
AS ATIVIDADES DE DEMONSTRAÇÃO E A TEORIA DE VIGOTSKI: UM MOTOR ELÉTRICO DE FÁCIL CONSTRUÇÃO E DE BAIXO CUSTO⁺*

Marco Aurélio Alvarenga Monteiro

José Silvério Edmundo Germano

Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA)

São José dos Campos – SP

Isabel Cristina de Castro Monteiro

Alberto Gaspar

Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá – UNESP

Guaratinguetá – SP

Resumo

A demonstração experimental é uma atividade tradicionalmente utilizada no âmbito do ensino de Ciências e da divulgação científica. Contudo, essa atividade tem sido pouco explorada em sala de aula, em parte, pelas dificuldades enfrentadas pelo professor em ter à sua disposição os equipamentos de demonstração. Neste trabalho, apresentamos e explicamos uma montagem fácil e de baixo custo de um motor elétrico. Além disso, utilizamos as indicações da teoria socio-histórica de Vigotski para orientar a exploração dessa atividade em sala de aula.

Palavras-chave: *Atividade de demonstração; Ensino Médio; ensino de Física.*

⁺ The experimental demonstration and the Vigotski's theory: an easy and low-cost electric motor construction

* *Recebido: julho de 2009.*

Aceito: março de 2010.

Abstract

The experimental demonstration is one of the traditional activities used in the ambit of the Science teaching and of the scientific divulgation. However, this activity has not been fully explored yet in the classroom, because teachers have faced considerable difficulties due to the lack of demonstration equipment. In this work we present the explanation of an easy and low-cost assembly of an electric motor, to be used in Physics classes in High School. In addition, we employed Vigotski's theory to guide this experimental activity in the classroom.

Keywords: *High School; experimental demonstration; Physics teaching.*

I. Introdução

O caráter abstrato dos conceitos da teoria eletromagnética aliado às dificuldades inerentes da representação do produto vetorial são alguns dos obstáculos enfrentados por alunos e professores no ensino de Física.

Nesse sentido, atividades didáticas que possibilitem contextualizações de fenômenos eletromagnéticos, permitindo ao professor meios de demonstrar efeitos que justifiquem modelos conceituais e matemáticos relativos às ideias de campo elétrico, campo magnético, fluxo, corrente elétrica, vetores, entre outros, são fundamentais para a superação das dificuldades comumente encontradas no ensino desses conceitos científicos.

Entretanto, não é fácil encontrar tais atividades à disposição de professores, tendo em vista a inexistência de laboratórios ou de equipamentos experimentais na maioria de nossas escolas. Além disso, quando tais recursos estão disponíveis, muitos professores se mostram desprovidos de estratégias de abordagem capazes de explorar adequadamente o potencial que podem oferecer à aprendizagem dos alunos.

Assim, é preciso, além da proposição de atividades de baixo custo e de fácil construção, indicações de abordagem didática que explore amplamente todas as potencialidades do recurso à disposição.

Trabalhos como os de Monteiro & Gaspar (2002), Bross (1992), Meseguer Dueñas et. al. (1994), Figueiroa et. al (1994) têm destacado a importância de atividades experimentais de demonstrações para o ensino de conceitos científicos.

Figueiroa et. al. (*opus cit*) destacam que tais atividades permitem:

- relacionar muito da teoria com o mundo físico real e incrementar a capacidade de observação;
- facilitar a compreensão de conceitos ensinados no curso teórico;
- aumentar a confiança dos alunos no que foi aprendido em teoria; e
- estimular o interesse dos alunos pela Física.

Meseguer Dueñas et al. (*opus cit*), relataram que:

• A realização das demonstrações experimentais em sala de aula tem um resultado gratificante, mas, apesar da facilidade de sua efetivação, é necessário tempo para imaginar e criar experiências, do qual o professor habitualmente não dispõe.

• As experiências de demonstração podem ser utilizadas de forma continuada como referência e apoio durante o desenvolvimento das aulas teóricas.

• São poucos os recursos materiais necessários, o que viabiliza as aulas com demonstração em escolas com poucos recursos financeiros.

• A utilização de material excessivamente complicado ou sofisticado deve ser convenientemente explicada ao aluno para evitar a incompreensão da experiência.

• A visibilidade da experiência é um fator decisivo no bom desenvolvimento da demonstração em sala de aula.

Monteiro & Gaspar (2007), em estudo sobre as emoções dos alunos desencadeadas em aulas de Ciências, destacam o caráter motivador das atividades de demonstração e apontam a teoria socio-histórica de Vigotski como orientação pedagógica para o planejamento das ações didáticas do professor em sala de aula no desenvolvimento de tais atividades.

Para os autores, o ponto de vista vigotskiano de que há precedência da cultura sobre o desenvolvimento cognitivo de uma pessoa, leva à ideia de que a instrução, entendida como interação de crianças ou aprendizes com adultos ou parceiros mais capazes, é necessária para a aprendizagem de conceitos científicos.

Para Monteiro & Gaspar (*opus cit*), não é qualquer interação social que contribui para a aprendizagem. Os autores afirmam que a interação social que de fato contribui para a aprendizagem é aquela desencadeada dentro da zona de desenvolvimento proximal do aprendiz. Nesse sentido, destacam que uma forma de viabilizar a interação entre parceiros de diferentes níveis cognitivos em relação ao processo de ensino e aprendizagem foi descrita em um trabalho de Wertsch (1984). Neste trabalho, Wertsch sugere a adoção de três constructos teóricos que podem ser entendidos como condições pedagógicas a serem satisfeitas para que se estabeleça uma interação social mais profícua. São eles:

- a definição de situação, forma como cada um dos participantes entende a tarefa que, dentro do contexto da interação, deve ser a mesma;
- a intersubjetividade, ação entre os sujeitos participantes da interação com objetivo de estabelecer ou redefinir a situação ou a tarefa proposta;
- a mediação semiótica, formas adequadas de linguagem, no sentido amplo do termo, que tornam possíveis a intersubjetividade.

A nosso ver, esses construtos teóricos são úteis no sentido de dar orientações ao planejamento da atividade experimental de demonstração a ser desenvolvida em sala de aula.

Diante de tais considerações, entendemos que o resgate das atividades experimentais de demonstração no ensino de Física pode se constituir em um precioso instrumento didático, principalmente quando se deseja abordar conceitos tão abstratos quanto os do eletromagnetismo.

Como destacam Monteiro & Gaspar (2005),

A atividade de demonstração experimental em sala de aula, particularmente quando relacionada a conteúdos de Física, apesar de fundamentar-se em conceitos científicos formais e abstratos, tem por singularidade própria a ênfase no elemento real, no que é diretamente observável e, sobretudo, na possibilidade de simular, no micro-cosmo formal da sala de aula, a realidade informal vivida pela criança no seu mundo exterior. Grande parte das concepções espontâneas, senão todas, que a criança adquire resulta das experiências por ela vividas no dia-a-dia, mas essas experiências só adquirem sentido quando ela as compartilha com adultos ou parceiros mais capazes, pois são eles que transmitem a essa criança os significados e as explicações a elas atribuídos no universo sócio-cultural em que vivem. Pode-se inferir, portanto, que a utilização da demonstração experimental de um conceito em sala de aula acrescenta ao pensamento do aluno elementos de realidade e de experiência pessoal que podem preencher uma lacuna cognitiva característica dos conceitos científicos e dar a esses conceitos a força que essa vivência dá aos conceitos espontâneos.

Assim, neste trabalho apresentamos uma proposta de atividade experimental de demonstração de fácil montagem e de baixo custo, cuja abordagem didático-pedagógica segue as indicações da teoria sócio-histórica de Vigotski.

II. Uma atividade de demonstração de baixo custo e de fácil construção para ser utilizada em sala de aula

Neste trabalho, entendemos por “atividade de demonstração”, toda atividade experimental que tenha por objetivo explicar, para ou pelo aluno, fenômenos físicos, cuja ênfase seja a análise qualitativa dos fenômenos observados.

Portanto, estamos considerando que não basta a tal atividade ilustrar a aplicação de um princípio ou conceito científico; é fundamental que propicie situações nas quais professor e alunos possam analisar qualitativamente um determinado fenômeno, explicando-o e prevendo-o a partir da teoria estudada.

A partir dessa perspectiva, apresentamos a construção de uma montagem proposta pelo Departamento de Física da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra.

Nessa montagem, denominada de mini-ventoinha ou motor elétrico, são utilizados materiais de baixo custo e de fácil obtenção: uma pilha (1,5 V), um prego ou parafuso, um ímã de neodímio, um grampo de pasta de arquivo e um pedaço de fio (Fig. 1).

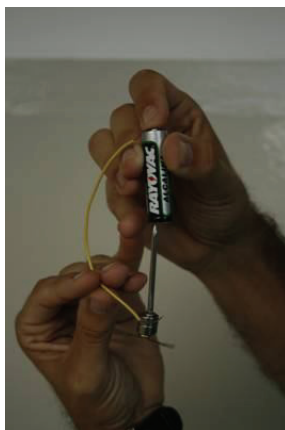


Fig. 1 – Montagem da demonstração.

III. Procedimento de montagem da mini-ventoinha

O material necessário para a montagem da mini-ventoinha ou motor elétrico é mostrado na Fig. 2.

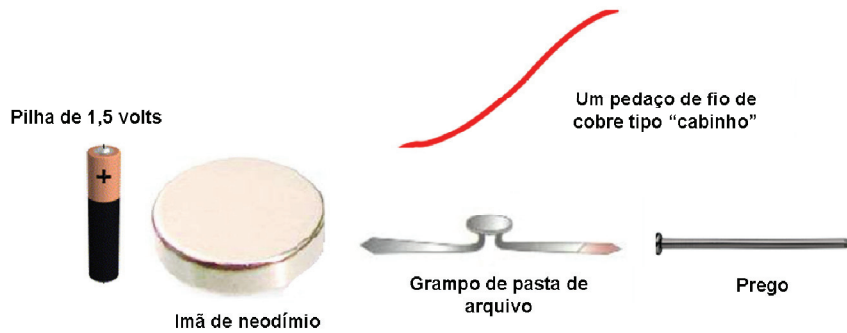


Fig. 2 – Material utilizado na demonstração.

Para montar a mini-ventoinha deve-se, em primeiro lugar, acoplar, à cabeça do prego, o ímã de neodímio e, em seguida, colocar a ponta do prego em um dos pólos da pilha, como mostrado na Fig. 3.



Fig. 3 – Primeiro e segundo passos da montagem da demonstração.

Para que a rotação da mini-ventoinha fique mais perceptível para os alunos, deve-se acoplar no ímã de neodímio o grampo de pasta de arquivo aberto. Observe a Fig. 4.



Fig. 4 – Terceiro passo da montagem da demonstração.

Para fazer a mini-ventoinha girar basta unir o pólo livre da pilha com o ímã de neodímio com o pedaço de fio de cobre, como indicado na Fig. 5.



Fig. 5 – Quarto passo da montagem da demonstração.

IV. A exploração da montagem em sala de aula

A apresentação de tal demonstração de sala de aula desencadeia, logicamente, a questão: *O que faz a mini ventoinha girar?*

É interessante notar que a questão formulada diante da apresentação do fenômeno contribui para o estabelecimento de interações sociais nas quais a definição de situação pode se estabelecer.

A busca pela resposta à pergunta *O que faz o ímã girar?* possibilita o desencadeamento de outras tantas perguntas que podem nortear as interações entre os alunos e entre estes e o professor num mesmo movimento que permite o envolvimento de todos em torno de uma mesma tarefa. Tais perguntas podem ser:

Qual a contribuição do ímã para o movimento do motor?

Qual a contribuição da pilha para o movimento do motor?

Qual o papel do fio no movimento do motor?

E se invertêssemos a posição da pilha? Será que o motor vai girar ao contrário?

Todas essas questões, entre outras, podem nortear e facilitar o trabalho do professor em promover interações sociais que propiciem a definição de situação.

É importante que tais perguntas possam ser feitas em função do potencial que o equipamento de demonstração pode oferecer em termos da exploração a ser realizada.

Nesse sentido, para cada questão feita deve existir a possibilidade de explorar alguma característica do equipamento a fim de se obter alguma verificação experimental que a responda.

Dessa forma, quanto maiores as possibilidades de exploração oferecidas pelo equipamento de demonstração, mais rica em potenciais é a atividade de ensino proposta.

É nesse aspecto que se caracteriza o segundo construto proposto por Werstch nas atividades de demonstração: a possibilidade de ocorrer a mediação semiótica aumenta à medida que a atividade oferece maior potencial de exploração. Isso porque, para cada exploração possível, existe a possibilidade de interações sociais desencadeadas pela contextualização do fenômeno discutido.

A seguir, apresentamos algumas contextualizações que podem facilitar a mediação semiótica em função das possibilidades de exploração que a atividade proposta oferece.

Buscando responder à pergunta: *Qual a contribuição do ímã para o movimento do motor?*, o professor tem a oportunidade de desencadear uma interação social em torno do conceito de campo magnético.

Para analisarmos especificamente a contribuição do campo magnético para o movimento do motor, é importante definir sua direção e seu sentido.

A utilização de uma bússola pode permitir um mapeamento das linhas de campo magnético do ímã.

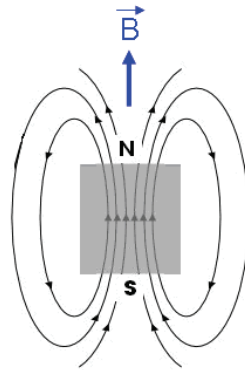


Fig. 6 – Linhas de campo do ímã e vetor campo magnético \vec{B} .

Com relação às contribuições da pilha para o movimento do motor, o professor pode motivar desencadeamento de interações sociais sobre o sentido e a direção dos portadores de carga elétrica.

Quando fechamos o circuito, há o estabelecimento de uma corrente elétrica.

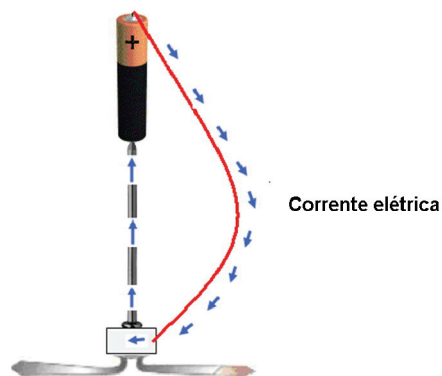


Fig. 7 – Esquema da corrente elétrica estabelecida no circuito.

Se invertermos a posição da pilha, temos a inversão do sentido da corrente elétrica estabelecida no circuito e do sentido do movimento de rotação da ventoinha.

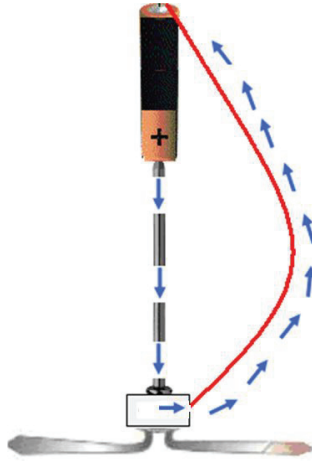


Fig. 8 – Inversão da corrente devido à inversão da pilha.

Uma discussão importante é aquela que trata da interação entre o campo magnético e a corrente elétrica.

A interação entre a corrente elétrica que percorre um condutor e o campo magnético em que ele está imerso gera, nesse condutor uma força perpendicular ao plano que contém o vetor campo magnético e o condutor por onde circula a corrente elétrica.

$$\vec{F} = i \vec{l} \times \vec{B}$$

Considerando \vec{B} como sendo o campo magnético, i a corrente elétrica e \vec{l} um vetor associado ao sentido da corrente elétrica, a direção e o sentido da força \vec{F} gerada é dada pela regra da mão direita, como está indicado na Fig. 9.

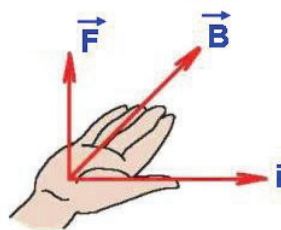


Fig. 9 – Regra da mão direita.

Dessa forma, o movimento do motor se deve à força devida à interação do campo magnético no interior do ímã com a corrente elétrica que o atravessa, exercida no interior do ímã.

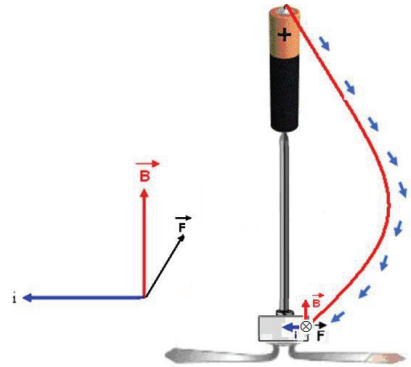


Fig. 10 - Força exercida sobre o ímã que o faz girar.

Como admitimos o vetor campo magnético orientado para cima e o sentido da corrente elétrica no interior é orientado do ponto em que o fio é encostado na lateral do ímã para o seu centro, a força gerada é perpendicular ao do plano da figura, orientada para dentro dele. Veja a figura 10.

Pode-se, também, sugerir que os alunos experimentem inverter o sentido da corrente elétrica, invertendo a posição da pilha ou do ímã. Em ambos os casos o sentido da força será invertido. Veja a figura 11.

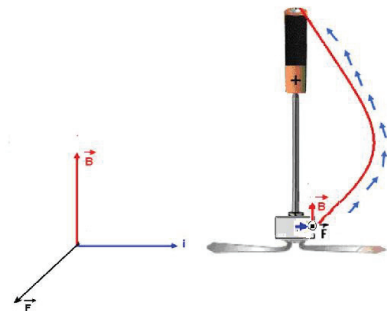


Fig. 11 - Invertendo-se a pilha, inverte-se o sentido de rotação do motor.

Outra possibilidade de exploração da interação campo magnético \times corrente elétrica é propor montagens alternativas. Uma dessas montagens, que pode ser encontrada em muitos sites da internet quase sempre chamada de “motor monopolar”, descrevemos a seguir.

Acopla-se o ímã na face do polo negativo de uma pilha pequena (tipo AA). Modela-se uma armação de fio de cobre rígido descascado, que se apóie sobre o a saliência da pilha no polo positivo e possa girar mantendo-se em um plano vertical. As extremidades inferiores dessa armação são cortadas e abertas de modo a encostar levemente em faces laterais e opostas do ímã. Veja foto na Fig. 12.



Fig. 12 - Montagem alternativa.

Nesse caso, qual a explicação para o giro da armação?

Da mesma forma que anteriormente, precisamos identificar a configuração da interação entre o campo magnético gerado pelo ímã e o sentido da corrente elétrica que percorre a armação e determinar a direção e o sentido da força exercida sobre a armação. Veja figura 13. Essa figura possibilita uma breve análise da interação entre a corrente elétrica que percorre cada lado da armação e o campo magnético. Podemos então concluir que a força exercida na metade esquerda da armação está orientada perpendicularmente para dentro da página, enquanto que a exercida na metade direita da armação tem a mesma direção e sentido oposto – esse binário de forças faz a armação girar.

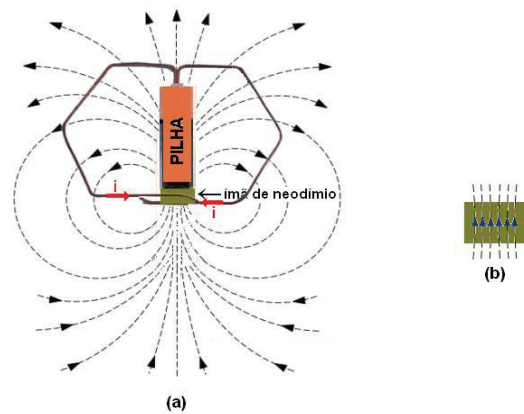


Fig. 13 – Esquema da interação entre corrente elétrica e campo magnético no equipamento (a) e campo magnético no ímã (b).

V. Considerações finais

A atividade de demonstração proposta neste trabalho vai além da concepção desse recurso como uma mera ilustração de conceitos discutidos em sala de aula. Como pudemos verificar, as atividades de demonstração nos oferecem muitas possibilidades de discussão e de análise em sala de aula.

Assim, mais do que um recurso motivador, as atividades de demonstração podem contribuir significativamente para a compreensão dos conceitos estudados, uma vez que oferecem oportunidades de contextualização, formulação de hipóteses e de modelos explicativos, experimentação e discussão.

Entretanto, não basta apenas uma atividade interessante e com muitos potenciais de exploração se a ação didática do professor não for suficiente para orientar as discussões dos alunos em sala de aula, tendo em vista que, segundo Vigotski (2002), não é qualquer interação social que basta para que ocorra a aprendizagem, mas aquela que se estabelece dentro da zona de desenvolvimento proximal do aprendiz.

Dessa forma, entendemos que o resgate dessas atividades no contexto de sala de aula, planejadas a partir de suporte teórico capaz de orientar o processo interativo entre professor e alunos, poderão ser úteis ao processo de ensino e de aprendizagem de conceitos tão abstratos quantos os do eletromagnetismo.

Referências bibliográficas

BOSS, A. M. M. **Recuperação da memória do ensino experimental de Física na escola secundária brasileira**: produção, utilização, evolução e preservação dos equipamentos. 1990. 193p. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Física/Faculdade de Educação, USP, São Paulo.

FIGUEROA et al. Demonstraciones de Física: Para que? **Enseñanza de las Ciências**, v. 12, n. 3, p. 443-446, 1994.

DUEÑAS, M.; ESTELLÉS, M. Experiências de cátedra em las clases de Física de primer curso de escuelas técnicas. **Enseñanza de las Ciências**, v. 12, n. 3, p.381-391, 1994.

MONTEIRO, I. C. C.; GASPAR, A. Atividades experimentais de demonstração em sala de aula: uma análise segundo o referencial da teoria de Vigotski. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 10, n. 2, p. 2, 2005.

MONTEIRO, I. C. C.; GASPAR, A. Um estudo sobre as emoções no contexto das interações sociais em sala de aula. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 12, p. 1, 2007.