocorrem nesse último arranjo serem, na verdade, a mesma forma de energia. O questionamento levantado por esse aluno sugere que ele compreendeu o conceito de transformação de energia, demonstrando ainda a sua capacidade de observação, bem como de estabelecer relações entre conhecimentos. Esse questionamento levou o professor a corrigir o termo utilizado (momento 54), afirmando que o que ocorreu foi uma transferência de energia de um corpo para outro, contudo, a forma se manteve inalterada.

É importante destacar que quando o professor deu início à atividade de demonstração, os alunos se mostraram curiosos em relação ao experimento utilizado.

Apesar de a maioria dos alunos não interagirem diretamente com o professor, por meio do diálogo, eles interagiram com o experimento e com os colegas no decorrer de toda atividade. Embora muitos alunos não tenham se manifestado, demonstraram estar atentos ao experimento e à fala dos colegas e do professor.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A dúvida e a curiosidade são elementos motivadores que podem despertar no aluno o desejo de aprender, o que, segundo Vigotsky, é fundamental para que ocorra o aprendizado. Nesse sentido, a atividade realizada nesta pesquisa foi fundamental como elemento capaz de motivar e facilitar o processo de aprendizagem do aluno, uma vez que houve indícios de que a forma como essas atividades foram utilizadas propiciaram uma conexão entre a teoria e a realidade.

Não obstante o fato de os alunos terem se mostrado interessados pelas atividades, acreditamos que a participação do professor, como parceiro mais capaz, foi de fundamental importância para que os alunos pudessem aprender com os experimentos. Nesse sentido, o professor procurou estimular os alunos a darem suas explicações para os fenômenos observados e, a partir dessas explicações, buscou orientá-los, para que pudessem compreender os conceitos envolvidos.

De acordo com a teoria sócio-histórica de Vigotsky, seria muito difícil que esses alunos conseguissem compreender os conceitos sozinhos, sem a interação social com um parceiro mais capaz. Sem a participação do professor, os experimentos poderiam se tornar meras curiosidades, sem nenhum significado científico, pois os alunos, em sua grande maioria, não conseguem explicar, sozinhos, os fenômenos observados no experimento.

Os resultados desta pesquisa mostraram que os alunos que se manifestaram durante a atividade demonstraram ter compreendido os processos de transformação de energia envolvendo os Arranjos A, B e C. Como esses alunos já haviam demonstrado não possuir esse conceito em suas estruturas cognitivas, no episódio 2, concluímos que a interação social entre professor e alunos, bem como entre alunos, mediada pela utilização das demonstrações de experimentos de forma contextualizada, pode ter propiciado a aprendizagem dos conceitos trabalhados.

Mediante essas considerações, é possível perceber a importância do papel desempenhado pelas atividades desenvolvidas na presente pesquisa. Ou seja, os resultados aqui apresentados mostraram que a interação social mediada pelo uso de atividades de demonstração pode propiciar ao aluno a motivação, não só para frequentar as aulas de Física, mas também para participar e aprender, como sujeito ativo no seu processo de desenvolvimento.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 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**, v. 25, n. 2, Junho, 2003.
- BENJAMIN, A. A. Análise do uso de um Texto Paradidático sobre Energia e Meio Ambiente. 2000. 184f. **Dissertação** (Mestrado em Educação para a Ciência, Área de Concentração: Ensino de Ciências) – Faculdade de Ciências da Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2000.

- BOGDAN, R. BIKLEN, S. **Investigação qualitativa em educação**: uma introdução à teoria e aos métodos. Porto Editora, 337 p., 1982.
- BRASIL. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais**: Ensino Médio. Parte III – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, Brasília:MEC/SEMT, 2000.
- CANALLE, J. B. G. e MOURA, R. Freio magnético. **Cad. Cat. Ens. Fís.**, v.17, n.1, pp. 96-100, 2000.
- GASPAR, A. **experiências de Ciências para o ensino fundamental**. Editora Ática, 328p., 2003.
- GASPAR, A. Cinco Anos de Atividades do Centro Interdisciplinar de Ciências de Cruzeiro. **III Encontro de Pesquisa em Ensino de Física**. Porto Alegre, 1990.
- GASPAR, A. & MONTEIRO, I. C. C. Um estudo sobre as emoções no contexto das interações sociais em sala de aula. 2006. Disponível: <[http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/vol12/n1/v12\\_n1\\_a3.htm](http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/vol12/n1/v12_n1_a3.htm)>.
- MONTEIRO, I. C. C. Estudo dos processo interativos em aulas de Física: uma abordagem segundo a teoria de Vigotski. 2006. 178f. **Tese** (Doutorado em Educação para a Ciência, Área de Concentração: Ensino de Ciências) – Faculdade de Ciências da Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2006.
- MIZUKAMI, M., G. N. (1986). **Ensino**: as abordagens do processo. Editora Pedagógica e Universitária Ltda., São Paulo, 1986.
- PÉREZ-LANDEZÁBAL, M. C., FAVIERES, A., MANRIQUE, M. .J. e VARELA, P. La energía como núcleo en el diseño curricular de la física. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 13, n.1, pp.55-65, 1995.
- PIETROCOLA, M. (2001). Construção e realidade: o papel do conhecimento físico no entendimento do mundo. In M. Pietrocola (Ed.), **Ensino de física**: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora. Florianópolis: Editora da Universidade Federal de Santa Catarina, pp.9-32, 2001.
- OPPENHEIMER, F. - The Exploratorium and other ways of teaching Physics. **Physics Today**, setembro, p.9-13, 1975.
- TRUMPER, R. Children's energy concepts: a cross-age study. **International Journal of Science Education**, v. 15, n. 2, pp.139-148, 1993.
- VYGOTSKY, L. S. **A construção do pensamento e linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 2001.