



## EXPERIENCIA PERSONAL DE 25 AÑOS CON LA TRANSFERENCIA TECNOLÓGICAS DE COCINAS Y SECADORES SOLARES EN COSTA RICA.

Shyam S. Nandwani<sup>1</sup>  
Laboratorio de Energía Solar, Departamento de Física,  
Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica (Centro América).

Tel: (506)- 2773 482, 2773 345 Fax: 2773 344, E mail: [snandwan@una.ac.cr](mailto:snandwan@una.ac.cr)

Web: [www.una.ac.cr/fisica/energiasolar.htm](http://www.una.ac.cr/fisica/energiasolar.htm)

**RESUMEN:** Con el objetivo de promover el uso de la energía solar y crear una cultura científica en la comunidad escolar, empresarial y público en general, en los últimos 25 años, se ha diseñado, construido y estudiado varios artefactos solares - térmicos y eléctricos. Además, de publicar más de 80 artículos en revistas técnicas y en las memorias de los congresos, se ha transferido y divulgado el conocimiento a través de varias charlas populares en escuelas, colegios, universidades, centros culturales y comunidades; charlas en seminarios y congresos en Costa Rica y otros 33 países, programas de Radio y TV y artículos en periódicos. Se han organizado varias actividades divulgativas como: celebración del Día del Sol, Día del medio ambiente, talleres, seminarios, congresos etc. Según las solicitudes se ha transferido tecnología a los sectores públicos e industriales, en particular con las Cocinas y Secadores solares. Se ha informado también algunos aspectos importantes para lograr que la transferencia tecnológica sea más efectiva. Muchas personas incluyéndonos fuimos beneficiados con estas actividades de transferencia del conocimiento y la tecnología

**Palabras clave:** energía solar, cocina, secador, transferencia de conocimiento, transferencia de tecnología, beneficios.

### INTRODUCCIÓN

En el año 1977, el Departamento de Física decidió crear la rama sobre la investigación en Energía Solar y más adelante promover el uso de esta fuente con el fin de:

- Ahorrar las fuentes convencionales de energía y mantener un ambiente más saludable.
- Crear una cultura científica en la comunidad escolar y público en general.
- apoyar a los empresarios/ usuarios locales en la utilización de este fuente y-o fabricación de estos sistemas. .

En este periodo se diseñaron y fabricaron diferentes artefactos entre ellos se tienen: Colectores planos, Cocinas/ Hornos Solares, Calentadores Solares, Destiladores Solares, Secadores Solares etc. En los últimos tres años se ha venido trabajando también en los proyectos prácticos de la Electricidad a partir de la Energía Solar, como por ejemplo: el estudio de paneles solares e instalaciones de los mismos, para el funcionamiento de una casita solar equipada con diferentes utensilios tales como: alumbrado, ventilador, refrigeradora, TV, horno microondas, percolador de café y un calentador solar de agua. Todos estos dispositivos están instalados en nuestro parque solar de casi 1000 m<sup>2</sup> (Figura 1), ubicado en el Departamento de Física de la Universidad Nacional, el cual fue creado para fines de investigación y promoción/ divulgación.

<sup>1</sup> Miembro- International Solar Energy Society (ISES), Alemania.  
Miembro- International Society on Renewable Energy Education (ISREE), EUA.  
Miembro- Solar Cookers International (SCI), Sacramento, CA, EUA  
Miembro- Red Iberoamericano de Cocción Solar de alimentos (Argentina,  
RICA/CYTED), Fotovoltaico (Perú, RIASEF/CYTED) y Transferencia Tecnología (Brasil RITTAER/CYTED).  
Miembro Senior Asociado, the Abdus Salam International Centre for Theoretical Physics (ICTP), Trieste, Italy.



Figura 1. Algunos artefactos solares, diseñados, estudiados e instalados en nuestro parque solar.

Aunque se ha transferido y divulgado el conocimiento adquirido en todas estas áreas, la mayor área de transferencia tecnológica ha sido sobre Cocinas y Secadores Solares, por lo tanto, se ha dirigido principalmente la temática hacia estas dos aplicaciones. Antes de explicar sobre diferentes formas de transferir nuestra experiencia, se informara en breve la construcción y funcionamiento de una Cocina y un Secador Solar, diseñada, construida y estudiada por el autor.

## INVESTIGACION

### Experiencia con la Cocción y Cocinas Solares:

En la construcción del horno/ cocina solar, diseñada por primera vez en Costa Rica, a principios de 1979, se utilizó materiales y tecnología nacional. Fue patentado a nombre de la Universidad Nacional en 1984, el cual en su versión mejorada (Figura 2, izquierda) sigue funcionando satisfactoriamente, Nandwani (1986, 1993, 2000, 2005).

Consiste en una caja de metal, dentro de la cual hay una lámina metálica de hierro galvanizado pintada de color negro mate por la parte superior. Para reducir las pérdidas de energía en la parte posterior y lateral de la lámina, se usa un aislante de calor, por ejemplo lana de vidrio. Y para reducir las pérdidas de energía por la parte superior, la fachada del colector se cubre con dos vidrios transparentes.

Para aumentar la radiación sobre la placa se utiliza un reflector de papel aluminio, pegado a la lámina de metal por la parte de afuera de la caja.

El tiempo de cocción depende de la cantidad de radiación solar, temperatura del ambiente, velocidad del viento, calidad y cantidad de los alimentos y orientación del horno etc. En un día normal, la temperatura de la placa metálica puede alcanzar hasta 140- 150° C, Nandwani (1986, 1988). En los últimos 27 años el autor y su esposa han usado este horno solar en su casa de habitación, para la preparación de todo tipo de alimentos tales como: lentejas, verduras, carnes y hasta el horneado de pan, queques, etc., Nandwani (1993).



Figura 2. Hornos/ Cocinas Solares diseñados e estudiados por el autor.

Aparte de la cocina solar convencional explicada anteriormente, se han diseñado y estudiado las que se denominan: cocina híbrido (Sol- eléctrica), cocina con secador, cocina con calentador, cocina híbrida con pasteurizador y secador, etc. (Figura 2, derecha) cuyos detalles y especificaciones ya han sido publicadas en diferentes revistas, Nandwani (2005).

## Experiencia con el Secado y Secadores solares

El secado es el proceso comercial más utilizado para la preservación de la calidad de los productos agrícolas, forestales y marinos.

En la Figura 3 (izquierda) se muestra un modelo diseñado y estudiado en 1992 por el autor en la universidad, el cual consiste en una caja de metal, cuyo fondo está aislado y tiene un cobertor de vidrio inclinado para recibir mayor cantidad de la radiación solar. En la base de este gabinete se coloca una lámina metálica pintada de negro. Los materiales para secar se ponen en bandejas perforadas, por una puerta que se encuentra atrás de la caja. Se perforan varios agujeros en la base o en una sección lateral para la adecuada entrada de aire ambiental y el parte superior se realiza la misma operación, para la salida del aire húmedo. De esta forma se logra un flujo continuo de aire sobre el producto a secar. Por la absorción de la radiación solar el aire se calienta y quita la humedad de los productos. Dependiendo de la radiación solar, la temperatura del gabinete puede llegar a 50-70° C. Casi todos los productos pueden secarse de forma satisfactoria con esta secadora, Nandwani y Fernández (1993).

Por otra parte, en el año 1997 se diseñó y construyó, una cocina con secador solar (Figura 3, centro) para uso personal en la casa, con el fin de secar los productos comunes de la casa tales como: condimentos, tomate, cebolla, banano, piña etc. Este artefacto sigue funcionando hasta la fecha. (Figura 3, derecha)



Figura 3. Secadores Solares pasivos, localizados en la Universidad y en una casa de habitación.

Como resultado de la investigación en estas y otras aplicaciones, se han publicado más de 80 artículos en revistas técnicas y las correspondientes memorias de los congresos y seminarios.

## DIVULGACION DE LA EXPERIENCIAS

La Investigación es indispensable para el desarrollo, sin embargo más importante aún es la diseminación de este conocimiento y especialmente en los países en vías de desarrollo, incluyendo Costa Rica, Nandwani (1986a, 1989), Nandwani y Rochsteiner (1995).

Según nuestra experiencia, se ha podido identificar y diferenciar los pasos mínimos necesarios para lograr el resultado de una investigación, desde un producto hasta llegar al usuario final, los cuales son:

- Tener un conocimiento básico,
- Investigar (diseñar, construir y estudiar),
- Perfeccionar, publicar los resultados en revistas especializadas,
- Usar y probar los diferentes artefactos solares, y en la medida posible experimentar en la propia casa de habitación. Esto sirve, además para el ahorro de las fuentes convencionales de energía, y a su vez para conocer los inconvenientes de uso de los dispositivos solares como usuario. Como simple investigador, es más difícil darse cuenta de estos aspectos.
- Divulgar el conocimiento a los estudiantes, potenciales usuarios e intermediarios (ONG's) a través del charlas, demostraciones y la organización de talleres prácticos, publicación de artículos en distintas revistas populares, el uso de programas de Radio y TV, etc.
- Transferir la tecnología (venta de servicios) cuando sea solicitado ya sea por las comunidades, cooperativas, ONG's y empresarios, etc.

Se podrían clasificar a grosso modo estas actividades en dos categorías: producir y transferir el conocimiento (a-e) y transferir la tecnología (f).

### Transferencia del Conocimiento

Se ha transferido el conocimiento a través de 120 charlas populares en diferentes escuelas, colegios, universidades, centros culturales y comunidades, se han impartido 200 charlas en seminarios y congresos tanto en Costa Rica como en otros 33 países,

además se ha dado una difusión a través de 64 programas en Radio y TV, se han escrito/ publicados cerca de 300 artículos en periódicos y revistas comerciales en relación con nuestras actividades y se han organizado 20 actividades divulgativas como: Celebración del Día del Sol, Día del medio ambiente, talleres, seminarios y congresos. Cabe destacar que en los talleres realizados la participación y asistencia por parte del usuarios fue bastante alta.

#### *Transferencia del Tecnología*

Con las actividades de divulgación, mencionadas anteriormente, muchas de las personas asistentes, se han comunicado para realizar las respectivas consultas, solicitar alguna demostración, un taller, un diseño o una construcción de algún dispositivo o como se le llama internamente una venta de servicios.

En general, la transferencia del conocimiento y la tecnología, ha sido de gran impacto para la sociedad. Pues se ha ofrecido una cantidad de 20 servicios técnicos a los diferentes sectores tanto públicos como industriales. A continuación se referirá a dos casos particulares: las cocinas y los secadores solares.

#### *A. Impacto en la sociedad- Cocinas Solares*

Los modelos del autor, ya están construidos y divulgados (según la literatura escrita) en diferentes países, tales como: Costa Rica, Republica Dominicana, Guatemala, Israel, Egipto, Perú, Honduras, México, Cuba, Argentina, Paraguay, Portugal, Venezuela y EUA. Solo en Costa Rica se han construido alrededor de 500 a 600 hornos solares y en Venezuela cerca de 170 de estos. Este números de dispositivos, aunque han sido producto de nuestro transferencia de conocimiento, pero mas importante debe ser por los esfuerzos propios de solicitantes y/o promotores. Puede ser que existan más cocinas, pues no siempre es posible darse cuenta. Aunque, se ha sido invitado para impartir charlas sobre las cocinas solares en distintos países, se han impartido talleres prácticos en Republica Dominicana, Guatemala, Perú (Puurra, Cusco) y Honduras, aparte de Costa Rica. En las siguientes figuras se observan algunos ejemplos. La figura 4 muestra una Cocina Solar construida por un usuario particular en Costa Rica con base en nuestra información y en la figura 5 se muestran los usos de las Cocinas Solares, por algunos estudiantes y profesores para calentar sus almuerzos en nuestra Universidad.



(4)

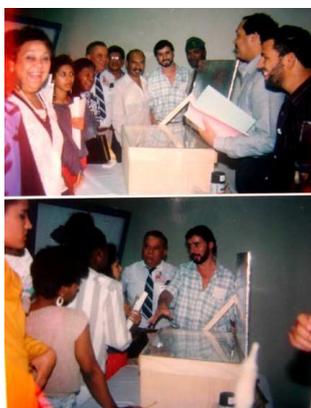


(5)

*Figura 4. Cocina Solar construido por un usuario particular en Costa Rica con base de nuestra información.*

*Figura 5. Usos de las Cocinas Solares por los estudiantes para calentar sus almuerzos en nuestra Universidad.*

La Figura 6 muestra una Cocina/ Horno Solar, construida en Santo Domingo, Republica Dominicana en el año de 1990, por el Sr. Carlos Delgado y explicada por este autor.



*Figura 6. La construcción del una Cocina/ Horno Solar, enseñado por nosotros en Santo Domingo/ Republica Dominicana en 1990*

### B. Impacto En la Sociedad- Secadores Solares

Al igual como sucede con las cocinas solares, es a través de las consultas, charlas y seminarios, que un número muy significativo de personas han construido secadores solares para usos personales. Por otro lado, según las solicitudes realizadas por las diferentes ONG's y empresarios, el autor ha diseñado y construido cuatro secadores solares de tamaño de 2- 4 m<sup>2</sup>, en las comunidades de Costa Pájaro y Puriscal, con el objetivo de secar marañón, plantas medicinales, limones, etc. La Figura 7 muestra uno de estos modelos, el cual es utilizado para deshidratar plantas medicinales, este se encuentra ubicado en una finca que se dedica al turismo ecológico y se observa el modelo que se usa para secar marañón en Puriscal.



*Figura 7. Secador Solar diseñado y construido para una comunidad en Costa Pájaro, Costa Rica, con el fin de secar plantas medicinales y otro en Puriscal para secar marañón*

### RESULTADOS DE LA EXPERIENCIA:

Este trabajo no se trata de un proyecto específico, sino más bien, un breve resumen de la experiencia acumulada en la investigación y transferencia tecnológica de los últimos 25 años hacia diferentes usuarios, según solicitudes, enfocado al tema de las cocinas y secadores solares. En el caso particular de la transferencia tecnológica, se toman algunas experiencias que se han aprendido y que se pueden resumir como sigue:

- a. No siempre los interesados muestran un mismo interés después de la realización del proyecto, que al momento de solicitar el mismo. Una razón puede ser que el proyecto no fue financiado por ellos o que no le dan un adecuado seguimiento. También es de tomar en consideración que algunos grupos tienen más interés que otros.
- b. Realizar el proyecto social en las comunidades o en otro lugar solo cuando este sea solicitado y debe contar con la participación y colaboración de los beneficiarios, sea con algún tipo de aporte ya sea dinero o por sus servicios como mano de obra.
- c. Explicar muy bien el funcionamiento y mantenimiento del sistema y dejar documentación por escrito de fácil manejo para la consulta posterior.
- d. En el caso de la divulgación y transferencia en el tema de cocinas solares, es importante entregar un librito o folleto de recetas de las comidas comunes de esta comunidad o región.
- e. Informar a los usuarios, no solo de las ventajas de los sistemas solares, sino también las posibles limitaciones de las fuentes (la radiación solar no siempre disponible debido a los cambios del clima, lluvia, noche, etc.) y algún inconveniente con el uso de los sistemas solares.
- f. Informar que la fuente, energía solar es gratis pero no el sistema solar.
- g. Es importante buscar una persona encargada y que se haga responsable del proyecto de instalación y el uso posterior.
- h. Intentar satisfacer la demanda (solicitud) de la comunidad y NO imponer el propio interés personal.

### CONCLUSIONES

Transferir la tecnología y el conocimiento es muy necesario y de gran utilidad, especialmente en los países en vías de desarrollo. Se han compartido nuestras experiencias prácticas a través de las distintas actividades: charlas, celebración del Día del Sol y talleres, con distintos grupos de personas, ONG's, investigadores, a nivel local, nacional, regional e internacionales. Para que esta transferencia sea efectiva, es muy importante tomar en cuenta algunos aspectos como la necesidad real de los interesados y buscar algún responsable para el manejo y mantenimiento de los sistemas.

Esta actividad, es beneficiosa no solo para los usuarios, sino también para los investigadores, pues con parte de los fondos obtenidos por la cuota de inscripción para participar de los distintos talleres y por la venta de servicios, etc, se ha conseguido adquirir diferentes materiales y algunos instrumentos para realizar nuevas investigaciones.

Adaptando nuestra tecnología y combinando la conservación de la energía, se podría economizar un gran porcentaje del consumo de energía convencional en nuestros países y mantener un ambiente más saludable.

## **AGRADECIMIENTO**

El autor agradece sinceramente a los señores Carlos Delgado, Otoniel Fernández, Rafael Ramírez y Lizandro Hernández por su colaboración en las diferentes fases de la construcción y la toma de datos. También agradezco a las diferentes organizaciones como: ICTP (Italia), SCI (EUA) y Redes del CYTED (RICSA, RIASEF, RITTAER y RISSPA) y ISES (Alemania) por apoyar estas actividades de la transferencia tecnológica.

## **REFERENCIAS:**

- Nandwani, S. (1986). Estudio Experimental y Teórico de un Horno Solar práctico en el clima de Costa Rica, UNICIENCIA, Universidad Nacional, Costa Rica, 3, 1 y 2, 49-58.
- Nandwani, S. (1986a). Celebration of Sun Day for promoting Solar Energy. Sun World, (Pergamon Press), 10, 3, 67-68.
- Nandwani, S. (1988). Experimental and theoretical análisis of simple solar oven in the climate o Costa Rica-I. Solar and Wind Technology, Pergamon press 5, 2, 159-170.
- Nandwani, S. (1989). Realization of various Regional activities for the promotion of Solar Energy in Costa Rica, Presentado en Conference ‘ Applied Optics in Solar Energy- III’ Ex Checoslovakia , del 2 al 6 de Octubre del 1989, publicado en la memoria , AOSE- III, p. 249- 254.
- Nandwani, S. (1993). Libro-El Horno/Cocina Solar, Hagalo Usted Mismo, Construcción, Funcionamiento y Las Recetas, Pagina 120, Editorial FUNDACION UNA- Heredia, Costa Rica, 1993.
- Nandwani, S. y Fernandez O. (1993). Experimental study of a solar cooker cum dryer in the climate of Costa Rica. ISES Conference, Budapest, Hungary, publicado en la memoria . 8. 91-96.
- Nandwani, S. y Rochsteiner R. (1995). Solar Technologies in Central America, Sun World, Pergamon Press. 9. 3, 18-20.
- Nandwani, S. (2000). Teaching concepts of Physics, I- Applied to Solar Cookers, presentado en VII International Symposium on Renewable Energy Education, Oslo, Noruega, del 15 al 18 de Junio . Publicado en CD Rom.
- Nandwani, S. (2005). My twenty five of years of experience with solar cooking in Costa Rica- Satisfactions and Frustrations, presentado en Conferencia mundial “ISES 2005 Solar World Congress”, Orlando, EUA, 6-12 de Septiembre. Publicado en CD Rom.

## **ABSTRACT**

With an objective to promote the use of Solar Energy and create scientific culture in educational, general public and industrial sector, during last 25 years we have designed, constructed and studied and published many solar devices - thermal and electric. In addition to publish more than 80 articles in technical journals and congress proceedings, we have also transferred/ disseminated the knowledge through various popular lectures at schools/colleges/universities/ cultural centres/ communities; lectures at conference/ seminar in Costa Rica and other 33 countries; broadcasted programmes on Radio and TV, articles or news related to our activities published in news papers and scientific magazines and organised various promotional activities like celebration of Sun Day, Environmental Day, seminars, workshops and world congress etc. On the specific request we have transferred technology to public and private sectors, in particular, Solar cookers and solar driers. We have also informed some important aspects so that the transfer of technology become more effective. Many persons including ourselves have been benefited with these activities of transfer of knowledge and technology

Keywords: solar energy, solar cooker, solar dryer, transfer of knowledge, transfer of technology, benefits.