

¿Cómo definir la energía en los cursos básicos?



Arnaldo González Arias

Dpto. Física Aplicada, Universidad de La Habana, San Lázaro y L, La Habana, Cuba

E-mail: arnaldo@fisica.uh.cu

(Recibido el 13 de Abril de 2008; aceptado el 8 de Junio de 2008)

Resumen

Se discute la siguiente definición como introducción a la energía en el estudio de las ciencias. Energía: capacidad de un cuerpo o sistema para ejercer fuerzas sobre otros cuerpos o sistemas o entre sus propios subsistemas. Si las fuerzas ocasionan variaciones temporales microscópicas y desordenadas, hay transmisión de energía en forma de calor. Si las variaciones son macroscópicas o microscópicas ordenadas (fenómenos eléctricos y magnéticos) hay transmisión de energía en forma de trabajo.

Palabras clave: Energía, calor, trabajo.

Abstract

The following definition is discussed as an introduction to energy in science teaching. Energy: ability of a body or system to exert forces on other bodies or systems, or between its own subsystems. If the forces cause disordered microscopic changes in time, the energy transmission is in the form of heat. If changes are macroscopic or ordered microscopic (electric and magnetic phenomena), the energy transmission is called work.

Keywords: Energy, heat, work.

PACS: 01.40.J-,45.20.dg, 44.10.+i

ISSN 1870-9095

En un artículo previo se analizó el concepto energía, su relación con las mediciones y las magnitudes fundamentales, el carácter dual de su significado y cómo la pseudociencia aprovecha estas características para introducir sus falsas proposiciones [1]. También se ha dicho anteriormente que "...de hecho, hoy día es prácticamente imposible encontrar en los libros de texto una definición generalizada de energía que no pueda ser impugnada por una razón u otra." [2]. Según Feynman^a: "*Es importante notar que en la física de hoy día no tenemos conocimiento acerca de lo que es la energía... Es un algo abstracto en el sentido que no nos dice el mecanismo o las razones para las diversas fórmulas*" [3].

Pero, por otra parte, resulta insoslayable resolver el problema de encontrar una forma simple de introducir el concepto energía en la enseñanza de las ciencias, al menos en una primera aproximación, y sin introducir ambigüedades. La necesidad es aún más perentoria para aquellos estudiantes que no escogerán la física o alguna otra ciencia afín como su especialidad.

Un reciente artículo referente a la cultura científica y la educación ambiental en la enseñanza media señala serias deficiencias en la comprensión del concepto energía y su degradación, resaltando la importancia que tienen estos conceptos para que el estudiante lograr assimilar cabalmen-

te la problemática energético-ambiental contemporánea [4].

Quizás una de las principales causas de estas deficiencias radique justamente en las definiciones un tanto abstractas que muchas veces se asocian a la energía, y en las discrepancias que ocasionalmente aparecen entre los cursos básicos de mecánica y los posteriores de termodinámica en relación al concepto. Otras veces se confunde la física con la filosofía, pretendiéndose dar al concepto de energía un alcance mucho mayor que el que la física es capaz de proporcionar (quizás esto haya influido en el criterio de Feynman citado anteriormente). Ver ref. [2].

Aclaremos.

La física trabaja exclusivamente con magnitudes. Por ejemplo, es posible definir el concepto "fuerza" de diferentes maneras^b. Sin embargo, cualquier posible indefinición desaparece cuando Ud. especifica *como se miden las fuerzas* (utilizando un dinamómetro calibrado previamente y especificando sus propiedades experimentales -se suman vectorialmente, etc.). Una definición igualmente precisa para la energía se puede obtener combinando las definiciones de energía cinética y potencial. Note que en física la energía NO ES un concepto primario independiente, sino que se deriva del concepto *fuerza* a partir de la definición de energía potencial y del teorema del trabajo y la energía. Tratar de encontrar una definición de energía ajena al concepto de fuerza sería como tratar de definir la aceleración

^a Richard Phillips Feynman, (1918-1988), es considerado uno de los físicos más importantes del siglo XX en los EE.UU. Compartió el premio Nóbel de Física en 1965 por su trabajo en electrodinámica cuántica y en 1972 la Medalla Oersted a la Enseñanza, entre otros galardones. Se considera una de las figuras pioneras de la nanotecnología y uno de los primeros en proponer la realización futura de ordenadores cuánticos.

Lat. Am. J. Phys. Educ. Vol. 2, No. 3, Sept. 2008

^b En nuestro medio, la definición aceptada es usualmente "una medida de la interacción entre diferentes cuerpos o sistemas", tanto en el macro-mundo como en el micromundo.

A. González Arias

sin mencionar la velocidad: un flagrante error que únicamente tendería a obscurecer la definición.

A continuación se presenta una definición simple y general, con vistas a ser aplicada en las primeras etapas de la enseñanza de las ciencias, basada en la relación analítica inversa entre fuerza y energía.

Para la energía cinética E_c :

$$\vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt} \quad \text{donde} \quad p = \sqrt{2mE_c},$$

mientras que para la energía potencial E_p ,

$$\vec{F} = -\nabla E_p, \quad \text{donde} \quad \nabla \text{ es el operador gradiente.}$$

En el primer caso la fuerza está asociada a la variación temporal de la energía. En el segundo a la variación espacial. Esta última expresión indica que las fuerzas estáticas también son una medida de la energía de un sistema. Es decir, desde el punto de vista estrictamente mecánico, NO ES NECESARIO que haya variaciones temporales en un sistema para que haya energía almacenada^c. Expresando estos resultados analíticos en palabras, de forma resumida, se llega a:

Energía: capacidad de un cuerpo o sistema para ejercer fuerzas sobre otros cuerpos o sistemas o entre sus propios subsistemas.

Para completar la idea, se podría añadir:

Si las fuerzas ocasionan variaciones **temporales microscópicas y desordenadas**, hay transmisión de energía en forma de *calor*. Si las variaciones temporales son *macroscópicas o microscópicas ordenadas* (fenómenos eléctricos y magnéticos) hay transmisión de energía en forma de *trabajo*.

Comentario aparte merece la transmisión de energía en forma de calor, que puede ser por conducción, convección o radiación, ya que la radiación también puede transmitir trabajo (presión de la luz, efecto fotoeléctrico, señales de radio, TV, recepción en una antena, etc.).

El dilema se resuelve considerando a la radiación como *un sistema* con propiedades muy especiales, capaz de entregar su energía tanto en forma de calor como de trabajo.

(La radiación sólo existe a la velocidad de la luz, no tiene fronteras definidas, pero existe independientemente de la fuente que le dio origen).

Así, la radiación es en realidad tanto una forma de transmisión de calor como de trabajo, y sólo es necesario ampliar el concepto, mencionando el trabajo por radiación junto al calor por radiación (ver figura 1).



FIGURA 1. Diferentes formas de transmisión de la energía.

REFERENCIAS

- [1] González Arias, A., *Falsas Energías, Pseudociencia y Medios de Comunicación Masiva*, Rev. Cub. Fís. **19**, 68, (2002).
- [2] González Arias, A., *El Concepto Energía en la Enseñanza de las Ciencias*, (a) Revista de la Unión Iberoamericana de Sociedades de Física **1**, Agosto (2006); (b) Revista Iberoamericana de Educación, ISSN: 1681-565, número 38/2, Marzo 10 (2006).
- [3] Feynman, R. P., Leighton, R. B. and Sands, M., *The Feynman Lectures on Physics* Vol. 1, Cap. 4, (Addison-Wesley Pub. Co, 6th, Ed., USA, 1977).
- [4] Bosque Suárez, R., Merino, T. y Fundora, J., *Cultura científica y ambiental en el Decenio de la educación por el desarrollo sostenible*, V Congreso Internacional Didáctica de las Ciencias, Didáctica de las Ciencias, nuevas perspectivas, segunda parte, Palacio de las Convenciones de La Habana, Marzo 17-21 (2008).

^c Microscópicas siempre las habrá, excepto en el cero absoluto –al menos teóricamente.