

# UNA NOTA SOBRE RADIACIÓN, CALOR Y TRABAJO EN TERMODINÁMICA

Por Dr. C. **Arnaldo González Arias\***

\*Universidad de La Habana  
<https://orcid.org/0000-0003-3530-1156>  
E-mail: [arnaldo@fisica.uh.cu](mailto:arnaldo@fisica.uh.cu), [agonzalezarias@gmail.com](mailto:agonzalezarias@gmail.com)

## Resumen

Se propuso una concepción más completa de la radiación como concepto termodinámico que el expuesto tradicionalmente en la literatura docente. Se realizó un estudio documental para precisar sus aportes y limitantes. Como resultado, se considera la radiación como un sistema capaz de entregar su energía en forma de calor o trabajo. Esta nueva significación permitirá una mejor comprensión del estudio de la disciplina objeto de análisis.

*Palabras clave: Radiación, energía, trabajo, calor, sistema termodinámico.*

---

## A NOTE ABOUT RADIATION, HEAT AND WORK IN THERMODYNAMICS

### Abstract

A more complete conception of radiation as a thermodynamic concept than the one traditionally presented in the teaching literature was proposed. A documentary study was carried out to clarify its contributions and limitations. As a result, radiation is considered as a system capable of delivering its energy in the form of heat or work. This new meaning will allow a better understanding of the study of the discipline under analysis.

*Keywords: Radiation, energy, work, heat, thermodynamic system.*

---

## I. Introducción

En una parte sustancial de la literatura docente aún existen limitaciones en la definición de los conceptos de energía, calor y trabajo (González, 2003, 2012), esencialmente, por la carencia de una justificación sólida. La incorrección aumenta cuando los cursos no incluyen experimentos o suficientes ejemplos numéricos, pues la física es una ciencia factual, necesita números y experimentos de forma obligatoria; la ausencia de esa característica da pie a la enseñanza errónea de la Termodinámica en cualquier nivel de enseñanza. Por esta causa, sobre la base de argumentos analíticos y teóricos detallados en las referencias anteriores, se propusieron las definiciones siguientes:

*Energía:* Capacidad o habilidad de un cuerpo o sistema para ejercer fuerzas sobre otros cuerpos o sistemas, o entre sus propios subsistemas.

*Calor:* Transferencia de energía en forma microscópica y desordenada.

*Trabajo:* Transferencia de energía en forma ordenada y/o macroscópica.

En cuanto a la clasificación de la radiación como calor o trabajo, se ha notado la misma dificultad en la bibliografía; en algunos libros siquiera se menciona el tema.

## II. Desarrollo

### La radiación no es solo una forma de transmitir calor, sino también, un sistema termodinámico

Libros recientes que incluyen temas de Termodinámica, cuando discuten sus parámetros solo consideran el calor de la radiación, pero no el trabajo de la radiación (Moebs et al., 2021; Balmer, 2011); otros, siquiera la mencionan cuando analizan la primera ley de termodinámica (Flowers *et al.*, 2022).

En el epígrafe 17.7, de Física universitaria volumen 1: «La radiación es transferencia de calor por radiación electromagnética», sin mencionar la posibilidad de obtener trabajo a partir de ella (Young *et al.*, 2013: p. 592).

Pero lo cierto es que la radiación no es solo una forma de transferencia de energía; desde el punto de vista de la termodinámica, la radiación debe considerarse como un *sistema* con características especiales: sólo existe viajando a la velocidad de la luz, no tiene fronteras bien definidas,

puede reflejarse en los objetos y no depende del estado de la fuente después de su emisión. Si la fuente desaparece, la radiación emitida seguirá viajando por siempre en el vacío, hasta ser absorbida en algún lugar.

Sin embargo, la radiación tiene su propia energía, y al ser absorbida puede transferirla a otros sistemas en forma de calor o de trabajo; esa —y no otra— es la esencia del problema, a menudo olvidada (figura 1).

La tabla 1 muestra una clasificación del calor y del trabajo más completa que las que aparecen en mucha bibliografía clásica y actualizada o en que siquiera se menciona esta particularidad —independientemente de que ambas propiedades se utilizan cuando es necesario (Véase, por ejemplo, los textos recientes citados en las referencias u otros no tan actualizados, pero sí muy conocidos, como *Fundamentals of Physics* de Halliday, Resnick y Krane, publicado por la editorial cubana, Félix Varela).

Siempre se debe tener en cuenta que si la convección y la conducción representan formas de transmisión, la radiación representa algo más que eso: constituye un sistema independiente con características especiales.

Se opina que para comprender en forma más adecuada muchos temas que se estudiarán más adelante, y evitar confusiones, es muy importante tomar en consideración este criterio en los cursos de Termodinámica relacionados con la física y otras ciencias factuales e ingenieriles. La figura 1 ilustra la ocurrencia real del fenómeno objeto de estudio.

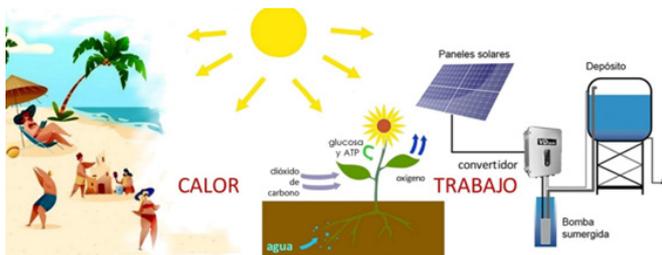


Fig. 1. El sol emite radiación —un sistema independiente después de la emisión— que puede ceder su energía en forma de calor o de trabajo.

Tabla 1. Clasificación del calor y el trabajo, acorde con la transmisión de la energía

Transmisión de energía		
Calor	Convección	Líquidos y gases
	Conducción	Sólidos
	Radiación (sistema independiente)	Electromagnética, fotones
Trabajo	Mecánica	Movimiento lineal, rotación
	Eléctrica y magnética	Macroscópica o microscópica

### III. Conclusiones

En la literatura sobre termodinámica se debe tratar siempre la radiación como lo que es: no como una simple forma de transmisión del calor, sino como un sistema que almacena su propia energía, capaz de entregarla como calor o como trabajo, según sea el caso.

### IV. Referencias bibliográficas

Balmer, R.T. (2011). *Modern Engineering Thermodynamics*. Academic Press.

Flowers, P., Theopold, K., Langley, R., Robinson, W.R. (2022). *Química* 2 ed. Open Stax, Rice University. <https://openstax.org/details/books/chemistry-2e>

González Arias, A. (2003). Calor y trabajo en la enseñanza de la termodinámica, *Revista Cubana de Física* 20, 2, 129-134. <https://www.revistacubanadefisica.org/index.php/rcf/issue/view/47>

González Arias, A. (2012). Use and misuse of the concept energy. *Lat. Am. J. Phys. Educ.*, 1 (394), 394-402. [http://www.lajpe.org/icpe2011/77\\_Arnaldo\\_Gonzalez.pdf](http://www.lajpe.org/icpe2011/77_Arnaldo_Gonzalez.pdf)

Moebis, W., Ling, S. J. & Sanny, J. (2021). *Física universitaria*. (Libro en línea). OpenStax. <https://openstax.org/details/books/university-physics-volume-1>

Young H.D., Freedman R.A. & Ford A.L. (2013). *Sears y Zemansky Física universitaria (13th ed.)* Vol. 1, Ed. Pearson: México.

### Conflicto de intereses

El autor declara que no ha existido ningún conflicto de interés relacionado con el artículo.

**Contribución de los autores:** Corresponden al autor.

Recibido: 28 de noviembre de 2024

Aceptado: 10 de diciembre de 2024