

¿Cómo valoran los ingenieros civiles su formación en Física?



Osaba Rodríguez, C. A, Ruqué Álvarez, L.

*Departamento de Física, ISPJAE, calle 114 No.11901
entre Ciclo Vía y Rotonda, CP 10400, Marianao, La Habana, Cuba.*

E-mail: carloso@electrica.cujae.edu.cu

(Recibido el 14 de marzo de 2015, aceptado el 20 de octubre de 2015)

Resumen

Una forma de obtener información sobre la importancia de una disciplina básica como la Física en una carrera de ciencias técnicas como la Ingeniería Civil es conocer las opiniones de ingenieros civiles sobre la importancia que le conceden a un conjunto de temas de esta disciplina, ya sea en su etapa de formación durante para el pregrado, como para su desempeño posterior como ingenieros, ya sea por aquellos dedicados a la labor docente, como a los que laboran en tareas prácticas en obras. Se expone el diseño de una encuesta destinada a obtener esa información. Se presentan las medianas estadísticas de las calificaciones brindadas, junto a las consideraciones de los autores sobre esas calificaciones, la importancia relativa, ya sea explícita u oculta de algunos de estos temas, y recomendaciones para mejorar la recepción de la Física en esta carrera.

Palabras clave: Carreras en ciencias, Enseñanza Universitaria, Enseñanza de la Física para Ingeniería, Interdisciplinariedad, Enseñanza de la Física.

Abstract

One way of getting information about the importance attached to Physics in a Technical Science career like Civil Engineering, is to know the opinion of civil engineers about the importance they give to a set of topics related to this subject, whether before graduation, or for their future development as engineers, taking into account those involved in teaching as well as those involved in practical tasks in works. The design of a survey intended to get that information is presented. Also, the statistical medians of the provided marks, along with the authors' considerations on this matter, the relative importance, either explicit or implicit in some of these topics, and the recommendations for a better acquirement of Physics in this career, are presented as well.

Keywords: Careers in science, University Education, Physics Teaching for Engineering, Interdisciplinarity, Physics Teaching.

PACS: 01.85.+f, 89.20.Kk, 01.40.gb, 01.40.G-, 01.40.Fk

ISSN 1870-9095

I. INTRODUCCIÓN

La Física, ciencia básica presente en carreras de ciencias técnicas, cuenta con un programa general que al implementarse en las distintas carreras de ingeniería experimenta algunas adaptaciones.

Uno de los problemas de la enseñanza de la Física en carreras de ciencias técnicas es la ausencia importante de aprendizaje significativo y de vínculos entre teoría y práctica, así como la existencia de pocos elementos que permitan relacionar a la Física General y a las asignaturas de la especialidad de ingeniería [1].

Un asunto a tener en cuenta para un perfeccionamiento continuo de esta disciplina es mantener un adecuado balance entre la Física como ciencia, con sus contenidos, modos de actuación, lógica propia, etc., y las carreras de ingeniería en que se imparten, con sus requerimientos, modos de actuación, sus vínculos con las restantes

disciplinas del plan de estudios, procurando una articulación provechosa para la formación integral de los futuros ingenieros.

Una de las fuentes para recabar información sobre el desempeño de la Física en una carrera de ingeniería dada está en conocer las opiniones de los ingenieros de dicha carrera sobre la presencia de esta disciplina en el plan de estudios, tanto en su papel formador en la etapa de pregrado, como en su desempeño como ingenieros.

Por ello los autores - que han impartido asignaturas de Física en la carrera de Ingeniería Civil - diseñaron una encuesta que fue aplicada a ingenieros civiles, tanto del Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría (CUJAE) vinculados con la labor docente, como con ingenieros civiles dedicados a la práctica a pie de obra. Una variable considerada en la encuesta fue la cantidad de años transcurridos desde la graduación.

II. DISEÑO DE LA ENCUESTA

La encuesta, presentada por escrito, expone que forma parte de una investigación realizada con el objetivo de conocer la importancia que le conceden los declarantes a un conjunto de temas de la disciplina Física que se relacionan.

Para calificar la opinión sobre cada tema se propuso la escala:

- Indispensable: **1**
- Muy importante: **2**
- Importante: **3**
- Poco importante: **4**
- Innecesario: **5**

Los temas sobre los que se recaba una calificación pertenecen a las asignaturas Física 1, Física 2 y Física 3. Ha de aclararse que de la Física 1 fueron excluidos los temas relacionados con la Mecánica así como los temas de oscilaciones mecánicas y de ondas mecánicas pues su importancia en la formación de los ingenieros civiles es indiscutible.

Antes de relacionar los temas mencionados, se solicitaba indicar los años transcurridos desde la culminación de estudios, ya sean menos de 5, de 5 a 14 y más de 15.

Los temas sobre los que se solicitaba una calificación fueron:

- I. Ecuación de estado de los gases.
- II. Transferencia de calor.
- III. Transferencia de masa (fenómeno de difusión).
- IV. Primera Ley de la Termodinámica (relación calor, trabajo, energía interna).
- V. Segunda Ley de la Termodinámica (máquinas térmicas, entropía).
- VI. Campo eléctrico. Potencial eléctrico.
- VII. Capacitores.
- VIII. Propiedades eléctricas de las sustancias (conductores, dieléctricos o aislantes).
- IX. Campo magnético (Ley de Ampere, Ley de Inducción Electromagnética).
- X. Propiedades magnéticas de las sustancias (ferromagnetismo, paramagnetismo, diamagnetismo).
- XI. Circuitos eléctricos resistivos, circuito RC (resistor – capacitor), RL (resistor – inductor), LC (inductor – capacitor).
- XII. Circuitos de corriente alterna.
- XIII. Óptica ondulatoria: Interferencia, difracción y polarización de la luz.
- XIV. Óptica cuántica: radiación térmica, efecto fotoeléctrico.
- XV. Elementos de mecánica cuántica.
- XVI. Física de los átomos.
- XVII. Física del núcleo atómico.

Los temas I a V corresponden a la asignatura Física 1, los temas VI a XIII a Física 2 y los temas XIV a XVII a Física 3.

Las calificaciones solicitadas a los encuestados sobre los temas se planteaban en dos vertientes. Primero

calificando cada tema por su importancia para su formación científica general como ingenieros. Luego se pedía que calificaran de nuevo cada uno de los temas pero ahora atendiendo a su importancia para su desempeño como ingenieros civiles.

También se solicitaba de los encuestados su opinión sobre otros temas que debían ser incluidos en el curso de Física en función de su importancia para el desempeño profesional del ingeniero civil, así como los temas que pudieran ser excluidos.

III. RESULTADOS DE LA ENCUESTA

Fueron encuestados 32 ingenieros, de ellos 17 se desempeñan como docentes en la Cujae, y los 15 restantes laboran vinculados al sector de la construcción.

De los 17 de la Cujae, 10 cuentan con menos de 5 años de graduados, 3 están entre 5 y 14 y 4 cuentan con más de 15. Por su parte, de los 15 vinculados a la práctica constructiva, 5 tienen menos de 5 años, 6 entre 5 y 14 y 4 cuentan con más de 15 años de experiencia.

Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla I. En general, los encuestados valoraron que buena parte de los contenidos eran abordados de forma general, descuidándose la vinculación con la especialidad.

TABLA I. Resultados de la encuesta.

Temas	Para formación general			Para desempeño como ingenieros		
	Años de graduado			Años de graduado		
	Menos de 5	De 5 a 14	Más de 15	Menos de 5	De 5 a 14	Más de 15
I	2	2	1	2	2	3
II	2	2	1	1	2	3
III	2	2	1	1	2	3
IV	2	2	1	1	2	2
V	2	3	2	3	2	2
VI	3	3	2	3	3	4
VII	5	4	5	4	4	4
VIII	5	4	4	5	4	5
IX	5	4	4	4	5	5
X	4	5	5	5	4	5
XI	4	4	5	5	5	5
XII	4	4	5	5	5	5
XIII	5	4	5	5	5	5
XIV	5	4	1	4	5	5
XV	5	5	5	5	5	1
XVI	5	5	4	5	5	5
XVII	5	5	4	5	5	5

Los temas I a V, relacionados con el comportamiento de los gases y la termodinámica, gozan de la preferencia de todos los encuestados, siendo más favorablemente valorados para

la formación general que para el desempeño como ingenieros.

Casi la totalidad de los temas VI al XII vinculados con el electromagnetismo son calificados como poco importantes o innecesarios, mas nuevamente resultan mejor valorados para la formación general que para la práctica ingenieril post graduada.

El tema XIII relacionado con la Óptica ondulatoria también se valora como poco importante o innecesario, siendo ligeramente mejor considerado en la etapa formativa que en la profesional.

En cuanto a los temas XIV al XVII correspondientes a la Física cuántica, la Física atómica y la Física Nuclear, casi todas las calificaciones corresponden a poco importante o innecesario. Nuevamente su relevancia en la etapa de pregrado es algo mejor valorada que en la práctica profesional.

Del total de encuestas, alrededor de la tercera parte manifestó opiniones acerca de los contenidos del programa de Física y la forma de impartirlos en la Cujae. Se argumentaba que causa principal radica en que las clases (conferencias, clases prácticas, prácticas de laboratorio y seminarios) se orientaban a los aspectos relacionados con las teorías, leyes y fenómenos físicos, y no hacia asuntos vinculados a la tecnología y específicamente, a la ingeniería civil, aspecto muy importante en el desarrollo y desempeño del futuro ingeniero.

IV. IDEAS SOBRE EL PERFECCIONAMIENTO DE LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA EN LA INGENIERÍA CIVIL

La presencia e influencia crecientes de las creaciones de la ciencia y la tecnología en la sociedad no solo han evidenciado los mejores o los peores rasgos humanos, pues también han abierto el camino hacia una cultura científica que no debe ser desconocida. De ahí la necesidad de transformar la enseñanza de la Física, de una enseñanza tradicional y pragmática a una visión cultural más abarcadora. En lo anterior yace la relación de la Física y la Didáctica como ciencias con la Ingeniería.

La ciencia puede ser vista como una esfera de la actividad humana dirigida a la adquisición sistemática de nuevos conocimientos sobre la naturaleza, el hombre y la sociedad mediante el método científico, que se refleja en leyes, fundamentos, conceptos y tendencias al desarrollo. La Didáctica es la ciencia cuyo objeto es el estudio del proceso de enseñanza – aprendizaje. La ingeniería por su parte es una profesión que sitúa su objeto de trabajo entre la ciencia y la tecnología, entendiendo esta última como un conjunto de medios, procedimientos y formación de recursos humanos asociados, que se integran, sobre una base o principio común para alcanzar un fin [2].

La didáctica actúa en dos dimensiones: una disciplinaria objeto de las didácticas especiales, y una general que busca el establecimiento de relaciones interdisciplinarias para una comprensión holística del

proceso que responda a la necesidad de coordinar y diseñar las acciones entre las diferentes disciplinas del currículo cuyas perspectivas conceptuales y metodológicas son diferentes.

Estas dos dimensiones de la Didáctica, son expresión de dos tendencias que marcan el desarrollo de la ciencia promoviendo por un lado el dominio especializado del saber, y por el otro el desarrollo interdisciplinario.

En el proceso de enseñanza-aprendizaje se desarrolla la contradicción entre la progresiva especialización de los saberes y la imprescindible integración de estos en un conjunto ordenado y coherente. Cuanto más se profundiza en la especialización, más se siente la necesidad de articular este saber con el saber general. En este sentido la interdisciplinaria puede ayudar a lograr la necesaria articulación.

La interdisciplinaria puede ser entendida como el proceso significativo de “enriquecimiento” del *currículum* y de “aprendizaje” de sus actores que se alcanza como resultado de reconocer y desarrollar los nexos existentes entre las diferentes disciplinas de un Plan de estudio, a través de todas las componentes de los sistemas didácticos de cada una de ellas y que convergen hacia una reciprocidad de intercambios que dan como resultado un enriquecimiento mutuo [3].

Vale señalar que uno de los problemas en la enseñanza de la Física en la Ingeniería es la escasa presencia de elementos de interdisciplinaria en especial entre esta disciplina de Física General en Ciencias Técnicas y asignaturas de la especialidad de la ingeniería en cuestión [1].

La interdisciplinaria de la Física en la Ingeniería Civil conlleva una adecuada vinculación entre las asignaturas del programa de Física y las asignaturas y disciplinas de la carrera.

Entre los problemas que presenta la enseñanza de la Física en las carreras de Ciencias Técnicas están:

- La necesidad de actualización, tanto en contenidos como en métodos de enseñanza
- Alcanzar una vinculación de la Física con las carreras de Ciencias Técnicas que responda tanto a los intereses de la Física como a los de las restantes disciplinas de dichas carreras
- El incremento de la motivación de los estudiantes de ingeniería por el estudio de la Física

Con relación al tercer problema, vale decir que con frecuencia la insuficiente motivación no se circunscribe al estudio de la Física, sino que se manifiesta en la propia carrera que cursa el alumno, lo cual es más grave.

Pudiera parecer obvio que una vía eficaz para mejorar la vinculación de la Física con la Ingeniería Civil está en una mayor presencia de contenidos claramente relacionados con esa carrera en las clases de Física. Más tal proceder pudiera ser fallido.

Dos tendencias que han estado presentes en las concepciones acerca de la enseñanza de la Física en carreras de Ciencias Técnicas son la fundamentalización y la profesionalización. La primera se relaciona con un

estudio relativamente profundo de los fundamentos de la Física como ciencia básica; la segunda con la adaptación de la Física a los problemas profesionales del futuro ingeniero [4].

Si bien la fundamentalización se enfoca hacia los fundamentos y la profesionalización otorga marcada preferencia a los aspectos del sistema de conocimientos relacionados directamente con la especialidad, se advierte que no deben ser vistas como dos procesos independientes [5], pues la fundamentalización es el basamento donde se apoya la profesionalización, ya que no se logra una verdadera profesionalización si no se profundiza en la ciencia. La inserción de la fundamentalización dentro de un concepto más amplio de profesionalización, no implica que la primera se diluya en la segunda, perdiendo su importancia, sino que no se concibe una adecuada profesionalización si no existe un dominio relativamente profundo y sistémico de la ciencia.

Por tanto, la enseñanza de la Física debe poseer un núcleo de Física General que pudiera ser común para varias carreras de Ciencias Técnicas, y una envoltura que se adapte a las tareas profesionales básicas de cada carrera.

Por otra parte, las bajas calificaciones otorgadas por los encuestados a los temas de Electromagnetismo, Óptica y la llamada Física Moderna se asocian al no empleo en la práctica de técnicas y procedimientos fundamentados en los mismos.

Algunos ingenieros pudieran plantear que el estudio de la Física Atómica y Nuclear no es relevante para su especialidad. Cabría preguntarles si consideran importante la Nanotecnología. Si la respuesta es afirmativa (como ocurrirá en muchos casos) entonces el conocimiento de la física del micromundo se torna indispensable.

Desde hace años, los avances reconocidos en la Física (entre ellos los ganadores de Premio Nobel), se ubican en los sistemas de pequeña escala. Y es sabido que los resultados de las investigaciones fundamentales y de las ciencias básicas no tardan en hallar aplicaciones prácticas que se extienden por la sociedad (el transistor, el láser, el horno de microondas, la imagenología, el ultrasonido, la modelación digital de procesos ingenieriles).

Por otra parte, debe tenerse en cuenta que la Física brinda un aporte a la formación intelectual de los alumnos de modo indirecto, pues los entrena en la solución de problemas mediante la aplicación de teorías, principios, leyes, reglas, empleo de la Matemática, uso de la lengua materna, del lenguaje técnico, de procedimientos y habilidades lógicas, etc.

V. CONCLUSIONES

La determinación por parte de los ingenieros encuestados en cuanto a la escasa relevancia de un conjunto de temas de Física para su formación y su desempeño profesional, promueve la introducción de modificaciones en contenidos y métodos que aproximen esta disciplina a la carrera a la cual tributa.

Algunos ejemplos de vinculación de los temas menos favorecidos con la carrera pudieran ser: el fundamento físico de los pararrayos, las técnicas fotoelásticas para el estudio de los estados tensionales en materiales de construcción, la relevancia del fenómeno de la radiación térmica en el diseño y coloración de las construcciones, las “trampas de calor” provocadas por el efecto invernadero en las edificaciones, entre otros.

RECONOCIMIENTOS

Los autores desean agradecer al Dr. Juan José Llovera González por sus indicaciones para el diseño de la encuesta y la realización del artículo.

REFERENCIAS

- [1] Alejo, J., *Algunos problemas de la Enseñanza de la Física en Ciencias Técnicas y la Enseñanza en Contextos*, Memorias de 12^a Convención Científica de Ingeniería y Arquitectura. Cujae, Aniversario 40, EFING, trabajo 044. La Habana, (2004).
- [2] Castañeda, E. *Pedagogía, tecnologías digitales y gestión de la información y el conocimiento en la enseñanza de la ingeniería*, (Editorial Universitaria Félix Varela, La Habana, 2013), p. 526.
- [3] Fernández de Alaiza, B., *La interdisciplinariedad como base de una estrategia para el perfeccionamiento del diseño curricular de una carrera de ciencias técnicas y su aplicación a la Ingeniería en Automática en la República de Cuba*, Tesis de doctorado, Instituto Superior Politécnico “José Antonio Echeverría”, La Habana, (2000).
- [4] García, A., *Física General Aplicada: Novedosa concepción para la Enseñanza de la Física en Ciencias Técnicas*, Tesis de doctorado, Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, Ciudad de La Habana, (1997).
- [5] Falcón, H. *et al.*, *Redimensionamiento del papel de la Física en Ingeniería desde una perspectiva CTS*, Memorias de 12^a Convención Científica de Ingeniería y Arquitectura. Cujae, Aniversario 40, EFING, trabajo 066. La Habana, (2004).