

## **O USO DE UM GERADOR ELÉTRICO DE BAIXO CUSTO COMO PROPOSTA DIDÁTICA PARA AS AULAS DE FÍSICA DO ENSINO MÉDIO**

Márcio Tavares Lourenço

*Secretaria de Estado da Educação no Estado da Paraíba*  
[marciotavaresfisica@yahoo.com.br](mailto:marciotavaresfisica@yahoo.com.br)

Clélia de Almeida Agra Albuquerque

*Secretaria de Estado da Educação no Estado da Paraíba*  
[cleliaagra@hotmail.com](mailto:cleliaagra@hotmail.com)

Christianne Torres Lira

*Secretaria de Estado da Educação no Estado da Paraíba*  
[christiannetorres12@hotmail.com](mailto:christiannetorres12@hotmail.com)

Sílvio César Lopes da Silva

*Secretaria de Estado da Educação no Estado da Paraíba*  
[sclopes2@yahoo.com.br](mailto:sclopes2@yahoo.com.br)

**RESUMO:** Muito se tem dito e escrito, nas últimas décadas, a respeito do trabalho experimental e de sua utilização no ensino de Física. Veiculado por dezenas de livros didáticos, por artigos em revistas especializadas e constantemente debatidos por profissionais da área, o ensino experimental sensibiliza grande parte dos professores de Física. O que sobretudo nos leva a destacar que a realização de um ensino mediado por um tema central e, utilizando-se uma atividade experimental como estratégia de intervenção possibilita relacionar teoria à prática. Nesta perspectiva, é que descrevemos a execução de uma proposta didática de intervenção, trabalho este que foi realizado na Escola Estadual Severino Cabral, localizada no município de Campina Grande e teve como público alvo alunos da terceira Série do Ensino Médio do período noturno. Nosso objetivo foi trabalhar de forma interdisciplinar conteúdos de eletricidade e magnetismo tendo como elemento mediador um gerador de eletricidade confeccionado com materiais de baixo custo. Essa atividade teve também como ponto relevante a busca por uma maneira mais viável de trabalhar os principais conteúdos de física da terceira série do Ensino Médio, na perspectiva de aprimorar os conhecimentos dos alunos minimizando a evasão escolar e evitando assim, que os mesmos decorem fórmulas e realizem cálculos sem nenhuma compreensão dos conteúdos ministrados em sala e que fazem parte do seu cotidiano. Sendo assim, procuramos evidenciar uma maneira de fortalecer a capacidade argumentativa e interpretativa de nossos alunos por meio de vídeos, pesquisas, debates e intervenções com o uso do gerador elétrico de baixo custo.

**Palavras-chaves:** Ensino de física; Ensino Médio; Experimento de baixo custo; Proposta didática; Tema central.

## INTRODUÇÃO

É cada vez mais comum encontrarmos, nos discursos de professoras e professores de Física, expressões do tipo: “*meus alunos estão cada vez mais desmotivados para estudar Física*” ou “*minha turma não consegue aprender Física de jeito algum*”. Por outro lado, nos discursos de alunas e alunos de Física do Ensino Médio, são bastante frequentes expressões como: “*Física é muito difícil, mais difícil que matemática*” ou “*não consigo aprender Física*”.

O que há de comum nestas expressões, de professores e alunos, nos parece ser um problema grave no processo ensino-aprendizagem desta ciência. É verdade que o conteúdo de Física é bastante denso, o que gera inúmeras críticas ao currículo do Ensino Médio ou até mesmo a maneira como a física tem sido ensinada nas escolas, ocasionando um distanciamento entre o cotidiano de nossos estudantes e os conteúdos propostos. A experiência em sala de aula do Ensino Médio de escolas públicas e privadas da cidade de Campina Grande, nos permitiu perceber que uma grande maioria dos alunos que estudam três anos de Física quando são cobrados não conseguem dar respostas a muitas situações que pressupostamente deveriam, parece que eles não conseguem reter o mínimo necessário desse conhecimento estudado.

Baseados nos trabalhos de Blongren (Blongren, 1999) e de Cavalcante (Cavalcante, Jardim & Barros, 2000) que utilizaram a estratégia de trabalhar conteúdos de Física mediados por experimentos, estamos evidenciando todo percurso metodológico da proposta didática aplica com os alunos da Escola Estadual de Ensino Médio Severino Cabral uma vez que, esta ação traz como ponto fundamental a construção de um Gerador de Energia Elétrica com Material de Baixo Custo para mediar um curso de Eletricidade e Magnetismo do Ensino Médio. O objetivo da proposta é aproximar os conceitos teoricamente construídos com atividades experimentais utilizando o gerador. A ideia central da proposta é que, os conteúdos do curso de Física da terceira série do Ensino Médio, sejam discutidos, tendo como eixo norteador o gerador elétrico, articulando saberes e integrando conhecimentos na perspectiva de que esses alunos possam progredir não apenas enquanto estudantes, mas também como cidadãos críticos, conscientes de seus direitos e deveres e capazes de interagir com as diversas tecnologias.

## PORQUE UTILIZAR O GERADOR ELÉTRICO NAS AULAS DE FÍSICA DO ENSINO MÉDIO

Podemos encontrar na literatura especializada algumas experiências em que professores de física tentam trabalhar seus conteúdos a partir de um tema gerador na área de estudo e, muitas vezes, um tema interdisciplinar. Na verdade, estes professores tentam seguir as orientações oficiais para a educação nacional. Uma experiência bastante interessante foi realizada por Blongren<sup>1</sup> (1998) que afirma:

Alguns dos conceitos básicos de eletromagnetismo, especialmente a indução, podem ser ilustrados pedagogicamente a partir do sistema elétrico de um automóvel. De acordo com minha experiência, a indução parece ser um dos mais difíceis conceitos para os estudantes de eletromagnetismo assimilarem. Após ter experimentado diversas abordagens, descobri que funciona surpreendentemente bem usar o sistema elétrico de um automóvel para ilustrar a indução e fenômenos correlatos. (BLONGREN, 1998, p.224)

Em seu relato, o professor Blongren (1998) diz ainda que desenvolveu este tratamento quando ensinava tecnologia relacionada com energia elétrica para estudantes de escola técnica e calouros de engenharia mecânica. Ele segue afirmando que:

Os estudantes precisam de um conhecimento básico de eletricidade porque ela é usada para movimentar e controlar máquinas pesadas que são o seu principal foco de interesse. Portanto eletricidade é, do seu ponto de vista, conhecimento auxiliar. Por isso, relacionar os conceitos básicos de eletricidade em geral, e do magnetismo em particular, a um sistema técnico que é bem conhecido dos estudantes, como o automóvel, converteu-se em uma boa maneira de aumentar sua motivação pelo assunto. (BLONGREN, 1998, p.225).

Embora a experiência citada refira-se a um grupo de alunos do Ensino Superior, ressalta-se que eram calouros, portanto, recém egressos do Ensino Médio. A experiência foi feita para um tópico particular: A Indução eletromagnética, mas não existe qualquer empecilho que não permita utilizar estratégia para um curso completo.

Outra experiência noutra perspectiva, esta na área de Física Moderna, é relatada por<sup>2</sup> Cavalcante (CAVALCANTE, JARDIM e BARROS, 1999) em que os autores compreendem que para inserir o estudo de Física Moderna no Ensino Médio, um bom caminho é utilizar o tema sobre gerador dualidade e fazer esta discussão mediada pelo experimento: Inserção de Física Moderna no Ensino Médio: Difração de um Feixe Laser e sobre isso afirmam:

---

<sup>1</sup> V. Blongren. Departamento de Pesquisa em Nêutrons Universidade de Uppsala, Suécia.

<sup>2</sup> Estes autores Marisa Almeida Cavalcante, Vladimir Jardim, José Antônio de Almeida Barros, são professores Pontifícia Universidade Católica de São Paulo-SP, os quais se destacam pelos trabalhos desenvolvidos e por artigos produzidos acerca dos respectivos resultados.

A questão da introdução de Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio tem sido abordada por muitos pesquisadores na área de ensino, visto que o seu entendimento aparece como uma necessidade para compreender os fenômenos ligados a situações vividas pelos estudantes, sejam de origem natural ou de origem tecnológica. Dentre os diferentes tópicos que podem ser abordados, o estudo do comportamento dual permite contextualizar as principais características da física moderna e fornecer um amplo panorama da física deste século. Para entendimento adequado do princípio da dualidade devemos entender com clareza fenômenos de interferência e difração. Este trabalho permite compreender estes fenômenos realizando uma experiência extremamente simples, que pode ser facilmente reproduzida em sala de aula, uma vez que todo o equipamento é construído a partir de material caseiro de fácil acesso. (Cavalcante, Jardim e Barros, 1999, p.154).

Embora seja uma área diferente daquela da qual estamos tratando, destacamos a metodologia de abordagem que segue a estrutura de se utilizar o tema gerador para poder ensinar conteúdos de Física.

Entretanto, destacamos que além das experiências descritas anteriormente, quatro aspectos foram decisivos na escolha do gerador elétrico como elemento mediador, são eles: Devido à dificuldade que os alunos desta série apresentam para assimilar conceitos fundamentais de eletricidade e magnetismo, Pelo fato de a geração de eletricidade abrir espaço para diversos questionamentos uma vez que este envolve praticamente todo o conteúdo do curso de Física da terceira série do Ensino Médio, por este ser um aparelho, que direta ou indiretamente, faz parte da vida cotidiana do estudante. E a possibilidade de o gerador poder ser construído e discutido em sala de aula aumentando as chances de termos uma integração mútua entre os alunos e entre os alunos e o professor como assevera Pontalti (2005), “a escola é o espaço social e o local onde o aluno dará sequência ao seu processo de socialização”, iniciado em casa, com seus familiares.

## **CONSTRUÇÃO DE EXPERIMENTOS COM MATERIAL DE BAIXO CUSTO PARA USO EM SALA DE AULA DO ENSINO MÉDIO**

Em boa parte das escolas de ensino fundamental e médio não se utilizam experimentos nas aulas de física. Diversos fatores concorrem para que isso não aconteça. Destaca-se o fato de que quando os laboratórios existem nas instituições de ensino, eles, na sua maioria, encontra-se em péssimo estado de conservação, sem manutenção dos experimentos e instrumentos que compõem o mesmo.

Temos também a falta de espaço adequado para que todos os alunos pudessem participar de uma aula prática. Não podemos esquecer que, somado a isso, temos muitos

professores que não estão preparados para fazer uso deste recurso pedagógico. Enfim, há uma gama de empecilhos que tornam esse tipo de aula praticamente extinta. Porém, existem os casos que nem laboratório a escola possui. Esta situação não é rara, na verdade esse fato acontece em boa parte das escolas privadas, porém com maior incidência nas instituições de ensino público, pois ambas sofrem com a dificuldade de montar um laboratório, devido aos altos custos dos experimentos e dos instrumentos industrializados, necessários para o funcionamento deste, como também pela inviabilização do espaço destinado para tais atividades dentro da instituição de ensino.

Em meio a todas essas dificuldades, surge a alternativa de se fazer experimentos com materiais de baixo custo ou alternativos, pois os mesmos são simples e construídos com materiais facilmente encontrados, sendo esta uma das prioridades maiores, ou seja, a fácil aquisição dos componentes que constituem o experimento em questão. É importante falar que para sua realização não é necessário espaço específico, podendo os experimentos ser confeccionados na sala de aula.

Ao se propor à construção de um gerador elétrico de baixo custo, para uso nas aulas da terceira série do Ensino Médio, faz-se necessário alguns critérios para essa construção, o que foi feito de acordo com os pré-requisitos adotados por Quirino e Lavarda (2001) para esses experimentos, são eles:

- a) Tudo deve ser simplificado: a coleta de materiais, a montagem e o transporte do experimento. Procurando algo que seja o mais prático possível tanto para o professor quanto para o aluno.
- b) O custo deve ser mínimo. Por isso a preferência por utilizar materiais alternativos na montagem dos experimentos.
- c) As dimensões do experimento devem ser tais que todos os alunos de uma sala de aula normal possam ter uma boa visibilidade do mesmo.
- d) Que a reprodução possa ser feita por qualquer pessoa mesmo que não possua habilidades especiais.
- e) Que não seja necessário o uso de laboratório ou sala ambiente, evitando o deslocamento da turma dentro da escola, ou coibindo o uso do experimento por falta do local adequado.
- f) Que o material utilizado seja de fácil transporte, para que o professor e /ou aluno possa carregá-lo sem grandes esforços. (QUIRINO & LAVARDA, 2001,p.119).

Sendo assim, quando definimos os critérios de construção desse experimento, os quais acreditamos ser uma alternativa para as grandes dificuldades que surgem provenientes da falta de uma aula prática e rica em discussões, não deve ser necessariamente realizada em condições especiais, como muitos ainda veem.

## **ESTRATÉGIAS ARTICULADORAS (COM VIÉS INTERDISCIPLINAR) QUE EVIDENCIARAM E VIABILIZARAM A EXECUÇÃO DA PROPOSTA**

O percurso metodológico que norteiam essa proposta didática surge na descrição das ações desenvolvidas no projeto **“O Uso de Gerador Elétrico Confeccionado com Materiais de Baixo Custo Como Recurso Didático Para as Aulas de Eletricidade do Ensino Médio”** desenvolvido com alunos da terceira série do Ensino Médio da Escola Estadual de Ensino Médio Severino Cabral, de Campina Grande, Paraíba.

A sequência didática foi proposta por mim, professor de Física<sup>3</sup>, essa atividade teve como principal objetivo buscar não apenas a maneira mais viável de trabalhar os principais conteúdos de física da terceira série do Ensino Médio com os alunos, mas também, uma forma de contribuir na aprendizagem e aquisição de conhecimentos dos mesmos em outras disciplinas. Sendo assim, procuramos evidenciar uma maneira de fortalecer a capacidade argumentativa e interpretativa de nossos alunos por meio de vídeos, pesquisas, debates e intervenções com o uso do gerador elétrico considerado como um experimento de baixo custo.

À medida que fomos trabalhando os conteúdos da eletrodinâmica e do eletromagnetismo nas duas turmas da terceira série do Ensino Médio (parte dos conhecimentos necessários para que esses alunos desenvolvam as competências e habilidades requeridas para esta série) é que traçamos os pontos relevantes e indissociáveis de nossa proposta, que destaca uma ação norteada não apenas pelo uso de uma atividade experimental, que tem como elemento chave o uso do gerador elétrico, mais também pelo auxílio de recursos computacionais que nos apresentou de forma rápida e precisa os resultados da aprendizagem desses alunos, uma vez que, vislumbramos ainda a possibilidade de minimizar as dificuldades apresentadas por estes principalmente nas disciplinas de Português e matemática por intermédio das seguintes ações:

- Aula de vídeo realizada por meio de uma intervenção interdisciplinar envolvendo Física e História tendo como culminância a elaboração de relatórios sobre o documentário da History Channel que destaca as contribuições de Nikola Tesla.

---

<sup>3</sup> O referido professor de física é o autor desta proposta.

- Leitura e compreensão de contas de energia elétrica, onde nesta etapa foram trabalhadas as operações, as unidades de medidas bem como as formas de economizar energia elétrica em suas residências.

- Divisão da classe em grupos, para apresentação dos temas propostos desenvolvendo nos mesmos a oralidade e capacidade de argumentação e sistematização do conhecimento adquirido.

## **ETAPAS DA APLICAÇÃO DA PROPOSTA E ANÁLISE DOS RESULTADOS**

Para um melhor encaminhamento da proposta e execução da mesma, pensamos em momentos os quais norteariam uma observação e por conseguinte reflexão junto aos alunos. Dessa forma, pensamos e trabalhamos sete momentos junto aos alunos.

### **1º Momento: Aula de vídeo (Documentário sobre Nikola Tesla)**

Inicialmente apresentamos um documentário sobre Nikola Tesla (Série Maravilhas Modernas do canal da History Channel) e suas contribuições para os avanços tecnológicos nos dias de hoje principalmente no que se refere à eletricidade. Durante essa aula foram feitos comentários levando em consideração o contexto histórico e filosófico, o que contou com a participação do professor de história que juntamente com o professor de física (autor dessa proposta) realizou intervenções destacando a genialidade de Nikola Tesla e o quanto seus inventos foram fundamentais para o mundo contemporâneo.

### **2º Momento: Trabalho em parceria com a disciplina de português**

Mediante o que discutimos durante a aula de vídeo no tocante às contribuições de Nikola Tesla para a ciência, reconhecemos que seria importante pedir um relatório sobre esse documentário até como uma forma de avivar em suas memórias o que foi discutido nessa etapa introdutória de nosso projeto, tendo em vista que, mesmo Tesla sendo fundamentalmente importante no mundo da ciência, encontramos poucas informações, quando nenhuma, referente aos seus feitos em livros didáticos do Ensino Médio. Para dar um caráter de maior abrangência a essas produções recorreremos à professora de língua portuguesa, que muito nos auxiliou nessa etapa, pois a mesma deu sugestões que foram de grande valia

para o andamento e execução dessa etapa. Para facilitar a elaboração do relatório por parte dos alunos, fornecemos um modelo<sup>4</sup> que apresenta uma sequência lógica pré-estabelecida.

### 3º Momento: Trabalho em parceria com a disciplina de matemática

Ao selecionar alguns alunos das duas turmas da terceira série do Ensino Médio, estabelecemos equipes para apresentar conteúdos de eletricidade e magnetismo por meio de seminários. Através do sorteio dos temas, uma dupla ficou responsável por trabalhar com a turma o cálculo do consumo de energia elétrica de uma residência. Durante a apresentação da dupla foram abordadas todas as grandezas físicas presentes na conta de energia elétrica bem como, a matemática envolvida no cálculo do consumo de energia de uma residência.

Destacamos também, quais aparelhos mais consomem energia e são os principais “vilões” na conta de luz. Nesse momento foi trabalhado com a turma uma série de maneiras de economizar energia uma vez que, previamente os alunos já haviam pesquisado em suas residências a potência dos principais aparelhos elétricos e aplicaram estimativas do tempo de funcionamento mensal de cada aparelho individualmente. Para organizar e facilitar a busca sistematizada desses dados, distribuímos com a turma um instrumento de coleta. Como fechamento dessa intervenção feita pela dupla foi distribuído com grupos de alunos um material<sup>5</sup> destacando a potência média de aparelhos elétricos e dicas de como economizar energia elétrica ao utilizá-los. Nessa hora fez-se necessário uma intervenção do professor de física (Autor dessa proposta) com o objetivo de sensibilizar os alunos no tocante ao consumo racional, onde pequenas mudanças nos hábitos diários podem reduzir a sua conta de luz no final do mês. A importância de controlar o consumo está não apenas em economizar dinheiro, mas também em evitar o desperdício.

---

<sup>4</sup> Cf. CIÊNCIA ATIVA. **Modelo de relatório para filmes, documentários, reportagens**. Disponível na Internet: <http://cienciaativa.com/modelo-de-relatorio-para-filmesdocumentariosreportagens/>. Acesso em: 03 de out. 2015.

<sup>5</sup> SER PROTAGONISTA. **Física 3ºano**: ensino médio. Vol. 3. Angelo Stefanovits (Ed.). 2. ed. São Paulo: Edições SM, 2013. pp. 218-219. (Coleção ser protagonista); (Manual do professor).



Figura 1 – Equipe apresentando o cálculo do consumo de aparelhos elétricos seguida de intervenção do professor de física (Autor dessa proposta).

#### **4º Momento: Montagem do gerador elétrico e discussão sobre o seu princípio de funcionamento**

Evidenciamos a possibilidade do gerador elétrico ser montado pelos próprios alunos, e durante as etapas de montagem serem discutidas as possibilidades de explicar conteúdos de eletricidade e magnetismo com o auxílio do mesmo. Nessa etapa foram realizados os últimos ajustes no gerador elétrico com o objetivo de garantir um perfeito funcionamento deste na apresentação dos seminários.



Figura 2 – Equipe montando o gerador elétrico e discutindo como será feita a intervenção da mesma utilizando o gerador elétrico de baixo custo.

#### **5º Momento: Apresentação das demais equipes e uso do gerador elétrico (Fase conclusiva dos seminários)**

Nesse momento foi realizada a apresentação das equipes que tiveram seus temas sorteados na seguinte sequencia:

- (1ª Dupla) Efeitos da corrente elétrica
- (2ª Dupla) Tipos de corrente elétrica (AC e DC)
- (3ª Dupla) Consumo de energia elétrica
- (4ª Dupla) Leis de Ohm
- (5ª Dupla) Tipos de ligações (Série, paralelo e mista)
- (6ª grupo com quatro alunos) Gerador elétrico de baixo custo (Experimento) Lei da indução de Faraday

Durante as apresentações foi trabalhada a parte teórica referente a cada tema proposto e suas aplicações no cotidiano, ou seja, em tese foi apresentada uma breve fundamentação teórica pelos alunos das duplas do 1º ao 5º tema.

O sexto grupo (composto por quatro alunos) com o auxílio do gerador elétrico discutiu por intermédio do funcionamento do mesmo as transformações sofridas pela energia, desde a movimentação da polia até o acendimento das lâmpadas.

#### **6º Momento: Quanto a Avaliação da Proposta**

Como finalização deste encontro foi realizada a aplicação do questionário on-line<sup>6</sup> (o mesmo foi respondido por 39 alunos que participaram de todo o processo) referente ao uso do gerador elétrico de baixo custo apresentado por meio de seminário por parte dos alunos das turmas da terceira série do Ensino Médio do turno noturno. Os alunos responderam o questionário<sup>7</sup> bem como as fichas avaliativas. Ao aplicarmos o questionário pedimos que os alunos prestassem atenção às questões. O questionário foi composto de 9 (nove) questões interpretativas nas quais foi contextualizado o conteúdo discutido na aula. De posse das respostas, procedeu-se o levantamento dos dados o qual compôs a fase de avaliação (usando para isso o Googledocs) foco da nossa pesquisa.

#### **7º Momento: Análise dos questionários**

Os resultados (60,2%) evidenciam que mais de 50% da turma conseguiu reconhecer nas etapas da proposta conceitos importantes de eletricidade e magnetismo, que serão de grande

---

<sup>6</sup> Questionário aplicado aos estudantes (utilizando o googledocs) referente à avaliação da proposta do nosso trabalho. O que foi feito após a intervenção da última equipe que finalizou as apresentações de seminário usando o gerador elétrico de baixo custo para mediar a aprendizagem dos conceitos de eletricidade e magnetismo.

<sup>7</sup> Questionário disponível em: <https://docs.google.com/forms/d/1nh9p-ntiVTnjEbCdyGk6pFNqHe3o8C3LJ02iAvamd1I/viewform?c=0&w=1>

valia não apenas para sua formação acadêmica, mais para sua vida em um todo. Contribuindo com a formação de cidadãos críticos e cientes de suas atribuições, capazes de progredirem na afetividade, moralidade ou sociabilidade e, que mesmo vivendo em uma sociedade cada vez mais competitiva, sejam capazes de interagir com outras áreas do conhecimento, dando contribuições significativas.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Com esse experimento e suas possíveis modificações e construções foi possível confrontar conhecimentos prévios a novos conhecimentos, possibilitando, assim, a construção da reflexão conjunta uma vez que, ao se elaborar uma proposta de construção em equipe, valorizamos os saberes de cada indivíduo e os saberes coletivos.

Esta proposta foi fundamental para que os alunos:

Entendessem a importância de Nikola Tesla e de seus inventos para o mundo contemporâneo.

Reconhecessem o quanto é importante o trabalho entre as disciplinas e entre os professores e que trata-se de um somatório em que todos saem ganhando, professores e alunos.

Constatassem que ao reunir as disciplinas a exemplo português, matemática e história, em uma intervenção, com um experimento confeccionado com materiais de baixo custo, lhes permitiu desenvolver um olhar crítico sobre a ciência, em particular, a Física. O que pode ser feito com participação de outras disciplinas.

Percebessem que o uso do gerador elétrico teve papel fundamental uma vez que, através do seu princípio de funcionamento foi possível discutir com toda a turma os conteúdos apresentados pelas equipes.

Utilizassem recursos computacionais (aplicativo GoogleDocs) configurando avanço e rapidez na obtenção dos aspectos qualitativos e quantitativos que caracterizaram a viabilidade da proposta.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BLONGREN, V. – “Abordagem do eletromagnetismo a partir do automóvel”, Physics Education, vol. 33, nº 4, pp. 224-225, Julho/1998.

BLÜMKE, Roseli Adriana. – **A Experimentação no Ensino de Física**. Monografia de Final de Curso de Licenciatura em Física. Unijuí. Ijuí-RS. 2002 (pp. 03 - 21)

CAVALCANTE, Marisa Almeida; JARDIM, Vladimir; BARROS, José Antônio de Almeida. Inserção de física moderna no ensino médio: difração de um feixe de laser. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v.16, n.2, p. 154-169, ago. 1999.

PONTALTI, E. S. **Projeto de Educação Ambiental**: Parque Cinturão Verde de Cianorte. Abr. 2005. Disponível em: < <http://www.apromac.org.br/ea005.htm>> Acesso em 30 de mar 2016.

QUIRINO,W.G. & LAVARDA,F.C. **Experimentos de Física para o Ensino Médio com Materiais do dia-a-dia**. Cad.Cat.Ens.Fís., v. 18, n.1: p.117-122, abr. 2001