

# Y Ud,... ¿cómo mide la bioenergía?



**Arnaldo González Arias**

*Departamento de Física Aplicada, Universidad de La Habana, San Lázaro y L,  
La Habana, Cuba*

**E-mail:** arnaldo@fisica.uh.cu

(Recibido el 2 de Enero de 2008, aceptado el 10 de Febrero de 2008)

## Resumen

Se analiza el significado del concepto bioenergía y las interpretaciones erróneas que a veces aparecen en los medios masivos de comunicación. La energía es un concepto obtenido por inducción, no por deducción, de aquí que el proceso educativo debería tratar de reproducir este proceso a partir del laboratorio de física. De esta forma quedaría mejor esclarecido el concepto, evitando interpretaciones erróneas de la realidad.

**Palabras clave:** Bioenergía, calorímetro de bomba, laboratorios de enseñanza de la física, la energía como resultado de un proceso de inducción.

## Abstract

The meaning of the concept bioenergy is analyzed, as well as the wrong interpretations that sometimes appear in the massive media. The concept of energy comes by induction, not by deduction, and hence the educative process should try to reproduce this process in the physics laboratory. In this way the concept will be much better clarified, avoiding wrong interpretations of reality.

**Keywords:** Bioenergy, bomb calorimeter, physics teaching laboratory, energy concept as result of induction process.

**PACS:** 07.20.Fw, 01.50.Pa, 01.40.gb

**ISSN 1870-9095**

*Que es. Cómo se mide.  
La otra bioenergía. Aspectos educativos*

## I. ¿QUÉ ES?

La bioenergía es algo que preocupa a muchos en el mundo contemporáneo [1-6] (Figura 1). El *Journal of Biomass and Bioenergy*, de la Elsevier Pub. Co.<sup>1</sup>, se dedica a publicar artículos sobre “recursos biológicos, procesos químicos... y productos de biomasa para nuevas fuentes renovables de energía”. Otra revista, el *Journal of Biobased Materials and Bioenergy*, es editada por la American Scientific Publishers con fines similares<sup>2</sup>. De manera que, en la ciencia, bioenergía se refiere esencialmente a la **energía obtenida a partir de combustibles derivados de las plantas o residuos animales renovables**. La VII Feria Internacional de Bioenergía se celebró en Valladolid, España, del 25 al 27 de Octubre de 2007 (Figura 2). La próxima edición, Expobioenergía'08, ya se encuentra en preparación. Se puede solicitar información en [info@expobioenergia.com](mailto:info@expobioenergia.com).

En la actualidad la mayor parte de la bioenergía se obtiene del etanol proveniente del almidón de los granos de maíz. Sin embargo, los defensores de este tipo de energía

alegan que las nuevas tecnologías podrían hacer rentables una amplia variedad de posibles materias primas y desechos agrícolas, tales como los tallos del propio maíz y la paja de cereales.



**FIGURA 1.** [www.greenpeace.org/raw/content/espana/reports/criterios-de-greenpeace-sobre.pdf](http://www.greenpeace.org/raw/content/espana/reports/criterios-de-greenpeace-sobre.pdf).



**FIGURA 2.** Logo de la Feria Anual Internacional “Expobioenergía’07”

Los residuos servirían no sólo para producir etanol, sino también plásticos y diversos productos químicos que

<sup>1</sup> [http://www.elsevier.com/wps/find/journaldescription.cws\\_home/986/description#description](http://www.elsevier.com/wps/find/journaldescription.cws_home/986/description#description)

<sup>2</sup> <http://www.aspbs.com/jbmbe.html>

actualmente se obtienen de combustibles fósiles como el petróleo o la hulla. La creación de tecnologías novedosas permitiría al agricultor recibir ingresos por partida doble, vendiendo los alimentos y convirtiendo los residuos sobrantes en combustibles para el sector del transporte.

## II. ¿CÓMO SE MIDE LA BIOENERGÍA?

Uno de los pilares fundamentales de la ciencia moderna es el principio de conservación de la energía. Las energías no aparecen ni desaparecen. Se transforman unas en otras. De aquí que toda energía, por el sólo hecho de serlo, debe ser *medible o mensurable*, es decir, se debe poder expresar su valor en números. De lo contrario, ¿cómo comprobar que esa energía particular cumple el principio de conservación y que aquello que suponemos una energía efectivamente lo es?

Lo anterior implica que alguien tuvo que verificar alguna vez esa transformación a partir de valores *numéricos* (lo que muchas veces se obvia en los cursos básicos de física y en los artículos de divulgación científica). Por tanto, una pregunta clave es la siguiente: ¿cómo se mide la bioenergía? Respuesta: con un calorímetro de bomba, que sirve para medir el *calor de combustión* de las sustancias<sup>3</sup>.

La sustancia que se desea medir se coloca dentro de un recipiente hermético de paredes gruesas (figura 3), se inyecta oxígeno puro a una presión de 20 atmósferas y mediante un dispositivo eléctrico accesorio se inicia la combustión haciendo pasar una corriente intensa por una resistencia (figura 4). El oxígeno a alta presión garantiza la combustión total de la muestra una vez iniciada. El incremento de temperatura asociado a la combustión se mide con un termómetro especial que determina incrementos de 0.01 °C, y de ahí se puede calcular el calor evolucionado durante el proceso. Se necesitan correcciones para tomar en cuenta el calor añadido al quemarse la resistencia, las pérdidas de calor hacia el exterior durante el proceso y el efecto de los residuos gaseosos. Las correcciones permiten transformar el calor obtenido en la bomba hermética a volumen constante ( $Q_v$ ), en otro valor más práctico; el que se obtendría si el experimento se hubiera hecho a presión constante en contacto con la atmósfera ( $Q_p$ )<sup>4</sup>.

El calor evolucionado a presión constante  $Q_p$  es igual a la variación de *entalpía*  $\Delta H$ , una magnitud que depende solamente de los estados inicial y final del proceso, y no de la forma en que éste se lleva a cabo (lo que se conoce en termodinámica como una *función de estado*). El resultado final es un número, *el calor de reacción o calor de combustión*, que da una medida de la bioenergía almacenada en la sustancia y de su capacidad para convertirse en trabajo útil. Como la variación de entalpía no depende de la forma en que la combustión se lleve a cabo, se pueden comparar energéticamente procesos que a primera vista pudieran parecer muy disímiles. Por ejemplo, es posible calcular sin

ambigüedades cuanto más efectivo es un combustible que otro al usarlo para calentar una caldera, o para hacer girar la turbina de un avión.



FIGURA 3. Cámara de reacción o bomba del calorímetro recibiendo el oxígeno a 20 atmósferas

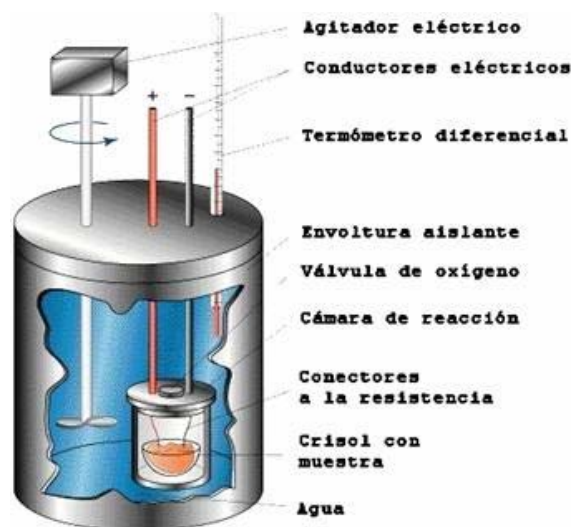


FIGURA 4. Esquema del calorímetro

También es posible medir de esta manera el valor energético de los alimentos y calcular, directa o indirectamente, su capacidad para generar calor en el organismo, contraer un músculo o establecer diferencias de potencial en las membranas celulares. A veces se utiliza el término

<sup>3</sup> Ver, v. gr., [www1.uprh.edu/inieves/calorimetria\\_conf.pdf](http://www1.uprh.edu/inieves/calorimetria_conf.pdf) o [http://www1.uprh.edu/inieves/CALORIMETRIA-manual\\_web.htm](http://www1.uprh.edu/inieves/CALORIMETRIA-manual_web.htm)

<sup>4</sup>  $Q_p \approx Q_v + RT\Delta n$ , donde  $\Delta n$  representa la variación de moles gaseosos durante la reacción.

*bioenergética* para designar el estudio de estos procesos<sup>5</sup>, que en realidad no se refieren a la bioenergía como tal, sino a la forma en que la energía proveniente de los alimentos, y almacenada en las células, se transforma en energía mecánica, eléctrica, o de otro tipo. El contenido bioenergético de los alimentos es bien conocido; en valor aproximado:

Hidratos de carbono ~ 17 kJ/g

Proteínas ~ 17,5 kJ/g

Grasas ~ 39 kJ/g

En el organismo, sólo un 20% se aprovecha en trabajo muscular. El resto se disipa en forma de calor.

### III. LA OTRA BIOENERGÍA

En la pseudociencia<sup>6</sup> es usual encontrar una sutil apropiación de términos científicos conocidos para designar supuestos objetos o fenómenos cuya existencia ni siquiera está comprobada. De esa forma se trata de dar apariencia científica a lo que no lo es, presentando las creencias como supuestas evidencias. Y no siempre se hace a propósito o conscientemente, sino más bien por desconocimiento acerca de la ciencia y su metodología. Se crea de esta manera una especie de subcultura marginal que pretende ser ciencia sin aplicar sus métodos.

Así, en determinados círculos pseudocientíficos bioenergía designa un “algo” diferente al concepto explicado en la sección anterior. Este “algo” es una imaginaria “energía” cuya existencia se asume o postula, pero que ni los mismos que la postulan saben bien lo que es. Se considera asociada exclusivamente a la vida y a los seres vivos, de forma que cuando la planta o la persona mueren, la tal “bioenergía” desaparece. No es una forma de energía que la ciencia pueda reconocer porque, por más que Ud. busque y rebusque, resulta imposible encontrar una definición concreta o una descripción clara de como se mide ese “algo”.

Por ejemplo, en uno de estos sitios “bioenergéticos” se puede leer: *“Una metodología práctica y sencilla para seleccionar los alimentos midiendo su campo bioenergético, asegurando la adquisición de un alimento fresco, de gran sabor y que aporta energía vital (prana) a nuestro organismo”*.<sup>7</sup> Pero cuando Ud. escribe a la dirección de contacto -como hizo el autor- preguntando donde se puede obtener información acerca de como se mide el tal campo bioenergético, recibe la llamada por respuesta.<sup>8</sup>

Además, si la tal “energía” desaparece cuando la vida se extingue, evidentemente no puede cumplir el principio de conservación. Y si no desaparece... ¿adonde va? ¿Se disipa en el medio ambiente? ¿Se convierte en calor? ¿Es tan sutil que no se puede medir o detectar?

<sup>5</sup> Enciclopedia Encarta 2007

<sup>6</sup> Pseudociencia: falsa ciencia

<sup>7</sup> [http://www.bioenergetica.cl/seleccion-alimentos.php?id\\_familia=alimentos](http://www.bioenergetica.cl/seleccion-alimentos.php?id_familia=alimentos)

<sup>8</sup> Lo mismo sucede con la *energía vital*, concepto similar del hinduismo, indefinido, no medible, asociado sólo a lo vivo, no cumple el principio de conservación, etc.

Si no se puede detectar, ¿como sabe Ud. que está ahí?

De aquí que cuando alguna sociedad bioenergética<sup>9</sup> intenta describir las propiedades de “su” bioenergía, no es difícil encontrar afinidades con el misticismo, el alma, el espíritu u otros conceptos religiosos, -aunque las terminologías utilizadas no sean las mismas que comunmente emplea la religión. Esto último, según los que conocen del tema, además de no ser ciencia, es pésima teología.

### IV ASPECTOS EDUCATIVOS

La transformación de la energía no se deduce a partir de otro principio ni es un postulado teórico, es un resultado inducido<sup>10</sup> de la evidencia experimental. De aquí que el proceso docente-educativo debería de alguna forma tratar de reproducir este proceso de inducción, haciendo énfasis en las prácticas experimentales que ilustren las transformaciones de energía con valores numéricos.

Parece ser que la falta de preparación en el tema energético, tanto en la enseñanza media como en la universitaria, ha sido y es un excelente caldo de cultivo para que proliferen la pseudociencia. La imprecisión se agrava drásticamente cuando hay escasez de recursos para las prácticas del laboratorio docente. No le queda al alumno otra posibilidad que imaginar la realidad -si puede y como pueda- obteniendo así una visión deformada de la ciencia y del método científico.

### V. CONCLUSIONES

El concepto general de energía proviene de la inducción; no se deduce de ningún lugar. De aquí que las formas de enseñanza adecuadas deberían estar acordes al proceso mediante el cual fue obtenido el concepto. Por tanto, parece razonable concluir que sería conveniente introducir en los laboratorios de física la medición de energías particulares (como la bioenergía) antes de llegar al concepto general de energía -o al menos, programar tales mediciones en actividades paralelas-. Tal proceder debería ser válido para cualquier nivel de enseñanza donde se mencione la energía.

Y en cuanto a la concepción errónea de bioenergía que muchas veces aparece en los medios masivos de comunicación, en realidad resulta fácil separar lo ilusorio de la realidad física. Cuando alguien le argumente sobre estos temas, pregunte:

Y cuando la vida cesa... ¿adonde va la bioenergía?

O mejor aún:

Y Ud,... ¿cómo mide la bioenergía?

<sup>9</sup> Hay muchísimos sitios en la WEB que tratan este tema, usualmente asociados a “terapias” de dudosa efectividad.

<sup>10</sup> Inducción: en el campo de la lógica, proceso en el que se razona desde lo particular hasta lo general, al contrario de la deducción.

## REFERENCIAS

- [1] Shapouri, H., Duffield, J., Mcaloon, A. J. *The 2001 Net Energy Balance of Corn-Ethanol*. Proceedings of the Conference on Agriculture As a Producer and Consumer of Energy, Arlington, VA., June 24-25 (2004).
- [2] Farrell, A. E., Plevin, R. J., Turner, B. T., Jones, A. D., O'Hare, M., Kammen, D. M. *Ethanol can contribute to energy and environmental goals*. Science 311: 506-508 (2006).
- [3] Dias de Oliveira, M. E., Vaughan, B.E. & Rykiel, Jr. E. J. *Ethanol as fuel: energy, carbon dioxide balances, and ecological footprint*. Bioscience **55**, 593-602 (2005).
- [4] Pearce, F. 2005. *Forests paying the price for bio-fuels*. New Scientist 19th November Greenpeace (2006).
- [5] Farrell, A. E., Plevin, R. J., Turner, B. T., Jones, A. D., O'Hare, M., Kammen, D. M. *Ethanol can contribute to energy and environmental goals*, Science **311**, 506-508 (2006).
- [6] Gray, K. A., Zhao, L. & Emptage, M. *Bioethanol*. *Current Opinion in Chemical Biology* **10**, 141-146 (2006).