



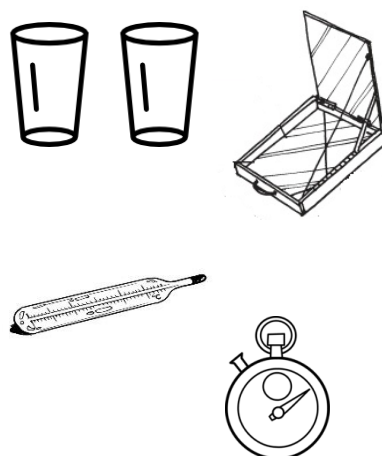
FUNCIONAMIENTO BÁSICO DE UN HORNO SOLAR

❖ Introducción.

A lo largo de la historia, una de las formas más prácticas de usar la energía solar, es por medio de cocinas u hornos solares principalmente para la cocción de alimentos. Además, son una alternativa económica, viable y ecológica que no requiere de mayores elementos tecnológicos ni arquitectónicos para su construcción. No sólo prestan un beneficio para quien la utiliza, también repercuten de manera favorable a la sostenibilidad del medio ambiente.

❖ Materiales.

- ✓ Horno solar casero.
- ✓ Dos recipientes.
- ✓ Termómetro de mercurio o resistencia.
- ✓ Cronómetro.
- ✓ Transportador.
- ✓ Densímetro.



¿Qué se busca?

❖ Objetivo de la práctica.

Describir el funcionamiento básico de un horno solar casero por medio de las etapas del proceso de calentamiento o cocción de algunos alimentos.

¿Qué hacer?

❖ Procedimiento de la práctica.

Para la construcción del dispositivo, puede consultar un prototipo de un horno solar casero en este sitio web en la sección de [Construcción de un horno solar casero](#), sin embargo figuran otros modelos interesantes de hornos solares caseros encontrados y sugeridos en los siguientes enlaces extraídos de la web:

<https://www.youtube.com/watch?v=OnrloVEDFtA>

<http://www.sitiosolar.com/como-construir-un-horno-solar-con-cajas-de-carton/>

<https://gastronomiasolar.com/construir-horno-solar-casero/>

Estos modelos pueden ser elaborados con diversos materiales de costo bajo; puede plantearse la construcción de varios de ellos, por grupos de trabajo, y comparar y analizar los resultados obtenidos.





Otro punto importante es la aclaración a los estudiantes sobre las distinciones entre un horno y una cocina solar, se dejan los siguientes enlaces para más información:

<https://gastronomiasolar.com/cocina-solar-parabolica/>

<http://www.terra.org/categorias/articulos/cocinar-con-el-sol>

Para esta práctica, se escogió la construcción de un horno solar que dependerá de los materiales que cada grupo de estudiantes o institución educativa puedan conseguir. En la figura 1 se pueden apreciar algunos ejemplares de hornos solares caseros, elaborados por estudiantes de secundaria.



(a)



(b)

Figura 1. (a) Horno solar casero forrado con papel aluminio.

(b) Horno solar casero elaborado con espejos reflectores.

Colegio Marco Antonio Carreño Silva. Bogotá, Colombia.

¿Qué y cómo medir?

❖ Mediciones.

Aquí se presentan algunas de las actividades que son favorables para desarrollar a modo de proyecto investigativo con un horno solar casero durante la práctica de laboratorio:

- 1) Contando con el dispositivo construido, el estudiante puede consultar sobre las diversas magnitudes físicas que afectan el funcionamiento del horno solar, es por esto que se propone: la elaboración de un diario de campo en el que se registran todos los pasos que conlleva el proyecto investigativo aquí mencionado; para el registro se pide a los estudiantes plantear el sistema de magnitudes o variables que se ven involucradas en el proceso de funcionamiento del dispositivo construido por ellos, éstas variables serán tomadas a modo de hipótesis iniciales.

La actividad se centra en explicar a los estudiantes cómo formular las relaciones que pueden existir entre las variables teniendo en cuenta, por ejemplo, si son directamente proporcionales o inversamente proporcionales.

*Cuando se evidencia que un cuerpo aumenta su temperatura en función del tiempo, se dice que estas dos magnitudes (temperatura y tiempo) son **directamente proporcionales** y su significado físico podría ser que el cuerpo está absorbiendo calor de su entorno o de algún cuerpo circundante y por esto aumenta su temperatura.*





*Si por el contrario se evidencia que un cuerpo disminuye su temperatura en función del tiempo en presencia de un medio externo (aire), se dice que estas dos magnitudes (temperatura y tiempo) **son inversamente proporcionales** ya que hay un flujo de calor entre el cuerpo y el aire, generando así la disminución de temperatura del cuerpo. Cabe aclarar que estos ejemplos son propuestos, el docente puede modificar los ejemplos dependiendo del nivel conceptual de los estudiantes.*

Entre las magnitudes que se pueden relacionar, se espera que el estudiante pueda identificar algunas de ellas, a continuación, se da el siguiente ejemplo:

Temperatura en función del tiempo: Esta relación se sugiere medir con ayuda de variaciones de la temperatura en periodos fijos de tiempo de tal manera que se registren los rangos de temperatura que el prototipo alcanza y así inferir qué tipo de alimentos se podrían cocinar y estimar cuánto tiempo se podría demorar este proceso. Se tiene que aclarar que las mediciones obtenidas en estos dispositivos dependerán de la nubosidad del día, la radiación incidente y otros varios factores.

- 2) Para el caso del calentamiento de un líquido simple como el agua, es importante encontrar la relación que existe entre el volumen y la temperatura que esté necesita para calentarse, es por ello que se propone la siguiente actividad en el caso del calentamiento: Colocar dos recipientes en el horno solar que contengan diversas cantidades de agua y empezar a calentarlos desde una temperatura ambiente hasta una temperatura máxima (puede ser 60°C), encontrando así la relación que hay entre la temperatura alcanzada y el volumen de agua contenido en los recipientes.

Con el termómetro, registrar los cambios de temperatura a intervalos fijos de tiempo para cada recipiente, hasta dicha temperatura máxima. Estas mediciones pueden tomarse haciendo un pequeño orificio en el horno, para evitar abrir constantemente el dispositivo. Se indica al estudiante que el registro de las mediciones se sugiere hacer usando una tabla de datos que relacione el intervalo fijo de tiempo que empleó y la temperatura marcada por el termómetro para que finalmente compare los datos encontrados para los dos recipientes.

Se expone directamente a la radiación solar, un prototipo de horno solar casero, haciendo la aclaración al grupo de estudiantes que la temperatura que alcanzará el dispositivo dependerá de la radiación incidente para lograr calentar o cocinar un alimento, es por eso que se debe tener en cuenta el día y el tiempo estimado para realizar dicha actividad.

Si son varios los dispositivos caseros, uno de los conceptos a discutir con los estudiantes, es la “eficiencia” del horno solar casero; por esto el parámetro que se sugiere para referirse a esta eficiencia particular es la relación existente entre la temperatura que inicialmente se presentará dentro del dispositivo, hasta el tiempo que demora en llegar a otra determinada temperatura que permita calentar o cocinar el alimento.





Es importante aclarar que la velocidad del viento y la humedad del lugar son factores que intervienen en la medición de la temperatura y que pueden retardar el proceso de cocción o calentamiento del alimento.

- 3) Otra posible medición que se puede hacer es, ahora dejando intervalos fijos de temperatura y observar el tiempo que se demora en llegar a dichos intervalos de temperatura de tal manera que el estudiante identifique si hay alguna relación de estos datos con los obtenidos en el punto anterior.

Con estas mediciones el estudiante puede estimar el tiempo que le llevará al prototipo construido calentar o cocinar algún alimento. Es claro que no todos los alimentos se cocinan a una misma temperatura, es por esto que se propone consultar el siguiente enlace sugerido para profundizar más sobre las temperaturas de cocción de algunos alimentos:

<http://cocinillas.lespanol.com/2015/12/temperaturas-seguras-de-coccion-de-los-alimentos/>

¿Qué hacer con los datos?

Hacer los gráficos correspondientes para cada recipiente con las diferentes magnitudes que se ven involucradas en el proceso de calentamiento o cocción en el horno y corroborar si las proporciones propuestas anteriormente a modo de hipótesis se cumplen o no. Si se cumplen, es favorable interpretar por medio de gráficas en las que se pondrá a prueba las nociones que tienen los estudiantes sobre las *variables dependientes e independientes* y *cómo ubicarlas en el plano cartesiano, escalas de medición, análisis de la pendiente de una gráfica y puntos de corte*, entre otras que crea conveniente el docente.

Para los cálculos.

Recurriendo a la actividad anteriormente mencionada en el numeral 2), una de las formas de determinar la cantidad de energía (calor) necesaria para aumentar la temperatura en cada recipiente, es utilizar la expresión de calorimetría que se muestra en la ecuación (1). Para analizar el balance energético, es necesario tener en cuenta qué tipo de material de los recipientes se va a utilizar, por ejemplo, algunos plásticos, al igual que el icopor, son considerados buenos aislantes térmicos, por lo tanto, las pérdidas de calor por conducción son reducidas. Cabe aclarar que no se recomienda el uso del icopor para esta finalidad, debido al impacto ambiental que tiene la degradación de este material, ya que su duración es bastante prolongada.

Igualmente, la placa absorbente y las paredes del horno al absorber calor lo ceden por conducción a la sustancia (agua) contenida en el recipiente, es importante hacer estas aclaraciones a los estudiantes, con el fin de abarcar algunos de los conceptos físicos involucrados en la práctica.





Para mayor información, sobre estos conceptos consultar el enlace:

<http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbasees/thermo/heatra.html>

A continuación, se presenta la llamada ecuación fundamental de la calorimetría con la cual se puede determinar la cantidad de energía recibida para aumentar las temperaturas durante el proceso en cada experimento. Es importante aclarar al estudiante que en esta ecuación no se tienen en cuenta las transferencias de calor a las paredes del horno, a la placa absorbente o al recipiente que contiene el agua, por lo tanto, es un balance energético que se puede abordar a nivel de secundaria haciendo dichas aclaraciones:

Q = m * c_e * (T_f - T_i) (1)

Donde m es la masa del producto a calentar o cocinar, c_e el calor específico del producto y T_f - T_i la diferencia de temperaturas final e inicial respectivamente. Para el caso de los recipientes con agua colocados en el horno solar, se consideran las siguientes magnitudes:

- Para hallar la masa del agua podrían emplearse diversos métodos: la medición en una balanza o utilizando la expresión de densidad (2) y comparar los resultados obtenidos:

m = ρ_a * V (2)

Donde ρ_a es la densidad del agua que se mide con ayuda de un densímetro y V el volumen que ocupa el agua en el recipiente; para medir el volumen del agua, se puede emplear algunos instrumentos de medición de volumen de líquidos, como un vaso precipitado, una bureta o tubos de ensayo.

En términos generales, se podría realizar el mismo análisis planteado anteriormente, pero con algún tipo de producto que se desee cocinar, para tal fin, se tienen que determinar algunas propiedades termofísicas del alimento como es el caso del calor específico, a continuación, se muestra una tabla con algunos valores para diversos alimentos:

Tabla Nº1 Calores específicos de los alimentos

Producto.	Agua (%)	Proteínas (%)	Carbohidratos (%)	Lípidos (%)	Cenizas (%)	Calor específico experiment al (kJ/kg °K).	Cp entregado por el programa (kJ/kgK) (3)
Mantequilla	15.5	0.6	0.4	81.0	2.5	2.051-2.135(1)	2.315
Leche entera pasteurizada	14 87.0	- 3.5	- 4.9	- 3.9	- 0.7	2.050(2) 3.852(1)	3.866
Pescado fresco	76.0	19.0	-	-	1.4	3.600(1)	3.577
Papas	79.8	2.1	17.1	0.1	0.9	3.517(1)	3.661
Manzana	84.4	0.2	14.5	0.6	0.3	3.726-4.019(1)	3.814
Cordero	75 68.0	- 21.0	- 0.0	- 10.0	- 1.0	3.370(2) 3.223(1)	3.481
Sardinas	57.4	25.7	1.2	11.0	0.0	3.0.14(1)	3.162
Queso	65.0	25.0	1.0	2.0	7.0	3.265(1)	3.336
Zanahoria	88.2	1.2	9.3	0.3	1.1	3.810-3.935(1)	3.875
Cerdo	88.0 60	- -	- -	- -	- -	3.890(2) 2.850(2)	3.879 3.208
Pollo	74	-	-	-	-	3.310(2)	3.383
Espinaca	87	-	-	-	-	3.800(2)	3.910
Pan	48.5	-	-	-	-	2850(2)	2.547

Tabla 1. Calor específico de diversos alimentos [1]





Para culminar la actividad se propone que los estudiantes comparen los datos obtenidos para los diferentes volúmenes de agua y logren identificar las relaciones de proporcionalidad existentes entre las magnitudes físicas involucradas en el proceso de funcionamiento del horno solar.

❖ **Enfoque con otras asignaturas.**

Se sugiere que esta práctica se realice en conjunto con las asignaturas de Física y Tecnología. Pueden tratarse temáticas como el efecto invernadero, cambio climático y estos asociarlos con calor, temperatura, radiación solar, transmisión del calor, entre otros. También en la asignatura de Biología, pueden abordarse temáticas como la humedad y secado de plantas y frutos, regulación de temperatura en animales y humanos, etc.

NOTAS IMPORTANTES PARA LOS CÁLCULOS

En todos los casos se analizarán los resultados obtenidos de los cálculos y los gráficos y se hará el informe correspondiente con sus respectivas conclusiones.

Es importante tener en cuenta que, para cualquier cálculo o medición de magnitudes físicas, estas deben estar bajo el mismo sistema de unidades, de no ser así, no olvidar las conversiones pertinentes.

Se recomienda tener en cuenta el cálculo de la incertidumbre en las mediciones hechas en la práctica, para ello se sugieren los siguientes enlaces para explicar y aplicar este tema en el laboratorio:

http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/ManualdeFisica_26426.pdf

<http://www.fisica.uson.mx/manuales/mecyfluidos/mecyflu-lab001.pdf>





❖ **Bibliografía.**

Almada, M., Cáceres, M., Machaín, M., Claude, J. (2005). *Guía de uso de cocinas y hornos solares* (pp. 10-20). Fundación Celestina Pérez Almada. Obtenido de:
<http://unesdoc.unesco.org/images/0015/001562/156205s.pdf>

Arias, N., Tricio, V. (2013). *Cartilla para la enseñanza de las energías renovables: sugerencias metodológicas* (pp. 71-73). España: Editorial Servicio de Publicaciones e Imagen Institucional, Universidad de Burgos.

González C., González E. (2009). *Diseño y construcción de una cocina solar*. Universitaria Politécnica de Valladolid. Obtenido de:
http://www.eis.uva.es/energias-renovables/trabajos_07/COCINA-SOLAR.pdf

Paz, C. (2005). *Instrumentos para medir volumen*. Química | Química Inorgánica. Perú. Obtenido de:
<http://www.fullquimica.com/2014/10/instrumentos-para-medir-volumen.html>

❖ **Fuente de la tabla.**

[1] Rao, M., Syed, S., Rizvi, H., Ashim, K. (1993). *Engineering properties of foods*, (pp.724-728), Cuarta edición, editorial: Taylor and Francis Group. Disponible en:
<http://197.14.51.10:81/pmb/AGROALIMENTAIRE/Engineering%20Properties%20of%20Foods.pdf>

