

Cuadernos de Educación y Desarrollo

Vol 2, Nº 15 (mayo 2010)

<http://www.eumed.net/rev/ced/index.htm>

ALGUNAS CONSIDERACIONES FILOSÓFICO-DIDÁCTICAS PARA LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA I A ESTUDIANTES DE INGENIERÍA EN EL PROCESO DE UNIVERSALIZACIÓN

MSc. Daniel Gregorio González de la Peña

RESUMEN

El trabajo es el resultado de la investigación científica y la práctica pedagógica del autor, a lo largo de tres cursos escolares con las disciplinas Física y Matemática de las carreras de Ingeniería Industrial y Agropecuaria. A partir de lo cual se ha logrado conformar un conjunto de consideraciones filosófico-didácticas, particularizadas en la Física I, pero aplicables a todas las asignaturas de la disciplina Física y extrapolables a la Matemática y otras ciencias, en gran cuantía.

El rigor científico-didáctico de las y los profesores y la contribución que ha de hacerse al modelo de profesional de ingeniería, así lo requieren. Las recomendaciones en sí y sus ejemplificaciones son novedosas, interesantes e importantes.

Palabras clave: Física I, Ingeniería, Enseñanza, Aprendizaje, Universalización.

ABSTRACT

The work is the result of scientific research and pedagogical practice of the author, along with three school physics and mathematics disciplines of racing Industrial and Agricultural Engineering.

From what has been achieved which form a set of philosophical and educational considerations, particularized in Physics I, but applicable to all subjects of the discipline Physics and Mathematics and extrapolated to other sciences, in large amounts.

The scientific rigor of teaching and teachers and the contribution to be made to the model of professional engineering so require. The recommendations in themselves and their instantiations are original, interesting and important.

Keywords: Physics I, Engineering, Teaching, Learning, Universal.

INTRODUCCIÓN

La enseñanza de la Física en todos los niveles de educación superior constituye un reto para las y los docentes, porque ya sea como asignatura o como disciplina, resulta ser de las de mayor complejidad de asimilación para las y los estudiantes.

Difícil es la Física, esto es bien cierto, pero también es lo que más aporta a la conformación del cuadro físico del Mundo, como componente esencial del cuadro científico del Mundo; y también la que otorga más conocimientos básicos a la ciencia y a la técnica.

Es inconcebible por tanto que no sea bien tratada, sobre todo a nivel universitario donde es vital en la configuración de un modelo de profesional de ingeniería idóneo.

El autor a partir de la práctica pedagógica con la disciplina Física y de breves estudios científicos al respecto y sobre la base también de haber desarrollado preparación metodológica con docentes y realizado docencia con estudiantes en las asignaturas Matemática Básica, Matemática I, Matemática II, Física Básica, Física I, Física II y Física III, ha ido sistematizando un grupo de recomendaciones didácticas importantes, adecuadas e imprescindibles en cumplimiento para todo el que pretende hacer valer la Física como asignatura y como disciplina en las carreras de ingeniería.

Su ejemplificación se previó en una sola asignatura para hacer más viable la comprensión del material, esto es en Física I; pero por ser valederas pueden extrapolarse a toda la disciplina Física, para cualquier carrera, pero en mayor medida para las carreras de ingeniería.

Se partió del siguiente **PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**: ¿Como conducir la enseñanza de la Física I a estudiantes de ingeniería en el proceso de universalización, en función del modelo de profesional idóneo.

Y condujo el trabajo el siguiente **OBJETIVO DE INVESTIGACIÓN**:

Elaboración de una propuesta de consideraciones filosófico-didácticas para la enseñanza de la Física I a estudiantes de ingeniería en el proceso de universalización, en función del modelo de profesional idóneo.

Adéntrese usted mismo, para que adopte sus posiciones al respecto, que es en sí lo que se persigue en primera instancia.

DESARROLLO

A partir de que la didáctica es la ciencia-arte de enseñar, se han preparado cuidadosamente y ejemplificado además cada una de las consideraciones didácticas a tener presentes.

1. Ha de hacerse patente la relación causa – efecto en las expresiones que corresponden a principios y leyes de la Física.

La generalidad de los textos abordan la primera ley de la Termodinámica a partir de la ecuación matemática $Q = \Delta U + W$ sin establecer la relación causa – efecto. Esta debe abordarse tomando como base $\Delta U = Q - W$ y establecer que: Si la energía interna de un sistema termodinámico varía, es el resultado del intercambio de calor y/o de la realización de trabajo.

El trabajo y la cantidad de calor intercambiado, son energías en tránsito (posibles causas): la energía interna es energía como función de estado y la variación de esta, será el efecto.

Son múltiples los contenidos donde puede precisarse la relación causa – efecto en la Física I; ofreceremos solo un ejemplo más: en los movimientos rectilíneos donde varía la velocidad uniformemente, este hecho es resultado (efecto) de la interacción con otro sistema evidenciada a través de una fuerza resultante constante (causa).

2. Utilizar en las demostraciones y en las inducciones – deducciones de ecuaciones matemáticas para las relaciones físicas, las herramientas matemáticas que ya poseen las y los estudiantes y los contenidos físicos precedentes.

Esto suena a “muy llovido” y se conoce, pero no se cumple, a partir de que el texto básico de Resnick-Halliday-Krane, en ocasiones “saca de la manga” las ecuaciones.

Presentamos un ejemplo solamente, por la extensión que habría de tener cada uno, para que se observe la metódica de trabajo.

Contenidos Físicos Precedentes y Herramientas Matemáticas que ya poseen las y los estudiantes.	Manera de abordar el nuevo contenido a partir de las premisas.
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Operaciones básicas con vectores ✓ Producto escalar de dos vectores ✓ Integral indefinida e integral definida. ✓ Elementos básicos de trigonometría ✓ Características y ecuación de trabajo mecánico para la fuerza actuando en la dirección y sentido del movimiento 	<p>Para trabajo mecánico: W</p> <p>Partir de $W = \int \vec{F} \cdot d\vec{s}$; entonces</p> $W = \int F \cdot ds \cos \alpha$ <p>y $W = F \cdot \cos \alpha \int_{s_0}^s ds$ para F constante</p> $W = F \cos \alpha \cdot s \Big _{s_0}^s \quad W = F \cdot \cos \alpha (s - s_0)$ <p>luego $W = F \cos \alpha \cdot \Delta s$</p> <p>y $W = F \Delta s \cos \alpha$</p>

3. Hacer evidente cuando una ley o relación es más general, mostrando además que lo más universal contiene como caso particular a lo otro.

En el ejemplo anterior se arribó a una expresión general (universal) para el trabajo mecánico de fuerzas constantes.

A partir de ellas pueden valorarse y hacerse notar casos particulares de connotación:

Con $W = F \Delta s \cos \alpha$ si $\alpha = 0^\circ \Rightarrow \cos 0^\circ = 1$ y $W = F \Delta s$: trabajo cuando la fuerza coincide en dirección y sentido con el movimiento, realiza el máximo trabajo motriz

si $\alpha = 90^\circ \Rightarrow \cos 90^\circ = 0$ y $W = 0$: cuando la fuerza es perpendicular a la dirección del movimiento, no realiza trabajo mecánico

si $\alpha = 180^\circ \Rightarrow \cos 180^\circ = -1$ y $W = -F \Delta s$: es el caso en que la fuerza es de sentido opuesto al movimiento, realiza el máximo de trabajo resistente

Otro ejemplo:

Del teorema general del trabajo y la energía mecánica (relación universal) se llega al caso particular de la ley de conservación de la energía mecánica, modelada matemáticamente.

W_{nc} : trabajo de las fuerzas no conservativas

$$W_{nc} = \Delta E_{méc}$$

$\Delta E_{méc}$: variación de la energía mecánica

pero $\Delta E_{méc} = \Delta K + \Delta U = (K_2 - K_1) + (U_2 - U_1)$

de manera que $W_{nc} = (K_2 - K_1) + (U_2 - U_1)$

pero si $W_{nc} = 0$ entonces $0 = (K_2 - K_1) + (U_2 - U_1)$

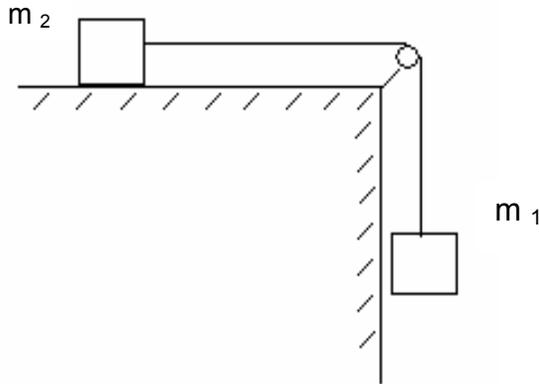
y $K_1 + U_1 = K_2 + U_2 \Rightarrow$ modelación matemática de la ley de conservación de la energía mecánica.

4. Utilizar las posibilidades que ofrecen los ordenadores y colocar ejercicios a estudiantes, para contribuir al desarrollo de sus conocimientos y habilidades y a la formación en valores.

Se trata de que en la actividad no presencial de auto-preparación con uso de las TIC y en la presencial a modo de clase: taller de computación, las y los estudiantes utilicen adecuadamente las posibilidades y se favorezca el aprendizaje de aquellos contenidos de mayores complejidades, de mayor importancia y/o en los que no se disponga de suficiente tiempo para su tratamiento en las clases de Física I; a la par de coadyuvar a la formación en valores.

Es indiscutible que los ejercicios deben versar acerca de mecánica del cuerpo rígido (donde esté presente la dinámica de la rotación); y en cuerpos considerados como partículas en lo referido al trabajo mecánico, y las leyes de conservación de la energía mecánica y del ímpetu lineal; entre otros contenidos importantes.

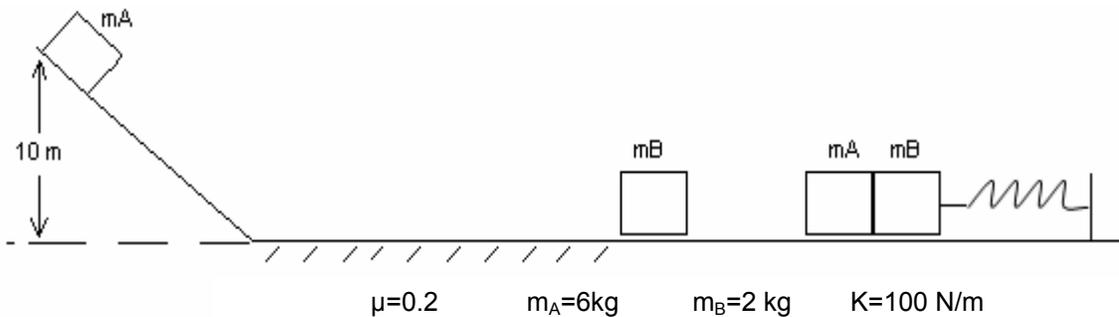
Primer ejemplo:



En la figura la cuerda es inextensible y de masa despreciable. La polea tiene una masa de 2 kg y un radio de 10 cm. Los cuerpos tienen masas $m_1=10$ kg y $m_2=4$ kg; el coeficiente de rozamiento dinámico entre el cuerpo de masa m_2 y la superficie es 0,2 El cuerpo m_1 al descender desenrolla la cuerda y tira del cuerpo m_2 . Calcula:

la velocidad de traslación; la velocidad angular y la energía cinética de rotación para la polea. Todo ello transcurridos 2 s de iniciado el descenso de m_1 .

Segundo ejemplo:



En la figura de masa m_A desciende por un plano inclinado sin rozamiento, partiendo del reposo; luego recorre una distancia horizontal con rozamiento hasta chocar con el cuerpo de masa m_B ; luego se mueven unidos por un plano horizontal sin rozamiento, y comprimen el muelle hasta detenerse. Calcula la longitud que se comprime el muelle.

5. Formular, explicar su significado y mostrar la validez en la Ciencia Física de las leyes de la Dialéctica Materialista.

Se trata de ejemplificar con contenidos de la Física I, la validez de las tres leyes más importantes y conocidas de la Dialéctica Materialista: "ley del paso recíproco de la cantidad y la cualidad", "ley de interpenetración de contrarios" y "ley de la negación de la negación".

La "ley del paso recíproco de la cantidad y la cualidad", formulada por Engels, explica como se produce el desarrollo, de qué modo la acumulación de pequeños cambios cuantitativos, al llegar a cierta fase en que se culmina la medida, genera un salto cualitativo que da lugar a una nueva esencia, y en esa nueva esencia aparecen nuevos cambios cuantitativos y en esa acumulación de cantidades se originan nuevas cualidades.

En Física I cuando abordamos las oscilaciones mecánicas de un péndulo simple donde se desprecia el rozamiento producto del aire; hay que hacer evidente que cuando se pasa de la posición de equilibrio al extremo, se va "acumulando" energía potencial gravitatoria hasta el valor máximo permitido por la amplitud inicial del movimiento, ahí ocurre un salto cualitativo: el cuerpo que forma parte del péndulo se detiene un breve tiempo, a pesar de no estar en equilibrio, y entonces invierte el movimiento. En esa nueva cualidad ocurren cambios cuantitativos acumulativos y cuando se llega a la posición de equilibrio nuevamente, la velocidad es máxima y hay una nueva cualidad.

La otra ley a decir de Engels "ley de interpenetración de contrarios", hoy como "ley de la unidad y lucha de contrarios" o "ley de contradicción", considerada por su importancia, por Lenin, como el meollo de la dialéctica, explica que en el seno de la propia materia está la fuerza que hace que la materia cambie.

De esta ley es importante destacar y que a la vez es vital para la comprensión de la ciencia Física:

1. Descubre las fuentes y las causas reales del eterno movimiento y desarrollo de la materia.
2. Es importante para comprender como se desarrolla la naturaleza.
3. Ayuda a desenvolver la ciencia y la actividad práctica.

En la Física I, en el tratamiento de la segunda ley de la mecánica clásica o segunda ley de Newton, que da lugar a la ecuación fundamental de la dinámica de la traslación:

$$\text{Donde se establece } \vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt} = \frac{d(m\vec{v})}{dt} = m \frac{d\vec{v}}{dt} = m\vec{a}$$

Es necesario destacar a la fuerza \vec{F} como factor de variación del movimiento y a la masa m como factor opositor a la variación en el movimiento; dos contrarios dialécticos en unidad dialéctica (porque la existencia de uno presupone la existencia del otro y viceversa)

En la propia materia coexisten lo que ha de cambiar: el movimiento; el factor propiciador del cambio: la fuerza; y lo que se opone a dicho cambio: la masa.

La tercera ley básica de la dialéctica, siempre se ha conocido como "ley de la negación de la negación". Ésta supone una superación de lo negado; niega dialécticamente (niega parte y en ella hay elementos de lo negado) y no metafísicamente (niega todo lo anterior). El contenido de esta ley es la lucha entre lo que "va muriendo" y lo "que nace"; lo nuevo niega lo viejo y así, el desarrollo tiene carácter progresivo, ascendente.

Para el caso de la Física I, en los procesos termodinámicos que experimenta un gas ideal en un sistema cerrado, puede evidenciarse la anterior ley; veamos:

El gas ideal realiza una expansión isobárica, pasando de uno a otro, sucesivos estados termodinámicos a igual presión, pero con aumento del volumen y de la temperatura; cada nuevo estado termodinámico niega al anterior pero mantiene la cantidad de sustancia (sistema cerrado) y el valor de presión (proceso isobárico) de "lo viejo" (anterior).

6. Evidenciar y ejemplificar en la Ciencia Física y sus aplicaciones el criterio valorativo de la verdad: la práctica humana.

Se trata de hacer patente no sólo al camino dialéctico del conocimiento, a decir de Lenin: "de la contemplación viva al pensamiento abstracto y de éste nuevamente a la práctica", sino que es el único criterio valorativo de la verdad, verdaderamente científico, en su verificación en la práctica humana.

El modelo de ecuación microscópica para el gas ideal, utilizado en la Física I: $PV=nRT$ se cumple con bastante exactitud para el cálculo de parámetros termodinámicos de estado en sistemas termodinámicos del macromundo; pero limitó todo escepticismo al respecto, cuando se hicieron cálculos con ella en la "atmósfera" solar y estos resultaron altamente eficientes. Haciéndose esta ecuación muy valedera (en toda ley, conocimiento, etcétera; hay límites de validez) a partir de los resultados obtenidos en la práctica.

7. Hacer un uso adecuado de la conversión de unidades de magnitudes físicas, la conversión de una notación numérica a otra, del análisis dimensional para determinar las unidades de medida resultantes y de la escritura de las magnitudes derivadas del SI de unidades a modo de sus unidades de medida básicas.

Este elemento didáctico, es tan importante para el aprendizaje de la ciencia Física como para la formación profesional del ingeniero, por lo tanto se hará sumamente evidente con un ejercicio, elaborado al respecto, en el contexto de la Física I.

Una fuerza de $2 \cdot 10^2$ N tira, en la dirección y sentido del movimiento, de un cuerpo de $2 \cdot 10^3$ g que se mueve sobre una superficie horizontal con coeficiente de rozamiento dinámico de $2 \cdot 10^{-1}$. Calcula el trabajo realizado por la fuerza resultante al recorrer el cuerpo $3 \cdot 10^3$ cm. Considera $g=10$ m/s².

Se hará ahora el análisis mostrando, no la metódica de solución, sino los procedimientos asociados a lo que se ha referido anteriormente

Conversión de unidades de medida de magnitudes físicas.

$$m = 2 \cdot 10^3 \text{ g} \cdot 10^{-3} \frac{\text{Kg}}{\text{g}} = 2 \text{ kg}$$

$$\Delta S = 3 \cdot 10^3 \text{ cm} \cdot 10^{-3} \frac{\text{m}}{\text{cm}} = 3 \text{ m}$$

Conversión de una notación numérica a otra.

$$F = 2 \cdot 10^2 \text{ N} = 200 \text{ N}$$
$$\mu_k = 2 \cdot 10^{-1} = 0,2$$

} de notación científica a notación decimal, en estos dos casos

Análisis dimensional para determinar las unidades de medida resultantes y de la escritura de las magnitudes derivadas del SI de unidades a modo de sus unidades de medida básicas.

$$W = F_R \Delta_S \cos \alpha = F_R \Delta_S = (F - F_R) \Delta_S$$
$$= (F - \mu_k \cdot m \cdot g) \Delta_S = (200 \text{ N} - 0,2 \cdot 2 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2) \cdot 3 \text{ m}$$
$$= (200 \text{ N} - 4 \text{ N}) \cdot 3 \text{ m} = 196 \text{ N} \cdot 3 \text{ m} = 588 \text{ N} \cdot \text{m} = 588 \text{ J}$$

<u>Analisis Dimensional</u>	<u>Escritura en unidades de medida básicas</u>
$[\text{kg} \cdot \text{m/s}^2] = [\text{N}]$	$[\text{J}] = [\text{N} \cdot \text{m}] = [\text{kg} \cdot \text{m/s}^2 \cdot \text{m}] = [\text{m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-2}]$ entonces
$[\text{N} \cdot \text{m}] = [\text{J}]$	$W = 588 \text{ J} = 588 \text{ m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-2}$

8. Lograr la integración intermaterias en cuanto a contenidos comunes y aplicación del sistema de evaluación sumativo.

Se trata de no repetir contenidos comunes, sino acordar quién y cómo se hará referencia a ellos; pero además y tan importante como lo anterior, integrar las materias en la aplicación del sistema de evaluación sumativo. Al respecto, de esto último ofreceremos un ejemplo donde se pueden evaluar de conjunto la Física I y la Matemática II.

Calcula el trabajo realizado por la fuerza $\vec{F} = (x^2 \cdot y^3; 2x - y)$ que mueve a una partícula sobre la trayectoria cerrada determinada por las curvas.

$$Y=0 \text{ para } x \text{ entre } 0 \text{ y } 4$$
$$X=3 \text{ para } y \text{ entre } 0 \text{ y } 3$$
$$Y = x^2 \text{ para } x \text{ entre } 0 \text{ y } 4$$

CONCLUSIONES:

Este grupo de consideraciones, no ha pretendido constituir un sistema de trabajo didáctico, ni están ordenadas jerárquicamente, constituyen un grupo de indicaciones a partir de la investigación científica y de la práctica pedagógica; adaptables, modificables, pero también importantes y necesarias como para tenerse en cuenta. Muestran rasgos de la didáctica general y de la didáctica de la Física; pero sobre todo se empeñan en abarcar esferas del enseñar que deben ser atendidas para poder propiciar, la preparación profesional indispensable en las y los futuros egresados de las carreras de ingeniería en particular y de las carreras de ciencias en general. El autor agradecería mucho le hicieran llegar cualquier consideración al respecto.

BIBLIOGRAFÍA DE REFERENCIA:

- García Galló, G.J.: "Leyes de la Dialéctica Materialista, Editorial Gente Nueva. Ciudad de La Habana, 1986.
- Halliday D. et al.: "Física Volumen I". Editorial Félix Varela, La Habana, 2004.
- Rosental M. y P. Ludin: "Diccionario Filosófico Abreviado", editora política. La Habana, 1964.
- Tamayo, J.: "Física I. Orientaciones metodológicas por temas". Universidad "Oscar Lucero Moya", Holguín 2004.