



# **PROJETO DOCENTE & INICIAÇÃO CIENTÍFICA - AQUECIMENTO DE ÁGUA POR IRRADIAÇÃO SOLAR EM HABITAÇÕES POPULARES**

**CELIA APARECIDA FUDABA CURCIO**

UNINOVE – Universidade Nove de Julho

[celia.curcio@gmail.com](mailto:celia.curcio@gmail.com)

**CÉSAR AUGUSTO SIMÕES PEREIRA**

UNINOVE – Universidade Nove de Julho

[cesar.lab@uninove.br](mailto:cesar.lab@uninove.br)

**JANE DA CUNHA CALADO**

UNINOVE – Universidade Nove de Julho

[jane.ccalado@gmail.com](mailto:jane.ccalado@gmail.com)

**MICHELLE BILBAO**

UNINOVE – Universidade Nove de Julho

[geo.engenharia@hotmail.com](mailto:geo.engenharia@hotmail.com)

Congratulamo-nos com a comissão organizadora do IV SINGEP, pela realização de tão importante evento. Agradecemos pela oportunidade de participar com um trabalho que promove a iniciação científica, o ensino e a pesquisa no Brasil.



**PROJETO DOCENTE & INICIAÇÃO CIENTÍFICA**  
**AQUECIMENTO DE ÁGUA POR IRRADIAÇÃO SOLAR EM HABITAÇÕES**  
**POPULARES**

**Resumo**

O presente trabalho mostra como a Iniciação Científica, aliada às estratégias da Aprendizagem Significativa, pode contribuir com a economia inclusiva e solidária, atuando simultaneamente para superar as dificuldades com as quais os estudantes chegam num curso de graduação. Como produto, tem-se o desenvolvimento de um equipamento de baixo custo para aquecimento de água em residências populares, exclusivamente por irradiação solar. Os alunos envolvidos foram orientados e produziram mapas conceituais sobre os temas pesquisados e trabalhados. Esses mapas conceituais (ou de conceitos) foram expostos pelos seus autores em reuniões semanais para troca de conhecimento do grupo, com a participação do professor orientador, e demonstraram a relevante melhora dos alunos na assimilação de conceitos e na capacidade para operar os instrumentos de medida necessários. Para compor o equipamento, projetou-se e construiu-se placa coletora solar para aquecimento de água e, para os testes e medidas, construiu-se um Datalog, que permite coletar dados e imagens em tempo real, durante o inverno e o verão. O trabalho de Iniciação Científica foi dividido em quatro partes, para desenvolvimento em quatro semestres letivos, e os resultados das duas primeiras, finalizadas em julho de 2015, integram este artigo.

**Palavras-chave:** Iniciação Científica, Mapa conceitual, Energia Limpa; Coletor Solar; Aquecimento de Água

**Abstract**

This paper illustrates how a Scientific Initiation, combined with strategies of “Meaningful Learning”, can contribute to inclusive and solidarity economy initiatives. As well as, it acts to overcome the difficulty knowledge that students naturally bring from the high school. As a result of this Program, a low cost device for solar irradiation heating water, specific for popular homes. After the guidance, the students produced “conceptual maps” about the topics researched and worked. Every week, the students were expected to present and discuss their conceptual maps with the other students and the advisor professor. This sequence of meetings were very important to prove that the students were able to demonstrate significant improvement on the assimilation of concepts and in their ability to operate measuring instruments. The students designed and built a solar collector plate for heating water. For the tests and measure registrations, it was created a Datalog, which allowed the group to collect data and images in real time, during the winter and the summer. The Scientific Initiation Project was divided into four phases, distributed in four semesters. As the results of the first two phases were concluded in July 2015, it was included as part of this paper.

**Keywords:** Scientific Initiation Scholarship Project, Meaningful Learning, solidarity economy, solar irradiation, heating water device.



## Introdução

O pilar social tem preocupado grande parte das nações do mundo. O desenvolvimento sustentável e a erradicação ou redução da pobreza são discutidos frequentemente nas gestões de instituições públicas e privadas. Nesse sentido, pesquisas e treinamentos com tecnologias para maior eficiência energética contribuem para o bem estar humano, simultaneamente para a igualdade social, reduzem riscos ambientais e ecológicos, além de incentivarem a economia inclusiva e solidária.

Em universidades do Brasil, a realização de pesquisas como estas implica em outras dificuldades, como as apontadas pelos relatórios sobre o rendimento escolar, publicados nos últimos anos pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, Inep, descrevendo os resultados do Enem, Exame Nacional do Ensino Médio. O desempenho em Língua Portuguesa e Matemática, dos estudantes egressos da Educação Básica, é ruim e a limitação de conhecimento de temas essenciais se estende para os demais componentes que integram a matriz curricular do Ensino Médio.

O presente trabalho resultou de uma iniciativa de intervir no quadro da educação e da economia brasileira, através da Iniciação Científica, com a promoção de aprendizagem significativa nos primeiros anos do Bacharelado em Engenharia Civil. Essa intervenção corrobora a economia inclusiva e solidária, uma vez que supre as dificuldades com as quais os estudantes chegam na graduação e culmina na produção de equipamento de baixo custo para aquecimento de água em habitações populares, exclusivamente por irradiação solar.

Inicialmente elegeu-se um grupo de dez alunos da graduação em Engenharia Civil da Universidade, a partir da combinação de fatores favoráveis, como disponibilidade de tempo e interesse pessoal do aluno pelo tema específico do Projeto de Iniciação Científica intitulado “Aquecimento de água por irradiação solar – Utilização em Habitações populares”.

O objetivo desse Projeto de iniciação científica é o desenvolvimento de um sistema de aquecimento de água para ser utilizado em residência de família de baixa renda, com a elaboração de um protótipo. O Projeto, com duração prevista de dois anos, está dividido em quatro etapas semestrais, conforme descrição abaixo, sendo as duas primeiras desenvolvidas de agosto de 2014 a julho de 2015:

Etapa 1. Levantamento bibliográfico, mediante pesquisa descritiva-explicativa objetivando fundamentação teórica, com a identificação de contribuições científicas sobre as propriedades da energia solar, suas aplicações e viabilidades no aquecimento de água; as características climáticas e de insolação da região em estudo; as estruturas básicas das habitações populares; os materiais mais adequados em qualidade e custo para o reservatório de água e os fatores que poderiam contribuir para a eficiência do equipamento.

Etapa 2. Projeto do reservatório experimental, com pesquisa intervencionista, utilizando os resultados do levantamento bibliográfico para intervir na realidade estudada e propor as melhores soluções para a produção de três modelos prévios com vistas à construção do protótipo. Assim chega-se a um reservatório experimental de aquecimento, com identificação das variáveis dependentes e independentes que necessitam de controle. Os materiais e técnicas escolhidos são os mais adequados em qualidade e custo, para aprimorar a eficácia de resultados do protótipo.

Etapa 3 Testes desenvolvidos entre julho e dezembro de 2015, com a realização de pesquisa experimental, mediante a obtenção e controle de medidas que possibilitam verificar a 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. Utilizam-se fichas-padrão para análise da coleta de dados e elaboração de relatório referente a esta etapa.



Etapa 4. Relatório final de natureza conclusivo-dissertativa, que contempla a análise das informações, dados e cálculos realizados nas fases anteriores, com exposição organizada e descrição detalhada de como a pesquisa foi conduzida em cada etapa. Esse relatório é organizado pelos alunos em pelo menos três partes; a Introdução, que contextualiza e apresenta o problema pesquisado; o Desenvolvimento, composto pelo referencial teórico, a investigação em si, os métodos utilizados e a análise de dados e a Conclusão, que consiste da apresentação e discussão pormenorizada dos resultados obtidos.

### Referencial teórico

A pesquisa realizada nas duas primeiras etapas demonstrou que a Iniciação Científica pode ser um dos meios para proporcionar aprendizagem significativa e aplicá-la na produção de um sistema de aquecimento de água por irradiação solar, para ser utilizado em residência de família de baixa renda. 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.

Neste trabalho de Iniciação Científica aliou-se a aprendizagem significativa, que segundo Ausubel (1963) é o mecanismo humano para adquirir e armazenar a vasta quantidade de ideias e informações representadas em todo o conhecimento; é o processo através do qual um novo conhecimento se relaciona à estrutura cognitiva do aluno.

Conforme Moreira (2011), podem-se aplicar princípios e estratégias em prática, que proporcionarão aprendizagem significativa, caracterizada pela não-arbitrariedade e substantividade. A característica da não-arbitrariedade salienta que o material significativo a ser apreendido pelo aluno deve obrigatoriamente se relacionar com o conhecimento já existente em sua estrutura cognitiva, isto é, os novos conhecimentos são retidos na medida em que se apoiam nos primeiros. Se não há conhecimento já existente, Ausubel (1963) aponta a estratégia de manipular a estrutura cognitiva do aluno com materiais introdutórios como ponte entre o que ele sabe e o que deve saber para seguir no aprendizado. A característica substantividade esclarece que aquilo que é incorporado à estrutura cognitiva do aluno é a substância do novo conhecimento, ou nova ideia, podendo ser expresso de maneiras diversas, durante o desenvolvimento da iniciação científica. O conhecimento prévio se modifica pela aquisição de novos significados. A aprendizagem significativa requer material de aprendizagem que faça sentido e seja importante para o aluno, o qual deverá estar disposto e motivado a relacionar os novos conhecimentos aos conhecimentos prévios.

Novak (1984) acrescentou o aspecto humanista à proposta inicial da aprendizagem significativa, quando afirmou que os seres humanos, por terem a faculdade de pensar, sentir e agir, podem melhorar as maneiras como utilizam esses atos, ou seja, a integração construtiva do pensamento, sentimento e ação conduz ao seu engrandecimento. Novak (1984) também afirma que o evento educativo combina significados e sentimentos entre professor e aluno, combinação esta que resulta na aprendizagem significativa de um novo conhecimento contextualmente aceito. A técnica do mapeamento conceitual como recurso didático foi criada por ele e enfatiza conceitos e relações entre conceitos de modo progressivo e integrativo. Enquanto Ausubel (1963) enfatiza a importância da predisposição em aprender, por parte do aluno, como condição para a aprendizagem significativa, Novak (1984) acrescenta que o estudante tem uma experiência afetiva durante o evento de aprender, isto é, atitudes e sentimentos positivos na experiência educativa facilitam a aprendizagem significativa, integrando positivamente pensamentos, sentimentos e ações que conduzem ao



engrandecimento pessoal. Os mapas conceituais propostos por Novak (1984) promovem a aprendizagem significativa, relacionando e hierarquizando conceitos.

Nestes mapas, conceitos mais inclusivos podem ficar no topo da hierarquia, na parte superior, e conceitos específicos na sua parte inferior. Eles evidenciam significados atribuídos a conceitos e relações entre conceitos de um determinado tema. Quando dois ou mais conceitos são ligados por linhas, o autor do mapa conceitual, o aluno, por exemplo, deve saber explicar a relação e significado existentes entre eles. O autor do mapa conceitual pode acrescentar palavras-chave sobre a linha de ligação entre conceitos, externando significados.

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 conceituais (ou de conceitos) foram amplamente utilizados no gerenciamento das atividades desenvolvidas no primeiro ano da iniciação científica, objeto deste trabalho.

## Metodologia

Observando-se a especificidade do conteúdo programático desenvolvido nos semestres letivos do curso de Engenharia Civil da Universidade, concomitantemente ao desenvolvimento do trabalho, propôs-se inicialmente aos alunos um projeto de iniciação científica, baseado em princípios da Termodinâmica, com o título “Aquecimento de água por irradiação solar – utilização em habitações populares”, informando-os de que, dos interessados, seria constituído o grupo que o desenvolveria.

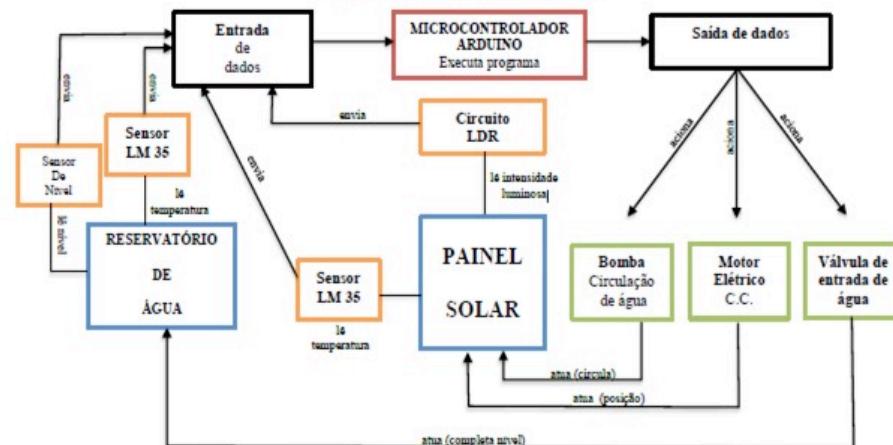
Após a apresentação dos candidatos e da análise de uma entrevista individual, realizada pelo professor-orientador com eles, formou-se um grupo de 10 alunos, a partir da combinação de fatores favoráveis ao projeto, como disponibilidade de tempo e interesse pessoal pelo tema específico.

Utilizou-se a livre iniciativa para o preenchimento das vagas, pois, segundo 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 partir da formação, o grupo se reuniu com o professor-orientador semanalmente.

Os resultados obtidos nos encontros foram de grande proveito, uma vez que a interação professor-aluno, de forma sistemática, promoveu a responsabilidade assumida pelo grupo e o prazer pelo sucesso do projeto, mediante a percepção de seu avanço. No primeiro encontro, apresentou-se o Projeto de iniciação científica, com suas quatro partes, a serem desenvolvidas em etapas semestrais. Enfatizou-se a importância de cada uma destas partes, sobretudo, da atividade a ser desenvolvida na primeira, o levantamento bibliográfico, e houve a distribuição dos temas a serem explorados, entre os dez alunos, com as técnicas que deveriam usar para o fichamento de livros, periódicos, documentos disponíveis na internet, teses e dissertações para o embasamento teórico do trabalho. Orientou-se para que os dados entendidos como subsídios do trabalho fossem devidamente registrados, com anotações de resumos, opiniões e citações e salientou-se a importância dos fichamentos, para a identificação das obras e documentos consultados, mencionando-se seu conteúdo, com respectivos comentários e ordenação.

Após a pesquisa bibliográfica, os alunos receberam orientações para criarem mapas conceituais sobre os temas levantados por cada um, considerados relevantes. Os mapas elaborados no decorrer do semestre, como os das ilustrações 1 e 2, constituíram material suficiente para o professor-orientador avaliar a aprendizagem significativa dos alunos nesta etapa inicial. Estes mapas demonstraram a preocupação de cada aluno em atingir a eficácia do Projeto. A explicação de cada mapa pelo seu autor proporcionou harmonizar o trabalho geral

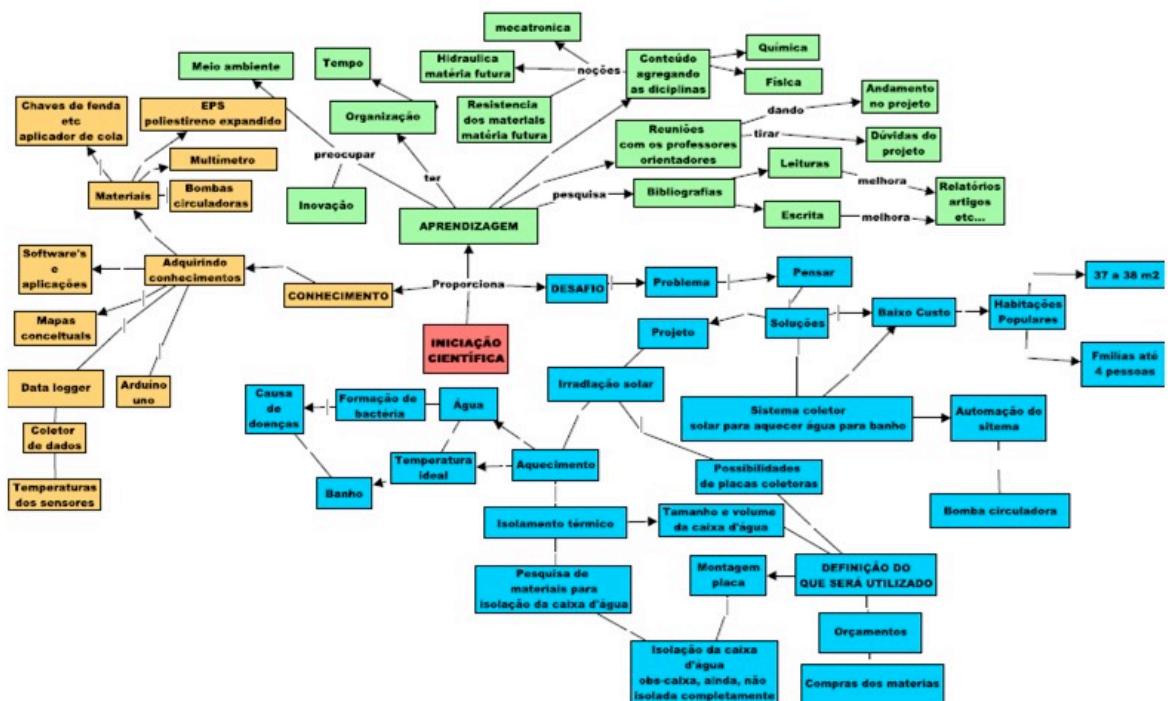
do grupo, levando-se em conta objetivos, resultados esperados, capacidade de atuar em equipe, assimilação de conceitos de Termodinâmica e também na identificação e destinação correta dos instrumentos de medida a serem utilizados.



### Legendas:

- Microcontrolador
- Barramento de entrada e saída de dados
- Atuadores
- Sensores
- Equipamentos

**Figura 1: Mapa Conceitual sobre a automação das medidas**



**Figura 2: Mapa Conceitual do Projeto**



Como atividade final da primeira etapa e elo com a sequência dos trabalhos, desenvolveu-se a proposta da construção de três modelos experimentais, um de cobre, outro de PVC (policloreto de vinila) e o terceiro de policarbonato, a fim de escolher o mais eficaz, levando-se em conta os fatores qualidade, rendimento e custo.

Durante a segunda etapa os três modelos foram testados num dos Laboratórios da Universidade, para se escolher o mais adequado em termos de eficiência térmica e propriedades físico-químicas e mecânicas adequadas às exigências da normatização. O modelo com placa de Policarbonato apresentou os melhores resultados, atingindo-se temperatura de 50°C, durante o aquecimento de água, em exposição ao sol por 15 minutos, com a temperatura ambiente média de 24°C. Para atingir essa temperatura, ajustou-se a placa de Policarbonato, com a finalidade de receber maior quantidade de irradiação solar e, para a realização das medidas, desenvolveu-se Datalog exclusivo, adequado a um software de captura de imagens e quatro micro câmeras que inspecionam as condições climáticas e de segurança do projeto, 24 horas por dia, além de medir a cada segundo as temperaturas da água: primeiramente, no instante da entrada na placa de aquecimento; depois, no reservatório quente; por fim, na saída do chuveiro e a temperatura ambiente. Os projetos parciais e suas execuções foram acompanhados com a elaboração de mapas conceituais por parte dos alunos, para avaliação da aprendizagem significativa adquirida em conceitos e técnicas e também para troca de conhecimento dentro do grupo.

## Resultados obtidos e análise

A análise dos produtos utilizados, com o propósito de redução de custos do sistema de aquecimento, despertou interesse por materiais alternativos que atenderam às exigências do Inmetro e ABNT-NBR. A placa de Policarbonato utilizada no desenvolvimento do protótipo do Projeto proporcionou os melhores resultados, chegando-se a temperaturas adequadas ao aquecimento de água e apresentou propriedades físico-químicas e mecânicas compatíveis com as exigências da normatização. Os testes realizados até a segunda etapa do projeto apresentaram resultados satisfatórios em termos de eficiência térmica e economia no consumo de energia elétrica. Na terceira etapa deste estudo, iniciada em julho de 2015, realizar-se-ão as medições e observações para mensuração da quantidade de energia elétrica economizada com o uso da água aquecida pela placa coletora.

Para a leitura e armazenamento de dados foi desenvolvido o Datalog exclusivo para o Projeto, o qual permite acompanhar as variações de temperatura da água fria e a da aquecida, do ambiente e a da saída no chuveiro, além de monitorar quaisquer alterações, em tempo real, 24 horas por dia.

O equipamento Datalog foi montado a partir de 4 multímetros, com capacidade para se medir temperaturas numa precisão de até décimos de graus Celsius e 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 utiliza um software de captura de imagens com quatro micro câmeras dispostas estratégicamente para os pontos de interesse: uma voltada para o painel de leitura contínua dos registros de dados; outra para a placa solar; uma terceira para observar o céu e uma quarta para a circulação do entorno, como câmera de segurança.

Para coleta e armazenamento das informações de leitura feitas pelo Datalog, utiliza-se um computador com dois HDs e capacidade de armazenamento de 430GB. As leituras dos dados são controladas por sensores LM35 encapsulados para isolamento dos terminais e que transmitem ao Datalog central todas as informações em tempo real.



A preocupação com o controle de temperatura da água no reservatório baseou-se num estudo realizado por Ríspoli *apud* Warmedam (1998), que identificou a presença da bactéria Legionella Pneumophila, responsável por um tipo grave de pneumonia - existem 39 tipos diferentes de bactéria, sendo 19 tipos nocivos ao homem, comumente encontrada em sistemas de aquecimento. Sua sobrevivência e proliferação ocorre em águas aquecidas; o estudo aponta que em águas aquecidas a 60°C a bactéria sobrevive por 3 minutos; a 70°C sobrevive por 8 segundos, porém, se o aquecimento for inferior a 40°C ela sobrevive por até 2h, período suficiente para ocorrer a contaminação.

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 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 retido” e retorna ao reservatório térmico por convecção, reiniciando-se o mesmo ciclo. A proporção dessas parcelas de energia em relação à quantidade total de energia incidente indica a eficiência do coletor.

A caixa foi construída com perfis de alumínio de 60mm X 25mm, nas medidas 1000mm X 1500mm, fixada com rebites e vedada internamente com selante de 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 de medida 860mm X 1400mm 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 1000mm X 1500mm e vedada com selante de silicone para vidro e alumínio, de cura acética.

A placa é fixada no telhado da residência, utilizando-se um suporte triangular nas medidas 1300mm X 950mm X 950mm; o material utilizado é o perfilado chapa 17 modular, galvanizado, perfurado, adaptável a qualquer tipo de telhado e de resistência à corrosão atmosférica; 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).

Uma descrição dos materiais utilizados para a execução do protótipo acompanhada dos custos consta da Tabela 1.

**Tabela 1:**  
**Descrição de materiais e custos**

PRODUTO	GASTO R\$
Abraçadeira nylon para lacre	1,00
Abraçadeira tipo U 11/2	1,40
Adaptador com flange 25 mm	13,95
Adaptador Flange	16,00
Adaptador soldável com flange e anel	7,50
Adaptador soldável com flange e anel 25 mm	7,50
Adesivo plástico	2,50
Araldite (adesivo)	17,50
Arruela lisa zincada 5/16	1,00*



Bucha de redução sold, curta	0,80
Caixa d'água	165,90
Cano PVC 22 mm	35,90
Cantoneira L alumínio	29,00*
Cap Aquatherm	6,78
Cap. roscável 3/4	1,50
Chapa galvanizada	40,00
Cola icopor	4,50
Cola para isopor	6,70
Cola Super Bonder	6,50
Elgin Energy	5,00
Isopor	18,00
Isopor	35,00
Luva aquaterm	5,40
Luva azul 25 mm 1/2	4,90
Luva solda marrom 32 mm	4,80
Mangueira máquina de lavar	9,00
Mangueira pt 275 trançada	5,60
Mangueira saída máquina de lavar roupas (2)	49,50
Manta asfáltica com alumínio	95,00
Massa plástica cinza	7,50
Metro de tubo marrom 1"	3,40
Niple roscável 3/4	2,40
Parafuso sextavado zinco 5/16	1,00
Placa isopor 10 mm	25,00*
Placa isopor 40 mm	8,50
Placa policarbonato 6 mm	220,00
Plastificação	12,00
Ponteira borracha preta	1,80
Ponteira borracha preta	1,80
Porca torneada 5/16	0,60
Registro esf. Máquina de lavar	18,90
Registro esfera PVC 25 mm liso 3/4	15,00
Régua alumínio 3 m	26,50
Régua alumínio bi-tubular 2m	24,90
Rolo espuma	3,00
Sapata com 4 furos externa	7,50
Silicone incolor	13,90
Spray preto fosco (3)	39,90*
Tee sold. Marrom 2 m	3,20*
Válvula ret. Horizontal metal	25,90
Veda-rosca	3,20
<b>TOTAL</b>	<b>1043,03</b>

## Conclusões/Considerações finais

Ao término da segunda etapa da pesquisa, após a apresentação dos mapas conceituais, discussão e apuração dos resultados obtidos, 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 eletromecânica e desenvolveram habilidades para essas práticas, como: usinagem, ajustes e reparos hidráulicos, pintura, reparos e adequações em eletrotécnica, dentre outras.



Não obstante a especificidade do Projeto cujo produto destina-se praticamente à área da construção civil, os alunos tiveram de adquirir conhecimentos de eletrotécnica e eletrônica para suprir necessidades durante o trabalho, como o desenvolvimento do Datalog descrito. 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 praticamente intransponíveis.

## Referências

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 às 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](http://www.tigre.com.br/_upload/catalogo_tecnico/20111007153224.pdf)> Acessado em: 13/06/2015.

Arellano, J. & Santoyo, M. *Investigar con Mapas Conceptuales*. Madrid: Narcea, S.A. Ediciones, 2009.

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

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

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

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

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

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