



## Presentación del sitio virtual “conceptos obsoletos en física”

Nelson Arias Ávila<sup>a</sup> y Friedrich Herrmann<sup>b</sup>

a) Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá D.C., Colombia; [nelsona@udistrital.edu.co](mailto:nelsona@udistrital.edu.co)†

b) Universidad de Karlsruhe, Alemania. [friedrich.herrmann@physik.uni-karlsruhe.de](mailto:friedrich.herrmann@physik.uni-karlsruhe.de)

† Autor para la correspondencia

Recibido el 1/06/2007. Aprobado en versión final el 15/06/2007

**Sumario.** Se presenta un sitio virtual donde se publica -con periodicidad semanal- una serie de artículos breves, agrupados bajo el nombre genérico de “Conceptos Obsoletos en Física” (COF), entendidos como conceptos que por diferentes causas han perdido su vigencia científica, pero continúan siendo empleados y constituyen una “carga” para la comprensión y el proceso de enseñanza-aprendizaje de dicha ciencia, particularmente en la enseñanza media. Estos trabajos, gestados inicialmente en el Grupo de Didáctica de la Física de la Universidad de Karlsruhe, han sido publicados en alemán; ahora se presenta su versión virtual en castellano, principalmente con el objeto de generar un espacio académico para la discusión de dichos COF e incentivar a maestros y estudiantes en la búsqueda y eliminación de conceptos similares, esperando así contribuir al desarrollo de los procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias y de la Física en particular.

**Abstract.** We present a web site where a series of short articles with the generic name “Obsolete Concepts in Physics” (Conceptos Obsoletos en Física) is published weekly. By obsolete concepts we mean such concepts that have lost their scientific value for different reasons, but which are still being in use, and which represent an obstacle or burden in the teaching-learning process. It is our intention to create an academic forum to discuss these concepts and to encourage teachers and students to search for such concepts on their own.

**Palabras clave.** Enseñanza de la Física, 00.01.40.-d, publicación electrónica, 00.01.30.Xx.

### 1 Introducción

Las ciencias naturales se encuentran en un desarrollo permanente, que podemos comparar de cierta manera con el desarrollo de los sistemas biológicos. Desde hace mucho tiempo los diferentes conocimientos sobre las ciencias naturales se han incrementado de tal forma que sólo es posible conocerlos, entenderlos y enseñarlos de manera parcial; por otra parte, generalmente quien enseña conocimientos básicos (en particular en la enseñanza básica y media) tiene poca o ninguna oportunidad de examinar y cambiar (mejorar) la actualidad científica, lo cual hace difícil actualizar dichos conocimientos. Lo nuevo se agrega a lo conocido sin tocar la base. Además, teniendo en cuenta que cuanto más complejo es un sistema más conservador se vuelve, cada vez se presenta

más resistencia y falta de motivación a revisar lo existente. Es por ello que en general, la recopilación de los conocimientos básicos de una ciencia natural refleja su desarrollo histórico, el cual en cierta forma es repetido por el estudiante. El proceso de aprendizaje se desarrolla, casi hasta en detalles, de manera análoga al esquema evolutivo biológico, según el cual el crecimiento embrionario de un ser vivo representa una abreviada repetición de la historia de su especie.

El desarrollo histórico “no lineal” de las ciencias y ciertas ideas que en un contexto moderno se revelan como inapropiadas, se han conservado hasta el día de hoy; algunos errores han podido sobrevivir durante décadas porque la cantidad de información nueva ahoga la atención sobre ellos. Tradiciones educativas y viejas costumbres obnubilan la mente y una serie de prejuicios frenan

la motivación para realizar cambios, por lo cual se exige una particular atención para detectar y reconocer dichas incongruencias, las cuales hemos agrupado bajo el nombre genérico de “conceptos obsoletos”.

## 2 La formación de conceptos obsoletos en física (COF)

Revisando textos, tanto escolares como universitarios, se constata que efectivamente la mayoría tiene la estructura sugerida en el modelo tradicional planteado, es decir presenta los temas reproduciendo esencialmente el recorrido histórico de la disciplina respectiva. Los textos de Física no escapan a esta tendencia, siendo además muy similares entre sí.

La Física es un sistema complejo, producto del desarrollo y evolución del conocimiento y como tal tiene las propiedades características de cualquier otro sistema complejo y evolutivo, entre ellas la disposición a la formación de “conceptos obsoletos”.

Establezcamos una analogía para los “conceptos obsoletos”, considerando lo que ocurre con los programas para ordenadores, un procesador de textos por ejemplo. Casi anualmente aparece una nueva versión del procesador que debe ser compatible con las anteriores, con lo cual se hace más complicada de lo que debiera. Como resultado las nuevas versiones son más lentas y requieren más memoria que programas que ignoraran la exigencia de compatibilidad. Finalmente, el programa termina siendo compatible con archivos y aplicaciones que ya nadie utiliza. Dicho programa contiene “conceptos obsoletos”.

Consideramos los “conceptos obsoletos” como vestigios que dentro de una ciencia cumplieron en otros tiempos una función vital, que ahora ya no cumplen.

En Física, al igual que en otros sistemas evolutivos, se han ido formando “conceptos obsoletos” (COF); allí encontramos conceptos que desempeñaron un papel importante, pero que en la actualidad son superfluos y representan un lastre innecesario para la enseñanza. Para la investigación en didáctica de la Física, que consideramos implica una reestructuración conceptual de esta última, es imprescindible identificar estos COF para después eliminarlos; ello no es tarea fácil, pues hemos aprendido la Física de cierta manera y estamos tan acostumbrados a verla así, que resulta difícil creer en otras posibilidades de presentarla.

Para detectar COF se necesita ser un poco iconoclasta con los textos, algo que se podría llamar “falta de respeto” hacia los escritos científicos. Efectivamente es en cierta forma una falta de respeto, pero no ante los logros de la ciencia ni ante los artífices de los mismos, sino ante los escritos de autores que sólo reproducen simple y mecánicamente tales logros.

Hay que decir sin embargo que los COF, en los procesos de enseñanza-aprendizaje, tienen varios aspectos positivos: nos enseñan mucho sobre la historia de la ciencia, nos cuentan cómo interpretaron la naturaleza nues-

tros antepasados y en algunos casos proporcionan ejemplos útiles de cómo abordar o no abordar un tema en particular. Es función de los historiadores de la ciencia velar por que aquellos conceptos considerados “obsoletos” en otras ramas del saber, mantengan la vigencia adecuada dentro de su disciplina.

Existen COF de naturaleza muy diferente: pequeños y grandes, muy antiguos y otros que acaban de formarse. Unos consisten sólo en una palabra mal empleada o seleccionada, otros se refieren a un concepto básico de las ciencias naturales. Algunos temas se volvieron “obsoletos” porque nuestras ideas respecto a las bases de la Física cambiaron, otros solamente porque las técnicas experimentales mejoraron. Existen COF sobre ideas fundamentales de la Física, sobre métodos de su enseñanza y otros relacionados con los avances técnicos y tecnológicos.

Atraer la atención hacia este tipo de “conceptos obsoletos”, para que sean discutidos y analizados, y buscar la manera de deshacerse de ellos, es el objeto de la serie de artículos que acá presentamos. Se ha procurado que estos artículos sean lo menos extensos posible para facilitar su lectura y discusión.

Algunos de estos artículos pondrán en duda lo que podría considerarse la “doctrina” actual de la enseñanza de la Física. Muy posiblemente no todos los lectores clasificarán un tema u otro como concepto obsoleto, seguramente es cuestión de juicio individual definir si una determinada temática se presenta, dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje, como inapropiada o superflua. Lógicamente no se espera que cada lector juzgue igual que nosotros.

Dada la brevedad de los artículos, es probable que la argumentación no pueda convencer -en todos los casos- a algunos lectores. La idea fundamental de estos trabajos es poner en marcha una discusión sobre lo adecuado de ciertos contenidos en la enseñanza de la Física y animar a tantos como sea posible a buscar y eliminar “conceptos obsoletos”.

## 3 Estructura y publicación de los COF

Todos los artículos de la serie COF estarán identificados por un número y un título, se publicarán semanalmente y tendrán la misma estructura general. Primero se presenta el objeto de estudio (*Tema*) y luego se analizan las principales fallas que tiene la representación usual (*Defectos*). A continuación, en lo posible, se habla de la procedencia del COF (*Origen*) y finalmente se propone cómo deshacerse de él (*Eliminación*). Cuando sea necesario se incluirán algunos comentarios y citas bibliográficas (*Referencias*).

Teniendo en cuenta que los artículos de la serie COF van dirigidos fundamentalmente a maestros y maestras de educación secundaria (bachillerato), se decidió publicar dichos trabajos en la página Web de la Secretaría de Educación de Bogotá: [www.redacademica.edu.co](http://www.redacademica.edu.co), desde donde se accede a los artículos a través de los siguientes

enlaces: Maestros y Maestras → Cartelera de Ciencias → Conceptos Obsoletos en Física; o directamente en: [http://www.redacademica.edu.co/redacad/export/REDACADEMICA/ddirectivos/cartelera\\_ciencias/conceptos.html](http://www.redacademica.edu.co/redacad/export/REDACADEMICA/ddirectivos/cartelera_ciencias/conceptos.html).

Igualmente, en el mismo sitio, se ha creado un enlace con la versión parcial -en castellano- del *Curso de Física de Karlsruhe* y un foro virtual para que los participantes puedan opinar y debatir sobre los temas tratados. Se propone que, si es del interés en otros países hispanohablantes, se creen páginas similares para tratar dichos COF.

## 4 Algunos temas a tratar

Se enuncian a continuación algunos de los temas que se tratarán en los artículos de la serie COF:

- \* Formas de energía
- \* La equivalencia masa-energía
- \* La potencia
- \* Leyes de conservación
- \* Acciones a distancia
- \* Equilibrio de fuerzas y tercera ley de Newton
- \* El principio de superposición
- \* Velocidad instantánea y velocidad media
- \* La aceleración
- \* El momento como producto de la masa y la velocidad
- \* La presión dinámica
- \* Escalas preliminares de temperatura
- \* La equivalencia entre calor y trabajo
- \* Magnitudes de estado
- \* Entropía
- \* El rendimiento de Carnot
- \* Calor y capacidad calorífica
- \* Radiación térmica
- \* La transmisión del calor a través de la atmósfera
- \* Energía química
- \* El potencial químico
- \* La constante de Avogadro
- \* Dos tipos de carga eléctrica
- \* El sentido convencional de la corriente eléctrica
- \* El campo como región del espacio con propiedades
- \* Superficies equipotenciales
- \* Polos magnéticos
- \* La curva de histéresis
- \* Electroimanes
- \* El oscilador de Hertz
- \* El diodo semiconductor como rectificador
- \* Las capas electrónicas
- \* Fuerzas de enlace
- \* El concepto de trayectoria en la mecánica cuántica
- \* El átomo vacío

## 5 Un ejemplo

A manera de ejemplo se presenta un breve resumen del artículo No. 27 titulado: *Rendimiento y factor de Carnot*.

*Tema:* Generalmente se define el rendimiento de una

máquina como el cociente entre la energía útil obtenida y la energía suministrada a la máquina:

$$\eta = \frac{\text{energía útil obtenida}}{\text{energía suministrada}} \quad (1)$$

Al aplicar la ecuación a una máquina térmica ideal, es decir, en la cual no hay producción de entropía, se obtiene para el rendimiento el llamado factor de Carnot, donde  $T_2$  es la temperatura del llamado foco caliente y  $T_1$  la del foco frío.

$$\eta = \frac{T_2 - T_1}{T_2} \quad (2)$$

*Defectos:* La definición del rendimiento expresada en la Ec. (1) no es acertada; se esperaría de un rendimiento adecuadamente definido que:

1. Sus valores se encuentren en el intervalo de 0 a 1.
2. Para una máquina ideal sea igual a 1.
3. Para una máquina no ideal sea inferior a 1.

Ninguna de estas tres condiciones se cumple en la definición arriba mencionada. El rendimiento de la bomba de calor resulta superior a la unidad, es decir, no se cumple la primera condición. Para la máquina de Carnot, que funciona reversiblemente se obtiene un rendimiento inferior a 1, violando así la segunda condición. Para la calefacción por resistencia, un dispositivo altamente irreversible y notorio derrochador de energía, el rendimiento es igual a la unidad, es decir, se viola la tercera condición.

*Origen:* La definición del concepto rendimiento estuvo acompañada del intrincado proceso de diferenciación entre la energía y la entropía, el cual tardó casi un siglo. En la obra de Carnot no existe el concepto rendimiento, éste se encuentra en la obra de Helmholtz, aunque no se puede afirmar que él fuera el primero en emplearlo. Hay que tener en cuenta que en esa época todavía no existía la bomba de calor, es decir, un artefacto con rendimiento superior a la unidad.

*Eliminación:* Se propone utilizar la siguiente definición para el rendimiento:

$$\eta = \frac{P_{ideal}}{P_{real}} \quad (3)$$

Donde  $P_{real}$  es el consumo energético de la máquina real que se quiere evaluar, y  $P_{ideal}$  es el consumo energético de una máquina que presta el mismo servicio, pero que funciona reversiblemente, es decir, sin producción de entropía.

Para la máquina de Carnot se obtiene con esta definición  $\eta = 1$ , ya que esta máquina es ideal.

Para la bomba de calor, se obtiene siempre un valor en el intervalo  $0 \leq \eta \leq 1$ . Si en la bomba no hay fricción, resistencia eléctrica o pérdidas de calor, entonces es ideal y el rendimiento será igual a la unidad. Una máquina ideal que preste el mismo servicio que la calefacción por resistencia, es decir, que entregue una corriente de entropía (corriente de “calor”)  $I_S$ , a la temperatura alta  $T_2$ , es una bomba de calor que absorbe entropía a temperatura ambiente  $T_1$ .

El consumo energético para la calefacción eléctrica

es:  $P_{\text{real}} = T_2 \cdot I_S$ , y el consumo de una bomba de calor ideal:  $P_{\text{ideal}} = (T_2 - T_1) I_S$ , obteniendo para el rendimiento, según la Ec. (3), el ya conocido factor de Carnot, Ec. (2). Efectivamente, la calefacción por resistencia derrocha tanto más energía, cuanto más alta es la temperatura del ambiente.

En algunos libros de termodinámica la definición representada en la Ec. (3) es conocida como rendimiento exergético o “Second Law Efficiency”, sin embargo se presenta como un concepto “para avanzados”.

Proponemos introducir esta definición de rendimiento desde el comienzo del curso de termodinámica.

## Agradecimientos

Los autores agradecen a la Fundación Job, con sede en Hamburgo, por el apoyo recibido para realizar este trabajo.

## Referencias

1. F. Herrmann and G. Job. *Eur. J. Phys.* **17**, 159 (1996).
2. F. Herrmann und G. Job. *Altlasten der Physik* (Aulis Verlag Deubner, Köln, 221p, 2002).
3. F. Herrmann y N. Arias Ávila. “Fósiles” en la enseñanza de las ciencias. *Rev. Española de Física*, Vol. 21, No.1, pp. 46-49 (2007).