

# AQUECEDOR SOLAR DIDÁTICO<sup>1</sup>

*Didactical solar heater*

Adevalton Bernardo dos Santos<sup>2</sup>

**RESUMO:** Temas relacionados ao uso racional de água, no caso do Brasil, que possui um grande número de usinas hidroelétricas, são diretamente relacionados com o uso racional de energia elétrica. No desenvolvimento de atividades relacionadas com esses temas, deve-se atentar para as discussões de atitudes, a partir das quais eles se posicionem com base em seus princípios éticos. A prática escolhida para ser desenvolvida é a construção de um aquecedor solar, mostrando e discutindo a possibilidade de aquecer água sem a necessidade de energia elétrica. Assim, além de conhecimentos específicos na disciplina de física, tais como produção, transformação e propagação de energia, o estudante pode questionar os benefícios ou malefícios da aplicação dessa tecnologia para atender as pessoas menos favorecidas ou desprovidas de energia elétrica. O objetivo é demonstrar a possibilidade de realizar atividades diferenciadas de forma a aumentar tanto a motivação quanto o aprendizado dos alunos na disciplina de física, sem esquecer de discussões interdisciplinares e discussões que aprimorem a formação do cidadão como um todo.

**UNITERMOS:** Água e Energia Elétrica. Aquecedor Solar. Física.

**ABSTRACT:** Issues related with the rational use of water in the case of Brazil, which has a large number of hydroelectric plants, are directly related to rational use of electric energy. In the development of activities related to these issues, attention to the discussions of attitudes, from which students can opine with the basis of their ethical principles. The practice chosen is the construction of a solar heater, showing and discussing the possibility of heating water without the need for electric energy. Thus, in addition specifics knowledge in physics, such as production, processing and transmission of energy, the student can question the benefits or harms the application of this technology to meet those less privileged or deprived of electricity. The goal is to demonstrate the possibility to use different activities in order to increase the motivation and the learning of students in physics, not forgetting of interdisciplinary discussions and discussions that improve the formation of citizens as a whole.

**KEY-WORDS:** Water and Electric Energy. Solar Heater. Physics.

---

<sup>1</sup> Oficina executada junto a professores de Física do ensino médio de escolas públicas da cidade de Uberlândia-MG como ação do projeto criação e Implementação de Ambientes de Formação Docente em Biologia, Física e Química *in loco* e virtual (CIAFD/FINEP/UFU).

<sup>2</sup> Professor Doutor da Faculdade de Ciências Integradas do Pontal da Universidade Federal de Uberlândia.

## INTRODUÇÃO

Questões relacionadas à aprendizagem no ensino de física começaram a emergir no Brasil na década de setenta (MOREIRA, 2000), sob a forma de projetos de ensino de física. O principal problema identificado nessa época foi que as pesquisas enfocavam mais como ensinar física e muito pouco em como aprender física; e isto foi importante para mudar a forma das pesquisas. Dos anos oitenta em diante, várias pesquisas focadas em como aprender física foram elaboradas. Temas como concepções espontâneas, mudança conceitual, resolução de problemas, representações mentais dos alunos, formação inicial e permanente de professores, dentre outros, foram abordados (MOREIRA, 2000). No entanto, segundo Pena (2004), ainda há pouca aplicação desses resultados em sala de aula, conforme o relato abaixo:

(...) mesmo com a crescente produção da pesquisa em ensino de ciências e apesar da ampliação do número de experiências que incorporam os resultados das pesquisas do campo educacional, tais resultados ainda encontram resistências à sua aplicação na prática pedagógica, visto que a prática concreta dos professores na área ainda é marcada por perspectivas tradicionais de ensino e aprendizagem, seja por motivos políticos e econômicos da própria educação, seja por problemas na própria formação do professor de ciências (PENA, 2004, p. 293).

Apesar da existência de novas propostas de como ensinar e aprender física, ainda existe, entre os alunos do Ensino Médio, uma visão de que a física é uma disciplina de difícil aprendizado e muitas vezes sem aplicabilidade (ATAÍDE *et al.*, 2005). Sobre esse assunto é pertinente a discussão quanto ao papel do professor. Pena (2004) cita que há vários problemas em relação à aplicação do que é produzido em ensino de ciências na sala de aula e à desmistificação da visão do aluno quanto à disciplina. Apesar dos problemas, podem ser observadas iniciativas com o objetivo de associar o ensino de física a temas que levem em consideração a formação do cidadão (CARVALHO JÚNIOR, 2002). Pavão (2006) cita a importância da difusão do conhecimento científico para a formação do cidadão:

Quem detém o conhecimento detém o poder. É preciso alertar para as repercussões sociais do conhecimento científico. Formar cientistas sim, mas o propósito educacional, antes de tudo, deve contemplar a formação de cidadãos, indivíduos aptos a tomar decisões e estabelecer os julgamentos sociais necessários ao século 21 (PAVÃO, 2006).

Analisando os objetivos do projeto Criação e Implementação de Ambientes de Formação Docente em Biologia, Física e Química *in loco* e virtual (CIAFD/FINEP/UFU), nota-se uma grande sintonia com os assuntos citados, evidenciando também a grande preocupação dos pesquisadores de ensino de física com os mesmos. Ainda dentro da mesma sintonia, foi necessário eleger um tema de trabalho.

Dentre os temas importantes que possuem uma grande divulgação na mídia atualmente, de aspecto multidisciplinar, com grande envolvimento da física e com cunho de preservação ambiental,

podemos destacar o aquecimento global. Esse assunto abre um leque de experimentos simples que demonstram conceitos físicos importantes, principalmente ligados com energia, mais especificamente a sua transformação e a seu uso racional. O uso racional de água é outro assunto que se liga automaticamente a esse: a geração de energia elétrica no Brasil é, em sua grande maioria, de usinas hidroelétricas, e apesar de isto representar um impacto ambiental menor, quando comparado com outros países que possuem grande uso de termoelétricas, estes assuntos não podem ser dicotomizados.

Sabe-se que o ensino de ciências através de experiências tem aceitação unânime entre professores e alunos, no entanto, por diversos fatores, o ensino experimental não se viabiliza em nossas escolas (BARBIERI, 1988). Pensando no aprimoramento da capacidade de professores de ciências do Ensino Médio, no sentido de subsidiar a criação de metodologias, processos e produtos que contribuam para a melhoria das condições de ensino e aprendizagem de ciências, e em uma forma de associar os assuntos de uso racional de energia e água com um experimento simples de física, foi feita a opção para o desenvolvimento da prática de construção de um aquecedor solar. Essa oficina, uma vez implementada nas escolas de ensino médio, além de constituir um importante espaço para suprir uma demanda de aulas práticas, ainda pode propiciar um ganho significativo no aprendizado dos alunos e constituir um importante espaço para discussões de diversas questões éticas.

O uso de equipamentos elétricos para o aquecimento de água é freqüente no Brasil, sendo que mais de 90% das residências possuem chuveiros elétricos. O uso do chuveiro elétrico, apesar de possuir um baixo custo de aquisição e de instalação, representa um consumo significativo de energia elétrica, produzindo impactos financeiros tanto para o sistema que gera e comercializa a energia, quanto para o consumidor final:

Estima-se em média 8 a 10 minutos o tempo necessário para o banho diário. Porém para algumas pessoas o banho pode demorar até 30 minutos. No fim do mês, somando todos os minutos diários de banho, o chuveiro representa aproximadamente 40% do valor da conta de energia elétrica da residência popular. Pesquisas realizadas pelo Programa de Conservação de Energia Elétrica - PROCE - demonstram que entre 18 e 19 horas, em 50 % das residências, há pelo menos um chuveiro elétrico funcionando. Esse acúmulo de chuveiros ligados coincide com período de maior consumo de energia elétrica, conhecido como horário de ponta, ou horário de pico. Durante esse horário, entre 17 e 20 horas, as concessionárias de energia elétrica necessitam manter uma oferta de potência elétrica superior ao valor médio diário (Manual Experimental de Instrução de Manufatura e Uso do Kit Didático do Aquecedor Solar de Baixo Custo, 2006, p.4).

Com o objetivo de construir uma prática que contivesse um instrumento tecnológico de baixo custo e grande utilidade, com possibilidade de reprodutibilidade da experiência em ambiente escolar, inclusive com participação efetiva dos alunos em sua construção, foi feita uma opção pelo uso da proposta desenvolvida pela SoSol (Sociedade do Sol), que possui um projeto de implantação de um ASBC (Aquecedor Solar de Baixo Custo) e um projeto similar de um respectivo

kit didático ([www.sociedadedosol.org.br](http://www.sociedadedosol.org.br)). O custo aproximado de um kit de aquecedor solar, conforme proposto, foi de aproximadamente R\$120,00, incluindo alguns materiais que são utilizados nas práticas e não na construção do aquecedor - por exemplo, termômetros. Apesar de o custo ser aparentemente elevado, os materiais podem ser usados para desenvolver mais de um aquecedor solar, o que facilita a construção de vários kits e ainda traz a vantagem de o equipamento não ser consumível e poder ser utilizado por vários anos.

Finalizando, podemos citar que a proposta desta oficina justifica-se por se constituir em um espaço de vivência com o ambiente e com o laboratório, através de aulas experimentais com os próprios estudantes desenvolvendo o equipamento. Por outro lado, serve como espaço de reflexão e discussão sobre os processos de transformação de energia, de economia de água e de energia e de preservação ambiental. No referente ao projeto CIAFD, temos o tema água, que é construído a partir da interlocução com as três temáticas dos NOEPs (água, lixo e ambiente). Essa interlocução garante a discussão sobre como utilizar bem a água e a energia no cotidiano de forma a melhorar a qualidade de vida e praticar a preservação ambiental.

## **OBJETIVOS**

Geral:

Construir aquecedor solar de baixo custo (Sociedade do Sol) demonstrando a possibilidade de aquecimento de água sem o uso de energia elétrica.

Específicos:

- a) Propiciar a vivência da construção de um aquecedor solar com materiais de baixo custo.
- b) Entender o processo de troca de calor por convecção na água.
- c) Discutir a utilização de fontes renováveis e limpas de energia.
- d) Questionar os benefícios ou malefícios da aplicação dessa tecnologia para atender as pessoas menos favorecidas ou desprovidas de energia elétrica.
- e) Discutir a importância de economia de energia e de água e relacionar com processos de preservação ambiental.
- f) Discutir os fatores para otimizar a transformação de energia solar em calor e como determinar a eficiência por meio de medidas de temperatura da água.
- g) Distinguir isolantes térmicos de condutores e entender as suas utilidades práticas.

## DESENVOLVIMENTO

O kit didático desenvolvido pela SoSol e utilizado nesta oficina é implementado com materiais de baixo custo: a placa de aquecimento é uma placa de forro de PVC; o reservatório é um vasilhame plástico de uso comum em cozinhas; as ligações entre a placa e o reservatório utilizam tubos e conexões de PVC e eletrodutos plásticos flexíveis. A figura 1 mostra o equipamento pronto.



Figura 1. Foto de um aquecedor solar montado com o modelo do kit didático desenvolvido pela SoSol.

Como o tempo para o desenvolvimento da oficina junto aos professores de física participantes do projeto foi de 2 horas, o que impossibilita a construção de um aquecedor solar, optou-se por apresentar um equipamento solar pronto e, em conjunto, fazer uma demonstração da sua construção em equipamento multimídia. Em conjunto com esta apresentação, também foram discutidas propostas de ações para alcançar os objetivos específicos propostos. O desenvolvimento da prática, para que os professores a executassem junto aos alunos, foi assim sugerido:

- 1) Fazer uma discussão teórica sobre assuntos relativos ao uso racional de água e energia, bem como relacioná-los com temas cotidianos ligados à formação da cidadania e ao emprego de conceitos físicos: geração e transmissão de energia elétrica (hidroelétrica, termoeletrica, nuclear, solar e eólica), cálculo da conta de energia elétrica, formas de fazer medidas de consumo de energia dos aparelhos elétricos, procedimentos e formas de economia de energia e água.
- 2) Fazer uma discussão teórica sobre assuntos relativos ao funcionamento de um aquecedor solar, dando ênfase para as transformações de energia ligadas ao seu funcionamento: energia solar em energia térmica, propagação de calor por convecção. É importante, nesse momento, esclarecer dúvidas existentes entre o aquecedor solar de água e a célula de energia elétrica que funciona com energia solar.
- 3) Com os materiais e instruções constantes no material disponibilizado pela SoSol, executar a construção do aquecedor solar didático, o que corresponde ao principal momento da prática, pois o estudante consegue ter a vivência de aplicabilidade de conceitos físicos.

#### 4) Execução de experimento simples com o aquecedor já construído:

##### 4.1) Experimento para verificar a eficiência do aquecedor.

Sabendo que o valor do fluxo de energia por unidade de área é de aproximadamente  $1395\text{W/m}^2$  (importante salientar que isto é para a incidência perpendicular da luz e que tais dados são de satélite), é possível, com as medidas da área da placa e dos dados de aquecimento da água, medidos por meio de termômetros, calcular a eficiência do aquecedor.

Ainda nesta prática devem-se fazer várias medidas de temperatura ao longo do tempo de forma a possibilitar a construção de gráficos que identifiquem a não linearidade do aquecimento e ajudem a identificar a temperatura do ponto de equilíbrio entre a absorção e a perda de energia.

##### 4.2) Experimento para verificar a troca de calor por convecção.

Durante a montagem do equipamento, o local de saída de água quente proveniente das placas possui uma posição superior no reservatório comparado ao local de admissão de água fria para as placas. Ao realizar várias medidas de temperatura ao longo do tempo, em pontos próximos a estes locais, a partir do momento em que inicia o experimento com a água totalmente fria, é possível verificar uma diferença dos valores. Dentro do reservatório, a temperatura em locais mais baixos, próximos ao ponto onde a água é levada até as placas, é menor que a temperatura em locais mais altos e próximos ao local onde a água vem das placas após ser aquecida. Ainda em um segundo momento, os tubos podem ser trocados de posição e após análise se verificar a diminuição de eficiência.

##### 4.3) Experimento para verificar o aumento da eficiência com o aumento do uso de materiais isolantes.

Recobrir o reservatório com materiais isolantes tipo isopor, madeira, uma camada de capim seco e forrar a parte inferior da placa com estes mesmos materiais aumentam a eficiência do equipamento. Com medidas de temperatura, pode-se facilmente demonstrar o efeito isolante dos mesmos: ocorre tanto um aumento na velocidade com que a temperatura varia, bem como o aumento de temperatura final.

##### 4.4) Perda de calor por evaporação.

Realizar medidas de temperatura com a tampa do reservatório aberta e fechada. Com a tampa aberta, a eficiência do equipamento é menor se comparando com o vapor que se condensa na tampa quando o reservatório está fechado. Pode-se discutir, além da perda de energia pela diminuição do isolamento do sistema, a perda de energia por evaporação da água.

Durante o encontro realizado com os professores, foram discutidos esses pontos e sugeridas as referidas ações. A discussão de ações que podem melhorar a eficiência do equipamento foi incluída em todas as atividades.

## CONCLUSÕES

Observa-se que esta oficina foi elaborada mediante uma sintonia fina com as diversas propostas do projeto Criação e Implementação de Ambientes de Formação Docente em Biologia, Física e Química *in loco* e virtual (CIAFD/FINEP/UFU) e com o objetivo de aprimorar a capacitação de professores/as de ciências do Ensino Médio, buscando melhorar as condições de ensino e aprendizagem de ciências. Tal objetivo parece ter sido alcançado com a execução desta oficina, visto as discussões realizadas durante a atividade. Apesar de os professores não terem vivenciado a construção e o funcionamento do aquecedor solar, o que poderia ter gerado um ganho ainda mais significativo, a prática deve ser almejada no ambiente escolar.

## BIBLIOGRAFIA

ATAÍDE, A. R. P. *et al.* Física, O “Monstro” do Ensino Médio: A voz do aluno. In: XVI Simpósio Nacional do Ensino de Física, CEFET-RJ, Rio de Janeiro, 24 a 28 de Janeiro de 2005, **CD de resumos**. TO-138-1. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xvi/cd/oevento.html>>. Acesso em 20/04/2007.

BARBIERE, M. R. Ensino de Ciências nas Escolas: Uma Questão em Aberto. **Em Aberto**, v. 7, n. 40, 17-24, 1988. Disponível em: <<http://www.publicacoes.inep.gov.br>>. Acesso em 10/05/2007.

CARVALHO JÚNIOR, G. D. As concepções de ensino de física e a construção da cidadania. **Caderno Brasileiro Ensino de Física**, v. 19, n.1, 53-66, 2002.

Manual Experimental de Instrução de Manufatura e Uso do Kit Didático do Aquecedor Solar de Baixo Custo – Elaborado por SoSol - Manual do Professor – Set./2006. Disponível em: <<http://www.sociedadedosol.org.br/>>. Acesso em 10/05/2007.

MOREIRA, M. A. Ensino de Física no Brasil: Retrospectiva e Perspectivas. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 22, n. 1, 94-99, 2000.

PAVÃO, A. C. Boletins 2006 - O livro didático em questão - Programa 1 - Ensinar Ciências fazendo ciência. **Programa Salto Para o Futuro – TV Escola**. Disponível em: <<http://www.tvebrasil.com.br/SALTO/boletins2006/ldq/tetxt1.htm>>. Acesso em 10/05/2007.

PENA, F. L. A. Por que, apesar do grande avanço da pesquisa acadêmica sobre ensino de Física no Brasil, ainda há pouca aplicação dos resultados em sala de aula? **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 26, n. 4, 293-295, 2004.