

MANUAL EXPERIMENTAL DE INSTRUCCIÓN DE  
MANUFACTURA Y USO DEL KIT DIDÁCTICO  
DEL CALEFÓN SOLAR DE BAJO COSTO

K D C S B C

**Elaborado por “SoSol – Sociedade do Sol”**

MANUAL DEL PROFESOR  
VERSIÓN 1.0 BETA EXPERIMENTAL – NOV / 2003

El equipo de “SoSol” agradece el envío de observaciones y críticas para rápida corrección y enriquecimiento del presente manual

Teléfono: [55] (11) 3039 8317  
e-mail: [info@sociedadedosol.org.br](mailto:info@sociedadedosol.org.br)  
site: [www.sociedadedosol.org.br](http://www.sociedadedosol.org.br)

# Sumario

## 1 INTRODUCCIÓN

- 1.1 Mensaje al profesor
- 1.2 Sol, hombre y energía
- 1.3 Proceso de calentamiento del agua para bañarse en Brasil
- 1.4 La propuesta de la “Sociedade do Sol”
- 1.5 El origen del CSBC
- 1.6 El funcionamiento del CSBC

## 2 EL KIT DIDÁCTICO DEL CSBC

- 2.1 Presentación
- 2.2 Materiales del KIT didáctico del CSBC
- 2.3 Montando el KIT didáctico del CSBC
- 2.4 Descripción de montaje de los colectores
- 2.5 Descripción de montaje del tanque de agua
- 2.6 Juntando el tanque de agua al colector solar

## 3 KIT DIDÁCTICO DEL CSBC EN SALA DE AULA

- 3.1 Orientaciones para un buen funcionamiento
- 3.2 Planeando el aula
- 3.3 Planeando la evaluación
- 3.4 Realizando experiencias con el KIT didáctico del CSBC

## 4 CONSIDERACIONES FINALES

- 4.1 Proyectos Interdisciplinarios en la “Sociedade do Sol”
- 4.2 Bibliografía
- 4.3 Lista con sugerencias de proveedores
- 4.4 Dirección y contactos

Este material fue elaborado por el equipo del CSBC de la “Sociedade do Sol”, con el apoyo del Profesor Roberto Ramos Matajs. Los elaboradores autorizan su libre utilización en ambiente didáctico, desde que sea mencionado el origen.

Nuestro equipo espera comentarios, ya sean de críticas, sugerencias, indicaciones de fallas ortográficas o gramaticales, nuevas visiones técnicas o por nuevas e interesantes aplicaciones didácticas.

# 1 INTRODUCCIÓN

## 1.1 Mensaje al profesor

La “Sociedade do Sol” tiene como uno de sus objetivos la diseminación latino americana de tecnología que permita montar e instalar un sistema de calentamiento solar de agua de bajo costo en las casas de las comunidades más carentes. La “Sociedade do Sol” está convencida que la escuela, además de la función de educar, ejerce sobre sus alumnos una influencia positiva en el modo de pensar y actuar. Los profesores, por medio de las actividades escolares, orientan la adquisición de conocimientos y mejoran las actitudes y el comportamiento de sus alumnos tornándolos ciudadanos conscientes, críticos y actuantes.

La posibilidad de poder contar con la participación de los profesores de la enseñanza primaria y secundaria en la diseminación de esta propuesta, permitirá un avance significativo en el número de alumnos que conocerán la energía presente en la irradiación solar por medio de esta tecnología y que podrán actuar también como diseminadores de la misma.

En esta propuesta los profesores presentan a sus alumnos los conceptos básicos de la Energía Solar y demuestran, utilizando el KIT DIDÁCTICO del CSBC (KD CSBC), cómo ocurre el calentamiento del agua en un Calefón Solar. Esta presentación experimental será un evento inolvidable para los alumnos de todos los grados y años, ya que además del contenido conceptual podrán constatar en la practicado hecho el calentamiento del agua.

La “Sociedade do Sol” preocupada en acelerar la participación de los profesores en este proyecto, inició en marzo de 2004 en San Pablo - Brasil, la donación de KIT's didácticos en lotes de 50 unidades para las escuelas catastradas. Este manual acompaña el KIT didáctico, en él se encuentran sugerencias de experimentos que pueden ser explorados por profesores de diferentes grados y años.

*Los tres experimentos sugeridos en este manual posibilitan al alumno observar el calentamiento del agua en diferentes situaciones. Caso el profesor tenga condiciones de construir dos KIT's, podrá realizar al mismo tiempo experiencias comparativas, permitiéndole al alumno analizar los resultados y percibir cómo la alteración de una simple variable ejerce influencia sobre el calentamiento del agua.*

La “Sociedade do Sol” espera que, por el bajo costo y la extrema simplicidad de montaje de los KIT's, sea posible que la Secretaria de Educación, las escuelas, los profesores, los representantes de las comunidades, asuman la multiplicación y también la manufactura de estos KIT's, llevándolos a todos los alumnos de todas las escuelas latino americanas. Para ello, consta en este manual el material necesario y el procedimiento de montaje del KIT. El material puede ser encontrado en ferreterías o en negocios de materiales para construcción y podrá ser montado por el propio profesor en compañía de sus alumnos, siempre con el apoyo técnico de esta Sociedad.

## 1.2 Sol, hombre y energía

El planeta Tierra recibe diariamente una gran cantidad de energía solar. Esa energía realiza diferentes funciones benéficas para los seres vivos y provoca fenómenos naturales esenciales para el mantenimiento de la vida en el planeta. El ser humano a lo largo de la historia se preocupó en aprovechar la energía solar transformándola en otras formas de energía, como térmica, mecánica y eléctrica. Para ello desarrolló diferentes tecnologías que utilizan la energía luminosa para calentar agua, mover molinos y barcos, cocinar alimentos y actualmente producir electricidad. En este momento será comentada solamente la generación de energía térmica solar.

Los colectores térmicos solares fueron desarrollados a partir del momento que se percibió la posibilidad de aprovechar la energía del sol para calentar agua. Al pasar de los años los colectores fueron siendo perfeccionados y junto con otras partes, tanques de agua, tuberías y duchas, formaron el sistema solar de calentamiento de agua. La energía irradiante, luz y radiación infrarroja, incide sobre la superficie negra de los colectores. La energía absorbida se transforma en calor y calienta el agua que está en su interior. Esa agua ya caliente, por ser más liviana, comienza a moverse en dirección al tanque de agua que se encuentra arriba de los colectores, dando inicio a un proceso natural de circulación llamado de termo-sifón, que dura mientras haya una buena irradiación solar. Resumiendo, en el ambiente del Calefón Solar el proceso termo-sifón resulta en una transferencia térmica, llevando el calor generado en la colector para el agua que se encuentra en el tanque, siendo la propia agua el medio de transferencia térmica.

### **1.3 El proceso de calentamiento del agua para bañarse en Brasil**

Brasil es un país de clima tropical con temperaturas medias anuales en torno de 20 °C. En invierno, en algunos estados del Norte y Noreste la temperatura es superior a esa media. En situación contraria en los estados de la región Sur y Sureste, durante esa misma estación, la temperatura puede alcanzar valores muy bajos. Esa variación de temperatura, principalmente durante el invierno, no permite que el agua tal como es proveída sea utilizada directamente para bañarse, necesitando un calentamiento complementario.

En Brasil, el equipo escogido para realizar esa función fue la ducha eléctrica. Ella está presente en más de 95% de los hogares brasileños ofreciendo condiciones de confort satisfactorias en el momento de bañarse. Su alto grado de difusión se justifica por su facilidad de instalación, operación y mantenimiento, asociado a su bajo costo.

La mayor parte de los modelos disponibles en el mercado posee llave seleccionadora para las estaciones del año o llave que describe posiciones de temperatura. Esa llave, asociada al control del caudal de agua, permite compensar la variación de la temperatura ambiente del agua a lo largo del año y mantener su calidad satisfactoria para bañarse. Gracias a esa tecnología la mayor parte de los brasileños puede bañarse diariamente con agua caliente, que relaja y renueva el ánimo. Esto es algo impensable en otros países cuya energía eléctrica proviene de usinas termoeléctricas, cuya eficiencia en el uso del combustible fósil (petróleo, gas natural y carbón) es muy baja, algo en torno de 25%, los restantes 75% corresponden a una energía térmica que usualmente se pierde.

Se estima en media entre 8 y 10 minutos el tiempo necesario para bañarse diariamente. Sin embargo, para algunas personas este tiempo puede prolongarse hasta 30 minutos. A fin de mes, sumados todos los minutos diarios del baño, la ducha representará aproximadamente 40% del valor de la cuenta de energía eléctrica de la residencia popular.

Estudios realizados por el Programa de conservación de energía eléctrica - PROCEL demuestran que entre 18:00 y 19:00 horas, en 50 % de las residencias hay por lo menos una ducha eléctrica funcionando. Ese acumulo de duchas eléctricas conectadas coincide con el período de mayor consumo de energía eléctrica, conocido como el horario de punta. Entre el horario de 17:00 y 20:00 horas las concesionarias de energía eléctrica necesitan mantener un suministro de potencia eléctrica superior al valor medio diario.

Normalmente, ese incremento del suministro es hecho por medio de sobrecarga de las hidroeléctricas o por el accionamiento temporal de las usinas termoeléctricas, que además de proveer energía emiten gas carbónico, el gas del calentamiento atmosférico.

#### **1.4 La propuesta de la “Sociedade do Sol”**

La “Sociedade do Sol” consciente de los efectos causados por esa forma de calentamiento del agua, procuró desarrollar una tecnología de calefacción de bajo costo que posibilite al usuario reducir el gasto con energía eléctrica manteniendo la misma satisfacción ofrecida por la ducha eléctrica. Con esta acción la “Sociedade do Sol” espera alcanzar algunos resultados en el área ambiental y social.

En el área ambiental se espera que ocurra una reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub>, proveniente de las usinas termoeléctricas, así como el mantenimiento del agua acumulada en los depósitos de las usinas hidroeléctricas.

Para los usuarios de esta tecnología, aplicada en el modo “Hágalo usted mismo” o bricolaje, se espera que, además de la elevación de la calidad de vida y de la reducción del consumo de energía eléctrica, haya un refuerzo de su auto-estima y de su conciencia de ciudadanía, ampliando inclusive su independencia a las actuales estructuras de distribución de energía.

Con el avance de la diseminación de esta tecnología en Brasil, se espera favorecer también a todas las residencias excluidas de los servicios de las concesionarias de energía eléctrica (3 millones), ejerciendo así un papel social que rescata la dignidad de las comunidades carentes y desproveídas de esa energía.

#### **1.5 El origen del CSBC**

La idea de acelerar el desarrollo del CSBC se inició después que el equipo original fue invitado por el SEBRAE (Servicio Brasileño de Apoyo a las micro y pequeñas Empresas) para ocupar el *stand* paulista en la exposición industrial de la ECO 92, donde el primer prototipo del CSBC fue públicamente presentado. En aquel

evento, dos grandes desafíos ambientales eran discutidos: la reducción de los gases contaminadores y el uso de tecnología basada en energía limpia.

De 1992 a 1998 el equipo se dedicó a estudiar métodos para transformar el prototipo en un modelo de aplicación nacional. Con la inclusión en el CIETEC - Centro Incubador de Empresas Tecnológicas de USP/IPEN, en enero de 1999, la investigación y el desarrollo se aceleraron mucho y el primer modelo definitivo del CSBC fue presentado públicamente a fines de 2002.

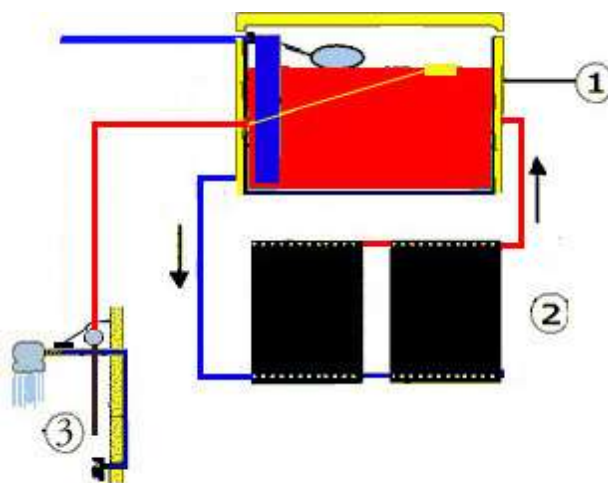
La posibilidad de poder aprovechar o adaptar las instalaciones hidráulicas de la ducha y la utilización de materiales de bajo costo disponibles en el mercado, fue fundamental para este avance. Entre esos materiales se incluyen: la ducha eléctrica, el tanque de agua, la placa de cielorraso y los caños de PVC.

La asociación dada entre los materiales de bajo costo y el aprovechamiento de las instalaciones hidráulicas residenciales permite que la inversión realizada para montar un CSBC sea recuperada entre 4 y 8 meses, esto gracias a la economía de energía eléctrica.

## 1.6 Introducción al funcionamiento del CSBC en una residencia popular

El funcionamiento del sistema CSBC puede ser explicado con mayor facilidad si se divide todo el sistema en tres partes fundamentales. Observe la numeración en la figura 1. A seguir, lea cómo funciona cada parte de este sistema.

**Figura 1. Representación de las piezas de un CSBC**



### 1. Tanque de agua caliente

Tiene la función de almacenar el agua calentada por el colector solar. Con el calentamiento, el agua presente en el interior de los colectores se mueve hacia el tanque de agua. Simultáneamente el agua estocada en el tanque se mueve hacia el colector, dando inicio a un proceso de circulación natural del agua, denominado termo-

sifón. Este proceso, representado en la figura por las flechas, dura mientras haya una buena irradiación solar.

El tanque de agua debe recibir un aislamiento térmico externo para evitar la pérdida de calor por sus laterales y por la tapa. Muchos materiales pueden ser utilizados para esa finalidad, como por ejemplo, telgopor, papel de diario, aserrín, césped picado y seco, o alfombras. En el interior del tanque existen dos flotadores que controlan la entrada y salida del agua. El primero es un flotador tradicional de válvula que libera la entrada del agua fría proveniente de la red pública. El otro es un flotador para tanque de agua llamado de pescador. Su finalidad es llevar hacia la ducha el agua del tanque que esté con mayor temperatura. Normalmente el agua más caliente está en la parte más alta del volumen almacenado. Además de esos dos flotadores existe, verticalmente conectado a la canilla del flotador de válvula un caño, cuya función es la de llevar el agua de la calle suavemente al fondo del tanque, evitando la turbulencia que podría mezclar el agua caliente y fría presentes en el tanque.

## 2-Colectores solares simplificados

Tienen la función de calentar el agua. Los colectores son fabricados con placas de cielorraso de PVC o (brevemente) de polipropileno alveolar de interior acanelado. La ausencia de las usuales coberturas de vidrio no permite que ellos calienten el agua tanto como los colectores tradicionales. Esto trae ventajas, como la reducción de costos con la posibilidad de uso de tubos de PVC de agua fría, la reducción de pérdidas térmicas del sistema, la eliminación del peligro de que el agua muy caliente pueda herir a niños u otros.

## 3-Mezclador de agua caliente

El mezclador es una válvula esférica con mariposa que lleva un mango de PVC acoplado a su mariposa. Cuando el usuario mueve este mango libera agua para la ducha. Ese agua proviene del flotador pescador, integrante del tanque de agua. Caso la temperatura del agua caliente esté abajo de lo esperado, el usuario puede complementar el calentamiento accionando la ducha eléctrica a través de un “dimmer”, (controlador electrónico de potencia) acoplado a la entrada del caño metálico de la ducha. Con el “dimmer” se eleva la temperatura del agua solamente lo necesario. El tradicional registro de agua fría siempre será utilizado cuando el usuario sienta la necesidad de esfriar el agua o cuando quiera bañarse con agua fría.

## **2 EI KIT DIDÁCTICO DEL CSBC (KD CSBC)**

### **2.1 Presentación**

El KIT Didáctico fue proyectado para permitir que, en un intervalo de una clase, el profesor demuestre a los alumnos cómo ocurre el calentamiento del agua utilizando la luz solar. La elevación de la temperatura del agua será mucho mejor observada en días ensolarados. En días nublados también habrá elevación de temperatura, mas a lo largo de un período mayor que el del intervalo de una clase. Por esta razón se recomienda que la clase experimental sea realizada en un día ensolarado, para que los resultados sean observados durante el decorrer de la misma clase.

Caso su escuela ya haya recibido un KIT Didáctico del CSBC, usted podrá ir directamente para el tópic **CSBC en sala de aula** y leer las sugerencias antes de iniciar la realización de los experimentos. Si su escuela todavía no lo recibió, el siguiente tópic le dará las orientaciones necesarias para montar su propio KIT Didáctico. Si le es posible o permitido, monte siempre dos unidades del KD CSBC. Los equipos en conjunto le permitirán realizar experiencias comparativas mucho más interesantes que con el Kit individual.

Se sabe que los profesores ya realizan innumerables actividades extra clase y que al principio, podrán hesitar al tener que preparar una actividad más, en tanto, sugerimos que el montaje sea hecho con la participación de los alumnos durante la clase en el laboratorio. De esta manera todos los alumnos que participen del montaje tendrán una expectativa mayor para ver el funcionamiento de esta simple tecnología. El KIT Didáctico del CSBC es de tamaño reducido, permitiendo que sea transportado con facilidad del interior de la sala de aula hacia un ambiente abierto.

### **KIT didáctico del CSBC instalado en el patio**



## **2.2 Materiales del Kit didáctico do CSBC**

El KIT didáctico es montado con piezas disponibles en ferreterías y negocios de materiales para construcción. Su manufactura requiere algunos cuidados, ya que existen momentos durante su montaje en que se necesitan manosear herramientas cortantes. Al realizar la manufactura del Kit con la ayuda de los alumnos, es necesario que el profesor supervise las tareas, certificándose que ningún alumno corra peligro durante el montaje. Caso el profesor prefiera realizar el montaje sin la ayuda de los alumnos, en algunos momentos precisará que alguien lo ayude para sostener algunas



piezas que precisan ser serradas, pegadas, agujereadas o encajadas durante el proceso de manufactura del Kit.

La lista a seguir describe las piezas, las herramientas y los complementos necesarios para montar un KD CSBC. Al lado de cada ítem, en la columna de la derecha, aparece su finalidad en el montaje. Así el profesor conseguirá orientarse e identificar cada ítem durante la manufactura del Kit.

<b>Cant.</b>	<b>Lista de piezas</b>	<b>Finalidad</b>
	<b>Tanque de agua</b>	
01	Contenedor de plástico con cuerpo y tapa transparente, de 5 a 12 litros tipo "Tupperware"	Depósito de agua
02	Niples de 1" de PVC blanco con rosca externa. Diámetro externo de 32mm, interno de 25mm, marca Akros	Unir el depósito a los tubos flexibles, permitiendo el flujo de agua
02	Uniones sencillas (cuplas) de PVC negro 1" con rosca interna, para electroductos	Prender los nipples al depósito, evitando pérdidas
01	Termómetro de alcohol (escala de -10 °C a 110 °C)	Medir la temperatura del agua
	<b>Colector</b>	
01	Placa de cielorraso de PVC alveolar modular con interior acanelado 1,25 x 0,65m (marca Medabil o Confibra)	Montar dos colectores negros
01	Adaptador de PVC marrón 25mm x ¾"	Escurrir el agua al concluir los experimentos. Se cierra con el Tapón abajo
01	Tapón PVC blanco de ¾"	Para cerrar la salida de agua proveniente del adaptador
02	Codos de PVC marrón soldable de 25 mm	Unir el colector a los tubos flexibles
03	Tapones de PVC marrón de 25 mm	Usado en la prueba de pérdidas después de pegar el colector
0,7m	Tubo de PVC marrón 32 mm externo	Demostrador de montaje del colector CSBC original (maqueta)
1,5m	Tubo flexible amarillo ¾" (25 mm externo)	Permitir el flujo de ida y vuelta del agua entre la colector de cielorraso y el tanque
1,8m	Tubo de PVC marrón 25 mm diámetro externo	Permitir el montaje de entrada y salida de agua en el colector y para hacer la columna de apoyo

<b>Cant.</b>	<b>Lista de Herramientas</b>	<b>Finalidad</b>
01	Metro	Hacer las medidas de corte en la placa de cielorraso y en los caños
01	Soldador o taladro con broca 3 mm p/ acero	Hacer los agujeros guías en el caño de PVC marrón de 25 mm
01	Pincel de 1" a 2" o rodillo	Pintar las placas de cielo raso de PVC
01	Espátula flexible con punta redonda, tipo mezclador de café/azúcar	Aplicar el pegamento sobre la unión del tubo PVC y la placa de cielorraso
01	Sierra de extremidad libre con hoja para acero	Cortar y abrir el surco en los caños
01	Sierra circular de 32/33 mm de diametro	taladrar el contenedor transparente para recibir los dos nipples
01	Lima redonda	redondear la punta de los surcos

<b>Cant.</b>	<b>Lista de complementos</b>	<b>Finalidad</b>
01	Lija 120	Lijar las aristas y superficies
01	Adhesivo epoxi bi-componente Araldite 24 h (40 g total)	Unir la placa y el tubo de 25 mm
mínimo	Alcohol de limpieza 96 Grados	Retirar la grasa de los lugares de adhesión y de pintura
01	Talco mineral	Espesar el adhesivo epoxi
01	Cinta crepe	Limitar el área de pintura y facilitar la fijación del colector al piso
01	Cinta veda rosca, ancho 19 mm	Facilitar el montaje, permitiendo el deslizamiento de las conexiones en las puntas del colector

01	Diario	Apoyo de la placa de cielorraso sobre la superficie de trabajo
100 ml	Esmalte sintético negro mate	Pintar las placas de cielorraso
01	Tabla plana de 80 x 15 cm	Guía para prender el caño durante la confección del surco
8	Clavos de 4 cm	Presionar el caño sobre la guía de madera
1	lápiz	Marcar los caños de 25 mm y de 32 mm antes de cortarlos
1	Regla de 70 cm u otra estructura recta	Guiar el lápiz para demarcar el caño

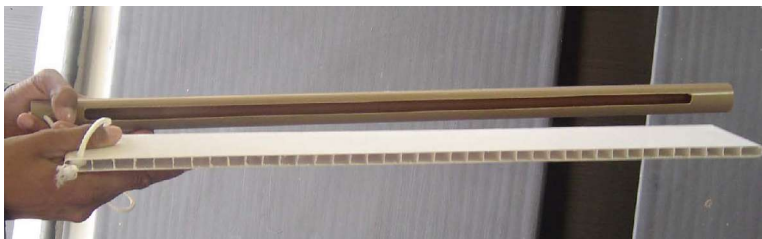
### 2.3 Preparación antes de iniciar el montaje

Utilizando el arco de la sierra como extremidad, corte el tubo de 25 mm marrón en 2 pedazos de 70 cm cada uno. El resto del caño será utilizado para hacer la columna de sustentación del colector solar. Sobre la tabla plana fijar los 8 clavos de 4 cm para prender los tubos de 70 cm durante el corte de los surcos. Fije los clavos espaciadamente para que toda la extensión del tubo quede presionada durante la ejecución de los surcos y cortes.

Utilizando la extremidad libre del arco de sierra, corte una tira de 8 cm de la placa de cielorraso de PVC (integrante del demostrador del colector) y al resto de la placa córtela en dos mitades iguales de aproximadamente 58 cm cada una. Para montar el Kit será utilizada solamente una de las mitades, la otra servirá para montar un segundo Kit caso el profesor desee.

La tira de 8 cm cortada de la placa del cielorraso de PVC servirá de muestra para los alumnos que no participaron del montaje del Kit. Su finalidad es demostrar cómo el agua circula en su interior y cómo es el encaje de la placa al caño, que después del proceso de montaje y pintura forman una única pieza. Para esto, el profesor podrá seguir la secuencia 1 a 4 descrita en el tópico 2.4, con el caño de 32 mm de PVC marrón. Observe cómo deberá quedar la pieza de muestra en la foto a seguir.

#### maqueta demostrativa del montaje del colector original del CSBC



La introducción de la tira de 8 cm de la placa de tabique en el tubo de PVC de 32 mm debe ser fácil, sin que parezca una unión floja, permitiéndole al interesado una presentación simple y convincente.

El termómetro será utilizado para medir la temperatura del agua durante los experimentos. El profesor podrá colgarlo dentro del contenedor por medio de un alambre, colocarlo boyando en el agua o fijarlo en la tapa, procurando mantener el bulbo rojo dentro del agua. Independientemente a la manera como el termómetro sea colocado, es importante que el alumno consiga ver la escala a través de la superficie translúcida de la vasija y pueda fácilmente anotar las medidas observadas durante los experimentos.

## 2.4 Descripción de montaje del colector

1. Fijar uno de los tubos marrones de 70 cm a la tabla plana. Utilizando el lápiz y la regla demarcar el área donde será hecho el surco de 61,5 (ancho de la placa alveolar menos 1 cm) x 1,1cm. Centralice ese surco de manera que las puntas de los caños queden con 4,5 cm de largo cada una.



2. Hacer una perforación interna sobre el área demarcada, para la introducción de la sierra de extremidad libre. Esta perforación puede ser hecha con un soldador o con el auxilio de un taladro, con broca de 3mm. No respire el humo del caño de PVC, es tóxico.



3. Introducir la punta de la hoja de la sierra e iniciar el corte. Haga movimientos lentos siguiendo el trazado, para no abrir un surco mayor o menor que lo necesario. En las puntas del surco, hacer cuidadosamente un corte transversal para poder retirar la tira de PVC.



4. Una vez realizados los dos cortes y retirada la tira, dar acabamiento con la lija en las superficies cortadas y redondear, con lima redonda las extremidades del surco, hasta alcanzar el ancho original de la placa alveolar, de 61,5 cm. En seguida limpiar con alcohol.



**Observación:** Antes de proseguir el montaje repita la secuencia de 1 a 4 en el otro caño de PVC 25 mm, así como con el caño de PVC 32mm (maqueta), midiendo 70 cm en cada uno de ellos.

5. Escoger una de las mitades de la placa de cielorraso, lijar sus extremidades y encajar 0,5 cm de placa en el surco de cada tubo. Limpiar con un trapo embebido en alcohol todas las superficies que serán pegadas, y tomar cuidado para no poner más las manos sobre ellas.



6. Colocar la placa sobre una camada de 7 mm de papel de diario apoyada en una superficie horizontal. (Así se mantendrá la posición correcta de los tubos en relación a la placa). Preparar sobre una chapa limpia una cantidad adecuada de adhesivo bi-componente mezclado con talco mineral, permitiendo que el adhesivo quede pastoso.



7. Utilizando una espátula, pasar la mezcla de talco y adhesivo en las dos líneas a lo largo de los 2 contactos tubos/placa del lado superior del colector. Al día siguiente, dé vuelta el conjunto tubos/placa y repita la operación de pegamento en el otro lado.



8. Después de 24 horas, y **después de la prueba de pérdidas descrita abajo**, lijar ligeramente una de las fases del colector y limpiarla con un trapo humedecido en alcohol. Pintar la fase con esmalte sintético negro mate usando pincel o rodillo, inclusive el área donde fueran pegados los tubos y la parte superior de los propios tubos. Use la cinta crepe en los tubos, para un acabado limpio en la transición con y sin pintura. Dejar sin pintura tan sólo 3 cm de las extremidades de los tubos para futuro encaje de los componentes de PVC.



**Prueba de Pérdidas:** Antes de la pintura, coloque el colector en pie, apoyado en uno de los tubos. Sin aplicar el adhesivo PVC, conectar en una de las extremidades superiores un codo de 25 mm marrón y tapar con los tapones de 25 mm PVC marrón las otras 3 extremidades. Encajar el tubo flexible amarillo de 1,5m en la extremidad del codo y mantener el conjunto en la posición. Despeje por el tubo flexible aproximadamente 4 litros de agua en el interior del colector, hasta que el agua transborde la punta del flexible. Durante 15 minutos observar si no hay pérdidas en las regiones que fueron pegadas. Si las hay, secar todo y reforzar el adhesivo en los lugares en que haya pérdidas. Realizar nuevamente el test de pérdidas

## 2.5 Descripción de montaje del tanque de agua

1. Escoja una de las laterales y marque un agujero a una altura de 2,5 cm arriba del fondo. Centralizar la broca para cajas de 32 mm en la marca del agujero, y con la ayuda de un alumno inicie la perforación

Repita toda la operación en la lateral opuesta observando la altura antes de agujerear. Lijar las aristas internas y externas de los dos agujeros.

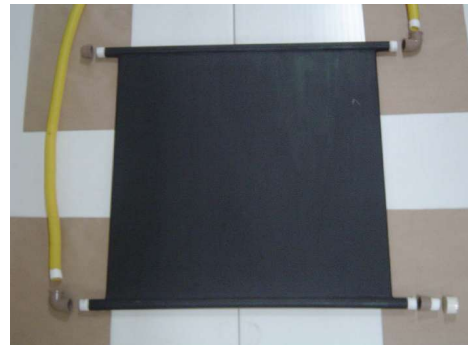


2. Encajar en cada uno de los agujeros, un niple de PVC blanco con rosca 1" de dentro para fuera. Rosquear las uniones sencillas (cuplas) de PVC negro 1" en la parte externa de los nipples, hasta que se apoyen en la superficie lateral del contenedor. Apretar ligeramente para evitar pérdidas. La unión sencilla (cupla) del tubo flexible debe ser un poco maleable, permitiendo ser rosqueada hasta el tope del niple.



## 2.6 Juntando el tanque de agua al colector solar

1. Apoyar el colector en una superficie horizontal. Pasar la cinta veda rosca en camada fina en las 4 puntas del colector. Tapar a presión la punta superior izquierda del caño con el tapón marrón soldable de 25 mm. Tapar, a presión, la punta inferior derecha del caño con el adaptador marrón 25 mm x 3/4", rosqueando con cinta veda rosca el tapón blanco de 3/4". En las otras dos extremidades, encajar a presión los 2 codos marrones de 25mm.



2. Cortar el tubo flexible amarillo en dos pedazos. Uno con 100 cm y el otro con 50 cm. Conectar una de las extremidades del tubo flexible de 1,00 cm a la lateral izquierda del tanque de agua y la otra en el codo izquierdo del colector. Conectar una de las extremidades del tubo flexible de 50 cm a la lateral derecha del tanque y la otra punta al codo superior derecho del colector. Usar cinta veda rosca en las puntas de los tubos flexibles. Caso el largo de los pedazos del flexible no sea adecuado, el profesor puede adecuarlos a sus necesidades.

Después de esta secuencia de encajes el Kit didáctico del CSBC está montado.



### 3. EL KD CSBC EN SALA DE AULA

**Potabilidad:** los materiales termoplásticos comerciales tienen aditivos que dependiendo del origen de estos pueden producir agua no potable, por cuestiones de principio no permitales que los alumnos beban de esta agua calentada por el Sol.

#### 3.1 Orientaciones para un buen funcionamiento

Para que sus experiencias tengan suceso la instalación del Kit didáctico del CSBC necesita de algunas orientaciones antes del inicio de cada experimento.

##### Altura del tanque de agua

Apoye el tanque de agua sobre una silla permitiendo que quede más alto que el colector.

##### Llenando el tanque de agua

Con el auxilio de un alumno, mantenga la placa en la posición como muestra la figura arriba. Desconecte la punta superior del caño flexible de 100 cm y, utilizando una manguera o jarra, vaya colocando agua en este flexible. El agua comenzará por llenar el colector hasta alcanzar el tanque. Cuando el agua comience a surgir en la otra punta, reconecte la punta superior del caño flexible de 100 cm en la lateral del tanque y termine de llenarla adicionándole agua al propio tanque. Acuérdesse que cuanto menor el volumen de agua más rápido se calentará. El volumen mínimo de agua debe ser el suficiente para cubrir los niples de entrada y salida del tanque. Asegúrese de que no sobró aire en el colector, su presencia impide la circulación y el calentamiento del agua en el tanque. Después del término de los experimentos diarios, por una cuestión de higiene, respecto a lo aspecto potabilidad y para evitar la procreación de dengue, vacíe el agua del KD CSBC., abriendo el tapón blanco  $\frac{3}{4}$ ".

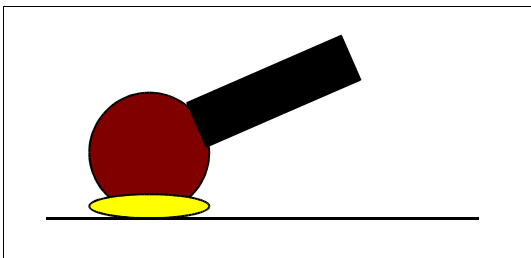
##### Dirección e inclinación de la placa negra

El KD CSBC alcanzará su eficiencia máxima de calentamiento con la placa negra orientada hacia el norte geográfico. La inclinación en relación a la superficie de apoyo es de un valor pro medio de 20 grados, (El valor de la inclinación correcta en la intalacion solar proffisional és igual a la latitud local mais 10 grados). Para evitar el acumulo de burbujas de aire en el interior de la placa, el lado derecho debe quedar más alto que el lado izquierdo.

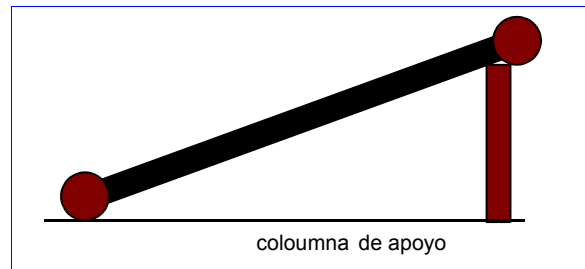
### Fijación de la lámina negra

Colocar unas tiras de cinta crepe, con el pegamento del lado externo, en las partes inferiores del colector que están en contacto con la superficie del suelo para evitar que el panel deslice. La parte superior de la lámina debe quedar apoyada sobre la columna de 20 cm, hecha con el pedazo de caño que sobró al inicio del montaje de la placa.

**Fig. 2 - Detalle de la cinta crepe**



**Fig. 3 - Detalle de la columna**



### **Fin del montaje y de las orientaciones.**

Felicitaciones Profesor, su herramienta solar de trabajo está lista. Caso haya montado dos KITS, (lo ideal) sus dos herramientas solares de trabajo están listas para muchas e interesantes experiencias.

### **3.2 Planeando la clase**

Profesor, independientemente del grado o año en que esté trabajando, existen diferentes maneras para iniciar el estudio sobre la utilización de energía Solar. En principio, el profesor en su posición de mediador, deberá detectar y activar los conocimientos e ideas previas de los alumnos sobre el tema. Para ello, podrá presentar imágenes o reportajes de diarios, revistas e Internet, que demuestren la aplicación de la energía solar en beneficio de la sociedad.

A seguir, con base en los conocimientos previos demostrados por los alumnos a respecto del tema, el profesor presentará algunas informaciones complementares sobre calentamiento de agua que juzgue necesarias para el acompañamiento de la clase experimental.

**Caso el profesor necesite de una fuente de consulta, búsquela, entre otras, en el site de la “Sociedade do Sol”. Adapte el lenguaje y el nivel de las informaciones de acuerdo con el grado en que esté trabajando. Vea en**

[www.sociedadodosol.org.br](http://www.sociedadodosol.org.br) Projeto ASBC>dicas técnicas>irradiação solar en Brasil o principales fórmulas técnicas. Sugerimos una lectura completa del Site. Existen muchas informaciones aplicables en sala de aula. Es un buen momento para entrenar seu idioma portugués.

### 3.3 Planeando la evaluación

La propuesta principal de la aplicación experimental del Kit didáctico del CSBC es permitir al profesor demostrar cómo el agua puede ser calentada con la utilización de la energía solar. Una vez concluido el experimento, el profesor encerrará la actividad de la forma que le parezca mejor. Caso el profesor desee hacerlo a través de evaluaciones, sugerimos que antes de iniciar su clase, estipule cuáles serán los contenidos que desea evaluar.

Caso desee evaluar solamente los contenidos conceptuales elabore un cuestionario con algunas preguntas o situaciones problemas relacionadas a los conceptos desarrollados en este tema. Para ello las informaciones complementares que pasó para los alumnos, antes del experimento, servirán de bibliografía para el cuestionario.

Si pretende evaluar los contenidos actitudinales, elabore un cuestionario y organice un debate donde el alumno tenga que posicionarse, con base en sus principios éticos. Uno de los objetivos de este experimento es demostrar que es posible calentar agua sin la necesidad de energía eléctrica ou de otra fuente energética. De esta manera, el alumno podrá cuestionar los beneficios o maleficios de la aplicación de esa tecnología para atender a las personas menos favorecidas o desproveídas de energía eléctrica.

Caso necesite evaluar los contenidos procedimentales, elabore un cuestionario relacionado al procedimiento experimental, al material utilizado o sobre el montaje del experimento. El nivel de las preguntas debe ser orientado de acuerdo con el grado que el alumno está cursando, buscando siempre que sea posible contextualizar con algún otro contenido que esté siendo estudiado en el momento. Esta contextualización no precisa ser hecha solamente con la disciplina de Ciencias Naturales o Física, puede tener una interacción con matemática, geografía e historia. Esta interacción permitirá que otros profesores retomen el asunto y enriquezcan la adquisición de conocimientos.

### 3.4 Realizando experimentos con el KD CSBC

Comience el experimento enfatizándoles a los alumnos que el objetivo principal es percibir el calentamiento del agua a través de la energía solar. A seguir, nombre las partes que componen el Kit didáctico y explique cómo será hecho el experimento.

Si le parece necesario que los alumnos registren algunas informaciones del procedimiento experimental solicíteles que llenen un informe de acuerdo con el nivel de escolaridad del grupo. Después observar el ítem **3.1 Orientaciones para un buen funcionamiento** e inicie realizando el primer experimento.



## 1ª Experiencia: Calentamiento solar de agua

### Procedimiento experimental

Como el calentador ya está expuesto al Sol cubra el colector con pedacitos de diario evitando calentamiento

1. Coloque el termómetro en el interior del depósito de agua en contacto con el agua.
2. Tape el tanque de agua e retire la cobertura de diario del colector.
3. Registre el valor inicial de la temperatura marcada en el termómetro.
4. A cada cinco minutos, anote nuevamente la temperatura.
5. Después de 30' abra la tapa y sienta la temperatura del agua.
6. Al terminar, caso no haya más experimentos en aquel día, retire el agua soltando el tapón de PVC blanco conectado a la punta inferior derecha del colector.

## 2ª Experiencia: Aislamiento térmico

Repetir el procedimiento experimental de la primera experiencia colocando alrededor del depósito, aislantes térmicos tales como, diario, telgopor, alfombra, etc.

En este caso la temperatura deberá aumentar en valor y velocidad. El aislamiento térmico disminuye la pérdida de calor a través de las laterales del tanque.

## 3ª Experiencia: Pérdida de calor

Repetir el procedimiento experimental de la primera experiencia con la tapa del tanque abierta. En este caso la velocidad del crecimiento de la temperatura deberá disminuir, pues el agua perderá calor por evaporación.

Caso el profesor tenga condiciones de construir dos kits, podrá realizar al mismo tiempo dos experiencias diferentes permitiéndole al alumno analizar los resultados y percibir cómo la alteración de una simple variable influye en el calentamiento del agua.

### Dos KD CSBC demostrativos



## 4 CONSIDERACIONES FINALES

### 4.1 Proyectos Interdisciplinarios en la “Sociedade do Sol”

Existen diversas actividades que pueden ser realizadas utilizando el KD CSBC. La “Sociedade do Sol” ofrece cursos donde son presentados proyectos y otros experimentos que relacionan la energía solar en diferentes contextos disciplinares, haciendo posible que los profesores trabajen este tema de acuerdo con los parámetros curriculares nacionales de cada disciplina. Una vez estos experimentos ben testados seran inseridos en el presente manual.

### 4.2 Bibliografia

- BEZERRA, A.M. - **Aplicações térmicas da energia solar**. João Pessoa. Editora universitária da UFPB. 4ª edição. 2001.
- BIZZO, N. - **Ciências: fácil ou difícil?** São Paulo, Ed. Ática. 1988. Coleção palavra do professor.
- FRAINDEIRAICH N., LIRA F. - **Energia Solar. Fundamentos e tecnologia**. Recife. Editora universitária da UFPE. 1995.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **PNAD - Plano Nacional de amostragem domiciliar**. Brasil. 2002
- Ministério da Educação - **Parâmetros curriculares nacionais. Ensino médio**. Brasília. 1999.
- Ministério das Minas e Energia - Plano 2015. **Perspectivas do mercado e conservação de energia elétrica**. Projeto 3. 1994.
- PALZ, W. - **Energia Solar**. São Paulo. Editora Húmus. 1989. Tradução do original alemão.
- Sociedade do Sol - **Manual de montagem instalação do ASBC**. CIETEC USP São Paulo. 2003

### 4.3 Lista con sugerencias de proveedores

MATERIAL	FABRICANTE/DIRECCIÓN/CONTACTOS
Tubos y conexiones en PVC	Modelo Tigre / revendedor de material para construcción
Unión sencilla (cupla) 1” para tubo rígido para Niple abajo	Modelo de mercado /revendedor de material eléctrico
Niple 1” Blanco, rosca externa Diámetro Interno 25 mm	Modelo obligatorio Akros / revendedor de material de construcción
tubo Flexible en PVC amarillo de 25 mm	Modelo Tigre / Proveedores de Primera Línea / revendedor de material de construcción
Cielorraso alveolar (Modular) con interior acanelado PVC de 1250 x 620 x 10 mm	Medabil, Sucursal San Pablo / (011) 3812 3322 Confibra, Matriz / (019) 3887 2677

Contenedor tipo "Tupperware", semitransparente con tapa, de 5 a 12 litros	Proveedores de Primera Línea / revendedor de material de construcción e hipermercados
Termómetro de alcohol de – 10 a +60C <sup>o</sup>	Modelo Incoterm. Método de obtención para escuelas/profesores será definido brevemente.
Pegamento Araldite Profesional 24 horas	Maxiepoxi, con Sérgio/Cláudio, (011) 5641 5608, / revendedores de Material de construcción

#### 4.4 Dirección y contactos

"Sociedade do Sol", con sede en el CIETEC Centro Incubador de Empresas Tecnológicas de USP. Universidad de São Paulo.  
 Av. Prof. Lineu Prestes, 2242, IPEN. Cidade Universitária, S. Paulo SP 05508 000  
 CNPJ: 05.202.923/0001-40  
 Teléfono: [55] (11) 3039 8317, Tel./Fax [55] (11) 3812 7093  
 e-mail: [info@sociedadedosol.org.br](mailto:info@sociedadedosol.org.br)  
[www.sociedadedosol.org.br](http://www.sociedadedosol.org.br)  
 Contactos administrativos: Augustin T. Woelz e Maria Emília Soares  
 Contacto profesional: Prof. Roberto R. Matajs