

## TRANSFERENCIA Y ASIMILACIÓN DE CONOCIMIENTOS A TRAVÉS DE LA CONSTRUCCIÓN DE UN KIT COMPACTO SOLAR DEMOSTRATIVO PARA EL CALENTAMIENTO DE AGUA

Jorge Marusic<sup>1</sup>

Centro de Investigación Hábitat y Energía, Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo,  
Universidad de Buenos Aires,  
CIHE-FADU-UBA, Pabellón 3, Piso 4, Ciudad Universitaria C1428BFA, Buenos Aires  
Tel.: (+ 54 11) 4789-6274 E-mail: jorgemarusic@gmail.com

Luciano Paschetta<sup>2</sup>

Colegio San Miguel Arcángel  
José María Moreno 1221, Villa Adelina, Buenos Aires

### RESUMEN

Como final de cursada, las escuelas secundarias con pedagogía Waldorf piden a sus alumnos la entrega de un trabajo en el que dejen plasmado un aporte a la sociedad. Un alumno elige realizar su trabajo sobre energías renovables y su tutor busca a un asesor en la materia. Luego de analizar con el asesor las posibilidades de aplicación en el ámbito nacional de las distintas variables junto con los recursos a su alcance, se decide construir el modelo demostrativo de kit compacto solar para el calentamiento de agua que aquí se presenta, con el que se obtuvieron muy buenos resultados pedagógicos.

**Palabras clave:** Educación, transferencia, calentador de agua.

### INTRODUCCIÓN

Para el diseño se pensó en un elemento que integre todos los componentes del sistema, que sea liviano y fácil de transportar, con el fin de evitar armados improvisados que generen pérdidas de tiempo en el horario de enseñanza y frustraciones por el extravío de elementos y componentes durante los sucesivos traslados desde el lugar de guardado hasta el de demostración; que no se necesite un espacio de grandes dimensiones para el guardado ni para realizar las demostraciones y que su instalación y conexión al suministro de agua sea muy simple (Figura 1). Por tal motivo se diseñó un elemento con un área de captación de 0,50 x 0,50m, un tanque de 14lts de capacidad con aislación térmica y envoltura final en chapa galvanizada, cañerías de conexión entre elementos con aislación térmica aluminizada que resiste los rayos UV y una estructura de sostén en perfiles de aluminio (Figura 2). Inicialmente se realizaron varios diseños quedando seleccionado un sistema termosifónico con tanque horizontal. A partir de esta decisión se confeccionaron planos simples a mano alzada que permitieron definir las dimensiones y cantidades de los distintos componentes, lográndose el cómputo de los materiales que permitió avanzar a la siguiente etapa, la obtención de los mismos por diversos medios, donaciones, fondos escolares, aportes propios, etc.



Figura 1: Modelo demostrativo terminado

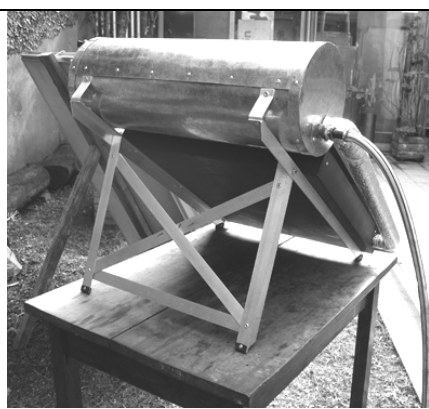


Figura 2: Estructura de aluminio y conexión a red



Figura 3: El alumno soldando la parrilla

1-Investigador y docente del Centro de Investigación Hábitat y Energía, Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo, Universidad de Buenos Aires. 2- Alumno del colegio San Miguel Arcángel.

## DESARROLLO DEL MODELO DEMOSTRATIVO

La construcción se llevó a delante en el taller del asesor y la realizó el alumno en forma artesanal pero con materiales similares a los utilizados tradicionalmente, permitiendo esto el acercamiento a las características de los materiales habitualmente empleados en estos equipos y el porque de su utilización en determinadas funciones y formas.

1-Investigador y docente del Centro de Investigación Hábitat y Energía, Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo, Universidad de Buenos Aires. 2- Alumno del colegio San Miguel Arcángel.

La caja del absorbedor se construyó con chapa de aluminio doblada a mano que permitió lograr la estanqueidad necesaria, dejando un doblez para la colocación final del vidrio con sellador. La placa captadora es del tipo parrilla con el caño colector de mando inclinado para favorecer el efecto termosifónico (Figura 3) y placas individuales de cobre soldadas al tubo de la parrilla, el conjunto se pintó con pintura de alta temperatura negro mate (Figura 4). El tanque acumulador fue construido en cobre, rodillando chapa hasta lograr un cilindro y dos casquetes repujados manualmente mediante golpes, soldando con autógena y soldadura fuerte (Figura 5). Las conexiones de entrada y salida se realizaron con caño de cobre y piezas de bronce soldadas también con soldadura fuerte. Se le colocó aislamiento de lana mineral de 30mm de espesor y una cobertura final de chapa galvanizada ajustada con remaches de aluminio. Los orificios de entradas y salidas tienen piezas de terminación que aseguran su cierre. Las cañerías de conexión entre componentes fueron realizadas en caño de cobre soldado y la unión entre el captador y el acumulador se completó con uniones dobles que permiten separar los componentes para eventuales tareas de mantenimiento. La estructura de sostén que unifica el conjunto, se realizó en perfiles de aluminio, remaches de aluminio y bulones de acero inoxidable, asegurando su rigidez y duración a lo largo del tiempo y por su forma plegable permite un rápido montaje y desmontaje del elemento, evitando pérdidas de tiempo necesario para las demostraciones.

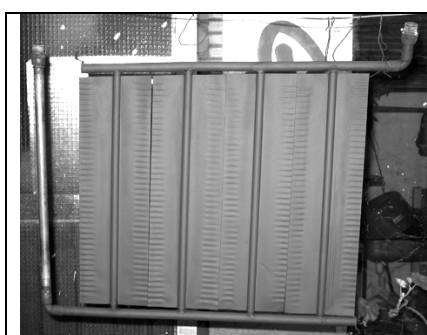


Figura 4: placa captadora terminada



Figura 5: Proceso de soldado del tanque

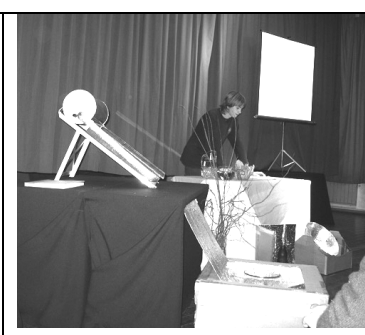


Figura 6: Presentación pública del prototipo

Una vez terminado el kit compacto solar necesitábamos realizar una prueba de su correcto funcionamiento pero por falta de sol en las oportunidades programadas no podíamos concretarla. Cuando logramos probar el equipo a pocos días de la presentación pública final y a pesar de haber realizado pruebas positivas de presión a  $3,5 \text{ kg/cm}^2$ , trabajando a  $1 \text{ kg/cm}^2$  se detectó una pérdida que obligó a desarmar el tanque, repararlo y volverlo a armar, tarea realizada por el alumno en una tarde. Luego se pudo realizar finalmente la prueba de calentamiento que arrojó como resultado en Buenos Aires, a mediados de Agosto, en un día despejado, un aumento de  $36^\circ\text{C}$  con una exposición de 5 horas a partir de las 11hs.

## METODOLOGÍA DE TRANSMISIÓN DE CONOCIMIENTOS

En una primera etapa y como parte de la metodología empleada en la colegio de pedagogía Waldorf, San Miguel Arcángel, el tutor del alumno le dio acceso a información general sobre energías renovables para que adquiriera un conocimiento básico sobre la amplia gama de posibilidades y se buscó un asesor especializado en el tema de su elección (energía térmica), por lo que fui contactado. Ya en el proceso de trabajo con el asesor, se le entregó al alumno material de lectura específica para que se informara de las características generales de los distintos sistemas solares térmicos, para después seleccionar la más afín con sus anhelos y posibilidades de desarrollo. Una vez realizado este enfoque en el que se decidió trabajar sobre energía solar térmica, se realizó el predimensionado de los componentes pensando en una aplicación demostrativa que permitiera resultados rápidos. El paso siguiente fue el desarrollo de esquemas del modelo demostrativo donde se tomó conciencia de las limitaciones que la materialización impone para el desarrollo de elementos y el volcado de ideas a la práctica, fue necesario un constante ida y vuelta para la readaptación de esquemas a las posibilidades de desarrollar elementos en la práctica. Con estos esquemas fue posible realizar el cómputo de materiales para que el alumno los adquiriera por distintos medios (compra, gestión de donaciones de materiales o dinero, etc.). Después se inició la construcción propiamente dicha donde el alumno toma contacto con los materiales componentes de los sistemas solares térmicos, su forma, textura, color e interrelación. La forma en que se llevaron a cabo las tareas de construcción fue mediante instrucciones y una demostración práctica sobre uno de los elementos para que luego el alumno completara el resto de los elementos en forma similar, esta fue la metodología práctica aplicada hasta finalizar completamente el prototipo. Como trabajo final dentro del cronograma del colegio el alumno realizó un libro, resumiendo todas las tareas realizadas a lo largo del proceso de aprendizaje, culminando con una presentación pública en la escuela, donde presentó el kit compacto solar ante sus profesores, compañeros y padres de estos, junto con otros elementos solares que desarrolló paralelamente por su cuenta y explicó a todos los presentes los conocimientos adquiridos durante el aprendizaje (Figura 6). Adicionalmente, en un viaje de estudio a las provincias de San Juan y La Rioja, realizó nuevas demostraciones sobre la aplicación de la energía solar térmica con el modelo demostrativo construido.

Si bien la evaluación del alumno no era parte de mi tarea como asesor y por lo tanto no cuento con una metodología formal, pude ver el entusiasmo generado en el por el proceso vivenciado, además de la aprobación por parte de sus profesores, tutor, compañeros y padres asistentes a la presentación. Además considero como un muy buen resultado el hecho de que el alumno quisiera continuar desempeñando tareas en el taller donde se construyen equipos comerciales, profundizando sus conocimientos.

## CONCLUSIONES

Se despertó gran entusiasmo en el alumno y con esto la voluntad de sobreponerse a las dificultades como la rotura del tanque. Imaginar, diseñar y construir un prototipo permite tener contacto con las dificultades de la materialización y al mismo tiempo la satisfacción de ver los sueños concretados, alentado a la generación de nuevos proyectos.

El tanque es demasiado grande y tarda en calentarse el agua demorando la obtención de resultados.

Necesidad de una protección térmica en la salida de agua para evitar quemaduras luego de una exposición prolongada.

Dificultad de lograrlo sin el apoyo de alguien que tenga el conocimiento y la tecnología necesaria.

## BIBLIOGRAFÍA Y MATERIAL DE ESTUDIO

Evans J M – de Schiller S, “Diseño Bioambiental y Arquitectura Solar”, Capítulos 4,6,8,9, Eudeba, Buenos Aires, 1988.

Daniel K. Reif, “Reconversión Solar, Añada Energía Solar a su Casa”, G. Gili, México, 1983.

Garreta F., Marusic J., Evans J. M. (2005), “Desarrollo de colector solar plano, tanque y equipo compacto para calentamiento de agua”. Actas ASADES 2005, 03-03/04. San Martín de los Andes, Neuquén

Chasseriaux J. M., “Conversión térmica de la radiación solar”, Librería Agropecuaria, Buenos Aires, 1990.

Kreith F., Bohn M. S., “Principios de transferencia de calor”, Ed. Thomson Learning, México, 2001

Clases teóricas en Power Point titulada “Energía Solar Térmica” dictadas en la materia Introducción a la Arquitectura Solar de la carrera de Arquitectura de la Universidad de Buenos Aires.

## ABSTRACT

Waldorf Secondary schools request their students, as their final work, to make a *contribution to society*. This paper shows the case of one of its students who chooses to work in the field of renewable energies. His tutor searches for a assessor on this field. After studying with the assessor different application possibilities in the national field with multiple alternatives within the reach of his resources, a demonstration model for a solar compact kit to warm water was developed and presented in this paper, highlighting excellent pedagogic results.

**Key words:** Education, transfer, water heater.