

LA COCINA SOLAR

¿Es posible cocinar alimentos con energía solar? ¿Cuáles son los principios básicos que hay que tener en cuenta para hacerlo con éxito? En este artículo se presenta un modelo eficiente, económico y práctico de cocina solar diseñado por el autor, el cual fue expuesto en la muestra del Concurso Innovar 2009.

Esteban Roulet

Cocinar con el sol es quizás la forma más directa de utilizar la energía solar y es algo que, como queremos mostrar en este artículo, está al alcance de todos. La cocina solar permite resolver un problema práctico cotidiano, como es el de la cocción de alimentos. Además, la generalización del uso de estas cocinas en ciertos ámbitos podría ser de gran utilidad, ya que permiten mejorar la calidad de vida y el cuidado del medio ambiente, en base a la reducción del consumo de combustibles no renovables y al aprovechamiento de una energía que es absolutamente limpia, inagotable y gratuita. Cocinar con el sol es además una experiencia capaz de proporcionar grandes satisfacciones a quien la lleva a cabo, siendo factible en cualquier lugar en el que el cielo esté despejado.

La energía solar es muy abundante, ya que, por ejemplo, la radiación que incide sobre la superficie de la provincia de Río Negro tiene una energía que supera el consumo total de energía de toda la población del planeta. Sin embargo, no es fácil utilizarla eficientemente. En particular, la generación de electricidad utilizando *paneles fotovoltaicos* tiene una eficiencia que ronda el 10%, y con las tecnologías actuales resulta varias veces más cara que la obtenida por métodos tradicionales.

Las centrales térmicas -en las que se concentra la radiación solar para calentar un fluido que luego se utiliza para accionar una turbina y generar electricidad- son más eficientes, pero todavía resultan costosas. Otro modo de aprovechar la energía solar es en forma pasiva, para calefaccionar los hogares por ejemplo, utilizando jardines de invierno en viviendas bien aisladas térmicamente.

Palabras clave: cocina solar, energía, medio ambiente.

Esteban Roulet

Dr. en Física, Scuola Internazionale Superiore di Studi Avanzati di Trieste, Italia.

Ctro. Atómico Bariloche, Argentina.

Cjo. Nac. de Invest. Científicas y Técnicas (CONICET), Argentina.

roulet@cab.cnea.gov.ar

Recibido: 01/02/2010. Aceptado: 21/03/2010.

En lo que respecta al uso de energía solar para cocinar alimentos, dada la intensidad que tiene la radiación solar, la dificultad que se presenta es poder lograr temperaturas suficientes y que la cocción se realice en tiempos razonables. Para lograr esto es necesario concentrar la luz solar, maximizar su conversión en energía térmica y minimizar las pérdidas de calor. Cada uno de estos tres puntos requiere de una solución particular y es necesario tenerlos en cuenta de manera simultánea para poder obtener buenos resultados.

Uno de los inconvenientes que se presentan es que la energía solar no está disponible de noche y es difícil de aprovechar en días nublados. Si bien esto es inevitable, siempre será posible preparar ciertas comidas cuando haya sol para consumirlas al final de la jornada o incluso conservarlas para momentos de mal tiempo, ya sea comiéndolas frías o recalentándolas en una cocina convencional.

A continuación se expondrán algunas consideraciones generales, luego de lo cual se describirá un modelo práctico y eficiente de cocina solar, diseñado por el autor.

Hornos y cocinas solares

Hay esencialmente dos tipos de artefactos para cocinar con el sol: los llamados hornos solares y las cocinas solares.

Los hornos solares (también llamados "cocinas de caja") consisten en una caja con buen aislamiento térmico en su base y lados, mientras que en la cara superior tienen un panel de vidrio (a veces doble) por el que penetra la luz del sol. El interior de la caja se pinta en general de negro, para que la radiación incidente sea absorbida y transformada en calor. De este modo, se producirá una suerte de efecto invernadero: ingresa la radiación solar y el calor generado por ésta sólo sale con dificultad.

El recipiente de cocción se coloca en el interior de la caja (el horno) y parte de la radiación incide sobre él, aunque la mayor parte incidirá sobre las paredes del horno, llegando por lo tanto el calor en forma indirecta al recipiente. Finalmente, en la parte exterior se colocan superficies reflectoras que concentran la luz solar sobre la abertura del horno, aumentando la po-

Figura 2: Preparando el agua para el mate en una cocina reflectora diseñada por el autor.

tencia recibida por el dispositivo. Los principales elementos de un horno solar se ilustran en la Figura 1.

Los hornos solares son relativamente sencillos de construir y usar, pero, como la radiación no se concentra directamente sobre el recipiente, éste tarda bastante en llegar a la temperatura de cocción. Otra dificultad consiste en que los reflectores suelen estar en una posición fija, por lo que no se adaptan a las distintas elevaciones que tiene el sol a lo largo del día.

Las cocinas solares en cambio concentran la radiación solar directamente sobre el recipiente de cocción, por lo que éste suele alcanzar mayores temperaturas y se calienta en forma más rápida, ya que no es necesario calentar el horno.

La superficie concentradora de la luz debería ser idealmente una *parábola de revolución*, debido a que esta forma asegura que los rayos provenientes del sol converjan todos en un mismo punto, el así llamado *foco de la parábola*, que es donde debería ubicarse el recipiente de cocción. En realidad, como el recipiente tiene cierto tamaño, no es necesario que los rayos converjan todos en un mismo punto, siendo suficiente tan solo que incidan sobre algún punto del recipiente. Esto permite el uso de formas un poco distintas, con lo que la construcción del reflector puede resultar más sencilla. La mayor dificultad de las cocinas solares radica en las pérdidas de calor que sufre el recipiente, aunque también los dispositivos necesarios para orientar



Foto: E. Roulet

el concentrador y para el soporte de la olla en algunos modelos conllevan otras complicaciones.

La física de la cocina solar

Para cocinar los alimentos es necesario primero elevar su temperatura desde la del ambiente (típicamente unos 20 °C) hasta la de cocción, que suele ser la de la ebullición del agua (100 °C) para comidas hervidas, o aún mayores (entre 120 y 180 °C) para carnes, panes o tortas. La cantidad de energía necesaria para aumentar en 1 °C la temperatura de un gramo de agua es lo que se denomina una *caloría*, que es una unidad de uso frecuente para medir cantidades de calor. Por lo tanto, para calentar un litro de agua (equivalente a mil gramos de agua) desde 20 °C hasta 100 °C, es decir elevando su temperatura en 80 °C, será necesario suministrar 80 mil calorías.

Claramente cuanto mayor sea la potencia de la fuente de calor, es decir, cuanto mayor sea la cantidad de energía que suministre por unidad de tiempo, menor será el tiempo necesario para llegar a la temperatura deseada. Para medir la potencia de una fuente de energía se utilizan las unidades de kilovatios (abrevia-



Foto: E. Roulet

Figura 1: Horno solar diseñado por el autor.

do como kW). Una fuente de 1 kW de potencia es aquella capaz de entregar en cada segundo aproximadamente 250 calorías (más precisamente, 238,8 calorías), y por lo tanto ésta tardará unos 320 segundos en suministrar 80 mil calorías (ya que: $250 \times 320 = 80.000$). Es decir que una fuente de 1 kW de potencia podrá hacer hervir un litro de agua en poco más de cinco minutos (de hecho, los calentadores eléctricos de agua o las hornallas medianas tienen aproximadamente esa potencia).

Ahora bien, la radiación solar que llega a la parte superior de la atmósfera terrestre tiene una potencia equivalente a 1,4 kW por cada metro cuadrado de superficie sobre la que incide (correspondiente a un cuadrado de un metro de lado en el plano perpendicular a la dirección de los rayos solares). Debido a la atenuación que sufre la luz al atravesar la atmósfera terrestre, sólo parte de esta energía llega hasta la superficie terrestre. Por ejemplo, el cielo es azul porque la componente de la luz solar de color azul se dispersa mucho al atravesar el aire, y es esa luz dispersada la que vemos al mirar al cielo de día. Asimismo, la componente ultravioleta es (afortunadamente para los seres vivos) absorbida por la capa de ozono en la alta atmósfera. También la humedad del aire o el polvo en suspensión aumentan la absorción de la luz, especialmente en *longitudes de onda infrarrojas*. Esto hace que en un día sin nubes sea razonable considerar que la radiación solar directa que llega a la superficie terrestre después de atravesar la atmósfera tiene una potencia equivalente a aproximadamente 1 kW por cada metro cuadrado de superficie cuando el sol está cercano a la vertical, y algo menor si la elevación del sol sobre el horizonte es menor, ya que en este último caso la cantidad de atmósfera atravesada es mayor.

Por lo tanto, si pudiéramos concentrar toda la radiación que llega a una superficie de un metro cuadrado sobre un recipiente con un litro de agua capaz de absorberla completamente y sin ulteriores pérdidas de calor, ésta herviría en poco más de cinco minutos. Este tiempo es lo suficientemente breve como para seguir esta discusión con cierto entusiasmo aunque, sin embargo, varios factores hacen que esta estimación sea demasiado optimista.

Estos factores son esencialmente:

i) En general la reflexión nunca es perfecta en el dispositivo empleado para concentrar la luz y una fracción de la radiación puede ser absorbida o dispersada debido a las irregularidades de la superficie reflectora, o puede incluso no incidir sobre el recipiente a calentar si éste es más pequeño que la zona en la que se concentra la radiación.

ii) La absorción de la radiación por el recipiente de cocción nunca es total, ya que parte de ella será inevi-

tablemente reflejada por la misma superficie del recipiente.

iii) Quizás el aspecto más importante relacionado con la eficiencia del sistema es que el recipiente de cocción perderá parte de la energía que absorbió. En particular, al ir aumentando la temperatura del recipiente aumentará también la pérdida de calor, que es aproximadamente proporcional a la diferencia entre la temperatura del recipiente y la del ambiente. Las pérdidas de calor se deben a la radiación emitida por la superficie de la olla y a la convección que calienta el aire circundante (estas últimas son particularmente importantes cuando hay mucho viento). Como resultado, la energía neta absorbida, que es la diferencia entre la energía solar recibida y las pérdidas sufridas, se hace cada vez menor a medida que aumenta la temperatura del recipiente y, por lo tanto, la temperatura de éste aumenta cada vez más lentamente. Existe incluso una temperatura límite para la cual las pérdidas son tan grandes que igualan la cantidad de energía absorbida, y esto no permite que se aumente la temperatura más allá de este valor máximo. Si la temperatura límite a la que esto sucede no es lo suficientemente alta, la cocción no será entonces factible. Esta temperatura máxima depende del nivel de insolación disponible y del viento presente. También está directamente relacionada con la temperatura exterior, ya que lo que está determinado por el *nivel de insolación* es cuántos grados se puede elevar la temperatura del recipiente de cocción por encima de la del ambiente. Por último, la temperatura máxima en una cocina reflectora depende también del tamaño de la olla que se utiliza, ya que cuanto más grande sea la olla, mayores serán las pérdidas.

iv) Una cocina solar práctica de construir y utilizar suele tener un área efectiva de concentración de la radiación solar más bien cercana a medio metro cuadrado, de modo que los tiempos necesarios son mayores (algo más del doble de lo que corresponde a un metro cuadrado ya que al ser menor la potencia, los efectos de las pérdidas de calor tienen un impacto mayor).

La combinación de todos estos factores hará que el tiempo necesario para llegar a la temperatura de cocción sea varias veces superior al estimado inicialmente. Típicamente hará entonces falta algo más de media hora para hacer hervir un litro de agua con una cocina de medio metro cuadrado. Si al agua se le agrega por ejemplo un kilogramo de papas, será necesaria alrededor de una hora para que éstas puedan llegar al hervor (lo que sugiere también minimizar la cantidad de agua que se usa para cocinar alimentos).

Como ejemplo ilustrativo, si la radiación solar en la superficie terrestre tiene una potencia de 1 kW/m^2 y el área concentradora es de $0,5 \text{ m}^2$ pero sólo el 90% de la radiación se concentra sobre la olla y ésta sólo ab-

sorbe el 90% de la radiación que recibe, la potencia absorbida por la olla será:

$$Q = 1 \frac{kW}{m^2} \times 0.5m^2 \times 0.9 \times 0.9 = 0.4 kW$$

Por otra parte, una olla pierde energía por radiación y convección a razón de entre 2 y 4 W (donde $1 kW = 1000W$) por cada grado centígrado de diferencia entre la temperatura de la olla T y la del ambiente T_a (el valor preciso de este coeficiente de pérdidas, que denotamos como P , será mayor cuanto más grande sea la olla). Por lo tanto, la temperatura máxima T_{max} que se puede alcanzar se obtendrá igualando la energía recibida con las pérdidas, es decir,

$$Q = (T_{max} - T_a) \times P$$

lo que implica que

$$T_{max} = T_a + \frac{Q}{P}$$

Para una temperatura ambiente $T_a = 20^\circ C$ y considerando $P = 3 W/^\circ C$ esto corresponderá a unos $150^\circ C$, que es una temperatura lo suficientemente alta como para poder cocinar distintos tipos de comida en tiempos razonables.

Notemos que esta discusión se aplica al caso de cocinas solares. Para los hornos solares, la temperatura final no dependerá prácticamente del tamaño de la olla que se utilice, estando determinada en cambio por las pérdidas de calor del horno mismo, que se producen principalmente a través del panel de vidrio. Claramente es difícil reducir el tamaño del vidrio sin reducir a la vez la potencia recibida por el horno, siendo éste el factor que limita la temperatura máxima que se puede alcanzar en un horno solar. Un vidrio doble podría ayudar a reducir las pérdidas de calor; sin embargo, como cada panel de vidrio refleja aproximadamente el 5% de la radiación incidente, esto también reduciría la potencia recibida.

Es importante tener en cuenta que una vez que el agua alcanza el punto de hervor, no se conseguirá aumentar su temperatura más allá de los $100^\circ C$ aumentando la cantidad de energía; esto sólo aumentará la cantidad de agua que se evapora. Por lo tanto, una vez que se logre la temperatura del hervor, sólo será necesario compensar la pérdida de energía del recipiente para poder mantener la temperatura de cocción. Esto también significa que la cocina solar, una vez que alcanza la temperatura necesaria, no requiere de mayor cantidad de tiempo para la cocción de los alimentos respecto del necesario en una cocina convencional.

Por otra parte, es de destacar que al estar el calor distribuido más uniformemente en la olla, en general no hay riesgo de que los alimentos se quemen, y al

realizarse la cocción más suavemente, éstos preservan mejor su textura y sabor.

Algunas de las estrategias que se deben adoptar para lograr una mayor eficiencia son:

i) Se debe maximizar el área colectora del reflector, dentro de lo razonable para que la cocina sea fácilmente utilizable, de modo que aumente la potencia recibida.

ii) Para concentrar la luz se deben utilizar superficies que reflejen lo máximo posible, si bien en general siempre se debe adoptar un compromiso entre la calidad del material, el costo, su disponibilidad y practicidad de uso. Por ejemplo, el vidrio espejado es muy buen reflector pero es un material frágil y de difícil uso en superficies no planas. Las planchas de acero inoxidable son casi igualmente buenas reflectoras, son resistentes y más maleables, pero son pesadas y no muy económicas (por otra parte las superficies muy espejadas pueden producir reflejos molestos o daños para la vista, por lo que es recomendable utilizar superficies levemente difusoras). El cartón o las planchas de madera (como el fibrofácil o la madera terciada) con papel de aluminio encolado en una de las caras son buenos reflectores, livianos y económicos, lo que los convierte quizás en la opción más interesante. Un inconveniente que pueden presentar es que se deterioran con la humedad, aunque con un buen cuidado pueden ser utilizados durante varios años.

iii) La cocina debe ser fácilmente orientable para adecuarse a las posiciones cambiantes del sol a lo largo del día.

iv) Se debe utilizar un recipiente de cocción negro, lo más opaco posible, de modo que absorba la mayor parte de la radiación que incida sobre él. Es conveniente que el recipiente sea liviano así se calienta más rápidamente.

v) Se debe colocar la cocina en un lugar reparado del viento.

Construcción de la cocina CRISOL

Describiremos ahora un modelo de cocina solar de diseño propio que es sencillo de construir y utilizar, basado en un concentrador cilindro-parabólico (ver Figura 3). Este invento fue seleccionado para la muestra Innovar del 2009, organizada por el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva. La construcción de esta cocina es relativamente sencilla y se realiza en unas pocas horas, utilizando elementos fácilmente disponibles y económicos. La he apodado CRISOL, acrónimo de Cocina por Reflexión de Irradiación SOLar.

Ésta es quizás la cocina solar eficiente más práctica que existe. Este diseño fue seleccionado para ser presentado en la muestra Innovar realizada en el Cen-

Foto: E. Roulet



tro Cultural Borges de la ciudad de Buenos Aires en octubre del año 2009.

Esta cocina es plegable, por lo que resulta fácil guardarla y transportarla. Su costo es de unos 50 pesos, lo que resulta comparable al costo de la olla que se debe utilizar. Las herramientas necesarias para fabricarla son un serrucho, una lima, una tijera y un taladro con mecha de 0,4 cm.

Para construirla se necesitan dos planchas de fibrofácil (nombre común del MDF, que es fibra de celulosa prensada) de 0,3 cm de espesor. Las medidas de estas planchas en centímetros son: una plancha de 60 x 100 y otra de 60 x 130. Conviene comprarlas directamente cortadas, lo que simplifica la tarea y además permite transportarlas más cómodamente. En una de las caras de cada plancha se debe encolar papel aluminio utilizando cola vinílica (lo más conveniente es utilizar cola para empapelar paredes), que se debe distribuir con un pincel ancho o un rodillo de modo que cubra toda la superficie. Una vez encolado el papel aluminio, es conveniente pasar un trapo húmedo sobre éste, haciendo presión desde el centro hacia los bordes de modo de eliminar las burbujas de aire que pudieran haber quedado atrapadas. Dejar secar luego al menos un par de horas. Es recomendable utilizar fibrofácil que ya venga con una de sus caras pintadas (las hay en distintos colores, similar madera, etc.), ya que esto preserva el material de la humedad, y utilizar la otra cara para encolar el papel aluminio. Se pueden utilizar los rollos de papel aluminio para cocina que se venden en supermercados (típicamente tienen 28 cm de ancho y 5 m de largo), aunque es recomendable utilizar los rollos más anchos (de 38 cm de ancho o

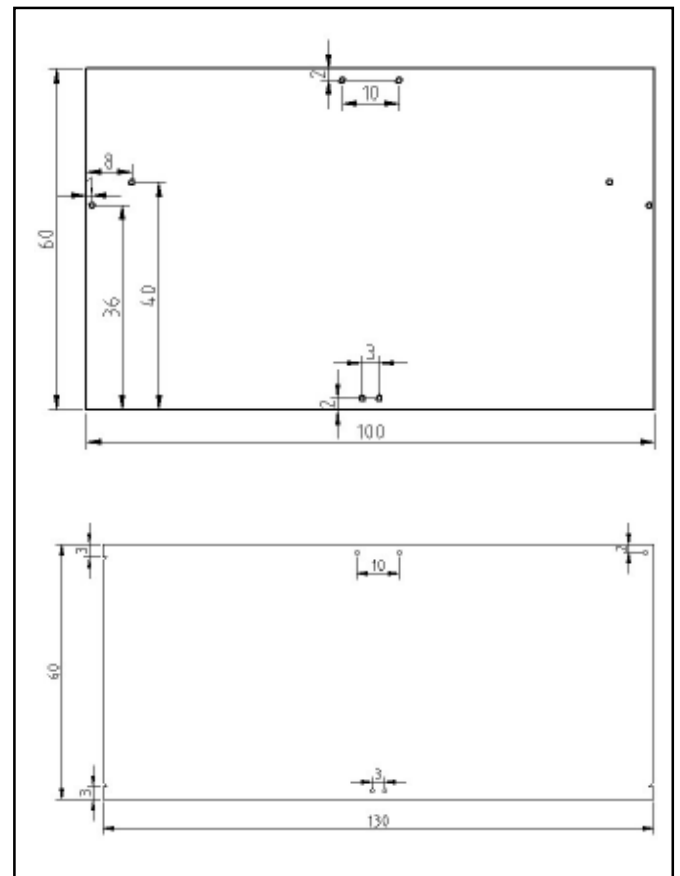
Figura 4: Medidas (en cm) de las planchas de fibrofácil y posición de los agujeros.

Figura 3: Cocina CRISOL en versiones de distinto tamaño.

más), que se venden en papelerías especializadas, ya que resultan algo más resistentes.

Realizar luego con mecha de 0,4 cm los orificios que se indican en la Figura 4. Atar las planchas con un cordel, uniendo los agujeros indicados como A en la Figura 5 (es conveniente utilizar cordeles sintéticos y después de cortarlos quemarles las puntas para que no se deshilachen). Atar luego cordeles de 25 cm en los agujeros indicados como B, que se usarán para encastrar entre sí las dos planchas utilizando las ranuras en C. Pasar cordeles de 40 cm por los agujeros indicados como D y atarlos con un nudo. Éstos servirán como manija para manipular y transportar la cocina cómodamente. Colocar por último un cordel de 140 cm como se indica en la figura, uniéndolo en un extremo en el agujero E y colocándole la planchuela de 3 x 8 cm en el extremo F (ver Figura 6).

Para construir el soporte sobre el que se apoya la olla se deben cortar dos trozos de fibrofácil de 20 x 11 cm. A éstos se les debe encolar papel metálico en ambas



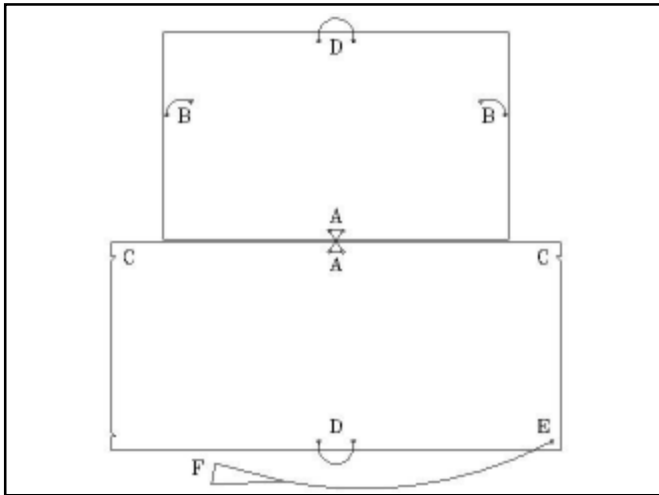


Figura 5: Cocina CRISOL armada.

caras, y una vez seco realizar en su mitad unos cortes de 0,4 cm de ancho, que lleguen desde un borde hasta el centro, de modo de poder luego encastrar las dos planchuelas entre sí formando una cruz (ver Figura 6).

Para armar la cocina, primero curvar la plancha grande y enganchar el cordel largo en la esquina opuesta, y encastrar luego las otras dos esquinas en los cordeles correspondientes (B), como se ilustra en la Figura 7. La longitud final del cordel largo debe ser tal que la plancha cilíndrica una vez armada quede con los bordes separados por una distancia de un metro.

Para este modelo de cocina solar el área efectiva que concentra la radiación sobre el recipiente de cocción es de aproximadamente 0,4 m², con lo que se pueden alcanzar en días sin nubes temperaturas entre 120 y 170°C (según cual sea el tamaño de la olla) y se puede hacer hervir un litro de agua en aproximadamente 40 minutos. Dada la forma en que se concentra la luz en esta cocina en el foco del cilindro parabólico, es decir, a lo largo de un eje paralelo a la plancha parabólica y a unos 17 cm del vértice de la parábola, será necesario colocar la olla centrada a esa distancia del punto de unión entre las planchas. Conviene utilizar una olla alta (de más de 10 cm de altura) para aprovechar una mayor cantidad de radiación, y colocar la olla sobre las planchuelas, ya que esto permite ubicarla correctamente y que reciba radiación desde abajo. Esto impide a su vez que se caliente demasiado el fibrofácil, evitando que se arruine el pasto que pudiera estar debajo de la cocina.

Las planchas estándar de fibrofácil vienen en un tamaño de 260 x 183 cm, de modo que se pueden construir tres cocinas a partir de una plancha completa. Tener más de una cocina es útil ya que permite cocinar varias cosas simultáneamente -del mismo modo

que las cocinas convencionales tienen varias hornallas- y de este modo se aprovechan más eficientemente los momentos de buen tiempo. Recomendamos construir las cocinas de a una, para poder ir perfeccionando la técnica de construcción en base a la experiencia adquirida. También es fácil construir modelos más grandes o más pequeños, simplemente multiplicando todas las medidas por un factor constante. Las medidas sugeridas permiten manipular la cocina cómodamente, siendo a la vez lo bastante grandes como para alcanzar temperaturas suficientes y permitir cocinar en tiempos razonables.

Cómo utilizar la cocina solar

Para utilizar la cocina solar es importante tener presente la trayectoria que realiza el sol a lo largo del día, la cual, debido a la rotación de la Tierra sobre su eje, se desplaza desde el Este, donde el sol se levanta al amanecer, hacia el Oeste, donde se pone al atardecer. Tanto la duración del día (es decir la cantidad de horas con luz solar) como la elevación de la trayectoria del sol en el cielo dependen de la época del año y de la ubicación geográfica (en particular de la latitud) del lugar. Por ejemplo, en la Figura 8 se muestra esquemáticamente el desplazamiento del sol para una ubicación correspondiente a unos 40° de latitud Sur, que es el caso del norte de la Patagonia. El sol se desplazará más cercano a la vertical en zonas menos distantes del Ecuador (a menor latitud) mientras que lo hará más cerca del horizonte en zonas ubicadas a mayor latitud.

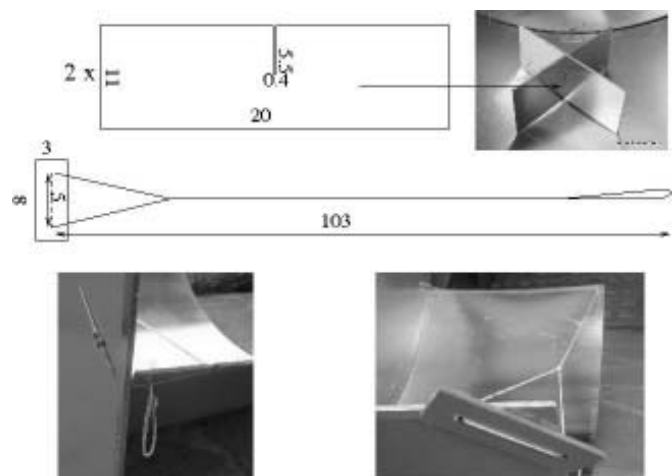


Figura 6: Detalles de las planchas para el soporte y el dispositivo de encastre.



Figura 7: Armado de la cocina CRISOL.

Foto: E. Roulet

Queda claro que en invierno habrá una menor cantidad de horas de luz. Por otra parte, al ser la elevación del sol sobre el horizonte menor en esta estación, los rayos deberán atravesar una mayor cantidad de atmósfera y por lo tanto llegarán más atenuados hasta nosotros, por lo que la radiación solar resultará más débil. Esto, sumado a las menores temperaturas exteriores, hará que el uso de la cocina solar represente ciertamente un desafío mayor en el período invernal.

Otro aspecto a tener en cuenta consiste en la diferencia entre la hora solar, que es la indicada en la figura anterior, y la llamada hora local, que es la que marcan los relojes y que normalmente es la misma en todo el territorio de un país, salvo en los muy extensos. El sol llega a su altura máxima durante el día a las 12 horas solares, pero esto sucederá para distintas horas locales en cada ubicación geográfica. La hora local T_M a la cual el sol pasa por su altura máxima, es decir la correspondiente al mediodía solar, está relacionada con la longitud geográfica del lugar L y el huso horario local N (que es la diferencia entre la hora local y la hora

medida en el meridiano de Greenwich, en nuestro caso $N=-3$ para Argentina) por la expresión $T_M=(12+N+L/15^\circ)$ h (existe una pequeña corrección a esta relación debida a efectos como el de la elipticidad de la órbita terrestre, pero a efectos de este trabajo no resulta necesario contemplar esto aquí). Por ejemplo, en Viedma, que está situada a una longitud geográfica $L=63^\circ$, el sol pasa por su altura máxima cuando el reloj indica la hora $T_M=(12-3+63^\circ/15^\circ)$ h = 13.2 h, lo que se corresponde con las 13:12 horas indicadas por el reloj. En cambio, en Bariloche, que se sitúa a una longitud $L=71^\circ$, un cálculo similar nos indica que lo mismo sucede a las 13:44. Notar que hay la misma cantidad de horas de sol antes que después de las 12 horas solares (que son entonces el verdadero "mediodía"), mientras que no sucede lo mismo respecto de las 12 horas marcadas por el reloj. Notar también que en verano puede cambiar el huso horario para ahorrar energía, de modo que en ese caso habrá que tener en cuenta la diferencia de una hora durante ese período.

Al orientar la cocina solar, siempre será conveniente apuntarla anticipando el movimiento del sol y orientándola entonces hacia la posición que ocupará el sol 15 ó 20 minutos después, de modo de no necesitar reorientarla hasta pasada media hora o más. Esto se logra apuntándola levemente hacia el Oeste de la posición del sol. Para orientar correctamente la cocina solar es útil mirar la sombra que se produce sobre los lados de la misma, que deberá ser simétrica cuando la cocina apunta directamente al sol. Esta cocina se utiliza en dos posiciones distintas según cuál sea la altura a la que se encuentra el sol. Cuando la elevación del sol respecto del horizonte es menor que 45° , en cuyo caso la sombra de una persona es más larga que su altura, conviene colocarla con la plancha plana en la base (panel derecho de la Figura 9), mientras que si la elevación del sol es mayor que 45° es conveniente apoyarla sobre la plancha parabólica, como se ve en el panel izquierdo. Esto maximiza la cantidad de luz que incide sobre la olla y permite cocinar eficientemente a cualquier hora del día.

Siempre será conveniente retirar el recipiente de cocción y trabajar fuera de la cocina cuando se quieran agregar ingredientes o ver el estado de cocción de la comida para no tener la molestia de la luz reflejada sobre la vista o de recibir gran cantidad de radiación sobre la mano. También es necesario utilizar un guan-

Figura 8: Movimiento del sol en distintas estaciones del año para una latitud de 40° Sur. Para lugares en el hemisferio Norte, la figura estaría invertida, es decir que, mirando hacia el Sur, el sol saldría por la izquierda y se pondría por la derecha.

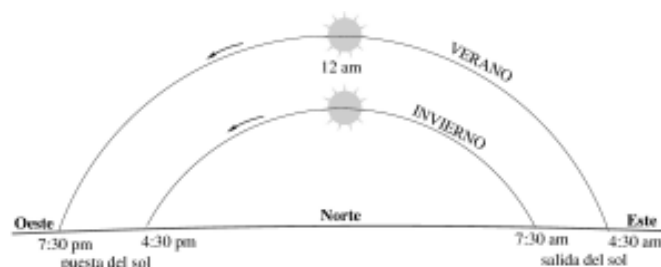


Figura 9: Posicionamiento de la cocina CRISOL para distintas elevaciones del sol.

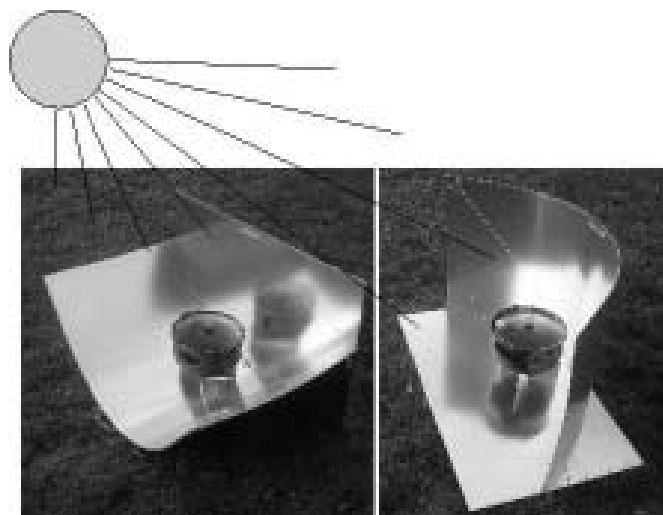


Foto: E. Roulet

te o una agarradera para manipular o destapar la olla, ya que ésta normalmente se calienta mucho. En particular, el asa de la tapa de la olla puede alcanzar temperaturas superiores a los 200°C, por lo que, si fuera de plástico, convendrá reemplazarla por una de material más resistente al calor.

Es importante evitar destapar la olla durante la cocción, ya que de hacerlo se pueden perder varios minutos hasta restablecer la temperatura que se tenía anteriormente. Es decir, conviene tratar de colocar los ingredientes al comienzo y dejar la olla cubierta hasta que la cocción esté terminada, guiándose por el aroma de la comida o el tiempo transcurrido para saber cuándo estará lista, y si hay que agregar ingredientes en la mitad de la cocción hacerlo lo más rápido posible.

Por último, notar que las verduras como las berenjenas, los morrones o las calabazas se pueden cocinar directamente sin agua. Para cocinar el arroz recordar que colocando dos tazas de agua por cada una de arroz no hará falta colarlo. Cuando se cocinan panes o tortas, no destaparlos hasta que estén dorados y luego dejarlos cinco minutos parcialmente destapados para que termine de salir el vapor y así evitar que la masa quede húmeda.

La cocina CRISOL que se describió aquí es además interesante para difundir el uso de la energía solar en una de sus aplicaciones más directas, generando al mismo tiempo una mayor conciencia respecto del medio ambiente y del aprovechamiento de las energías renovables. De hecho, experiencias como dar una charla sobre este tema en un ámbito universitario o cocinar un pan en un jardín de infantes demostraron que la cocina solar despierta un profundo interés, tanto en los grandes como en los más chicos.

Y ahora sí, solo falta que pongan manos a la obra y comprueben ustedes mismos que es posible cocinar con el sol.

Glosario:

Paneles fotovoltaicos: dispositivos que consisten en una superficie con celdas de silicio que convierten la radiación solar en corriente eléctrica.

Parábola de revolución: superficie descrita por una parábola que gira sobre su eje.

Longitudes de onda infrarrojas: tanto la luz como los rayos X o las ondas de radio son ondas electromagnéticas, difiriendo en la longitud de las ondas asociadas. Del mismo modo, los distintos colores corresponden a distintas longitudes de onda visibles, siendo las azules más cortas que las rojas. Las ondas infrarrojas son aún más largas que las rojas y no son visibles al ojo humano. Algo menos de la mitad de la energía de la radiación solar se halla en longitudes de onda visible, menos del 10% en longitudes ultravioletas (más cortas que las violetas) y aproximadamente la mitad se halla en longitudes de onda infrarrojas.

Lecturas sugeridas

The solar cooking archive. En URL: solarcooking.org/espanol/default.htm