

AVALIAÇÃO DE UM COLETOR SOLAR COMO METODOLOGIA CTSA NO ENSINO DE FÍSICA PARA ALUNOS DE ENGENHARIA

Thales Guimarães Rocha – thales@unilab.aluno.edu.br

Universidade Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Instituto de Engenharia e
Desenvolvimento Sustentável
Rua José Franco de Oliveira, s/n
72.970-790 – Acarape – Ceará

João Dionizio de Melo Neto – joaodionizio@hotmail.com

Universidade Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Instituto de Ciências Exatas e da
Natureza
Rua José Franco de Oliveira, s/n
72.970-790 – Acarape – Ceará

Patrick da Silva Sousa – p.silvasousa7@gmail.com

Universidade Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Instituto de Engenharia e
Desenvolvimento Sustentável
Rua José Franco de Oliveira, s/n
72.970-790 – Acarape – Ceará

Ellefson Emmanuel Souza de Oliveira – ellefson_oliveira@hotmail.com

Universidade Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Instituto de Engenharia e
Desenvolvimento Sustentável
Rua José Franco de Oliveira, s/n
72.970-790 – Acarape – Ceará

José Cleiton Sousa dos Santos – jcs@unilab.edu.br

Universidade Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Instituto de Engenharia e
Desenvolvimento Sustentável
Rua José Franco de Oliveira, s/n
72.970-790 – Acarape – Ceará

Resumo: *Com a crescente globalização e o aprimoramento de novas metodologias de ensino, é cada vez mais perceptível a necessidade de adaptar antigos parâmetros que permeiam o âmbito do ensino a nível superior no país. Com isso, o objetivo do estudo em questão é demonstrar a aplicabilidade de temas que abordam os conhecimentos de ensino de Física para a engenharia, como radiação solar e trocas de calor, sob a perspectiva de Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) através da utilização de um coletor solar. Na metodologia do trabalho, foi utilizado um coletor de fácil confecção, do tipo parabólico, do qual foram feitos experimentos para a verificação das mudanças de variação na radiação solar, realizados na cidade de Acarape-CE, sendo posteriormente comparados com dados científicos da região. Foi também proposta a aplicação de um questionário interdisciplinar, com o objetivo de fixação de aplicação de conhecimentos teóricos em proposições do dia a*

dia dos estudantes. Os resultados apontam que o coletor solar é um instrumento eficiente para o estudo dos fenômenos naturais, podendo ser utilizado na contextualização de situações cotidianas e, conseqüentemente, no preparo da cidadania plena do aluno em contato com a metodologia CTSA.

Palavras-chave: Educação. Física. Coletor Solar. CTSA. Engenharia.

1 INTRODUÇÃO

Dadas às transformações atuais decorrentes do acelerado desenvolvimento tecnológico e de novas exigências de mercado, por exemplo, muitas mudanças em metodologias de ensino estão sendo implementadas. Nas instituições acadêmicas e profissionalizantes como as "Escolas de Engenharia", tais modificações têm como prerrogativa formar profissionais mais flexíveis e adaptáveis, capazes de promoverem soluções aos novos desafios de uma sociedade em contínua mutação (KURU, 2004).

Algumas das dificuldades encontradas no aprendizado de física para alunos de Ensino Médio e Superior são relacionadas à falta de entusiasmo para o estudo de tal disciplina (SARMENTO, 2015). Visto isso, pesquisadores e estudiosos da área pedagógica buscam propostas em conjunto com novas fórmulas de ensino que desenvolvam, além de uma educação voltada na capacitação tecnológica, a associação da disciplina em questão ao caráter investigativo científico que a mesma apresenta (SARMENTO, 2015).

Em meio a isso, a atividade experimental tem decisiva importância na fixação dos conteúdos abordados em sala de aula, além de se mostrar mais suscetível à aceitação discente. Segundo Araújo e Abib (2003):

[...] Há uma variedade significativa de possibilidades e tendências de uso dessas estratégias de ensino de Física, de modo que essas atividades podem ser concebidas desde situações que focalizam a mera verificação de leis e teorias, até situações que privilegiam as condições para os alunos refletirem e reverem suas idéias a respeito dos fenômenos e conceitos abordados, podendo assim atingir um nível de aprendizado que lhes permita efetuar uma reestruturação de seus modelos explicativos dos fenômenos (ARAÚJO; ABIB, 2003, p. 177).

Com o objetivo de atender às novas exigências sociais e educacionais, apoiando-se na atividade experimental, surge a necessidade de uma nova ênfase curricular que permitam aos professores e alunos compreender termos como desenvolvimento sustentável e práticas éticas em um mundo tecnológico. Para tanto, a perspectiva Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) se inicia como proposta didática em meados da década de 1960 buscando o entendimento das inter-relações da ciência, tecnologia e sociedade, tomando os estudantes como coautores do desenvolvimento científico e tecnológico em meio a questões de natureza social, política, econômica e ambiental (SANTOS; MORTIMER, 2002; AULER, 2007; RÍOS; SOLBES, 2007).

1.1 Aspectos teóricos e sociais na aplicação de um coletor solar para aquecimento de água

Um coletor solar convencional tem a finalidade de absorver a radiação solar e transferir para a água o calor do sol, podendo ser armazenada a um reservatório térmico, para logo depois ser distribuída para os cômodos de uma casa, por exemplo. Para a produção de um sistema de aquecimento para 4 pessoas, o custo médio é de cerca de R\$ 3.000, o que o torna inviável para boa parte da sociedade (COSTA, 2007).

Os coletores solares podem ser de dois tipos: não-concentradores e concentradores. Os não-concentradores apresentam a mesma área de interceptação e absorção de radiação, sendo utilizados em sistemas de baixas temperaturas. Já os do tipo concentradores, possuem uma superfície refletora que concentram os raios solares a um foco (KALOGIROU, 2009), sendo utilizados para aplicações que necessitam de temperaturas elevadas. Pelas características citadas, esse tipo de coletor pode ser produzido com materiais de baixo custo - como antenas parabólicas e papéis laminados - e aplicados em regiões como o nordeste brasileiro, já que esse apresenta um potencial solar significativo com localidades ainda à parte do Sistema Elétrico Nacional (COSTA, 2007).

Dessa forma, visando à melhoria no ensino e no aprendizado de conceitos físicos aos alunos de engenharia, este trabalho reúne a produção de um experimento de baixo custo como - coletor solar - com a aplicação de um questionário com o enfoque na metodologia CTSA, proporcionando, assim, além de uma alternativa estimulante ao ensino de Física, a capacitação de estudantes em temas de cunho social, preparando-os de forma cidadã dentro da sala de aula.

2 METODOLOGIA

2.1 Confeção e entendimento teórico do coletor solar

Para a confecção do coletor solar, utilizou-se uma antena parabólica utilizada em televisores para a captação de sinais, além de papel alumínio colado em toda a superfície interna da antena e uma panela de aço comum, instalada no ponto focal da antena. Sustentando a panela no foco dos raios solares, foi utilizado um pedestal com aproximadamente 1,20m. A Figura 1 apresenta o coletor confeccionado.

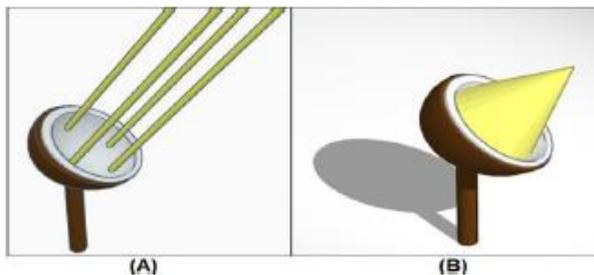
Figura 1 – Coletor de baixo custo confeccionado para os experimentos de Física.



Fonte: próprios autores.

De forma teórica, o coletor, ou forno solar, utiliza-se de sistemas óticos, da mesma forma que um espelho côncavo, concentrando os raios solares e aumentando-os em intensidade, já que são refletidos a um foco. Dessa forma, os raios incidentes (A) focados são direcionados a uma panela, a qual fará, pelo aumento da temperatura, o cozimento de alimentos e a fervura para purificação de água, por exemplo, (B).

Figura 2 – Princípio de funcionamento de um concentrador solar a ser construído.



Fonte: próprios autores.

2.2 Atividade Experimental

Para a parte experimental, recomendam-se duas etapas: no primeiro momento (1º fase), o concentrador solar é utilizado pela manhã e, posteriormente, (2º fase), à tarde, ambas as fases com duração de vinte minutos para coleta de dados e a constatação da variação da temperatura em horários distintos. Com a panela com 100 mL de água presa ao coletor, um termômetro clínico é utilizado a cada dois minutos, anotando-se as variações de temperatura da água para a posterior produção de uma tabela.

Com os dados anotados, um estudo da irradiação solar mensal média deve ser utilizado, para posterior comparação com os dados de temperatura previamente anotados. Para isso, o software online SunData foi utilizado, preenchendo-se os dados geográficos da localidade em que foi feito o experimento, conforme a Figura 3. Esse programa utiliza de dados dos valores médios de irradiação solar horizontal sobre o solo do Centro de Estudos da Energia Solar (CENSOLAR), produzido a partir de aproximadamente 17 anos de imagens de satélite e com informações de mais de 72.000 pontos do território brasileiro (CRESESB, 2018).

Figura 3 – Preenchimento das coordenadas geográficas no software SunData.

Coordenada Geográfica

Latitude		Sul	Longitude		Oeste
----------	--	-----	-----------	--	-------

Norte:

graus decimais (00.00°)
 graus, minutos e segundos (00°00'00")

Buscar Limpar

Fonte: CRESESB, 2018.

2.3 Questionário

Para fundamentar o experimento com a proposta de ensino visando à metodologia CTSA, após a coleta de dados, os alunos devem responder a um questionário que estimule a fundamentação teórica relacionando o coletor solar aos aspectos físicos embasados em Física Óptica e em Fenômenos de Transporte. Além disso, como no exemplo abaixo, é proposto o estímulo na busca por soluções de problemáticas como, por exemplo, em comunidades distantes sem acesso a energia elétrica e água potável para o consumo.

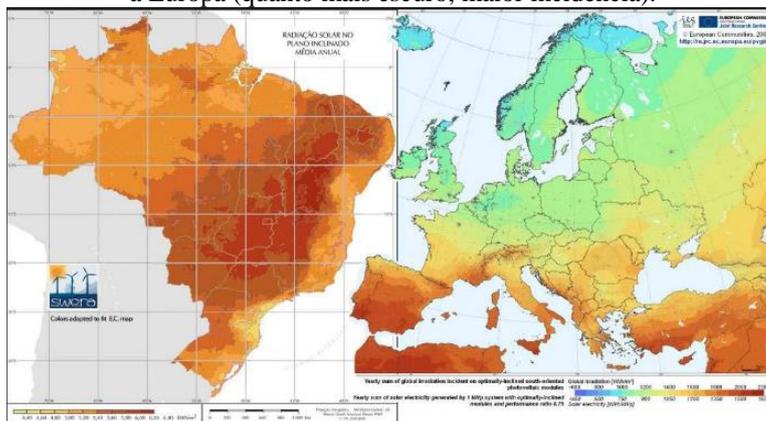
Questionário

1. Texto 1:

“Dia a dia, com forças que iam minguando”, “Só talvez por um milagre iam aguentando tanta fome, tanta sede, tanto sol”. Trecho modificado de O Quinze, de Rachel de Queiroz, de 1930.

Texto 2:

Figura 1 – Incidência solar no Brasil em comparação a Europa (quanto mais escuro, maior incidência).



Fonte: Atlas Brasileiro de Energia Solar, 2006; PVGIS, 2012.

Texto 3: Coletores solares são trocadores de calor cuja finalidade destina-se em transformar a radiação solar em calor. Apresentam-se basicamente em dois tipos: não concentradores e concentradores. Enquanto os não concentradores são utilizados em aplicação de baixas temperaturas, os do tipo concentradores possuem superfície refletora que direcionam a radiação direta a um foco, no qual fica um receptor que troca calor com um fluido (KALOGIROU, 2009).

Baseando-se nos textos motivadores, imagine uma família carente localizada ao nordeste do país que apenas possuem o sol como fonte de energia. Como pesquisador, qual alternativa barata e viável você encontraria para amenizar possíveis utilizações de energia elétrica no dia a dia?

2. Observe as figuras abaixo e responda:

Figura 2 – Antena parabólica utilizada como concentrador solar.



Fonte: próprios autores.

Considerando a área do absorvedor como uma superfície plana, com coeficiente de convecção do ar como $h = 1,77 (\Delta T)^{\frac{1}{4}} W/m^2K$, calcule as perdas por convecção Q_{conv} que ocorrem pelo contato do absorvedor com o ambiente, supondo que a temperatura ambiente é de $T_a = 30^\circ C$ e a temperatura do absorvedor T_{bs} é a mesma do experimento realizado após 20 minutos. Utilize a fórmula $Q_{conv} = h \cdot A_{bs} \cdot (\Delta T)$, no qual ΔT refere-se à variação da temperatura do absorvedor e o ambiente e a área do absorvedor $A_{bs} = 0,02 m^2$.

3. Suponha que a família carente do exercício 1 produziu um coletor de baixo custo, porém sem grande eficiência, mesmo com alta irradiação solar. Ao observar a ferramenta e, calculando o fator de concentração (F_c) como sendo a razão entre as áreas do absorvedor e do concentrador, respectivamente, o valor encontrado foi de 0,3. Sabendo que F_c refere-se à medida de qualidade da concentração da irradiação solar, como você poderia ajudá-los?

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Procedimento experimental e utilização do SunData

O concentrador solar foi utilizado no mês de março, na cidade de Acarape, Ceará. A formação de nuvens que diminuíram os índices de raios solares na região foi observada tanto visualmente como com os valores de temperatura obtidos na fervura da água que, ao longo dos vinte minutos para cada fase do experimento, não apresentou o comportamento esperado proporcional ao tempo. Em concordância com o observado, o Gráfico 1 obtido pelo SunData referente a irradiação em kWh/m².dia mostra que, no mês em questão, há perceptível diminuição da insolação caracterizada pelo período chuvoso da região.

Gráfico 1- Irradiação solar ao longo do ano para a cidade de Acarape-CE e vizinhanças.

Irradiação Solar no Plano Horizontal para Localidades próximas

4,22667° S; 38,707778° O



Fonte: SunData, 2018.

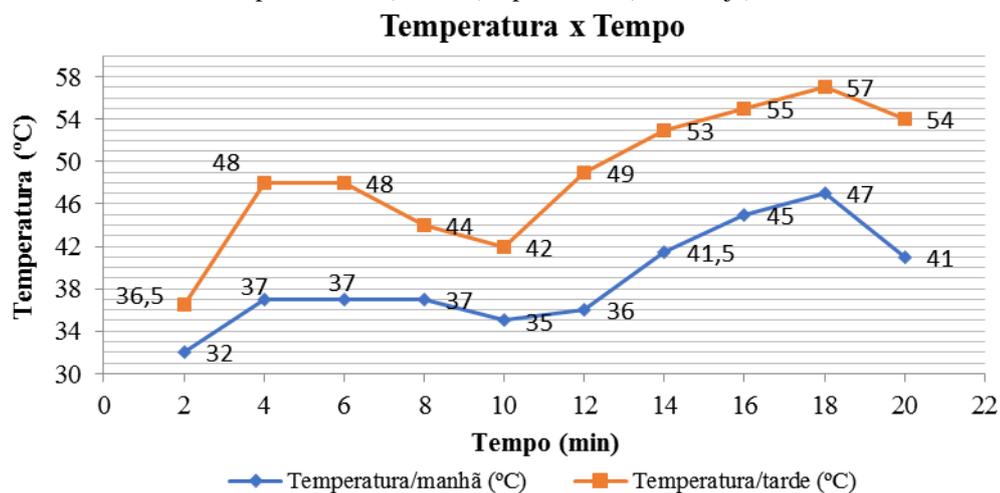
Com os dados da variação da insolação pela utilização do concentrador solar obtido, produziu-se uma tabela e dois gráficos que representam, em pequena escala, o comportamento da incidência solar para um período de um dia.

Tabela 1 - Variação da temperatura de 100 mL de água decorridos vinte minutos nos períodos manhã e tarde.

1º Fase: 9h20min – manhã	Temperatura inicial da água: 28°C	2º Fase: 12h – meio-dia	Temperatura inicial da água: 20°C
Tempo (min)	Temperatura (°C)	Tempo (min)	Temperatura (°C)
2	32	2	36,5
4	37	4	48
6	37	6	48
8	37	8	44
10	35	10	42
12	36	12	49
14	41,5	14	53
16	45	16	55
18	47	18	57
20	41	20	54

Fonte: próprios autores.

Gráfico 2 - Variação das temperaturas em função do tempo, pela manhã (em azul) e pela tarde (em laranja).



Fonte: próprios autores.

3.2 Resultados esperados com a aplicação do questionário

A aplicação do questionário busca, com a inter e multidisciplinaridade, integrar conhecimentos, por meio do estudo de um objeto por uma visão única e por várias ao mesmo tempo, fazendo com que a pesquisa possua contribuições significativas a uma disciplina específica por ultrapassá-la, sem que se perca o foco em sua estrutura (NICOLESCU, 2000). Dessa forma, o que antes poderia ser apenas teórico, torna-se “palpável” e de interesse ao estudante assuntos relacionados ao abordado neste trabalho.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conforme foi apresentado, o coletor solar pode ser considerado uma ferramenta simples, de baixo custo e de excelente procedência para estudos relacionados a fenômenos da natureza, podendo auxiliar professores na contextualização de conteúdos teóricos abundantes na graduação em assuntos referentes ao dia a dia e de cunho social, preparando o estudante para uma formação cidadã atuante. Com a utilização de softwares, como o SunData, e com a produção de um material didático em forma de questionário, espera-se que a assimilação do

conteúdo fica ainda mais suscetível a aprovação estudantil, garantindo o despertar ao pensamento científico.

Agradecimentos

Agradecemos o apoio financeiro das Agências Brasileiras de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FUNCAP) (BP3-0139-000005.01.00/18) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) projetos 422942/2016-2 e 409058/2016-5.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, M.; ABIB, M. Atividades Experimentais no Ensino de Física: Diferentes Enfoques, Diferentes Finalidades. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 25, n. 2, p.176-194, 2003.
- AULER, D. Enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade: pressupostos para o contexto brasileiro. **Ciência & Ensino**, v. 01, n. especial, 2007.
- Centro de Referência para as Energias Solar e Eólica Sérgio de S. Brito. **SunData**. Disponível em <http://www.cresesb.cepel.br/index.php?section=sundata&>. Acesso em: 13 mar. 2018.
- COSTA, Raimundo Nonato Almeida. **Viabilidade térmica, econômica e de materiais de um sistema solar de aquecimento de água a baixo custo para fins residenciais**. 2007. 77 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2007.
- KALOGIROU, Soteris. Solar energy engineering: processes and systems. 1ª edição, EUA: **Academic Press**, 2009.
- NICOLESCU, Basarab *et al.* **Educação e transdisciplinaridade II**. Brasília: UNESCO, 2000.
- PEREIRA, Enio Bueno *et al.* **Atlas Brasileiro de Energia Solar**. São José dos Campos: Inpe, 2006.
- Photovoltaic Geographical Information System. **Country and regional maps**. Disponível em: http://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_download/map_index.html. Acesso em: 20 abr. 2018.
- QUEIROZ, Rachel de. O Quinze. 98ª edição. Rio de Janeiro: **José Olympio Edt**, 2015.
- RIOS, E.; SOLBES, J. Las relaciones CTSA en la enseñanza de la tecnología y las ciencias: una propuesta con resultados. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 6, n. 1, 2007.
- SANTOS, W.; MORTIMER, E. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem CT-S (Ciência – Tecnologia– Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Ensaio-Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 02, n. 2, 2002.

SARMENTO, José Souto. **Construção e análise de um forno solar como atividade prática não formal no ensino médio de Física**. 2015. 76 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ensino de Ciências e Matemática, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2015.

EVALUATION OF A SOLAR COLLECTOR AS A CTSA METHODOLOGY IN PHYSICAL EDUCATION FOR ENGINEERING STUDENTS

Abstract: *With the increasing globalization and the improvement of new teaching methodologies, it is increasingly apparent the need to adapt old parameters that permeate the scope of higher education in the country. Therefore, the objective of the present study is to demonstrate the applicability of topics that address the teaching of physics teaching for engineering, such as solar radiation and heat exchanges, from the perspective of Science, Technology, Society and Environment (CTSA) through the use of a solar collector. In the work methodology, an easy-to-prepare collector, of the parabolic type, was used, from which experimental data were collected to verify changes in solar radiation, performed in the city of Acarape-CE, being later compared with scientific data of the region. It was also proposed the application of an interdisciplinary questionnaire, with the purpose of establishing the application of theoretical knowledge in the daily propositions of the students. The results indicate that the solar furnace is an efficient instrument for the study of natural phenomena, and can help in the contextualization of everyday situations and, consequently, in the preparation of full student citizenship in contact with CTSA education.*

Key-words: *Education. Physics. Solar collector. CTSA. Engineering.*