



Encontro Internacional sobre Gestão
Empresarial e Meio Ambiente

GESTÃO INTELIGENTE DE UM PROJETO SUSTENTÁVEL

JANE DA CUNHA CALADO

jadehera@ig.com.br

CÉLIA APARECIDA FUDABA CURCIO

celia.curcio@gmail.com

CÉSAR AUGUSTO SIMÕES PEREIRA

cesar.lab@uninove.br

MICHELLE BILBAO

geo.engenharia@hotmail.com

GESTÃO INTELIGENTE DE UM PROJETO SUSTENTÁVEL

Resumo

Este estudo permite demonstrar que a Iniciação Científica, aliada à Aprendizagem Significativa, contribui para a economia inclusiva e solidária, atuando para superar a defasagem de conceitos básicos com os quais os estudantes chegam na graduação e culminando na produção de equipamento de baixo custo para aquecimento de água em habitações populares exclusivamente por irradiação solar. Os alunos produziram mapas conceituais sobre os temas pesquisados e trabalhados, os expuseram em reuniões semanais para troca de conhecimento entre os integrantes do grupo e constatou-se relevante melhora dos alunos na assimilação de conceitos e na capacidade para operar os instrumentos necessários. A coleta de dados e imagens tempo real durante o inverno e o verão foi realizada por um Datalog ligado a sensores instalados na placa coletora solar. Este projeto de Iniciação Científica divide-se em quatro etapas semestrais. Este relato descreve os dois semestres iniciais, compreendendo o período de agosto de 2014 a julho de 2015. Nos dois semestres finais serão analisados os dados, em tempo real, para interpretação dos resultados e produção dos relatórios.

Palavras-chave: Energia Limpa; Coletor Solar; Aquecimento de Água; Mapa conceitual

INTELLIGENT DESIGN OF A SUSTAINABLE MANAGEMENT

Abstract

This study allows us to demonstrate that the Scientific Initiation, together with the Meaningful Learning, contributing to inclusive and solidarity economy, working to overcome the gap of basic concepts with which students arrive at graduation and culminating in low cost production equipment for heating water in affordable housing exclusively by solar irradiation. Students produced conceptual maps on the topics researched and worked, exposed them in weekly meetings to exchange knowledge between the group members and found out relevant improvement of the students in assimilating concepts and the ability to make the necessary instruments. Data collection and real-time images during the winter and the summer was performed by a Datalog connected to sensors in the solar collector plate. This Scientific Initiation project is divided into four half-yearly steps. This report describes the first two semesters, covering the period August 2014 to July 2015. In the final two semesters will be collected, in real time to analyze the results and production reports.

Keywords: Clean Energy; Solar collector; Water heating; Conceptual map

1. Introdução

A crise desencadeada pela escassez de chuvas e pela falta de investimento e planejamento nessa área, afetou o abastecimento de água nas regiões região Sudeste e Centro-Oeste e prejudicou intensamente a produção energética elevando o custo de produção e fornecimento dos serviços. Em tempos em que a sustentabilidade, a conservação de energia, a utilização de materiais de construção sustentáveis preocupam todas as esferas da sociedade, na maior parte das nações do mundo, alternativas inovadoras, de baixo custo, voltadas à excelência no desempenho ambiental como fator de competitividade e desenvolvimento econômico e social ganham prioridade nas discussões que promovem o aumento do uso de fontes limpas e renováveis de energia, erradicação da pobreza, redução dos riscos ambientais e a escassez ecológica, além de incentivarem a economia inclusiva.

Diante desta nova realidade, intensificou-se a procura por alternativas sustentáveis de economia de energia ou produção de energia limpa que reduzissem o consumo e barateassem o custo final dos serviços. Apesar de ser uma opção sustentável e eficiente na captação de energia solar para produção energética e aquecimento de água, o coletor convencional de um sistema de aquecimento solar residencial apresenta custos elevados de instalação, sendo inacessível a grande parte da população.

Tendo por base as pesquisas sobre o rendimento escolar publicados pelo Inep - Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, nos últimos anos e os resultados do Enem, Exame Nacional do Ensino Médio, que apontam o baixo desempenho dos estudantes concluintes da Educação Básica em Língua Portuguesa e Matemática e a limitação de conhecimento de temas essenciais em toda a matriz curricular do Ensino Médio, surgiu a proposta de um estudo voltado a conservação de energia utilizando-se materiais de construção sustentáveis e de baixo custo final para utilização em habitações populares.

Através do estudo realizado pelo projeto de Iniciação Científica, buscou-se promover a aprendizagem significativa nos primeiros anos do Bacharelado em Engenharia Civil, reduzindo as dificuldades, com as quais os estudantes chegam na graduação. Segundo Severino (2008), a Iniciação Científica representa instrumento acadêmico que permite o ingresso dos alunos na realidade da investigação em Ciências, tem caráter epistemológico e pedagógico, além de social, se for desenvolvida como atividade de extensão.

O projeto de Iniciação Científica tem por objetivo desenvolver alternativas inovadoras, voltadas à excelência no desempenho ambiental como fator de competitividade e desenvolvimento econômico e social, conforme exigências da ABNT-NBR e Inmetro e que atendesse às especificidades do projeto. Procurou-se atingir a interface entre a sustentabilidade e a inovação tecnológica em que o coletor solar desenvolvido fosse capaz de aquecer água suficiente para, pelo menos, quatro banhos diários de 10 minutos cada e apresentasse redução nos gastos energéticos, suprimindo a demanda das habitações populares.

O projeto foi dividido em quatro etapas de um semestre cada, sendo a primeira para o levantamento bibliográfico, fundamentação teórica, estudo das contribuições científicas sobre as propriedades da energia solar, suas aplicações e viabilidades no aquecimento de água. A segunda etapa do projeto consiste na construção do reservatório experimental. A terceira etapa propõem a análise dos resultados captados pelos sensores LM35 e registrados pelo Software, possibilitando a verificação da eficiência, funcionalidade, economia de energia elétrica que o protótipo pode proporcionar no inverno e no verão, além de avaliar a variação da conta de consumo mensal de uma residência de padrão popular. A quarta e última etapa do projeto consiste na elaboração de um relatório final, com a análise das informações, dados e cálculos realizados nas fases anteriores, exposição organizada e descrição detalhada da condução da pesquisa em cada fase.

A aprendizagem significativa requer material de aprendizagem que faça sentido e seja importante para o aluno e este deve estar disposto e motivado a relacionar os novos conhecimentos aos conhecimentos prévios, conforme proposto por Novak (1984), onde mapas conceituais promovem a aprendizagem significativa, relacionam e hierarquizam conceitos. A análise dos mapas conceituais facilita a avaliação do professor-pesquisador quanto ao que se espera que seja aprendido como conteúdo instrumental que serve como meio de transmissão para a aprendizagem. Os preceitos da aprendizagem significativa e as técnicas dos mapas de conceitos foram amplamente utilizados no gerenciamento do primeiro ano da iniciação científica descrita neste relato.

2. Leitura e Armazenamento de Dados

Para a leitura e armazenamento de dados de forma segura e eficiente, foi desenvolvido um DATALOG exclusivo para o projeto, o qual permite acompanhar as variações de temperatura da água e do ambiente, a umidade relativa do ar e a velocidade do vento, além de monitorar quaisquer alterações, em tempo real, 24 horas por dia.

O equipamento DATALOG foi montado a partir de 4 multímetros capazes de medir escala de temperatura em décimos de graus Celsius e apresenta desvio padrão de 0,3°C entre eles; possui um painel central que registra as informações e, por ser expansivo, caso haja necessidade de aferição de outros dados é possível ampliar a quantidade de leitores.

Esse equipamento foi conectado a um software de captura de imagens com quatro microcâmeras dispostas estrategicamente para os pontos de interesse: uma para o painel de leitura contínua dos registros de dados; outra para a placa solar; uma terceira para o céu (identificando qualquer fator que provoque instabilidade e justifique alterações significativas na leitura de dados, como por exemplo: nuvens, chuva, etc.) e uma quarta para observação da circulação do entorno (câmera de segurança).

Uma lâmpada de led ilumina continuamente o display de leitura do registro de dados; para coleta e armazenamento das informações de leitura feitas pelo DATALOG, um computador com dois HDs e capacidade de armazenamento de 430GB está interligado ao sistema. As leituras dos dados (temperatura da água e do ambiente) são controlados por sensores LM35 encapsulados para isolamento dos terminais e que transmitem ao DATALOG central todas as informações em tempo real. O parâmetro de medição é a escala em miliVolt (mV) do multímetro (onde 1°C equivale a 10mV), o sensor funciona como termômetro e a leitura apresenta escala de graduação em °C.

O LM 35 é um componente eletrônico de precisão a base de silício, um sensor de temperatura com diferença de potencial calibrado para medição de temperatura em processos eletrônicos e, quando acoplado a um multímetro digital converte miliVolts em Graus Celsius. Apresenta saída de tensões linear relativa a temperatura em que foi alimentada por uma tensão de 4-20Vdc e GND, com sinal de saída de 10mV para cada °C. Não necessita calibração externa; tem saída com baixa impedância, tensão linear e calibração inerente precisa. O tipo de encapsulamento varia de acordo com a aplicação dada ao sensor. Os sensores fazem aferições em quatro pontos do sistema coletor: temperatura externa (ambiente); temperatura da água dentro do reservatório; temperatura interna à placa; temperatura de saída do reservatório (chuveiro).

3. Metodologia

O objetivo deste projeto é realizar um estudo abrangente voltado à conservação de energia com a utilização de materiais de construção sustentáveis, de baixo custo final e que apresente redução nos gastos energéticos, dentro das exigências da ABNT-NBR e Inmetro,

através da construção de um coletor solar capaz de aquecer água suficiente para, pelo menos, quatro banhos diários de 10 minutos cada, suprimindo a demanda das habitações populares.

Utilizando os conceitos multidisciplinares adquiridos na graduação e os estudos sobre os princípios da Termodinâmica e sua aplicação prática, elaborou-se mapas conceituais sobre os temas mais relevantes levantados por cada um, direcionando a construção do projeto. Os mapas elaborados no decorrer do semestre possibilitaram avaliar a aprendizagem significativa dos alunos nesta etapa inicial, demonstrando a preocupação de cada aluno em viabilizar eficazmente o Projeto, conforme Ausubel (1968), uma das condições para se atingir a aprendizagem significativa é que o aluno esteja disposto a estudar e relacionar os novos conteúdos de forma substantiva à sua cognição.

A aplicação da pesquisa deu ênfase ao aspecto qualitativo descritivo experimental onde buscou-se interpretar os fenômenos, analisar os dados e o processo atribuindo-lhe significado; envolve o uso de técnicas padronizadas de controle através da observação sistemática.

Para o presente estudo foram selecionados dez alunos interessados no tema da Iniciação Científica, do curso de engenharia civil, respeitando os critérios de seleção estabelecidos pela universidade, para desenvolvimento de estudo bibliográfico, elaboração de projeto, construção de protótipo e análise de resultados.

Para assegurar a validade, confiabilidade e armazenamento da leitura dos dados (temperatura da água e do ambiente) são utilizados sensores LM35 encapsulados para isolamento dos terminais e que transmitem ao DATALOG central todas as informações em tempo real.

Para obtenção do resultado necessário a abordagem da pesquisa proposta, foi realizada, inicialmente uma sobre energia térmica, intensidade de calor, radiação solar, absorção, reflexão, transmissão em superfícies, absorvidade, refletividade, dentre outros; procurou-se identificar e classificar artigos que constituíssem relatos de pesquisas empíricas relacionadas basicamente aos sistemas de aquecimento de água (coletores planos e concentradores), além de livros específicos sobre o assunto.

A realização deste estudo e elaboração do projeto compreendeu o período de julho de 2014 a junho de 2015. Subdividido em quatro fases de um semestre cada, os resultados apresentados são referentes as duas primeiras fases e compõem a análise, desenvolvimento e construção da placa coletora solar para aquecimento de água. O delineamento e controle dos resultados da pesquisa serão descritos na continuidade deste trabalho.

4. Apresentação e Análise dos Resultados

Utilizando os conceitos multidisciplinares adquiridos na graduação e os estudos sobre os princípios da Termodinâmica e sua aplicação prática, elaborou-se mapas conceituais sobre os temas mais relevantes levantados por cada um, direcionando a construção do projeto. Através dos mapas elaborados no decorrer do semestre foi possível avaliar a aprendizagem significativa dos alunos nesta etapa inicial, demonstrando a preocupação de cada aluno em viabilizar eficazmente o Projeto, conforme Ausubel (1968), uma das condições para se atingir a aprendizagem significativa é que o aluno esteja disposto a estudar e relacionar os novos conteúdos de forma substantiva à sua cognição. A técnica do mapeamento conceitual como recurso didático, criada por Novak (1984) enfatiza conceitos e relações entre conceitos de modo progressivo e integrativo, possibilitando a aquisição de conhecimentos, mínimos, necessários ao desenvolvimento do projeto.

Os produtos utilizados no sistema de aquecimento despertou interesse em materiais alternativos que mantivessem às conformidades do Inmetro e ABNT-NBR. Os testes realizados até a segunda etapa do projeto alcançaram resultados satisfatórios em termos de

eficiência térmica, possibilitando a análise de economia no consumo de energia elétrica na terceira etapa deste estudo. A leitura e armazenamento foi obtida através do Datalog, iluminado por uma lâmpada de led que ilumina o display de leitura do registro de dados e armazena no computador com capacidade de 430GB interligado ao sistema.

A placa para circulação de água fica interna à caixa, absorve a irradiação solar e conserva a radiação infravermelha, que é aproveitada no aquecimento. A irradiação solar incidente é absorvida pela chapa metálica para o interior; uma parcela dessa energia é absorvida para a água, enquanto outra parte é refletida para o ar que envolve a chapa, retendo o calor e contribuindo para o aumento da temperatura interna da caixa. A água fria que circula através da placa é aquecida pelo calor aprisionado e retorna ao reservatório térmico por convecção, reiniciando o mesmo ciclo. A proporção dessas parcelas de energia em relação à quantidade total de energia incidente indica a eficiência do coletor.

A parte estrutural compõe-se de uma caixa de alumínio fechada por vidro na parte superior, para permitir a penetração da irradiação solar em seu interior; esse sistema cria condições de absorção de energia solar incidente. A caixa foi construída com perfis de alumínio de 60x25mm, nas medidas 1000x1500mm, fixada com rebites e vedada internamente com selante silicone para vidro e alumínio; a base em chapa de zinco de 0,5mm foi fixada e vedada da mesma maneira e pintada com tinta spray preto fosco, para facilitar a absorção da radiação incidente; a placa de aquecimento na medidas 860x1400mm foi embutida na caixa e fixada nas extremidades superior esquerda e inferior direita para ajuste da tubulação de entrada de água fria e saída de água quente. No fechamento da caixa foi utilizada uma chapa de vidro de 4mm de espessura nas medidas 1000x1500mm e vedada com selante de silicone de vidro e alumínio de cura acética. A fixação da placa no telhado é feita por um suporte triangular nas medidas 1300x950x950mm; o material utilizado é o perfilado chapa 17 modular, galvanizado, perfurado, adaptável a qualquer tipo de telhado e de resistência à corrosão; com ângulo de inclinação da placa, que atendem as especificações. Os perfis estruturais formados a frio são produzidos conforme ABNT-NBR 6355-2012, nas especificações: Comercial: aços SAE 1008-1012. A fixação da base será definida em conformidade com o telhado em que for feita a instalação, (SPRENGER, 2007).

5. Conclusão

Ao término da segunda etapa da pesquisa, após a apresentação dos mapas conceituais, discussão e apuração dos resultados alcançados, constatou-se relevante melhora na assimilação de conceitos de Termodinâmica e na identificação e destinação correta dos instrumentos de medida utilizados. Verificou-se que os alunos, além de adquirirem competências relevantes acerca do tema, conheceram práticas cotidianas da construção civil e da indústria e desenvolveram habilidades para essas práticas, como: usinagem, ajustes e reparos hidráulicos, pintura, reparos e adequações em eletrotécnica, eletrônica para suprir necessidades durante o trabalho, como o desenvolvimento do Datalog descrito.

A pesquisa realizada, até o presente momento, ratifica que a Iniciação Científica pode ser um dos meios para proporcionar aprendizagem significativa e utilizá-la na produção de um sistema de aquecimento de água por irradiação solar, para ser instalado em residência de família de baixa renda. Mediante estes resultados, reconheceu-se a importância da Iniciação Científica e do conceito de Aprendizagem Significativa, que foi efetivamente atingida por esses alunos, e cuja comprovação deu-se também com a constatação de uma maior facilidade na resolução de problemas. Com isto, desfizeram-se barreiras no processo ensino-aprendizagem, até então vistas como, quase, intransponíveis.

Os resultados práticos que apontaram a placa de Policarbonato utilizada no desenvolvimento do protótipo do Projeto, como a mais eficiente, atestou a eficiência

alcançando resultados efetivos, atingindo temperaturas superiores a 40°C, nos primeiros testes realizados, mostrando-se adequadas ao propósito no aquecimento de água e evidenciando as propriedades físico-químicas e mecânicas adequadas às exigências da normatização.

Referências Bibliográficas

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 15569 - Sistema de aquecimento solar de água em circuito direto – Projeto e instalação: Esta norma estabelece os requisitos para o Sistema de Aquecimento Solar (SAS). Agosto, 2013.

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 12269 – Aquecimento Solar. Abril, 1992.

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 15884 - Policloreto de Vinila Clorado. Maio, 2010.

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 7198 - Projeto e execução de instalações prediais de água quente. Setembro, 1993.

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 13206 - Tubo de cobre leve, médio e pesado, sem costura, para condução de fluidos - Requisitos. Dezembro, 2014.

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 15345 - Instalações em cobre. Novembro, 2013.

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 7198 - projeto e execução de instalações prediais de água quente. Setembro, 1993.

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 5626 - Instalação de água quente e fria. Setembro, 1998.

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 6355 - Perfis Estruturais. Novembro, 2012.

ABRAVA. Introdução à aquecedores solares- O aquecedor solar de água para o setor elétrico e para o usuário final. São Paulo: ABRAVA. Disponível em: <<http://www.portalabrava.com.br>> Acessado em: 13/06/2015.

AQUATHERM. Catálogo técnico - Tubos e Conexões. Joinville: TIGRE. Disponível em: <http://www.tigre.com.br/_upload/catalogo_tecnico/20111007153224.pdf> Acessado em: 13/06/2015.

Arellano, J, Santoyo, M. (2009). *Investigar con Mapas Conceptuales*. Espanha: Narcea, S.A. Ediciones

Ausubel, D. P. (1963), *The psychology of meaningful verbal learning*. New York: Gruneand Stratton.

Ausubel, D. P. (1968), *Educational psychology: a cognitive view*. New York: Holt, Rinehart and Wiston.

Fernández, A. (2007), *Los idiomas del aprendiente*. Buenos Aires: Nueva Visión.

Moreira, M. A. (2011). *Aprendizagem significativa: a teoria e textos complementares*. São Paulo: Livraria da Física.

Novak, J.D. and Gowin, D.B. (1984) *Learning how to learn*. Cambridge: Cambridge University Press.

Rispoli, G. A. I. *Estudo do aproveitamento da energia solar para aquecimento de água em edificações unifamiliares de baixa renda*. Campinas: UNICAMP, 1998.

Severino, A. J. *Metodologia do Trabalho Científico*. 23. Ed. São Paulo: Cortez Editora, 2008.

Sprenger, L. R. *Aplicação do sistema fechado no aquecedor solar de água de baixo custo para reservatórios residenciais isolados*. Curitiba: UFPR, 2007. Disponível em: <<http://www.ppgcc.ufpr.br/dissertacoes/d0087.pdf>> Acesso em: 16/06/2015.