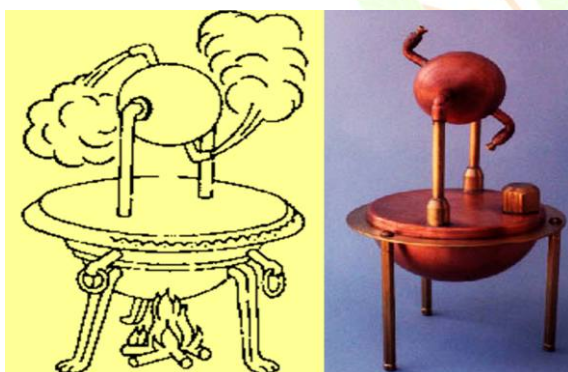


Una mirada a la conversión de la energía

Civilización y Energía

En todo el mundo se reconoce que disponer de energía es vital para el mantenimiento y desarrollo de lo que entendemos por “civilización”. Aún desde los albores del progreso humano, miles de años atrás, fue necesario consumir -y por lo tanto producir- energía. El manejo de la energía fue realizado intuitiva pero exitosamente por nuestros antepasados y recién a partir del siglo XVII se inició el lento camino -zigzagueante pero definitivo- hacia establecer con precisión la propiedad clave de la energía: su conservación. Desde entonces, esta ley de conservación se ha constituido en uno de los principios fundamentales, inviolables, de nuestra descripción de los procesos del mundo físico.



Aeolípila - La más antigua de las turbinas de vapor. Fue diseñada por Herón de Alejandría (Siglo I dC). Permite transferir energía mecánica a un eje en rotación.

La Termodinámica¹ y sus leyes. Conversión de la energía.

El concepto de energía y su conservación (Primera Ley de la Termodinámica) es particularmente útil cuando se analiza la conversión de la energía de una forma a otra. Formas comunes de energía que están presentes en la vida diaria son: calor (asociado con la temperatura), mecánica (asociada con el movimiento), eléctrica, química (reacciones entre sustancias), radiación electromagnética (solar, microondas, rayos X), nuclear (fisión en los reactores nucleares y fusión en el sol) y por supuesto la almacenada en los alimentos. La conversión de cualquier forma de energía en otra se puede realizar utilizando dispositivos adecuados. Por ejemplo, la energía mecánica es muy versátil y se puede transformar totalmente en calor por medio de la fricción, en energía eléctrica a través de generadores, o bien en cualquier otra forma de energía. El calor, o



autor:

**José Pablo
Abriata**

Doctor en Física (IB)

Ex-Presidente de CNEA

Ex-Director del IB

Especialista en Termodinámica
y Energía Nuclear

energía térmica, se convierte en energía eléctrica en las grandes plantas de potencia que están diseminadas por todo el mundo. La energía eléctrica es también muy versátil: puede ser totalmente convertida en energía mecánica por medio de un motor eléctrico, en calor a través de una resistencia eléctrica, en energía electroquímica cargando una batería de automóvil o en radiación electromagnética en un horno de microondas. La energía nuclear se transforma en energía eléctrica en los cientos de reactores nucleares diseminados por el mundo y a partir de ello en cualquier otra forma de energía. La energía química puede ser transformada en calor mediante la combustión de materiales (oxidación) o directamente en electricidad a través de dispositivos electroquímicos. Por ejemplo, dentro de una celda de combustible el hidrógeno reacciona en forma controlada -no explosiva- con el oxígeno formando agua y simultáneamente generando energía eléctrica. La energía de la radiación solar (radiación electromagnética, fotones) se puede convertir directamente en calor o bien en energía química vital para la biosfera a través del fenómeno de fotosíntesis. En las celdas fotovoltaicas la energía de los fotones es convertida directamente en electricidad. La energía almacenada en los alimentos puede ser tomada como una forma de energía química pero su conversión en una gran variedad de formas asociadas con todas las actividades del mundo biológico la hacen especial; el mantenimiento de la vida en todas sus variantes requiere el flujo constante de la energía provista por los alimentos.

La energía es estrictamente conservada cuando se transforma de una forma a otra. Sin embargo, nuestra experiencia cotidiana nos indica que esto no es lo único importante. Lo confirmamos cuando observamos la actual y evidente crisis energética que existe a nivel mundial la cual, juzgando

DISPOSITIVO	ENERGÍA PRIMARIA	ENERGÍA ÚTIL OBTENIDA	η_I	η_{II}
Máquina térmica tipo Carnot: opera entre una fuente caliente y el ambiente (fuente fría). Límite reversible.	Calor	Mecánica	0,5	1,0
Máquina térmica tipo Carnot, irreversible, 40 % de energía útil disipada.	Calor	Mecánica	0,3	0,6
Sistema de vapor y conversión de energía de un reactor nuclear	Calor	Eléctrica	0,3	0,6
Celda de combustibles	Química	Eléctrica	0,4	0,5
Motor eléctrico	Eléctrica	Mecánica	0,8	0,8
Generador eléctrico	Mecánica	Eléctrica	0,9	0,9
Molino de viento	Mecánica, cinética	Eléctrica	0,5	0,5
Lámpara eléctrica incandescente	Eléctrica	Electromagnética	0,05	0,05

Algunos dispositivos empleados en la conversión de energía primaria en energía útil. (los valores de eficiencia indicados son meramente ilustrativos).

sólo desde el punto de vista de la conservación de la energía, no debería existir. O sea que a las consideraciones anteriores debemos todavía añadir alguna reflexión extra, muy importante, referida a la conversión de la energía. Pues bien, efectivamente, examinando nuestra experiencia cotidiana, vemos que todos los procesos físicos conservan la energía pero la mayoría no son reversibles, esto es, no pueden ser invertidos sin la participación expresa de un sistema físico auxiliar externo. Por ejemplo, es bien sabido que aplicando los frenos podemos convertir totalmente en calor la energía mecánica de un automóvil en movimiento, pero también sabemos que nunca será posible revertir completamente, por sí solo, ese proceso, transformando todo el calor de frenado en la energía mecánica inicial del automóvil. En este caso el mecanismo de conversión de energía que no puede ser revertido totalmente es el de fricción: el proceso de fricción es irreversible. Dicho de manera más general, aun cuando la Primera Ley de la Termodinámica lo permite, el calor no puede ser transformado completamente en energía mecánica sin la participación de un sistema auxiliar externo (Segunda Ley de la Termodinámica).

Energía útil y su disipación

Lo anterior sugiere que las distintas formas de energía están caracterizadas por su calidad en función de su capacidad de conversión en otras formas de energía. Así, la energía mecánica es de máxima calidad y es considerada "energía útil" en su totalidad, mientras que la energía térmica es de menor calidad y a lo sumo, sólo una fracción de ella

puede ser transformada en energía útil. Generalizando esta observación, podemos decir que la energía útil no se conserva sino que declina progresivamente -degradando o disipándose- debido a la irreversibilidad inevitable de los procesos que ocurren en el mundo real. Con ello alcanzamos una conclusión muy importante: cuando en el lenguaje común se usa la palabra "energía" en realidad se debe interpretar "energía útil". Es precisamente la "energía útil" -y no simplemente la "energía"- la cual es afanosamente producida y permanentemente consumida por la humanidad.

Eficiencia en la producción de energía

En los procesos de producción de energía es natural evaluar el cociente entre la energía útil producida y la energía total consumida. Este cociente nos informa sobre la "eficiencia energética" (η_I) del proceso en el marco de la Primera Ley. También podemos evaluar, ahora en el marco de la Segunda Ley de la Termodinámica, el cociente entre la energía útil producida y la máxima energía útil hipotéticamente obtenible del proceso, lo cual resulta en la así llamada "eficiencia entrópica" (η_{II}) del mismo. Las eficiencias η_I y η_{II} son complementarias entre sí, tanto como lo son entre ellas la Primera y Segunda Ley de la Termodinámica.

ABREVIATURAS

CNEA: Comisión Nacional de Energía Atómica.

IB: Instituto Balseiro.

REFERENCIAS

1 Es la rama de la Física que estudia a nivel macroscópico las transformaciones de la energía, y cómo esta energía puede convertirse en energía mecánica (trabajo, energía de movimiento).



Instituto de Energía y Desarrollo Sustentable

Comisión Nacional de Energía Atómica

Tel: 011-4704-1485 www.cnea.gov.ar/leeds

Av. del Libertador 8250 - (C1429BNP) C. A. de Buenos Aires - República Argentina

Año de edición: 2013 ISBN: 978-987-1323-12-8

Publicación a cargo del Dr. Daniel Pasquevich y la Lic. Stella Maris Spurio.
Comité Asesor: Ing. Hugo Luis Corso - Ing. José Luis Aprea.
Versión digital en www.cnea.gov.ar/leeds.
Los contenidos de éste fascículo son de responsabilidad exclusiva del autor.