

LA ENERGÍA SOLAR: MEDIDA Y UTILIDAD

(Experiencia práctica para 4º de ESO, 1º y 2º de Bachillerato y Ciclos afines)

1. IMPORTANCIA DE LA ENERGÍA SOLAR (ES)

En el interior del Sol, a millones de °C, los núcleos de hidrógeno se fusionan para producir núcleos de helio y liberan una enorme cantidad de energía, que se irradia al espacio exterior y alcanza la Tierra.

La ES que recibimos es difusa, poco intensa pero muy extendida, de hecho se reparte por toda la superficie terrestre en forma de luz y calor ambiental, permitiendo a los vegetales realizar la fotosíntesis, reacción química fundamental a partir de la cual las plantas producen sus tejidos, los alimentos y el oxígeno que las mantienen a ellas y a los demás seres vivos. Por otra parte la absorción de ES sobre la atmósfera y la hidrosfera del planeta origina el importantísimo ciclo del agua y los vientos, fuentes de la energía hidráulica y eólica. Finalmente una fracción residual de la materia orgánica fermenta en ausencia de aire y se transforma, al cabo de millones de años, en carbón, petróleo y gas natural, los combustibles fósiles.

En definitiva nosotros existimos gracias a la ES, que calienta la superficie del planeta hasta temperaturas adecuadas para la vida y que además aporta la energía necesaria para que las plantas fabriquen los alimentos primarios y el oxígeno, de manera que con la agricultura lo que hacemos en realidad es recolectar la energía solar que han absorbido los vegetales domesticados. También le debemos nuestro elevado nivel de vida actual porque es la ES quien ha producido los combustibles fósiles, la energía hidráulica y eólica que nosotros aprovechamos. Por último, hoy ya podemos aprovecharla directamente para generar calor y electricidad en nuestras casas y fábricas.

2. OBJETIVOS DE LA EXPERIENCIA

Primero discutimos en clase la importancia de la Energía Solar (ES).

Luego los alumnos buscaron información, en la biblioteca y a través de internet, sobre las aplicaciones directas de la ES.

Con la información anterior, discutimos en clase cómo podríamos medir la ES de forma aproximada.

A continuación diseñamos un calorímetro solar sencillo, lo construimos utilizando materiales ya usados y con él medimos la ES que recibimos en nuestra latitud.

Posteriormente analizamos el recibo eléctrico, deducimos el consumo medio de electricidad por persona y calculamos la superficie de placas fotovoltaicas que se necesitan para producir dicha electricidad.

Y finalmente sacamos algunas conclusiones interesantes al respecto.

Los objetivos, en resumen, eran los siguientes:

- Construir, con materiales reciclados, un calorímetro solar.
- Medir la intensidad solar que recibimos con una aproximación aceptable.
- Aplicar en una práctica útil lo estudiado en Física o Tecnología.
- Evaluar el consumo de electricidad doméstica, a partir del recibo eléctrico.
- Discutir las posibilidades de aprovechamiento de esta fuente de energía.

3. MATERIALES NECESARIOS

- Caja de corcho blanco o de cartón recio.
- Soporte de alambre.
- Botella pequeña de plástico transparente, a ser posible prismática.
- Probeta graduada de 250 o 100 mL.
- Termómetro de laboratorio (preferible que aprecie hasta 0'1 o 0'5°C).
- Cronómetro o reloj.
- Regla graduada o cinta métrica.



4. PROCEDIMIENTO

Primero se construye la caja aislante, con unas dimensiones adecuadas a la botella que debe alojar, para que ésta encaje justa en su interior. Se hace de corcho blanco obtenido de trozos usados, porque es un material aislante y puede recortarse con un simple cutter (con precaución para evitar accidentes), luego se pega con cola de carpintero; una de las caras de la caja debe tener una ventanilla de dimensiones conocidas, ligeramente inferior a las dimensiones de la botella, para que entre la luz solar (como es difícil cortar bien el corcho el agujero se hace un poco más grande y sobre esa cara de la caja se pega un trozo de cartulina con el rectángulo recortado a la medida deseada). Si no hay corcho blanco también puede hacerse de cartón grueso.

La botella de plástico fino, por ejemplo de las que contienen agua mineral, se pinta de negro por tres caras, dejando perfectamente limpia y transparente aquella por la que ha de entrar la luz.

Y el soporte se hace con un alambre fuerte, doblándolo con los alicates hasta conseguir un trípode adecuado para sostener la caja inclinada sobre la mesa, de tal forma que la cara con la ventanilla quede encarada perpendicularmente al Sol.

Una vez preparados los objetos anteriores se busca un lugar abierto al Sol y se coloca allí una mesa normal, sobre la cual se trabajará.

Con la probeta graduada se mide un volumen adecuado de agua y se echa en la botella (el nivel debe quedar por encima de la ventanilla, para que la ES incida sobre el agua).

Con el termómetro se mide la temperatura inicial del agua.

Luego se introduce la botella, ajustada, en la caja con la cara transparente hacia la ventanilla.

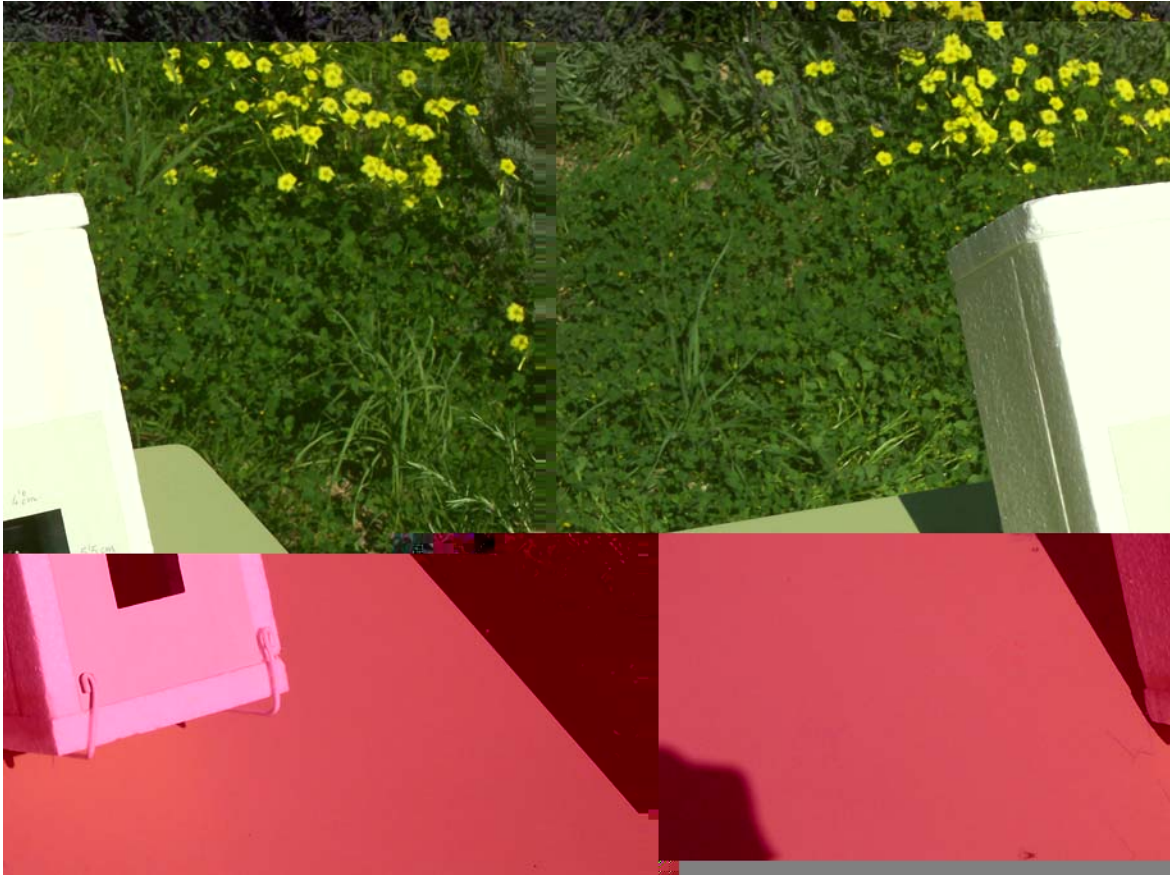
Con la ayuda del soporte de alambre, el calorímetro se coloca perpendicular al Sol para que la luz entre recta en la botella y la absorba el agua.

Y en el instante en que la caja se encara al Sol se pone en marcha el cronómetro.

Como la Tierra va girando regularmente, se ha de reenfozar el calorímetro de cuando en cuando, cada 5 o 10 minutos por ejemplo.

Al concluir el tiempo de exposición se desenfoca el calorímetro, se tapa la ventana y se mide rápidamente la temperatura final del agua.

Y con todas estas medidas ya se puede calcular la ES.



5. MEDIDAS Y CÁLCULOS

Las medidas que tomamos en el patio soleado del Instituto fueron las siguientes:

- Volumen de agua: 150 mL, suficientes para que el nivel quedara por encima de la ventanilla por donde entraba la luz.
- Temperatura inicial del agua: 18'5 °C.
- Tiempo de captación: 26 minutos.
- Temperatura final: 23'0 °C.
- Dimensiones de la ventanilla rectangular: 3'0 x 5'1 cm²

Sabiendo que la densidad del agua es de 1g/mL, calculamos la masa:

$$d = m / V \quad \rightarrow \quad m = d \cdot V = 1 \text{ g/mL} \cdot 150 \text{ mL} = 150 \text{ gramos}$$

Y como su calor específico es $c = 1 \text{ cal/g}\cdot^{\circ}\text{C}$, el calor total absorbido fue:

$$Q = c \cdot m \cdot (T_{\text{final}} - T_{\text{inicial}}) = 1 \cdot 150 \cdot (23'0 - 18'5) = 150 \cdot 4'5 = 675 \text{ cal}$$

Como cada caloría equivale a 4'18 joules, tenemos:

$$Q = 675 \cdot 4'18 = 2821 \text{ J}$$

Que fue el calor absorbido durante los 26 minutos que el calorímetro estuvo abierto al Sol, que en unidades internacionales son $t = 26 \cdot 60 = 1560$ segundos, de manera que la potencia resulta:

$$P = Q / t = 2821 / 1560 = 1'81 \text{ w}$$

Para una superficie captadora (la ventanilla rectangular) de:

$$S = 3'0 \cdot 5'1 = 15'3 \text{ cm}^2 = 15'3 / 10000 \text{ m}^2 = 0'00153 \text{ m}^2$$

Por lo tanto, la energía solar captada por unidad de tiempo y superficie, que es la intensidad física, vale:

$$I = P / S = 1'81 / 0'00153 = 1180 \text{ w/m}^2 = \mathbf{1'18 \text{ Kw/m}^2} \approx 1'2 \text{ Kw/m}^2$$

Un resultado bastante aceptable¹ si consideramos que ese día el cielo estaba ligeramente nublado y no recibíamos la plena potencia solar, que viene a ser de **1'37 Kw/m²**.

6. POSIBILIDADES DE APROVECHAMIENTO DE LA ENERGÍA SOLAR

Para calentar el agua con ES se utilizan los paneles térmicos, que tienen un rendimiento del orden del 70%, de manera que con un módulo comercial de 2 m² se puede calentar casi toda el agua que necesita una familia normal en nuestras latitudes; sólomente durante el invierno la ES resulta insuficiente y el módulo necesita un aporte extra de energía, que obtiene de la red eléctrica mediante la resistencia que lleva colocada en su interior. Su coste se amortiza en pocos años.

¹ El experimento tiene múltiples factores de error, el mayor de los cuales será el de la temperatura porque el termómetro sólo apreciaba hasta 0'5 °C y medimos una diferencia de 4'5 °C, de manera que el error relativo será:

$$E_r = E_a / \Delta T = 0'5 / 4'5 = 0'11 = 11\%$$

Para minimizar este error habría que utilizar un termómetro más preciso, que aprecie hasta 0'1 °C, o aumentar el tiempo de exposición hasta 40 o 45 minutos. Además habría que realizar varias medidas más, con otros calorímetros similares.

Y para transformar la ES en electricidad disponemos de las placas fotovoltaicas, que actualmente tienen un rendimiento modesto, del orden del 12%, lo cual implica que si recibimos 1'18 Kw/m², tales placas convierten en electricidad útil:

$$P_{\text{útil}} = 1'18 \cdot 12 / 100 = 0'14 \text{ Kw/m}^2$$

Teniendo en cuenta que recibimos unas 5 h diarias de Sol pico (Sol de plena potencia), podemos producir con cada metro cuadrado esta electricidad:

$$E = P \cdot t = 0'14 \cdot 5 \approx \mathbf{0'70 \text{ Kwh/m}^2}$$

Para ver si podríamos autoabastecernos con la electricidad fotovoltaica hemos analizado los recibos eléctricos del grupo, obteniendo los siguientes datos:

<i>Consumo medio total Kwh/día²</i>	11'6	7'5	13'1	11'4	16'8	38'4	15'7	2'0	<i>Media Aritmética</i>
<i>Nº de personas por familia</i>	3	3	3	3	5	3	4	1	3
<i>Consumo por persona Kwh/día·persona</i>	3'9	2'5	4'4	3'8	3'4	12'8	3'9	2'0	4'6

Por lo tanto la superficie de placas necesarias para producir los 4'6 Kwh que consume una persona media viene a ser:

$$1 \text{ m}^2 \text{ de placas fotovoltaicas da } 0'70 \text{ Kwh}$$

$$S \text{ m}^2 \text{ hacen falta para obtener los } 4'6 \text{ Kwh}$$

$$S = 4'6 \cdot 1 / 0'70 \approx \mathbf{7 \text{ m}^2/\text{persona}}$$

En las casas sobra superficie captadora y en los pisos de hasta seis o siete plantas en general suele haber suficiente superficie, de manera que técnicamente es posible alimentar nuestras viviendas con electricidad solar, si no al 100% (por los días nublados) sí en un elevado porcentaje. La que falta puede completarse con otras fuentes complementarias, como la hidráulica, la eólica...

² En el recibo ya viene el consumo medio diario, normalmente en €, y basta dividir esta cifra por el precio del Kwh (en €) para obtener el consumo medio diario de electricidad en Kwh/m².

Las ventajas ecológicas son enormes porque las placas no contaminan durante su vida útil (25 años o más) y si se impusiera esta fuente de energía, tan adecuada en nuestra latitud y clima, podríamos prescindir de gran parte de las contaminantes y peligrosas centrales convencionales.

Y respecto al apartado económico, con las subvenciones, los créditos y el precio favorable del Kwh solar que cobra el productor fotovoltaico, estas instalaciones también resultan económicamente viables porque se pueden amortizar en unos 10 años, siendo su vida útil superior a los 25.

No obstante, aunque la Energía Solar tiene enormes posibilidades para todos nosotros, el paso previo y principal para resolver los graves problemas energéticos es mejorar la eficiencia y ahorrar energía, por ejemplo aprovechando más la luz y el calor natural, utilizando bombillas de bajo consumo y electrodomésticos de clase A, viajando menos en coche y más a pie, en bici y en transporte público, ...

7. BIBLIOGRAFÍA

- El Sol para todos. Integral, 1978.
- La energía que la Tierra necesita. Investigación y Ciencia, monográfico de noviembre, 1990.
- Ingenios solares. J. M. Jiménez. Pamiela, 1997.
- Instalaciones fotovoltaicas. E. Alcor. Progensa, 1995.
- Radiación solar sobre superficies inclinadas. Ministerio de Industria y Energía.

Pedro Domínguez Gento

(IES Tulell, C/ En projecte 5, S/N, 46600-Alzira)