

## DISEÑO, CONSTRUCCION Y EXPERIMENTACION DE UN HORNO SOLAR COMO EXPERIENCIA EDUCATIVA EN EL NIVEL MEDIO DE ENSEÑANZA.

<sup>1</sup> C. Filippin, <sup>2</sup> A. Médici, <sup>3</sup> M. García, <sup>4</sup> A. Staudinger, <sup>4</sup> M. Carrasco.  
C.C. 302 (6300) Santa Rosa, La Pampa Tel Fax 0954-34222- E-mail: evigliz@inta.gov.ar

### RESUMEN

En el presente trabajo se presenta la fundamentación y los objetivos de un Proyecto Educativo Institucional para el diseño, construcción y experimentación de un horno solar. El proyecto está enmarcado en la necesidad de encauzar la capacidad técnica y humana para el fortalecimiento de las actividades innovativas en el ámbito educativo, la construcción social del saber y la cooperación en el desarrollo científico-tecnológico. El horno está formado por un reflector en forma de casquete esférico protegido con una cáscara exterior de chapa metálica. Una aislación de lana de vidrio y poliestireno expandido se ubica entre la cara interna y externa del casquete. Un vidrio y un policarbonato alveolar integran la tapa del horno. Fue factible la cocción de alimentos con el aprovechamiento de la energía solar.

### INTRODUCCION

La cocción de alimentos es una actividad cotidiana en la que intervienen factores como la salud, la nutrición, el simple placer de la gastronomía. Desde el punto de vista energético, cocinar es fundamentalmente utilizar el calor, y por lo tanto la energía, para la transformación de los alimentos. Con anterioridad al siglo XVII se realizaron experimentos para calentar y quemar sustancias. En 1767 se construyen los primeros colectores basados en el efecto invernadero, que utilizados posteriormente para la cocción de alimentos, alcanzaron temperaturas de 80°. En 1837 en el sur de Africa, un astrónomo construye una caja para medir la radiación solar y calentar alimentos. En 1868 se construye un horno solar mediante un espejo curvo para fundir diversos metales. Uno de los primeros hornos solares en España fue realizado en Barcelona, entre 1925 y 1930, constituido por una gran lente sostenida por una estructura metálica que podía girar alrededor de un eje horizontal para orientarse al sol. En 1952 se construyó en Francia un gran horno solar que consistía en un espejo parabólico. Se llegó a alcanzar temperaturas de 2.800°. En 1970 se construye el mayor horno solar nuevamente en Francia. Sherry Cole y Barbara Kerr desarrollan en Arizona, en 1970, varios modelos de cocinas solares de bajo costo. Dan Halacy fabrica su Cocina Solar 30-60 y en los años 1980 se popularizó el 'Solar Chef', de Sam Erwin y el 'Sunspot' de Bud Clevette. En 1960, las Naciones Unidas evalúa la posibilidad real de implementación y desarrollo de cocinas solares, 'la cocina solar es un instrumento idóneo y solamente es necesario un poco de voluntad y una cierta adaptación de las costumbres para poder iniciar su utilización a gran escala' (Yañez, G., 1982) (Centro de Estudios de la Energía Solar, 1994). Bernard, R. (1990), construye y experimenta una cocina solar usando un reflector asimétrico. Habeeb et al. (1990), estudia la performance de una nueva cocina solar comparada con la performance de una convencional, tipo caja. Adiciona un tubo contorneado de cobre colocado sobre una superficie absorbente para producir agua caliente. Grupp, M., 1990, considera algunos problemas técnicos de las cocinas distribuidas: no son prácticas, no son suficientemente versátiles y durables. Las clásicas cajas son prácticas en su uso pero su performance térmica es pobre. Los concentradores parabólicos poseen una buena eficiencia térmica y alcanzan altas temperaturas. Esteves, A. y Cortegoso, L., 1994, describen proyectos de cocinas solares construidas sobre la base de parábolas y reflectores exteriores. En este contexto, alumnos de 5º año Construcciones Civiles, maestros de taller y docentes diseñan, construyen y experimentan un horno solar.

### PROYECTO EDUCATIVO INSTITUCIONAL

**Fundamentación:** El presente proyecto: 'Construcción de un Horno Solar', forma parte de un Proyecto Educativo Institucional de la Escuela Provincial de Educación Técnica N°1 de la ciudad de Santa Rosa. Está enmarcado en la necesidad de encauzar la capacidad técnica y humana para promover el fortalecimiento de las actividades innovativas en el ámbito educativo, la construcción social del saber y la cooperación en el desarrollo científico-tecnológico. Se intentará a través del proyecto una verdadera integración y la internalización de contenidos, conceptuales (el saber), procedimentales (el saber hacer) y actitudinales (el saber ser). El consumo de energía convencional tiene consecuencias negativas sobre la conservación del medio ambiente, el efecto invernadero y los posibles cambios climáticos por sobrecalentamiento de la atmósfera, la lluvia ácida y su capacidad de destruir las masas arbóreas, la capacidad de contaminación de los residuos radiactivos, la capa de ozono, son facetas negativas ligadas al consumo ineficiente de la energía. Ahorro de energía, uso racional de la energía, eficiencia energética, conservación de la energía, desarrollo sustentable, etc., son contenidos conceptuales que el alumno irá internalizando en el transcurso de la investigación. Los contenidos procedimentales referidos al saber hacer, implicará la construcción y la experimentación de un horno solar.

Evaluar el recurso solar disponible en la región, medir la performance o rendimiento del horno diseñado y construido, manejar variables climáticas, integran los contenidos procedimentales. Los contenidos actitudinales, referidos al saber ser, serán un

<sup>1</sup> Investigadora de CONICET, Docente de la Escuela Provincial de Educación Técnica N°1.

<sup>2</sup> Docente de la Escuela Provincial de Educación Técnica N°1.

<sup>3</sup> Maestro de Taller de la Escuela Provincial de Educación Técnica N°1.

<sup>4</sup> Alumnos de 5º Año Construcciones Civiles I. EPET N°1

verdadero desafío. El alumno debe comprometerse socialmente, debe defender y preservar el planeta Tierra para sí y para las generaciones futuras. Debe involucrarse con el principio de equidad social, principio ligado estrechamente a la distribución del bienestar en una sociedad.

**Marco Institucional:** *Objetivo:* diseño, construcción y experimentación de un horno solar inscripto en un objetivo integrador que es, el aprovechamiento de manera racional y sostenible de los recursos naturales mejorando la calidad de vida y del ambiente. *Meta:* se analizó previamente la viabilidad y factibilidad de alcanzar el objetivo del proyecto. Es una meta, experimentar la performance del horno solar construido, ratificar o rectificar las hipótesis planteadas en el proyecto. El alumno monitorea las condiciones de temperatura alcanzada en el horno para distintas condiciones climáticas en el ambiente exterior y evalúa los distintos periodos de cocción para diversos alimentos. Evalúa costos y sus posibles reducciones. *Beneficiarios:* directamente el alumno, por su enriquecimiento científico-educativo. La enseñanza y el aprendizaje por medio de la experiencia, tanto de la fabricación como del uso de una cocina solar constituye una práctica didáctica excelente. Indirectamente, toda la comunidad. El uso de energías renovables, en este caso en particular, para la cocción de alimentos, significa reducir las emisiones de CO<sub>2</sub>, restringir la deforestación para la obtención de leña en las áreas rurales, disminuir el consumo de energía convencional. *Localización física y cobertura espacial:* el proyecto se desarrolló en la Escuela Provincial de Educación Técnica N°1, de Santa Rosa, La Pampa. Los resultados podrán transferirse a la comunidad de toda la región pampeana. *Especificación operacional de las actividades:* la construcción del horno involucro tareas de búsqueda de antecedentes, análisis de la información, diseño, dimensionamiento de las partes del horno, armado y soldadura de los elementos, pintado y protección del elemento construido. *Recursos Humanos:* participaron activamente en el proyecto, alumnos de quinto año Construcciones Civiles I, docentes, investigadores y maestros de taller.

## PRODUCTO TERMINADO

Las Figuras 1 y 2, muestran el proceso de construcción del horno solar. El horno ha sido construido con un reflector, existente en el establecimiento, en forma de casquete esférico facetado de 0,71 m de diámetro. Una cascara exterior de chapa metálica protege la aislación de lana de vidrio y poliestireno expandido. La tapa está formada por un vidrio y un poliuretano alveolar. El conjunto está montado sobre un caballete con ruedas para facilitar su deslizamiento y un pivote, según su eje principal, permite girar el conjunto manteniendo siempre la parrilla, de apoyo del recipiente, en forma horizontal. Un engranaje con una traba mantiene el conjunto en la posición deseada. Para definir la ubicación de la parrilla de soporte del recipiente fue necesario especificar la distancia focal. Se calcula la superficie lateral del casquete esférico en función de,  $2\pi r h$  ó  $\pi(a^2 + h^2)$ . Siendo  $2a=71\text{cm}$  y  $h=23,5\text{cm}$ ,  $r$  alcanza un valor de 38,6cm. El foco se ubica entonces a la mitad del radio. Si bien el 30 de Julio no está aún concluido el horno, en cuanto a su hermeticidad, se inicia la etapa de experimentación. Se analizan las temperaturas alcanzadas en el interior del horno y el tiempo de cocción de distintos tipos de comidas. Las variables climáticas exteriores son registradas por un equipo MFTOS 93. El 4 de agosto, con cielo claro, se cocina un guiso de arroz. A las 13 hs., con una radiación global sobre superficie horizontal y una temperatura ambiente de 71,4 W/m<sup>2</sup> y 8°C, respectivamente, el horno alcanza los 65°C. La comida está lista luego de 3 hs de cocción. El 7 de agosto, el horno ha mejorado su hermeticidad en el cierre de la tapa. Un kilo de matambre se coloca en la olla a las 9,30hs. A las 13 hs., con cielo claro, el horno alcanza una temperatura interior, junto a la olla, de 90°C (64,3 W/m<sup>2</sup> y 10,6 °C, de radiación global sobre superficie horizontal y 12,4°C de temperatura exterior, son registrados a las 13 hs.



Fig. 1: Armado del horno



Fig. 2: Armado del horno

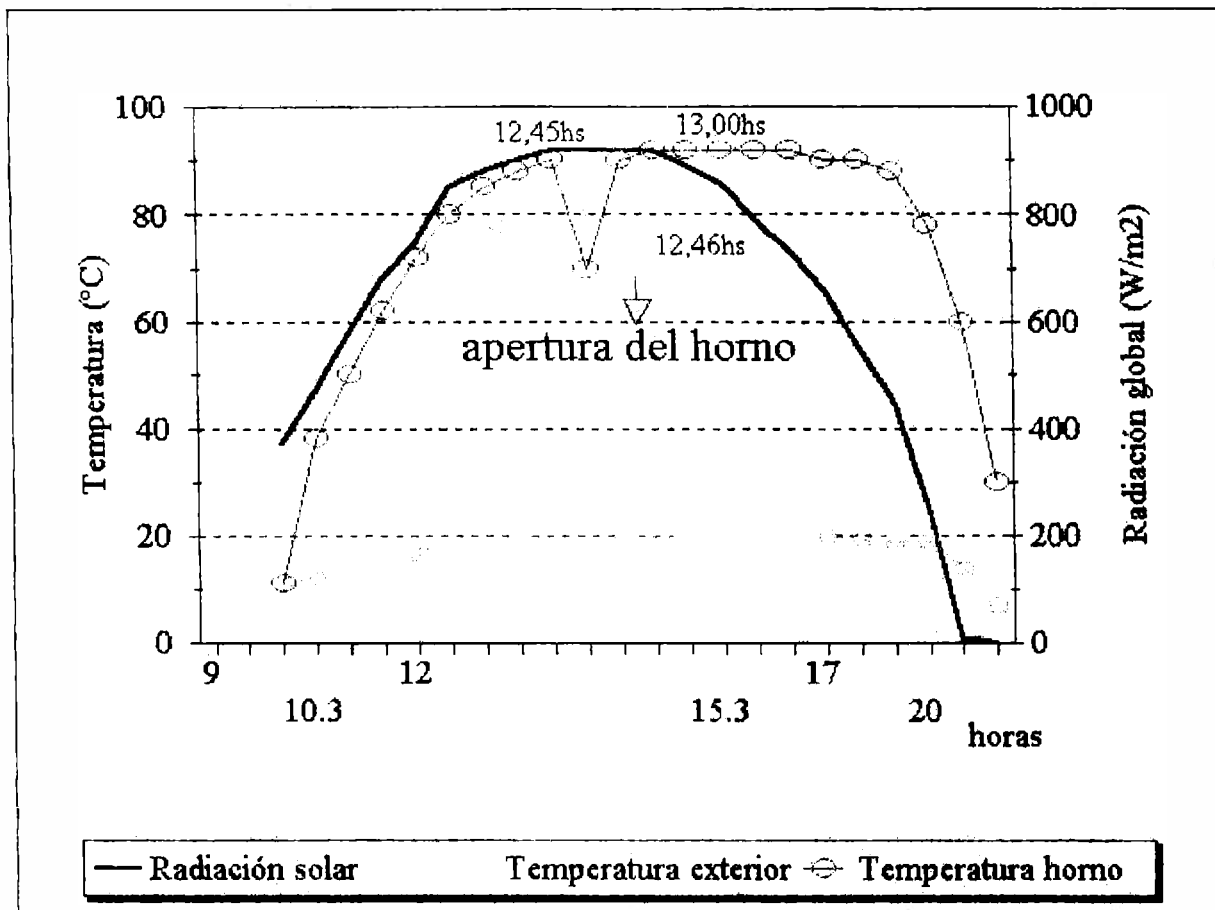


Fig. 3: Evolución de la radiación solar y temperatura ambiente para el 14 de septiembre y comportamiento térmico del horno.

La Fig. 3 muestra el comportamiento térmico del horno para el día 14 de septiembre, nuevamente con ciclo claro. Las mediciones en esta oportunidad se prolongan aún, después de sacar el recipiente. El horno pierde 20 °C en la apertura. Cerrado nuevamente, a los 15 minutos, recupera los 90°C, temperatura que aún se mantiene hasta aproximadamente las 19hs. La Fig. 4 muestra el horno terminado.



Fig. 4. Horno terminado

## CONCLUSIONES

El diseño, construcción y experimentación del horno solar, en la escuela EPET N1<sup>o</sup>, permitió fortalecer el proceso de enseñanza-aprendizaje como relación ontológica en el marco de la relación teoría-práctica, base de una experiencia educativa. Permitió fortalecer un trabajo interdisciplinario que favoreció la construcción del saber, del saber ser y del saber hacer. Fue factible la cocción de alimentos con el aprovechamiento de la energía solar. En el mes de septiembre, para un día de cielo claro, la rápida recuperación de la temperatura ante la apertura, para sacar el recipiente, permitiría incorporar un segundo alimento para su cocción. Los tiempos de cocción necesarios en el horno solar fueron más largos a los requeridos en una cocina a gas ó eléctrica. Una experiencia desarrollada por los alumnos al inicio del proyecto indicó que la cocción de un Kg de matambre en un horno eléctrico insumía una hora. El horno solar insume tres horas en el mes de agosto en un día de cielo claro.

## BIBLIOGRAFIA

- Bernard, R. (1990) Safe Solar Cooking. In Proceedings IST World Renewable Energy Congress, pp 854 -857. Reading, Inglaterra.
- Censolar, Centro de Estudios de la Energía Solar (1994) Cocinas Solares. Manual de uso y construcción. Artes Gráficas Gala, S.L., España.
- Esteves, A. y Cortegoso, L. (1994) Concurso de Diseño de Cocinas Solares. In Actas de la 17<sup>o</sup> Reunión de Trabajo de la Asociación Argentina de Energía Solar, pp 33-38. Rosario, Argentina.
- Grupp, M., (1990) Solar Cooking-Lessons from the past. Hopes for the future-. In Proceedings World Renewable Energy Congress, pp 854 -857. Reading, Inglaterra.
- Habeeb, S.K., Al-Karaghoul, A.A. y Hasson, A.M. (1990) Multi-Purpose Solar Cooker. In Proceedings IST World Renewable Energy Congress, pp 1296-1301. Reading, Inglaterra.
- Yañez, G., (1982), Energía Solar, edificación y clima. Ministerio y Obras Públicas y Urbanismo, pp.1-27. Servicio de Publicaciones, Sucesores de Rivadeneira, S.A., Madrid.