

ISSN: 1980-8631

Vol. 4 | Nº. 1 | Ano 2015

### **Douglas Augusto Galbiatti**

*Doutorando em Educação para a  
Ciência – UNESP/Bauru*  
galbiattid@yahoo.com

### **Alice Assis**

*UNESP – Faculdade de Engenharia  
de Guaratinguetá*  
alice@feg.unesp.br

### **Eder Pires de Camargo**

*UNESP – Faculdade de Engenharia  
de Ilha Solteira*  
camargoep@dfq.feis.unesp.br

### **RESUMO**

Neste artigo, propomos que sejam trabalhados alguns conceitos relativos à eletrostática por meio da realização de uma atividade experimental de demonstração aberta, mediante uma abordagem fundamentada no referencial teórico metodológico associado à teoria sócio-histórica de Vigotski, na qual o processo de ensino e de aprendizagem deve ocorrer por meio de interações sociais conduzidas, de forma adequada, por um parceiro mais capaz. Nessa perspectiva, a interação social em sala de aula deve ser privilegiada, de modo que, mediante a realização da atividade proposta, seja viabilizada a discussão sobre os conceitos físicos envolvidos, sobre a utilização prática desses conceitos, sobre as características do equipamento utilizado, bem como sobre o caráter dinâmico e provisório dos conhecimentos científicos.

**Palavras-chave:** Atividades experimentais, Demonstração aberta, Eletrostática.

---

### **ABSTRACT**

In this paper, we propose that worked some concepts related to electrostatic by performing an activity open experimental demonstration, basing itself on a theoretical methodological referential associated with socio-historical theory of Vygotsky, in which the teaching and learning process occur through social interactions conducted, appropriately, by a more capable partner. In this perspective, social interaction in the classroom should be privileged, so that by conducting the propose activity is made possible discussion on the physical concepts involved, on the practical use of these concepts, the characteristics of the equipment used, as well how about the dynamic nature of scientific knowledge and provisional.

**Keywords:** Experimental activities, Open demonstration, Electrostatic.

## 1 INTRODUÇÃO

O ensino de física tem sido marcado pela excessiva memorização de equações desprovidas de significado conceitual para o estudante. Segundo Zanotello e Almeida (2007, p. 437), o desenvolvimento das aulas de física mediante a utilização de materiais didáticos que apresentam um resumo das teorias relativas à física, seguido da resolução de exercícios que, geralmente, produzem “apenas uma repetição sistemática de procedimentos”, limita o ensino dessa disciplina “a uma mera aplicação de fórmulas, com pouco significado para os estudantes”. Para Martinand (1986, apud RICARDO e FREIRE, 2007), embora a formalização matemática seja essencial, ela deve ser desenvolvida “como síntese de conceitos e relações, compreendidos anteriormente de forma fenomenológica e qualitativa” (p.260).

Os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (BRASIL, 2002) apontam que o ensino de física vem deixando de se pautar “na simples memorização de fórmulas ou repetição automatizada de procedimentos, em situações artificiais ou extremamente abstratas, ganhando consciência de que é preciso lhe dar um significado, explicitando seu sentido já no momento do aprendizado, na própria escola média” (p. 60).

Para Ricardo e Freire (2007), é papel do ensino médio “priorizar o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico do aluno” (p. 258). Nesse sentido,

o conhecimento de Física deixa de constituir um objetivo em si mesmo, mas passa a ser compreendido como um instrumento para a compreensão do mundo. Não se trata de apresentar ao jovem a Física para que ele simplesmente seja informado de sua existência, mas para que esse conhecimento se transforme em uma ferramenta a mais em suas formas de pensar e agir. (BRASIL, 2002, p.61)

Para tanto, é necessário que o professor aborde os conteúdos de forma a viabilizar a participação ativa dos alunos, o que pode propiciar que eles adquiram competências que desenvolvam o seu sentido crítico. Nessa perspectiva, várias estratégias de ensino, se usadas de forma a promover a interação social em sala de aula, podem levar o aluno à reflexão e à motivação em aprender os conteúdos trabalhados. Dentre essas estratégias, podemos citar o uso: de leitura de textos paradidáticos (ASSIS, 2005); de material audiovisual; de experimentação em suas diferentes formas (BORGES, 2002; ARAÚJO e ABIB, 2003; LABURÚ, 2006); entre outras.

Consideramos que, qualquer estratégia pode ser utilizada de acordo com uma abordagem fundamentada no referencial teórico metodológico associado à teoria sócio-histórica de Vigotski, na qual o processo de ensino e de aprendizagem deve ocorrer por meio de interações sociais conduzidas, de forma adequada, por um parceiro mais capaz. (VIGOTSKI, 2001)

Neste trabalho, propomos a utilização de uma atividade de demonstração experimental, mediante uma abordagem fundamentada nesse referencial teórico-metodológico, pautando-se numa sequência didática (ZABALA, 1998) preestabelecida, para trabalhar a abordagem de alguns conceitos associados à eletrostática.

## 1.1 As atividades de demonstração

Vários pesquisadores (GASPAR; MONTEIRO, 2004, 2005; LABURÚ, 2006; COUTO, 2009) sinalizam que o uso de atividades experimentais em aulas de Física pode despertar o interesse no aluno em aprender o conteúdo trabalhado. Segundo Laburú (op. cit.) essas atividades geram, inicialmente, expectativas que provocam curiosidade e motivação para a aprendizagem. Porém, o grande desafio para o professor é o de manter essa curiosidade e motivação no decorrer da aula, sendo necessário que se procure:

ativar a curiosidade dos alunos, em momentos do processo de ensino, utilizando experimentos com formato cativante, que atraiam e prendam a atenção. Na medida em que se passa a planejar experimentos com essa orientação, ultrapassando a preocupação de adequá-los apenas ao conteúdo ou ao conceito de interesse, pode-se ajudar a abalar atitudes de inércia, de desatenção, de apatia, de pouco esforço, servindo esses experimentos, inclusive, de elo incentivador para que os estudantes se dediquem de uma forma mais efetiva às tarefas subsequentes mais árduas e menos prazerosas. (p. 384)

Nessa perspectiva, a pesquisa realizada por Couto (2009) mostrou que essas atividades podem viabilizar o interesse e a participação dos alunos nas aulas de física, bem como dar suporte ao “processo de construção e validação de modelos físicos”. (p. vii)

Por sua vez, Gaspar e Monteiro (2005) defendem o uso de atividades experimentais de demonstração, afirmando que, ao despertar a motivação dos alunos, essas atividades podem predispor-los à aprendizagem. Com relação a esse tipo de atividade experimental, Araújo e Abib (2003) destacam duas formas possíveis para a sua abordagem: demonstração fechada e aberta. Enquanto a primeira é caracterizada pela “simples ilustração de um fenômeno físico, sendo uma atividade centrada no professor que a realiza” (p.181), a segunda incorpora:

outros elementos, apresentando uma maior abertura e flexibilidade para discussões que podem permitir um aprofundamento nos aspectos conceituais e práticos relacionados com os equipamentos, a possibilidade de se levantar hipóteses e o incentivo à reflexão crítica, de modo que a demonstração consistiria em um ponto de partida para a discussão sobre os fenômenos abordados, com possibilidade de exploração mais profunda do tema estudado.

Nesses moldes, esses autores categorizam as demonstrações abertas como atividades investigativas por apresentarem várias características desse tipo de atividade. Essas características viabilizam que as atividades de demonstração abertas tornem os conceitos físicos menos abstratos, transformando-os, ainda, em “mais interessante, fácil e agradável o seu aprendizado, motivando a participação dos alunos”. (p.181)

Nessa perspectiva, é fundamental que ocorra a interação social em sala de aula (VIGOTSKI, 2001), de modo que o professor, como parceiro mais capaz, dê abertura para que os alunos levantem hipóteses e discutam diferentes pontos de vista. Importante também é que essa interação ocorra entre os próprios alunos, mediante a formação de grupos, para que discutam acerca dos conceitos envolvidos nas atividades desenvolvidas.

Em uma atividade que se enquadra nesses moldes, o que se almeja é a participação ativa dos estudantes na discussão e no levantamento de hipóteses, de modo que se privilegie a reflexão sobre a natureza do experimento, sobre a utilização de modelos matemáticos associados a esse conhecimento, bem como sobre a natureza do conhecimento científico, para que eles possam compreender sua amplitude desenvolvida no decorrer dos séculos e o seu caráter dinâmico.

Propomos que sejam trabalhados alguns conceitos relativos à eletrostática por meio da realização de uma atividade experimental de demonstração aberta, mediante uma abordagem que privilegie a interação social em sala de aula. Nessa perspectiva, é importante que, mediante a realização da atividade proposta, seja viabilizada a discussão sobre os conceitos físicos envolvidos; sobre a utilização prática desses conceitos; sobre as características do equipamento utilizado etc.

## **2 PROPOSTA DE ATIVIDADE**

### **2.1 Descrição da montagem experimental**

A atividade experimental aberta, proposta neste trabalho, permite que sejam trabalhados vários conceitos associados à eletrostática, tais como: carga elétrica, potencial elétrico, diferença de potencial, rigidez dielétrica de materiais etc.

Esse experimento, intitulado Gerador Eletrostático de Kelvin (DESMET et. al., 1989), recebe esse nome por ter sido idealizado por Lorde Kelvin, ainda no século XIX.

Para que seja possível abordarmos a atividade didática que elaboramos, é necessário que explicitemos, primeiramente, o funcionamento experimental da montagem da qual nos utilizamos. Para elaborar essa montagem experimental, o professor necessita de algumas ferramentas para o trabalho com a madeira. No entanto, se ele não dispuser de tais aparatos, ele pode procurar alguém que os tenha ou confeccionar a montagem com outro material que não a madeira.

A montagem experimental que confeccionamos é mostrada na Figura 1, e a seguir explicitamos os materiais utilizados para a confecção deste aparato experimental:



Fig. 1: Gerador Eletrostático de Kelvin

Fonte: Os autores

**Materiais:**

- ✓ Base em madeira e estrutura em madeira. Porém a estrutura também pode ser confeccionada em PVC;
- ✓ Dois recipientes metálicos de leite em pó que servirão como coletores da água que cai;
- ✓ Fios de cobre para as devidas ligações elétricas;
- ✓ Dois copos metálicos que atuam como indutores de carga elétrica;
- ✓ Um recipiente de plástico que atua como reservatório primário de água, situado na parte superior da estrutura da montagem;
- ✓ Duas placas de PVC para o isolamento elétrico da montagem. É ainda relevante ressaltarmos que, para montagens em PVC, as placas são desnecessárias, pois a estrutura, por si só, isola eletricamente todo o aparato.

Descrevemos, a seguir, o funcionamento desse aparato experimental e os conceitos físicos envolvidos no fenômeno em questão.

Para que tenhamos uma noção detalhada, daquilo que ocorre na montagem experimental no momento da realização do experimento, apresentamos a imagem (Figura 2) a seguir:

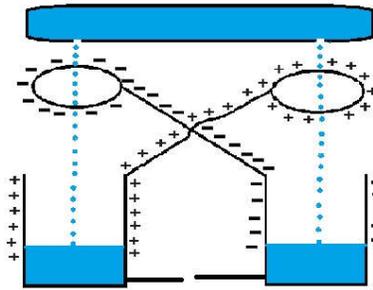


Figura 2: Representação da Montagem Experimental

Fonte: Os autores

A Figura 2 representa o Gerador Kelvin em funcionamento. O recipiente superior contém a água, da qual depende o funcionamento de todo o experimento. Os recipientes para onde a água cai são chamados de coletores e os anéis, dentro dos quais a água passa, são chamados de indutores (na montagem que confeccionamos, os indutores são copos de alumínio sem fundo). Cada indutor está ligado ao coletor do lado oposto e não há nenhum contato elétrico, a não ser o dos indutores com seus respectivos coletores. Cada coletor tem uma haste que aponta para a haste do outro coletor; as duas hastes são separadas por uma distância, que pode ser regulada, e é nesse espaço que ocorrem as faíscas que descarregam eletricamente a montagem. É necessário ressaltarmos que, tanto os coletores, como os indutores e o fio que os interliga devem ser necessariamente metálicos.

Importante também é destacar que toda a montagem, coletores e indutores, precisa estar isolada eletricamente, o que é feito em nossa montagem pelas placas de PVC colocadas embaixo de cada coletor. Isso é necessário porque estão envolvidas tensões acima das quais a madeira se torna condutor elétrico e, dessa maneira, se deixarmos os coletores em contato direto com a madeira, não haverá faíscas, pois a montagem será descarregada antes de atingir a tensão de rigidez dielétrica do ar (momento no qual ocorrem as faíscas).

Para descrevermos o que ocorre durante o funcionamento desse experimento, é relevante destacarmos que a carga inicial colocada em um dos coletores é arbitrária, sendo que o funcionamento não é afetado, seja qual for o coletor carregado.

Após carregarmos um dos coletores (o que é feito por nós através do atrito de uma das placas isolantes de PVC com papel bem áspero, ou através do atrito de outra placa de PVC, também com este tipo de papel e o posterior deslizamento dessa placa na parede do coletor), liberamos o caimento da água do recipiente superior e aí se inicia o que podemos compreender como um ciclo de carregamento elétrico da montagem. Lembrando que, ao carregarmos eletricamente um dos coletores, estamos carregando também o indutor oposto, e que a água que passa pelos indutores está carregada de íons positivos e negativos, podemos compreender, pela Figura 3, abaixo, o que ocorre com esses íons quando a água se aproxima dos indutores:

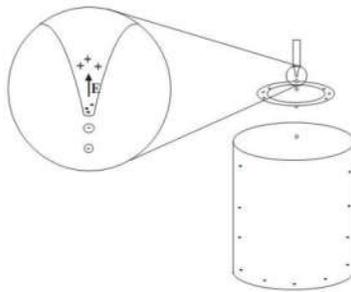


Figura 3: Separação de íons nas proximidades dos indutores

Fonte: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAej5UJAL/chuva-eletrica-kelvin>> Acesso em: 08 jan. 2013

O indutor da Figura 3 é carregado arbitrariamente com carga elétrica positiva. Em decorrência disso, ele atrairá cargas de sinal oposto e repelirá cargas de mesmo sinal, que na prática são os íons presentes na água. Dessa maneira, cairão no coletor, abaixo desse indutor, apenas gotas carregadas de carga elétrica negativa, pois, devido à ação do campo elétrico gerado pelo indutor carregado positivamente, as cargas positivas na água são repelidas.

Como o coletor está agora carregado negativamente, o indutor ligado a ele estará, conseqüentemente, carregado com carga de mesmo sinal, o que fará com que caiam somente gotas com cargas positivas no outro coletor e, que o ciclo continue sendo mantido até que o sistema atinja a tensão de rigidez dielétrica do ar e uma faísca possa ser observada entre as hastes ligadas aos coletores. (DESMET et. al., 1989)

Outra informação importante é a de que após a geração de uma faísca, os coletores ainda permanecem com alguma carga elétrica, o que permite o recarregamento dos coletores e que sejam observadas várias faíscas em uma mesma realização do experimento.

Na sequência, apontamos, no quadro 1, alguns momentos em que o professor pode trabalhar determinados conceitos supracitados com seus estudantes, em cada momento de realização do experimento. É necessário ressaltarmos ainda que a realização desse experimento requer prévia análise do professor e observação das possibilidades de sua adequação ao tempo e objetivos didáticos do professor, pois o docente deve ter autonomia crítica (CONTRERAS, 2002) acerca da realização de seu trabalho para julgar os melhores momentos para a execução de qualquer atividade. O que pretendemos aqui é apontar certos momentos, no decorrer da realização do experimento, em que alguns conceitos de eletrostática podem ser discutidos com os estudantes. Sendo eles: carga elétrica, potencial elétrico, diferença de potencial elétrico, rigidez dielétrica, indução elétrica etc.

**Quadro 1: Possíveis momentos de discussão conceitual**

Carga elétrica	O conceito de carga elétrica pode ser trabalhado no momento de carregamento das placas de PVC que, por sua vez, induzirão carga elétrica nos coletores. O carregamento elétrico dos condutores possibilita a realização de todo o experimento, pois sem ele, a execução da atividade fica comprometida.
Potencial Elétrico	Este conceito pode ser trabalhado no carregamento dos coletores por meio das placas de PVC ou, então, na queda d'água que gradativamente carrega os coletores. O potencial elétrico de cada coletor aumenta à medida que a quantidade de cargas elétricas de mesmo sinal nele cresce, sendo que, a distância entre um coletor e sua carga de prova (a carga do coletor oposto) é sempre a mesma, ou seja, é a distância entre as hastes ligadas a cada coletor.
Diferença de Potencial Elétrico	Pode ser trabalhado no momento de carregamento dos coletores pela queda d'água de forma a complementar a discussão a respeito do conceito de potencial elétrico.
Rigidez Dielétrica	O conceito de rigidez dielétrica pode ser trabalhado após os alunos terem observado as faíscas. Há a possibilidade de discussão a respeito da definição do conceito e do valor numérico da rigidez dielétrica para vários materiais.
Indução Elétrica	Pode ser trabalhada no momento de indução de cargas nos coletores para o início do experimento. Este conceito pode ser muito bem estudado por meio dessa atividade experimental, à medida que deixa evidente que houve carregamento, pois sem o processo de indução de cargas elétricas nos coletores não há faíscas devido à queda d'água.

**2.2 Sequência didática**

Neste ponto, apresentamos a sequência didática (ZABALA, 1998) que elaboramos pensando na possibilidade de o professor desenvolver a presente atividade de demonstração experimental aberta (ARAÚJO e ABIB, 2003), sob o referencial de Vigotski (2001). Assim, propomos a sequência didática subsequente, não como uma receita a ser seguida, mas como uma forma de o professor refletir sobre as possibilidades e limitações da realização de uma atividade experimental sob esses moldes.

➤ **Divisão dos estudantes em grupos.**

No início da atividade, o professor pode solicitar que os estudantes se dividam em grupos.

Pensando na classe como um todo, é evidente que os estudantes formarão, inicialmente, os grupos com os colegas com quem mais se identificam, ou seja, com aqueles que a relação de afetividade é maior. Do ponto de vista do referencial vigotskiano, esse é um fator relevante, pois a afetividade está interligada ao desenvolvimento cognitivo. Em palavras simples e diretas, de acordo com Vigotski (2001), só interessa a um indivíduo aprender aquilo que lhe agrada, aquilo pelo qual ele sente motivação em compreender. Assim, a divisão em grupos pode funcionar como o impulso inicial para que os estudantes se sintam inclinados a debater com os colegas o funcionamento e os conceitos físicos envolvidos no experimento. Em outros termos, o professor estará gerando, através da criação dos grupos, o ambiente de interação social tão necessário à aprendizagem. (Vigotski, op. cit.)

Contudo, a composição dos grupos poderá ser modificada no decorrer da atividade, de modo que a interação entre os diferentes integrantes dos grupos seja possível.

➤ **Demonstração experimental aberta**

Neste momento, o professor faz a demonstração para todos os alunos. Há a abertura dessa demonstração para questionamentos por parte dos estudantes.

O professor deve delinear a situação, de forma com que os estudantes participem desse momento. Para isso, de acordo com o conceito físico que ele pretenda tratar com seus alunos, ele pode questionar os estudantes sobre o entendimento a respeito da montagem, sobre a natureza dos conceitos físicos em questão etc. Por exemplo, se o professor estiver tratando de diferença de potencial elétrico, ele pode elaborar as seguintes questões para os estudantes: o que é potencial elétrico? Quem já ouviu algo sobre diferença de potencial elétrico? Quando se pode dizer que há diferença de potencial elétrico em um sistema? E em nosso cotidiano, há diferenças de potencial?

A partir de questões como essas, o professor pode gerar a motivação necessária para que os estudantes interajam entre si durante a demonstração experimental. É importante ressaltar que o simples fato da realização de um experimento não implica, necessariamente, que os estudantes estarão motivados para o desenvolvimento completo da atividade didática.

➤ **Após a demonstração experimental e as discussões, os estudantes retornam à divisão em grupos**

Uma proposta de ensino/aprendizagem dificilmente atingirá seus objetivos se estiver fundamentada na ideia de atuação passiva do estudante (LABURÚ, 2006). Mediante a formação de grupos, espera-se a superação dessa passividade do estudante frente às atividades de sala de aula. O trabalho em grupo pode propiciar a interação entre os participantes, para que se torne

possível a relação entre os pares e a aprendizagem aconteça de forma mais prazerosa com a inter-relação entre os parceiros mais e menos capazes.

Como expressa Vigotski (2001), a aprendizagem se dá através da interação com parceiros mais capazes e, nesses momentos interacionais é que ocorrem os saltos de desenvolvimento cognitivo daquilo que é hoje conhecido, dentro da teoria histórico-cultural de Vigotski, como Zona de Desenvolvimento Imediato.

Dentro dos grupos, os estudantes devem discutir as hipóteses de explicação do experimento que tiverem e, após chegarem a um consenso para a explicação do fenômeno, uma resposta deve ser redigida em cada grupo.

É relevante, ainda, lembrarmos que a estrutura dos grupos pode ser flexível durante o desenrolar das atividades, porque quanto maior a interação com os distintos parceiros, maior é a possibilidade de esclarecimento dos conceitos físicos envolvidos. Importante também é notar que, o que Vigotski (op. cit.) chama de parceiro mais capaz não é, necessariamente, aquele que mais tem conhecimento sobre um determinado assunto, mas é aquele que, por alguma razão, dentro do contexto social em que está inserido, é visto pelos demais como mais capaz.

➤ **São trocadas as sínteses de explicação redigidas por cada grupo**

O objetivo da troca de sínteses é a observação, por parte do docente, da relação entre os integrantes de cada grupo, por meio da proposição de que cada grupo analise a hipótese explicativa dos demais e aponte a plausibilidade de cada argumento.

Com isso, o professor poderá analisar as dificuldades de entendimento dos participantes de um cada um dos grupos a respeito dos conceitos envolvidos na demonstração experimental e, também, como parceiro mais capaz de cada um de seus alunos, poderá gerar um momento de interação dele próprio com os estudantes.

É de suma importância relatar o papel de destaque que o professor tem nessa atividade didática, pois é ele quem delinea toda a atividade, estipulando o tempo de execução de cada item da sequência didática, colaborando nos processos de interação social intra e intergrupos e elaborando a reflexão final sobre os conceitos físicos envolvidos na explicação dos fenômenos, ocorrentes na demonstração experimental.

➤ **O professor expõe aos seus alunos a explicação física para o fenômeno ocorrente na demonstração experimental**

No final da atividade, o professor expressa a explicação do fenômeno para seus estudantes e, pautados nas prováveis dúvidas remanescentes, os alunos podem apresentar as questões que julgarem pertinentes.

Esse pode ser um momento final de discussão sobre a montagem experimental, caso todas as dúvidas tenham sido solucionadas. Isso não implica que tenha ocorrido uma completa compreensão dos conceitos físicos e do próprio fenômeno por parte dos estudantes. Porém, o

professor não deve desanimar frente às dificuldades de seus alunos, mas refletir, compreender e auxiliar no processo cognitivo de entendimento dos conceitos envolvidos por seus alunos.

### 3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

É notória a compreensão de que as possibilidades geradas por atividades de caráter aberto, como a aqui proposta, podem proporcionar aos estudantes uma compreensão mais ampla em relação àquela que se dá pela memorização pura praticada em diversos contextos escolares. No entanto, o docente não deve se enganar em imaginar a metodologia aqui proposta como panaceia. Muito pelo contrário, o trabalho com os estudantes em uma atividade desse tipo é árduo, todavia gerador de novas possibilidades ao professor e aos seus alunos.

O professor poderá modificar essa proposta de acordo com suas necessidades educacionais, sempre pensando em colaborar com o desenvolvimento cognitivo de seus alunos, à medida que os proporciona motivação, interação, contato com o seu próprio conhecimento e habilidades a serem apreendidas.

Esperamos que o professor propicie, nessa atividade, interação social em sala de aula, e que ele possa desenvolver outras atividades que possibilitem essa interação, o que pode facilitar o desenvolvimento cognitivo dos alunos (VIGOTSKI, 2001), pois:

É preciso insistir que tudo quanto fazemos em aula, por menor que seja, incide em maior ou menor grau na formação de nossos alunos. A maneira de organizar a aula, o tipo de incentivos, as expectativas que depositamos, os materiais que utilizamos, cada uma destas situações veicula determinadas experiências educativas, e é possível que nem sempre estejam em consonância com o pensamento que temos a respeito do sentido e do papel que hoje em dia tem a educação. (ZABALA, 1998, p. 29)

### REFERÊNCIAS

ASSIS, A. **Leitura, argumentação e ensino de física**: análise da utilização de um texto paradidático em sala de aula. 2005. 286 f. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência, Área de Concentração: Ensino de Ciências) – Faculdade de Ciências, Campus Bauru, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. 2005.

ARAÚJO, M. S. T. de; ABIB, M. L. dos S. Atividades experimentais no Ensino de Física: Diferentes enfoques, diferentes finalidades. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 25, n. 2, jun. 2003.

BORGES, A. T. Novos rumos para o Laboratório Escolar de Ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 19, n. 3: p. 291-313, dez. 2002.

BRASIL. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Parâmetros Curriculares Nacionais + Ensino Médio: **Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais** - ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Brasília: MEC; SEMTEC, 2002, 144 p.

CONTRERAS, J. **Autonomia de Professores**. 2 ed. São Paulo: Cortez, 2012.

COUTO, F. P. **Atividades experimentais em aulas de física**: repercussões na motivação dos estudantes, na dialogia e nos processos de modelagem. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.

DESMET, S.; ORBAN, F.; GRANDJEAN, F. On the Kelvin electrostatic generator. **European Journal of Physics**, n. 10: p. 118-122, 1989.

GASPAR, A.; MONTEIRO, I. C. C. Atividades Experimentais de Demonstração em Sala de Aula: Orientações e Justificativas a partir da Teoria de Vygotsky. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA. 9.,2004, Jaboticatubas – Minas Gerais. **ATAS...** Jaboticatubas: EPEF, 2004.

GASPAR, A.; MONTEIRO, I. C. C. Atividades Experimentais de Demonstração em sala de aula: uma análise segundo o referencial da teoria de Vygotsky. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 10, p. 227-254, 2005.

LABURÚ, C. E. Fundamentos para um Experimento Cativante. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 23, n. 3: p. 382-404, dez. 2006.

RICARDO, E.; FREIRE, J. C. A. A concepção dos alunos sobre a física do Ensino Médio. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. São Paulo, v. 29, n. 2, 2007. Encontrado em [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S180611172007000200010&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S180611172007000200010&lng=en&nrm=iso). Acesso em 13 jul. 2013.

VIGOTSKI, L. S. **A construção do pensamento e da linguagem**. Ed. Martins Fontes, 2001.

ZABALA, A. **A prática educativa. Como ensinar**. Porto Alegre: Artmed, 1998. 224 p.

ZANOTELLO, M.; ALMEIDA, M. J. M. Produção de Sentidos e Possibilidades de Mediação na Física do Ensino Médio: leitura de um livro sobre Isaac Newton. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 29, n. 3, p. 437-446, 2007.