

VII CONGRESO INTERNACIONAL DIDÁCTICAS DE LAS CIENCIAS

XII Taller Internacional sobre la Enseñanza de la Física
Del 19 al 23 de marzo de 2012

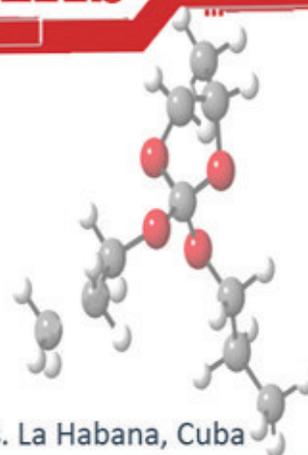


La Educación Científica de los Jóvenes
en la Década de la Educación para el Desarrollo Sostenible

DIDÁCTICAS DE LAS CIENCIAS

NUEVAS PERSPECTIVAS

CUARTA PARTE



Palacio de Convenciones. La Habana, Cuba

Uso y abuso del término ‘ENERGÍA’ⁱ

Arnaldo González Arias

arnaldo@fisica.uh.cu

Dpto. Física Aplicada, Facultad de Física
Universidad de La Habana

§ 1 Enmarcando el tema: Ciencias Naturales, Sociales, Médicas y Humanidades

Es usual agrupar las áreas del conocimiento humano en dos grandes vertientes; las Ciencias por una parte y las Humanidades por el otro. Las Humanidades como el Arte, la Literatura, la Filología o la Lingüística estudian particularidades; no intentan encontrar leyes o postulados universales. Las Ciencias, subdivididas en Naturales, Sociales y de la Salud, tratan de encontrar las *leyes* que rigen los sucesos o fenómenos en su campo específico de aplicación.

Una ley es un nexo estable y reiterado entre fenómenos; las leyes son relaciones universales de causa-efecto a cumplirse bajo condiciones determinadas. Hay muchas leyes y principios; baste citar las de gravitación universal (Newton, Física), la de las proporciones definidas (Proust, Química), las de la herencia (Mendel, Biología) y la ley del 80/20 (Pareto, Economía).

Las Ciencias Naturales se dedican a estudiar los aspectos físicos (no humanos) del mundo; incluyen entre otras la Química, la Física y la Biología. Las Ciencias Sociales estudian el comportamiento y actividades de los seres humanos no estudiados por las Ciencias Naturales. Pertenecen a este grupo la Economía, Psicología, Derecho y Arqueología. Las Ciencias de la Salud incluyen en su seno tanto ciencias naturales como sociales, más otras específicas como la Anestesiología o la Cirugía, hasta llegar a un total de alrededor de 30.

Es de notar que algunas ciencias, como la Geografía, unas veces aparecen clasificadas como naturales y otras como sociales. Y está el caso de algunas Ciencias Sociales que, al carecer de leyes definidas y reconocidas por todos, son en la actualidad objeto de discusión acerca de si son efectivamente Ciencias o más bien caen dentro de la clasificación de Humanidades.

En lo que sigue nos referiremos exclusivamente a las Ciencias Naturales, con la excepción de las Matemáticas, que no tomaremos en cuenta por la siguiente razón. Aunque algunos llaman a las matemáticas la “Reina de las Ciencias”, otros no la consideran una ciencia natural, sino una forma de *arte*, porque define e investiga estructuras y conceptos abstractos por razones puramente internas y posee una lógica propia que no necesita del experimento.

Los criterios expresados más adelante también serán válidos para cualquier ingeniería. Según Jean Dausset, premio Nóbel en Fisiología, “*La mera enunciación del tema ‘ciencia y tecnología’ pone de manifiesto la oposición que existe entre estos dos conceptos: la ciencia guarda relación con los conocimientos, en tanto que la tecnología se refiere más bien a la utilización de éstos.* Sin embargo, obviamente los conocimientos son los mismos en ambos casos y, en ese sentido, lo que es válido para unas también lo será para las otras.

§ 2 El Método Científico

Es posible encontrar muchas definiciones de Ciencia en la literatura. Un resumen de varias aplicado a las Ciencias Naturales es el siguiente: *Esfera de la actividad humana dirigida a la adquisición sistemática de nuevos conocimientos, reflejados en leyes e interpretaciones de los procesos naturales.* En estas ciencias, la adquisición de nuevos conocimientos se lleva a cabo a través del Método Científico, que no es más que un *procedimiento* derivado de la práctica y la experiencia de muchas generaciones. El método científico también se emplea regularmente en las Ciencias Médicas; cuando hay pacientes involucrados en vez de *experimentos* se acostumbra hablar de *ensayos clínicos*.

EL MÉTODO CIENTIFICO

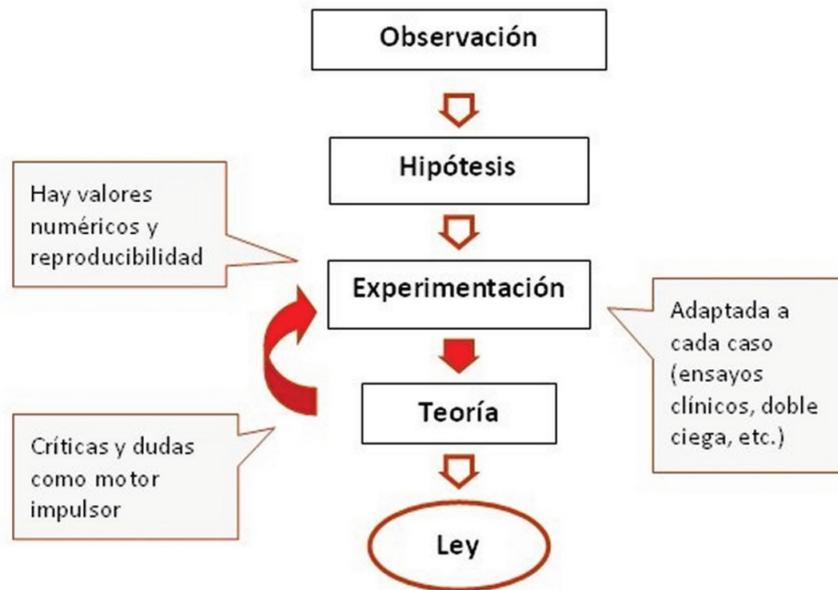


Fig. 2.1

En la figura 2.1 aparece un esquema que muestra, a grandes rasgos, en qué consiste el método científico en las ciencias físicas y otras afines. Nos dice que cuando tenemos nociones de determinado fenómeno (observación), usualmente se establece una

suposición acerca de por qué ocurre y cuáles son sus causas (hipótesis). Es necesario entonces repetir el fenómeno - o parte de él- *controladamente* (experimentación), con el fin de evitar la interferencia de agentes ajenos que afecten lo que se desea estudiar y obtener así valores numéricos confiables y *reproducibles*. Esto último es de primordial importancia. Si los resultados de un experimento no son reproducibles en otros laboratorios, por otros operadores y utilizando otro instrumental, no se podrá afirmar absolutamente nada de los resultados obtenidos. Significa que el resultado particular obtenido fue, si no erróneo, cuando más casual. Es un indicio de que el experimento no fue controlado lo suficiente y hubo factores ajenos, no identificados por el operador, que afectaron el resultado.

Una vez que se tiene el resultado de un experimento, -que puede confirmar o negar la hipótesis- es necesario buscar alguna explicación racional basada en ese resultado. Se llega a sí a la *teoría*.

Y cuando se posee una teoría, a partir de ésta siempre es posible tratar de predecir lo que ocurrirá en alguna otra situación parecida, e idear algún otro experimento que servirá de comprobación al anterior, y también a la teoría (de ahí la doble flecha en el esquema de la figura 2.1). De esta manera se establece una interacción continua entre teoría y experimento, que constituye sin lugar a dudas el núcleo esencial y “fuerza motriz” del método científico. Asociada a la interacción teoría-experimento hay todo un proceso de divulgación internacional de resultados a través de publicaciones en revistas científicas arbitradas, críticas, errores y rectificaciones. Y no es raro que teorías muy bien establecidas deban ser reformadas, al detectarse algún nuevo fenómeno que la teoría existente no es capaz de explicar satisfactoriamente.

Cuando la teoría se hace lo suficiente amplia y sólida, cuando es capaz de dar explicación a una gran cantidad de fenómenos y relaciones de causa-efecto y también de rebatir racionalmente cualquier crítica, se llega a la ley. Las leyes tampoco son eternas. Muchas veces se hace necesario generalizarlas para lograr explicar fenómenos no detectados hasta el momento. Hay muchísimas leyes físicas, químicas, biológicas y de otras ciencias: *todas ellas provienen del proceso que acabamos de describir*.

En realidad, la afirmación anterior no se ajusta estrictamente a la verdad, pues en algunas ciencias naturales es materialmente imposible llevar a cabo experimentos controlados en relación a un fenómeno determinado. Así ocurre, por ejemplo, en la geología o la astronomía, cuyos métodos de análisis e investigación no se han considerado.

No obstante, en esos casos la observación precisa y reproducible sustituye al experimento, y las teorías se consideran válidas cuando:

- a) son capaces asociar racionalmente muchos hechos en apariencia independientes y,
- b) logran predecir la existencia de relaciones y fenómenos no detectados hasta el momento.

Antes de continuar, es necesario mencionar que junto a la ciencia también existe la falsa

ciencia o pseudociencia, que aparentando ser ciencia en realidad obvia la parte esencial del método científico, pasando directamente de la hipótesis a algún punto medio entre la teoría y la ley, sin realizar experimentos (figura 2.2). De esta manera las suposiciones e hipótesis de algún “iluminado” y sus seguidores se convierten así en “leyes” sin pasar por el fino tamiz de la interacción teoría-experimento. Estas suposiciones, al hacer abundante uso de la terminología científica en sus descripciones y aseveraciones, pueden engañar fácilmente a cualquiera no familiarizado con el quehacer científico. La mayor parte de las veces la experimentación simplemente se omite y se toma la hipótesis como una verdad absoluta. En otras ocasiones se llevan a cabo unos pocos experimentos mal diseñados, y se propone una teoría desligada del experimento. Si hay resultados experimentales aparentemente favorables, siempre son casuales; no son reproducibles.

Como el motor de avance de la ciencia es precisamente la crítica y la interacción teoría-experimento, la pseudociencia no tiene forma de avanzar. Invariablemente, sus ‘leyes’ y ‘teorías’ están dadas de una vez y para siempre.

Existe similitud entre las pseudociencias y las creencias religiosas, e incluso algunas pseudociencias evocan principios religiosos disfrazándolos de criterios científicos, como se verá más adelante. El filósofo Mario Bunge, en su libro ‘Las pseudociencias, vaya timo’ⁱⁱ divide el conocimiento en dos grandes campos. Por una parte incluye los ‘campos de investigación’, en los que agrupa las Humanidades, las Ciencias Básicas y Aplicadas, las Matemáticas y la Tecnología, incluyendo la Medicina y el Derecho. En la otra incluye los ‘campos de creencias’, donde junto a las religiones y las ideologías políticas aparecen las pseudotecnologías y la pseudociencia.

LA PSEUDOCIENCIA

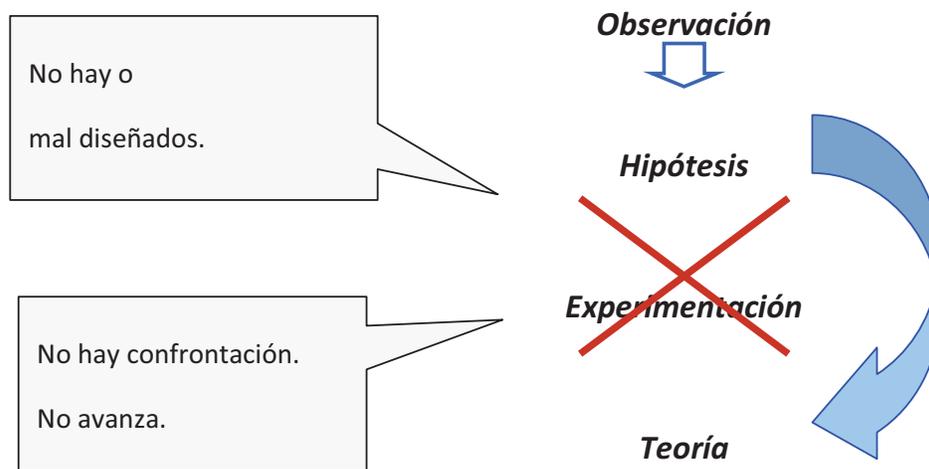


Fig. 2.2

En el campo de las Ciencias Médicas no faltan las afirmaciones falsas, elaboradas concienzudamente con el único fin de engañar al paciente y justificar de alguna forma la validez de una u otra pseudoterapia. A pesar de lo absurdo que pudiera parecer a primera vista, es un tema muy actual y una posibilidad muy real a tomar en cuenta ante afirmaciones de supuestas terapias maravillosas, que curan infinidad de dolencias. Desde aliviar o eliminar el cáncer con agua –cualquier tipo de cáncer- hasta efectuar curaciones a distancia con un péndulo y una fotografía del paciente.ⁱⁱⁱ

Hay tres razones fundamentales para denunciar y condenar la pseudociencia:

1. Es falsa. Toda pseudociencia predica nociones contrarias a las reconocidas por la ciencia.
2. Constituye una pérdida de tiempo, esfuerzo, recursos, y algo similar a lo que los economistas llaman “costo de oportunidad”. Es decir, no solo se pierde lo dicho anteriormente, también se pierde lo que se pudiera haber ganado de emplear esos recursos y esfuerzos en algo realmente productivo.
3. Cuando la pseudociencia está ligada a una falsa terapia, el posible perjuicio para el paciente siempre está presente, ya bien sea por causa directa, o porque éste no logre atender a tiempo su dolencia, al entretenerse con la pseudoterapia sin someterse a un tratamiento verdaderamente eficaz.

§ 3. ¿Qué es la energía?

Al revisar la literatura se encuentran definiciones diversas del concepto, la mayoría fácilmente impugnables. A veces se confunde la física con la filosofía, pretendiéndose dar al concepto energía un alcance mucho mayor que el que la física es capaz de proporcionar. En otras, las definiciones son demasiado abstractas o ambiguas. También es común que surjan discrepancias entre las definiciones que aparecen en los cursos básicos de mecánica y en los posteriores de termodinámica.

No faltan definiciones un tanto absurdas, donde la energía resulta ser... cualquier cosa que se traslade de un sistema a otro. Otras revelan fácilmente su carácter confuso al analizar algún ejemplo concreto. Por ejemplo, la definición “Un cuerpo posee energía cuando puede producir cambios o transformaciones en otros cuerpos o en sí mismo”, sugiere que después que cesa el cambio o la transformación los sistemas ya no tienen energía.^{iv} La energía del combustible gastado en un vehículo ya no puede producir cambios o transformaciones, se ha degradado, pero de acuerdo al primer principio permanece convertida en otros tipos de energía (esencialmente calor no aprovechable). Aún más, la energía no es una de las magnitudes patrones del Sistema Internacional de Unidades, y en esta definición ni aparece siquiera el intento de asociarla a otras magnitudes físicas ni relacionarla al resultado de alguna medición.

En cuanto a la importancia esencial de las mediciones en las Ciencias Naturales, vale la pena citar a William Thomson (Lord Kelvin), uno de los padres de la Termodinámica moderna:

“Suelo repetir con frecuencia que sólo cuando es posible medir y expresar en forma numérica la materia de que se habla, se sabe algo acerca de ella; nuestro saber será deficiente e insatisfactorio mientras no seamos capaces de traducirlo en números. En otro caso, y sea cual fuere el tema de que se trate, quizá nos hallemos en el umbral del conocimiento, pero nuestros conceptos apenas habrán alcanzado el nivel de ciencia.”

Otras definiciones tal como “la energía es una medida del movimiento”, introducida por los filósofos materialistas del siglo XIX, entra en contradicción con los textos contemporáneos de física donde, entre otros ejemplos, es posible encontrar energías descubiertas posteriormente que no están asociadas al movimiento. Por ejemplo, en referencia a la famosa relación de Einstein entre la masa y la energía (1905) un conocido texto de física afirma: “...podemos aseverar que un cuerpo en reposo tiene una energía $E_0 = mc^2$ en virtud de su masa en reposo. A ésta cantidad se le llama energía en reposo”... (y es adicional a la energía asociada al movimiento de la partícula).

Tres diferentes significados.- El problema se complica aún más porque el término se utiliza regularmente con no menos de 3 significados diferentes.

1er significado.

El de una energía física, real y medible: cinética, potencial electrostática, gravitatoria, de enlace, magnetostática, energía en reposo ($E_0=mc^2$), de la radiación ($E = h\nu$), etc. Se caracterizan porque tienen una expresión analítica y números asociados. Por tanto:

- a) Se pueden comparar sin ninguna ambigüedad,
- b) Se puede verificar que unas se transforman en otras, buscar su equivalencia y el cumplimiento del 1er principio de la Termodinámica.

Las *energías de enlace* pueden no tener expresión analítica, pero sí valores numéricos reproducibles obtenidos a partir del experimento.

2do significado.

Para indicar de donde provienen o se almacenan determinadas energías: energía eólica (energía cinética del viento), energía solar (energía de la radiación electromagnética), energía nuclear, química, mareomotriz y otras.

Estos conceptos no tienen fórmulas o números asociados. Por tanto, no son energías físicas como las anteriores, sino conceptos o simplemente nombres que indican de donde provienen o donde se almacenan las energías físicas reales.

EXPRESIÓN ANALÍTICA DE ALGUNOS TIPOS DE ENERGÍA		
ENERGÍA	EXPRESIÓN ANALÍTICA	MAGNITUD A MEDIR
Cinética	$\frac{1}{2}mv^2$	Masa (m) Velocidad (v)
Potencial gravitatoria	$G \frac{m_1 m_2}{r}$	Masa (m) Longitud (r)
Potencial electrostática	$k \frac{q_1 q_2}{r}$	Carga eléctrica(q) Longitud(r)
Del campo eléctrico (por u. de vol.)	$\frac{1}{2} \epsilon E^2$	Permitividad Intensidad de campo E
Del campo magnético (por u. de vol.)	$\frac{1}{2} \mu H^2$	Permeabilidad (μ) Intensidad de campo H
Energía en reposo E_0	mc^2	Masa (m), Velocidad de la luz (c)
Del fotón, del nivel energético (ΔE)	$h\nu$	Frecuencia (ν)

Tabla 3.1

3er significado.

El significado popular que todos conocemos: 'Me quedé sin energías', para indicar cansancio o agotamiento o 'Me siendo con mucha energía' para indicar lo contrario. Ésta 'energía' no es tal, sino un estado de ánimo; tampoco se puede medir, por no estar definida analíticamente. No es posible hacer ciencia pensando en esta acepción de carácter popular. Intentar explicar el efecto de supuestos medicamentos o procedimientos realizados sobre las personas o animales en base a este concepto conduce de inmediato a la pseudociencia.

Al llegar a este punto, el lector debe notar que si nos acostumbramos a hablar de ‘energía’ a secas, sin especificar ‘apellidos’, su expresión analítica o como se mide, le estamos haciendo un flaco favor al interlocutor, sobre todo si es un estudiante. De no especificar, estamos mezclando en su conciencia las tres diferentes acepciones, dos de ellas sin un claro significado físico. De aquí que sea imprescindible esclarecer en cada caso el ‘apellido’ de la energía, su significado y *como se mide* a partir de la expresión analítica (ver tabla). En realidad, no existen equipos que midan directamente algún tipo de energía, incluso en el micromundo, donde la norma es medir frecuencias o longitudes de onda. La expresión $\Delta E = h\nu$ indica usualmente diferencias entre niveles energéticos, no valores absolutos de la energía. Algo similar tiene lugar en la termodinámica, donde interesan las diferencias y rara vez los valores absolutos de la energía. *(Nota. Es posible calibrar un equipo para que determine la longitud de onda o frecuencia de una radiación y reporte automáticamente el correspondiente valor de la energía en una escala; desde luego, eso no indica que Ud. esté midiendo la energía en forma directa, sino a partir de la expresión analítica. Una medición directa es cuando Ud. mide directamente una longitud con una regla, el tiempo con un reloj o la temperatura con un termómetro).*

§ 4 Definiendo la energía

¿Cómo encontrar entonces una definición general de energía desde el punto de vista científico? Una posibilidad es tratar de encontrar alguna analogía con otras definiciones.

En la física, unas magnitudes se definen a partir de otras. (En el caso de las magnitudes fundamentales se emplea el criterio operacional, que considera definida la magnitud cuando se describe en detalle el proceso de su medición). Además, las definiciones no son sólo cualitativas, también deben ser cuantitativas.

Por ejemplo, la aceleración se define por la expresión $\bar{a} = \frac{d\bar{v}}{dt}$, que nos dice que aceleración es la variación de la velocidad en la unidad de tiempo y, a la vez, también nos dice cómo se obtienen sus valores numéricos. Como la energía NO es una magnitud fundamental, para que no sea ajena a la física hay que definirla sobre la base de otras magnitudes físicas –cualitativa y cuantitativamente-.

Para definir la energía considere lo siguiente.

La energía cinética E_c se define a partir del Teorema del Trabajo y la Energía, creando una cierta función que no depende de la trayectoria del trabajo de la fuerza resultante, sino sólo de los estados inicial y final:

$$\Delta E_c = \int_1^2 \vec{F}_{res} \cdot d\vec{r}$$

$$E_c = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{p^2}{2m}$$

Combinando esta expresión con la 2da Ley de Newton se llega a $\vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt}$ donde p se puede expresar en función de la energía cinética como $p = \sqrt{2mE_c}$.

Estas dos últimas expresiones reflejan algo también conocido; de acuerdo a la 3ra ley de Newton, un sistema cuya energía cinética varía con el tiempo genera fuerzas sobre otros sistemas. Como cualquier sistema mecánico se puede considerar formado por muchas partículas, lo que se demuestra para una partícula se extiende inmediatamente a cualquier sistema de partículas.

Pero también existe la energía potencial, y definida a partir del concepto de fuerza conservativa F_c .

$$\Delta E_p = - \int_1^2 \vec{F}_c \cdot d\vec{r} .$$

Igualmente se obtiene una integral cuyo valor depende sólo de la posición inicial y final, lo que permite definir la función energía potencial. La relación inversa tiene la forma $\vec{F}_c = -\nabla E_p$.

Las relaciones anteriores nos dicen que aunque la posición de un sistema no varíe con el tiempo, si tiene la posibilidad de ejercer fuerzas, también tiene energía (potencial en este caso).

Cualquier otra energía, como las de enlace, se identifican por ser capaces de transformarse o compararse numéricamente con una de estas, cinética o potencial, y generar fuerzas; eso es lo que establece el principio de conservación de la energía. Por tanto, parece razonable definir la energía de la forma siguiente:

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

Al asociar la definición anterior al principio de conservación y transformación de la energía, se ve inmediatamente que también es cuantitativa, pues a la larga medir cualquier energía siempre se puede reducir a medir fuerzas después de efectuar la correspondiente transformación de equivalencia.

Es oportuno resaltar que la conservación y transformación de la energía **NO** es un principio filosófico ni mucho menos. Es el resultado de un proceso de inducción que resume los resultados de cientos o miles de experimentos de todo tipo a lo largo de

cientos de años. Los hechos principales que marcaron pauta en este sentido son:

- *Imposibilidad de crear un móvil perpetuo de primera especie*; (un dispositivo que fuera capaz de entregar energía mecánica sin consumir otro tipo de energía; Academia Francesa de Ciencias, 1775).
- *Determinación del equivalente mecánico del calor*; (1 caloría \approx 4.1868 joules; Joule, 1840).
- *Principio de conservación de la energía* (1ra Ley de la Termodinámica; Mayer, 1842).

Las ideas presentadas en esta sección han sido discutidas y publicadas previamente en diversas revistas y tienen libre acceso en la WEB. ^{v,vi,vii, viii,ix,x}

§ 5 Ejemplos de falsas energías

a) Energía vital

Término empleado en las religiones del oriente (figura 3). Se confunde fácilmente con 'capacidad vital' que si es un término científico empleado en medicina para designar el cociente de dos volúmenes de aire en los pulmones, medidos en diferentes condiciones.

La energía vital es sólo un nombre que parece científico, pero no lo es. Es religión, aunque muchas veces no se quiera reconocer. Si Ud. cambia 'energía vital' por 'espíritu esencial' o algo similar, no pasa nada, pues es una 'energía' no asociada a alguna magnitud física; es 'espiritual'. Por otra parte, holismo es un término proveniente de un juego de palabras en ingles: holy (sagrado) y whole (todo); wholism u holism: lo sagrado que tiene que ver con todo. Lo introdujo hace 80 años Jan Smuts, militar, estadista, botánico aficionado y filósofo de la antigua Unión Sudafricana, en su libro 'Holismo y Evolución', de claro tinte idealista.

ENERGÍA VITAL INEXISTENTE

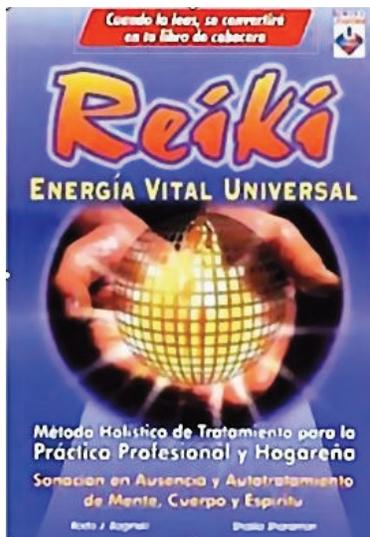


Fig. 5.1

b) Energía piramidal

Esta supuesta 'energía' llegó a tener gran auge en nuestro país. La principal objeción teórica es que es ilusoria; nadie ha demostrado su existencia.

LA TAMBIÉN INEXISTENTE ENERGÍA PIRAMIDAL

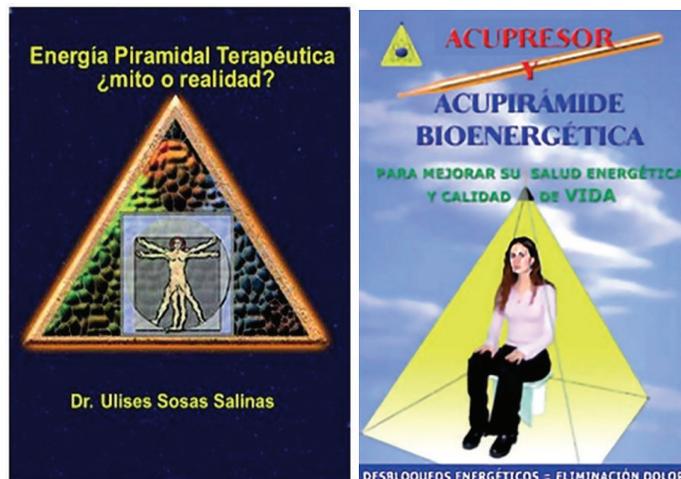


Fig. 5.2 y Fig. 5.3

El auge que tomaron estos procedimientos, sumado a la ausencia de evidencia experimental valedera, llevó a diversos investigadores a verificar si había algo de cierto en las afirmaciones de los 'poderes piramidales', con independencia de si existía o no la tal energía piramidal. Ninguno de estos experimentos, llevados a cabo con rigurosidad científica, encontró pruebas de sus supuestos efectos.^{xi,xii,xiii,xiv}

Zahi Hawas, principal autoridad arqueológica en Egipto, llama 'piramidiotas' a los que creen en las propiedades mágicas de las pirámides. No obstante, el tratamiento piramidal aún se recomienda en algunos sitios.

c) Bioenergía y bioenergética tergiversadas

Estos son sin lugar a dudas dos de los términos más socorridos de la pseudociencia médica pues, a diferencia de los ejemplos anteriores, representan realmente conceptos científicos. Lo que sucede es que se tergiversan y se les da un falso significado, muchas veces asociándolos a conceptos espirituales.

La bioenergía es *energía renovable* proveniente de materiales derivados de fuentes biológicas (etanol de caña o maíz, diesel de residuos grasos industriales y similares). Se usa como sinónimo de biocombustibles; combustibles derivados de fuentes renovables. A título de comparación, el petróleo, la hulla y el gas natural *no son renovables*. Una vez gastados, no se pueden recuperar.

La bioenergía se mide perfectamente; los valores energéticos de los combustibles y los alimentos son bien conocidos desde hace muchos años por calorimetría (empleando un calorímetro de bomba, figura 5.4). Conocer el calor de combustión equivale a calcular el contenido energético de cualquier sustancia biológica.

AÑADIENDO OXÍGENO A PRESIÓN A LA BOMBA CALORIMÉTRICA

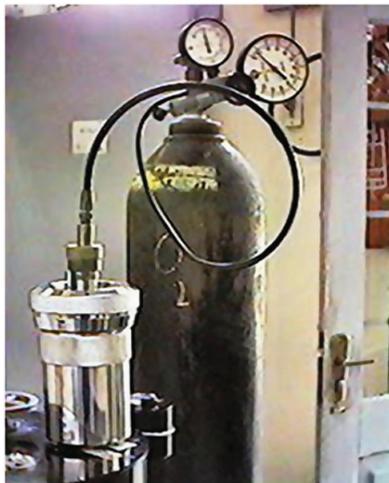


Fig. 5.4

Los valores experimentales no difieren mucho de uno a otro alimento. En promedio,

Hidratos de carbono ~ 17 kJ/g

Proteínas ~ 17.5 kJ/g

Grasas ~ 39 kJ/g

El tema de la bioenergía es de gran importancia actualmente, y existen varias revistas científicas dedicadas exclusivamente ese tema (figura 5.5).

REVISTAS ARBITRADAS DEDICADAS A LA BIOENERGÍA



Fig. 5.5

REVISTAS ARBITRADAS DEDICADAS A LA BIOENERGÉTICA



Fig. 5.6

Por su parte, la *bioenergética* es el estudio de las reacciones químicas que proporcionan energía mecánica muscular y calor a nivel celular. El intercambio energético se mide a partir del consumo de oxígeno por las células y es un tema bioquímico bastante complejo, que incluye el conocimiento de temas avanzados de la química y la física. También existen revistas dedicadas exclusivamente a la publicación de artículos sobre bioenergética (figura 5.6).

Notar que la bioenergética NO es la ciencia que estudia la bioenergía. Son dos conceptos y disciplinas diferentes.

A pesar de todo, la pseudociencia tergiversa esta realidad de muchas maneras, atribuyéndole el significado de que es una energía asociada solamente a la vida y que la bioenergética es la ciencia que estudia la bioenergía. En particular, algunos psicólogos pseudocientíficos emplean el término ‘análisis bioenergético’ para designar algo:

- No definido claramente.
- Supuestamente asociado sólo a la vida
- Sin cifras, no medible, por tanto,
- No hay forma de comprobar si cumple el principio de conservación
- Luego, no es una energía y, a fin de cuentas,
- Ni siquiera hay pruebas de que ese ‘algo’ –sea lo que sea- exista.

No obstante, hablan de ese desconocido ‘algo’ como si fuera capaz de influir en la conducta humana y ¡aún más! alegan saber controlarlo para curar a las personas. Se atribuye la introducción del término tergiversado al médico y psicoterapeuta Alexander Lowen (1910-2008, EE.UU.) quien escribió varios libros al respecto, desligados del consenso universal que ya existía sobre la energía desde hacía más de 100 años. Durante 20 años Lowen fue alumno de Wilhem Reich, quien había propuesto la también inexistente energía ‘orgone’. Reich murió en prisión en 1957, condenado por fraude. En la prisión se le diagnosticó “Paranoia manifestada en delirios de grandeza y persecución...” (sic).^{xv} No obstante, algunos los consideran verdaderos ‘profetas’ y aceptan sin cuestionamientos sus infundados criterios.

Los chakras y la bioenergía. Pero no es sólo esta la posible tergiversación. En la revista médica cubana MEDISAN 2004; 8(4):78-83, bajo el título ‘*Bioenergía aplicada en rehabilitación y ginecoobstetricia...*’ aparece la siguiente definición (tomada de no se sabe donde): “Bioenergía es la energía de los seres vivos, que conforma la estructura de las células, órganos y sistemas, así como permite su funcionamiento interno e interrelación con el mundo circundante.”

En otro artículo (MEDISAN 2005; 9(2)) los mismos autores clasifican la energía en física, mecánica, cuántica y atómica (¿de donde sacaron esa clasificación?) para después añadir

que “a física cuántica comprueba la existencia de los centros energéticos o chakras, los cuales absorben la energía vital durante la respiración y a través de los nadis o meridianos la transmiten como si fuera una red semejante al sistema de la linfa o arteriovenoso”.

Párrafo éste notable por la cantidad de absurdos que agrupa. No se conoce ninguna ‘red energética’ en el cuerpo humano semejante al sistema sanguíneo o linfático. Ya se comentó anteriormente que la energía vital es un término religioso, ajeno a la capacidad vital y la respiración. Y, desde luego, la física cuántica nada tiene que ver con los chakras, concepto religioso del hinduismo.

LOS CHAKRÁS

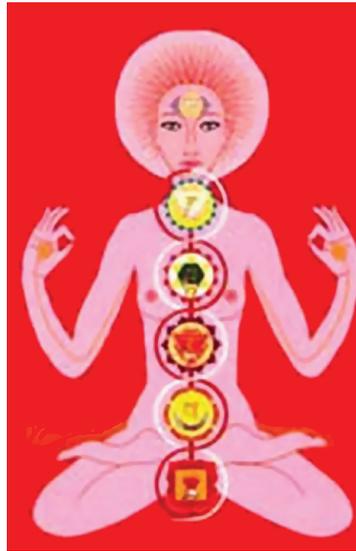


Fig. 5.7

Según la religión hindú, los chakras o chakrás son puntos mágicos ‘*invisibles e inmensurables*’, supuestamente ubicados en diversas partes del cuerpo, que controlan la ‘energía’ de diferentes órganos y están asociados a diversos dioses y colores. El naranja suadhastana se asocia al *dios Vishnú* y a la sexualidad; el amarillo manipura a *Rudra* y a la digestión; los restantes a otros dioses, colores y funciones. El séptimo flota invisible sobre la cabeza y está asociado a la diosa *Shivá* (figura 5.7).

A pesar de ser puntos ‘inmensurables’ algunos aparentemente se las han arreglado para medir la supuesta bioenergía asociada a los diversos órganos (una ilusión dentro de otra ilusión), como el equipo que se muestra en la figura 5.8, comercializado en la WEB.

Escrito y figura tomados <http://www.aiabimet.com/equipos.asp> 09/ (sic.)

**EQUIPO PARA
CROMOTERAPIA**
Diseñado para tratamiento
de los CHAKRAS con
BIMET
Bimet es el único sistema en
el mercado que mide e
interpreta los CHAKRAS.
Selecciona el color y los
tiempos a aplicar.
Permite tratar tanto los
CHAKRAS principales
como los secundarios.



Fig. 5.8

La acupuntura y la bionergía. Otra tergiversación del concepto de bioenergía tiene que ver con la acupuntura. En este caso, la medición de la diferencia de potencial o de la resistencia entre diversos puntos de la piel –los puntos de acupuntura- se asocia arbitrariamente a mediciones de la bioenergía tergiversada, lo que según afirman quienes promueven estos procedimientos, permite diagnosticar diversas dolencias.

Los equipos de electrodiagnóstico fueron introducidos en los años 50 del siglo pasado por el acupunturista Reinhold Voll en la Alemania oriental. No son más que multímetros que leen diferencias de potencial o resistencia al ser colocados en diferentes puntos de la piel (figura 9). En principio, cualquier multímetro se pudiera emplear con este fin.

El procedimiento engloba varias falsedades pseudocientíficas:

- a) empleo de la ilusoria ‘bioenergía’.
- b) da por cierta la existencia de ‘canales bioenergéticos’ inexistentes.
- c) tergiversa los valores de las mediciones de resistencia o potencial en la piel.

Adicional a la falsedad implícita en todo el asunto, se sabe que tales mediciones son difícilmente reproducibles, pues dependen de factores muy difíciles de controlar (que los pseudocientíficos nunca controlan) tales como la humedad de la piel y del medio ambiente, o la presión que se ejerce con la punta de prueba en el momento de la medición. No hay ensayos clínicos, no hay estadísticas, no hay publicaciones, no hay

ciencia. Solo terminología científica tergiversada o mal empleada y falsas promesas a los ingenuos pacientes.

Las versiones más modernas de esta farsa emplean una computadora y un monitor en vez del multímetro original de Voll, con un software que a la vez que mide, diagnostica y prescribe el 'tratamiento' adecuado (sin ninguna justificación desde el punto de vista de las ciencias médicas). La peligrosidad potencial para el paciente sometido a estos procedimientos condujo a su prohibición en los EE.UU., donde no se considera pseudociencia, sino estafa.^{xvi}

EL DERMATRÓN DE REINHOLD VOLL



Fig. 5.9

No obstante, e ignorando todas estas evidencias, aún aparecen convocatorias a congresos donde autoerigidos 'pedagogos' pretenden divulgar falsos conceptos energéticos entre estudiantes de medicina, como 'base teórica' de terapias no demostradas.

§ 6 El efecto placebo

Hay una pregunta que queda en el aire; si todas esas energías son falsas: ¿Cómo es posible que prosperen las falsas terapias?

Es conocido que muchas personas alegan sentirse mejor al someterse a estos 'tratamientos', pero el asunto es que los practicantes pseudocientíficos nunca toman en cuenta el *efecto placebo*, ni siquiera lo mencionan. Descubierto en la década de 1950, el efecto placebo consiste en que algunas personas –no todas- alegarán sentirse mejor tras ingerir un falso medicamento (el placebo). En la actualidad su existencia no es objeto de discusión, está ampliamente demostrada desde hace muchos años. Existen cientos o miles de artículos al respecto en las revistas médicas y es un factor a tomar en cuenta en los ensayos clínicos al comprobar el efecto de diversos medicamentos o terapias.

Cuando hay grupos de control a los que se suministra un placebo para comparar con los efectos de un nuevo medicamento, siempre hay un por ciento significativo de personas que muestran mejoría. El efecto se ha estudiado intensivamente en los últimos años empleando técnicas como la Resonancia Magnética y la más reciente Tomografía de Emisión de Positrones.^{xvii} La figura 10 muestra un resumen de algunos resultados encontrados al registrar los cambios físicos en el cerebro tras la aplicación de un placebo.

Actualmente se encuentra en tela de juicio si resulta o no ético que se utilice el efecto a sabiendas para intentar aliviar a los pacientes y hacerlos sentirse mejor. En un artículo de revisión de 2010 que cita 107 referencias, Finnis y colaboradores llegan a la conclusión de que existen varios mecanismos del efecto placebo y que su aplicación regulada pudiera tener efectos terapéuticos significativos. Señalan además que, aunque se ha progresado mucho en la comprensión de su funcionamiento, aún quedan muchas investigaciones por realizar en ese sentido.^{xviii}

Veamos la figura 6.1: Tomada del Journal of Neuroscience, vol 25(45) pp. 10390-10402, November 2005.

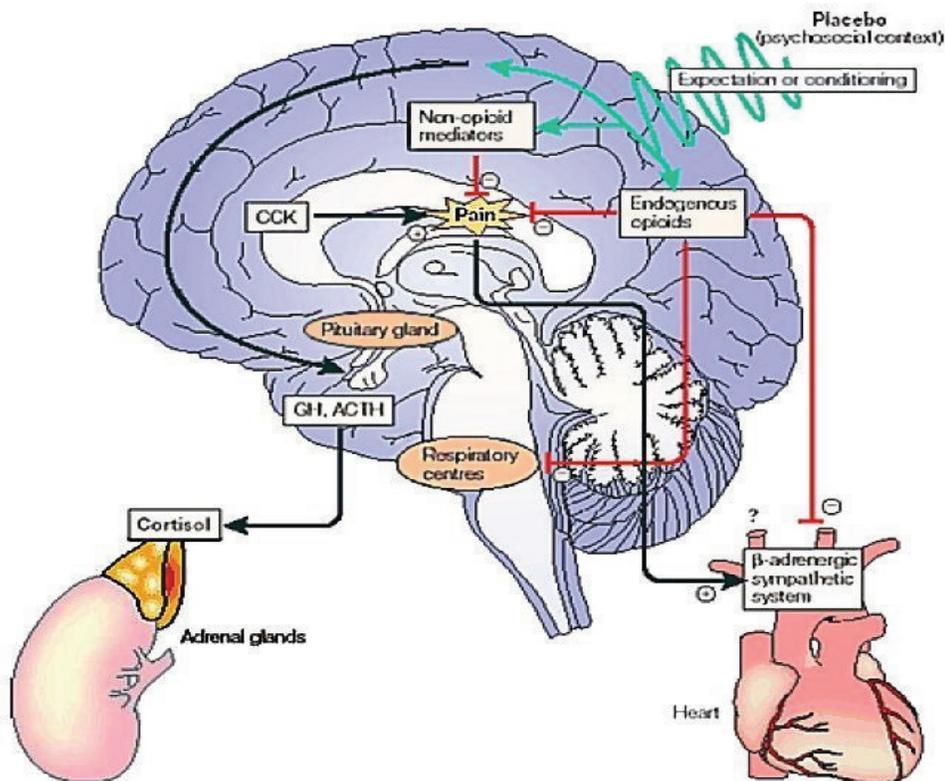


Fig. 6.1

Referencias Bibliográficas

ⁱ Este artículo es una versión en castellano del artículo *Use and Misuse of the Concept Energy*, en vías de publicación en el Latin American Journal of Physics Education, Septiembre 2011.

ⁱⁱ Mario Bunge, *Las pseudociencias, vaya timo*, Editorial Laetoli, Pamplona, 2010, 1ra. Ed.

ⁱⁱⁱ Jorge Ávila Guethón y Pedro Fonte González, *Salud Ecológica*, Editorial de Ciencias Médicas, La Habana, 2004. <http://bvs.sld.cu/salud_ecologica/indice_p.html>; ver también las críticas en http://bvs.sld.cu/salud_ecologica/nota_editorial.htm

^{iv} E. Figueroa de Lewin Ana María; Monmany de Lomáscolo Teresa, *Enseñando la mecánica a partir del concepto de energía*, VIII Conferencia Interamericana sobre Educación en Física, A-15, La Habana, julio 2003.

^v A. González Arias, *Calor y trabajo en la Enseñanza de la Termodinámica*, Rev. Cub. de Física, Vol. 20, No. 2, p.129 (2003).

^{vi} A. González Arias, *Falsas Energías, Pseudociencia y Medios de Comunicación Masiva*, Revista Cubana de Física, 19, No1 del 2002, p.68

^{vii} A. González Arias, *El Concepto Energía en la Enseñanza de las Ciencias* (a) Revista Iberoamericana de Física, 1, No. 2, Agosto 2006, 56-59; (b) Revista Iberoamericana de Educación, ISSN: 1681-565, número 38/2, Marzo 10 2006.

^{viii} A. González Arias, *¿Cómo definir la energía en los cursos básicos?*, Latin Am. J. Physics. Educ. Vol. 2, No. 3, Sept. 2008

^{ix} A. González Arias, *Y Ud... ¿Cómo mide la bioenergía?* Latin Am. J. Physics Education, Vol. II, No. 2, Mayo 2008, 137-140.

^x A. González Arias, *Ciencia, pseudociencia y bioenergía*, Rev. Cub. Física vol. 25, No. 1, (2008) p.17-21.

^{xi} P.D. Rebolledo, L.C. Silva y M.B. Rodríguez, *Valoración experimental del efecto de la energía piramidal sobre el agua* -, Medisur 4, 1, 2006

^{xii} P.L. Hernández, A Perera y A. Ulloa, *Una valoración experimental de la energía piramidal. Implicaciones para la práctica médica* -, Revista de Medicina General Integral, vol. 23, 4, 2007.

^{xiii} Alvarez J., *Experimentando con pirámides*, Revista Cubana de Física 25, 1, 2008.

^{xiv} J. Alvarez González, J. Alvarez Collazo, R. Souto, Y. Santos, L. Galán, C. Diaz, *Ausencia de "efecto piramidal" sobre cardiomiocitos aislados de rata -*, Rev. Cub. Inv. Biomédicas, 26, 3 2007.

^{xv} M. García Valdés, D. González Serra y A. González Arias, *Einstein y la 'energía psíquica'*, Rev. Cub. Física vol.25, No.1, (2008) p. 53-58.

^{xvi} <http://www.quackwatch.com/01QuackeryRelatedTopics/electro.html>

^{xvii} Zubieta Jon-Kar, et al., *Placebo Effects Mediated by Endogenous Opioid Activity on μ -Opioid Receptors*, The Journal of Neuroscience, 25(34) (2005) 7754 –7762,

^{xviii} Damien G Finniss, Ted J Kaptchuk, Franklin Miller, Fabrizio Benedetti, *Biological, clinical, and ethical advances of placebo effects*, Lancet 2010; 375: 686–95