

# LA ACTUALIZACIÓN DE LOS CURSOS DE FÍSICA GENERAL PARA INGENIERÍA: TENDENCIAS MUNDIALES.

Autor: Dra. Amparo Patiño Castro. Departamento de Física. Facultad de Ing. Eléctrica. ISPJAE.

## RESUMEN

Se presentan las principales tendencias mundiales en la actualización de los contenidos de enseñanza de la disciplina Física General para Ingeniería. Ellas fueron obtenidas a partir del análisis de dos fuentes de información: libros de texto y programas de la disciplina en Universidades cubanas y extranjeras. Se concluyen las principales insuficiencias en el proceso de actualización de esta disciplina: el carácter no sistémico, la separación de la Física Clásica y la Física Moderna y la inadecuada relación de los enfoques de fundamentación y profesionalización.

## ABSTRACT

Main world wide trends in updating General Physics Course for Engineering are presented. These trends are obtained from two information sources: textbook and programmes from Cuban and foreign universities. The most relevant insufficiencies in the updating process of these courses are concluded: non-systemic character, scission between Modern and Classic Physics and the inadequate connection between fundamental and professional approach.

## INTRODUCCIÓN

El desarrollo científico técnico acelerado de las últimas décadas de este siglo y el papel tan importante que ha desempeñado la Física en el mismo ha planteado retos importantes a la Didáctica de esta Ciencia. Entre ellos, la necesidad de realizar una actualización de los contenidos de enseñanza del Curso de Física General impartido en distintas carreras universitarias que tenga en cuenta: los recientes descubrimientos y cambios conceptuales llevados a cabo en el campo de las Ciencias Físicas (1), la renovación del papel jugado por la enseñanza de la Física y la forma en que debe tributar a la formación de un profesional determinado, por ejemplo el ingeniero (2,3), la incorporación de los modos de pensar y de actuar de los científicos como parte del sistema de experiencias de la actividad creadora que conforma junto a los sistemas de conocimientos, de habilidades y de relaciones con el mundo, el contenido de enseñanza de toda Ciencia (4), etc.

En la década de los 20, la Ciencia Física experimentó un profundo cambio con el surgimiento de la Mecánica Cuántica. Nuevos campos de conocimientos se desarrollaron, entre ellos, la física de las partículas con sus grandes instalaciones experimentales.

El segundo cambio importante comienza alrededor de los años 70; el desarrollo de los ordenadores propició el nacimiento de una nueva rama, que algunos incluso clasifican como otra forma de "hacer

Ciencia": las simulaciones por ordenador (5). Con ellas, antiguas ramas de la Física se han modernizado y han surgido otras nuevas. De las primeras la más representativa es la Cosmología donde los ordenadores son ahora la base de casi todo cuanto elaboran los astrofísicos. De las segundas, se puede mencionar a la Física estadística de sistemas no equilibrados y en particular el Caos.

Resulta por tanto necesario, conocer en que medida y de que manera esos cambios se han reflejado en el proceso de enseñanza aprendizaje de la disciplina Física General para Ingeniería lo que conlleva a analizar cuales son las principales tendencias que en ese sentido se manifiestan a escala mundial.

### 1. Tendencias a partir de libros de texto

Desde hace ya varios años la American Institute of Physics (AIP) ha estado patrocinando una serie de reuniones de profesores e investigadores con el objetivo de tomar decisiones y acuerdos sobre las acciones a seguir para adaptar los cursos introductorios de Física (Cursos de Física General) a las nuevas exigencias. Como resultado de lo anterior, se han revisado, ampliado y readaptado en alguna medida una buena cantidad de libros "clásicos" de Física General.

Por todo lo anterior, para precisar las tendencias en la actualización de los contenidos de la disciplina Física General para Ingeniería, se ha considerado como fuente importante de información al respecto,

libros de texto que en la actualidad son de amplio uso en el extranjero y usados en cierta medida como bibliografía de consulta en nuestro país para ese tipo de enseñanza, (6,7,8,9).

Es evidente que a pesar de las diferencias conceptuales y metodológicas entre textos y programas, los primeros deben reflejar con visión futurista el posible desarrollo o perfeccionamiento de los segundos aunque sea sólo por razones comerciales. Por tanto, un análisis de las tendencias en la actualización de contenidos en los textos permite tener una prospectiva sobre los programas.

De acuerdo con los análisis efectuados (10) se manifiestan las siguientes tendencias:

1. Aumento creciente de los contenidos relacionados con la Física Moderna. Mientras que en la década del 60 muchos textos aún no incluían la Física Moderna y otros lo hacían en una magnitud mínima la mayoría de los textos de los años 90 dedican entre un 15 a un 25% de su extensión a estos contenidos. Este incremento se refleja fundamentalmente en tres direcciones:

- Tratamiento más completo de temas tales como Mecánica Cuántica, Física del Átomo y Física del Núcleo incluyendo nuevos fenómenos y modelos.
- Inclusión de nuevos temas tales como Física de las moléculas y del sólido, Cosmología, Partículas fundamentales Sistemas complejos (materia granular, sistemas biológicos, polímeros etc.)
- Nuevas aplicaciones científicas y tecnológicas de la Física Moderna.

2. Aunque en forma incipiente y no de manera sistemática, se realizan algunas reestructuraciones de contenidos que propician la introducción de contenidos de la Física Moderna en temas de Física Clásica.

3. Se aprecia un incremento en la introducción de contenidos aplicados con un alto nivel de actualización.

## 2. Tendencias a partir de los programas de la disciplina.

Se consultaron, mediante acceso por Internet, los programas de universidades extranjeras de regiones o sub regiones con características similares en cuanto a contexto socio político y cultural que resulten representativas en la enseñanza de la ingeniería a nivel regional o global (8 en el área de Latinoamérica, 8 de Estados Unidos y 14 de Europa).

Para compensar el hecho de que algunos de los programas consultados no tienen declarados los objetivos, ni el sistema de habilidades y en

ocasiones son muy sintéticos los sistemas de conocimientos, se tuvieron en cuenta en esos casos, todos los elementos que pudieran brindar indirectamente información tales como: ubicación de la disciplina en el plan de estudio, precedencias, número de créditos, libros de texto utilizados e incluso programas de otras disciplinas cuyos objetos de estudio por cercanía al de la Física pudieran provocar solapamiento o incluso eliminación de algunos contenidos de esta última.

Se concluyó la existencia de las siguientes **tendencias** en la actualización de la Disciplina Física para Carreras de Ingeniería en el extranjero (10):

1. La tendencia a realizar el tratamiento de contenidos relacionados con la Física Moderna en asignaturas opcionales, característica de las décadas del 60 al 80, se ha sustituido por la inclusión de la misma en forma obligatoria en el Curriculum de las Ingenierías. Esto por supuesto se realiza de forma no uniforme destacándose dos vías fundamentales:

- Incorporación de la Física Moderna como asignatura o tema de una asignatura dentro de la disciplina Física. Esta vía se manifiesta fundamentalmente en Universidades Latinoamericanas (incluyendo a Cuba) y en cierta medida en las Estadounidenses.
- Incorporación de contenidos de Física Moderna en otras disciplinas del Curriculum de las Carreras. Esto es característico en las Universidades Europeas y también en las Estadounidenses y tiene su mayor representatividad en aquellas Carreras que como la Ingeniería Química, la Ingeniería en Materiales, etc, requirieren en la actualidad de un mayor conocimiento en el nivel micro estructural de la materia, tanto por el objeto de su profesión como por el equipamiento utilizado.

2. Los contenidos tratados en la Física Moderna se limitan, fundamentalmente, a los relacionados con los avances de la Ciencia Física en la primeras décadas de este siglo que ya concluye. No obstante, en forma aún muy incipiente y limitada principalmente a las Universidades de mayor prestigio y tradición en la enseñanza de la Ingeniería, se manifiesta la tendencia a incluir contenidos de una mayor actualidad prevaleciendo en la selección de los mismos una lógica de profesionalización (por ejemplo se incluye el Láser pero no el Modelo Estándar de la Materia).

3. En forma espacialmente limitada a las Universidades de avanzada, aunque ya comienza a manifestarse también en otras, se tiende a una ruptura con los esquemas tradicionales de organización del contenido. Esta ruptura está relacionada con la utilización más efectiva y eficiente

de la lógica del objeto y tiene su principal ejemplo en los programas del MIT.

En el caso de los programas cubanos la información fue obtenida a partir de la consulta de tesis doctorales (11, 12) y entrevistas a los autores de los programas.

Del análisis efectuado se concluye la existencia de las siguientes **tendencias** en la actualización de los contenidos de los programas de Física General para Ciencias Técnicas en Cuba :

1. A pesar de la relativamente temprana introducción de contenidos de la Física Moderna en los programas de nuestro país, éstos, como tendencia, se han limitado a los relacionados con descubrimientos realizados en las primeras décadas del siglo actual. Lo que unido al enfoque predominantemente historicista que prevalece en la enseñanza de ese tema condiciona una importante fuente de problemas relacionados con la actualización de la disciplina.

2. A partir de los planes C existe una tendencia a la reestructuración de contenidos con un mayor predominio de los métodos deductivo y lógico sobre los inductivo e histórico. Este aspecto contribuye sin dudas a un mejor desarrollo del pensamiento teórico en los estudiantes, permitiendo además una importante economía de tiempo en las disciplinas.

3. En todos los programas analizados se han introducido, fundamentalmente a partir de los planes C, nuevos contenidos. El análisis efectuado permite concluir que muy pocos son verdaderamente actuales y en su gran mayoría responden al objetivo de incrementar la profesionalización de las disciplinas. Esta tendencia pone de manifiesto una hiperbolización del proceso de profesionalización en detrimento de la actualización de la fundamentación en las disciplinas.

4. A pesar de haber sido superado, en buena medida, el enciclopedismo de contenidos que marcó la década del 60, a partir de los planes C y más acentuadamente en el proceso subsiguiente de perfeccionamiento, éste se presenta con nuevas manifestaciones. Hay una tendencia a lo que se llamaría un "enciclopedismo profesionalizado" o sea un tratamiento pormenorizado y excesivo de contenidos de aplicación vinculados a la profesión.

5. A partir del perfeccionamiento que ha dado lugar a los planes C se manifiesta, en prácticamente todos los programas, el planteamiento de objetivos donde se refleja un nivel de asimilación

productivo para un conjunto importante de contenidos.

## Conclusiones

La determinación de las tendencias anteriores permite concluir las siguientes insuficiencias en el proceso de actualización de los contenidos de enseñanza de la disciplina Física General para Ingeniería:

### 1. No posee un carácter sistémico.

No existe un criterio científicamente argumentado de cuales contenidos incorporar y de cómo realizar esa incorporación de manera que se revelen claramente los componentes del sistema (Proceso Docente Educativo de la Disciplina Física General) y la relación entre ellos que como se sabe determinan su dinámica, su movimiento (13).

### 2. No rompe con la estructura ortodoxa que divide a la Física (para su enseñanza) en Física Clásica y Física Moderna.

El proceso histórico que condujo al surgimiento de la Física Moderna dio la falsa impresión de que existen dos Físicas con dos objetos de estudio diferentes cuando en realidad existe uno sólo: la materia y las formas físicas de su movimiento. Como plantea M. Alonso: "La Física debe ser tratada en el curso de Física General como un cuerpo de conocimientos, donde lo clásico y lo moderno sea mezclado en un todo coherente, en una nueva Física"

### 3. No tiene en cuenta una relación fundamentación profesionalización adecuada.

En la actualidad, en el mundo, existen para esta disciplina dos enfoques en relación con su contenido de enseñanza: fundamentación y profesionalización.

El primero relacionado con los fundamentos de la ciencia Física y el segundo que implica su adaptación a los problemas profesionales del futuro ingeniero.

Aunque se ha planteado que la adecuada combinación de estos enfoques constituye una estrategia fundamental del actual proceso de perfeccionamiento en nuestro país (14), y que desde el punto de vista de su propia concepción la calidad del egresado es superior, ya que todo el sistema (incluyendo la disciplina Física) se dirige al logro de los objetivos fundamentales de la especialidad (15), los trabajos realizados en esta dirección resultan aún insuficientes.

## REFERENCIAS

1. Alonso, M., (1992): "Actualizando el Curso de Física General. Revista Española de Física 6 (3), pp 35.
2. García, M. A., y otros., (1994): "Física Aplicada, la mejor opción en la enseñanza de la Física en ingeniería." Memorias I taller internacional "Física, talento y desarrollo". La Habana.
3. García, M. A., Z. A., Ferrat (1995): "La estrategia del perfeccionamiento de la Física para estudiantes de Ingeniería." Revista Cubana de Educación Superior, No. 3, 1995. pp 48-50
4. Addine, F., (1998): "El proceso de enseñanza y sus componentes fundamentales. Diversidad de sus relaciones desde sus fundamentos teóricos." Folleto de Didáctica de Maestría en Educación. Facultad Ciencias de la Educación. ISPEJV. C. Habana pp 81
5. Addison, W., (1996): "Trends in Physics: From Quantum Mechanics to Chaos." Reading Massachusetts, Ed. Regis, pp190-198.
6. Alonso, M., E.J. Fin.,(1995): "Física". Addison Wesley Iberoamericana S.A. Wilmington, Delaware, EUA.
7. Halliday, D., R, Resnick., K, Krane. (1996): "Física". Compañía Editorial Continental, S. A. de C.V. México.
8. Serway, R. A. (1994): "Physics for scientist & engineers with Modern Physics". 3ª. edición, Mc. Graw Hill.
9. Gettys, W. E., F. J. Keller., M. J. Skove., (1994): "Physics Classical and Modern" Clemson University. Mc. Graw Hill,
10. Patiño, C. A. (1999): " Contenidos de enseñanza de la Física General en Ciencias Técnicas: concepción y metodología para su actualización". Tesis en opción al grado científico de Dr. en C. Pedagógicas. pp 20-47.
11. García, M. A. (1997): "Física General Aplicada: Novedosa concepción para la enseñanza de la Física en Ciencias Técnicas." Tesis en opción al grado de Doctor en C. Pedagógicas.
12. Horruitine, S. P. (1988): "El perfeccionamiento del sistema de conocimientos en la disciplina Física para estudiantes de Ingeniería." Tesis en opción al grado de Doctor en C. Pedagógicas.
13. Alvarez de Zayas, C. (1998): "La Escuela en la Vida." Editorial Academia. Habana. pp 59-61
14. Alvarez de Zayas, C. (1992): Fundamentos teóricos del proceso docente educativo en la educación superior cubana. Editorial Instituto cultural y de amistad boliviano cubano. La Paz, Bolivia. pp105
15. Patiño, A., y otros. (1998): "La Física General Aplicada en el Curriculum de la Ingeniería Química." Memorias del III Taller Internacional sobre la enseñanza de la Física en Ingeniería. ISPJAE. Ciudad Habana.