

Concepción y desarrollo de un curso de Física General en modalidad de estudio semipresencial para una carrera de Ingeniería Industrial



A. Bonnin-Garcés¹, B. Fariñas-Piña¹, G. Vega-Cruz¹, J. Llovera-González¹

¹Departamento de Física, ISPJAE, Calle 114 No. 11901 entre 119 y 127, C.P. 10400, La Habana, Cuba.

E-mail: bonnin@electronica.cujae.edu.cu

(Recibido el 4 de Mayo de 2012; aceptado el 27 de Junio de 2012)

Resumen

El trabajo presenta una experiencia en el diseño de un curso de la disciplina Física General para una carrera de Ingeniería Industrial en una modalidad de estudio semipresencial, como parte de una experiencia cubana encaminada a formar ingenieros en Facultades de Ciencia y Técnica (FCT) municipales poniendo al alcance de un número mayor de personas la posibilidad de formarse como ingenieros (programa de universalización de la enseñanza). Se presenta el diseño de la secuencia de actividades presenciales y no presenciales tanto teóricas, como prácticas y las prácticas de laboratorio virtuales. Se presentan las guías de trabajo confeccionadas tanto para los profesores como para los estudiantes con una descripción detallada de cada actividad, que incluye título, objetivos, sumario, selecciones de ejercicios y problemas así como otros aspectos de interés para lograr el cumplimiento de los objetivos propuestos.

Palabras clave: Disciplina Física, ingeniería Industrial, enseñanza semipresencial.

Abstract

The paper presents an experience in the design of a General Physics Course for an Industrial Engineering career in a Semipresential modality of learning, included in the teaching universalization plan for the Municipal Science and Technology Faculties (FCT). The design of the sequence for face and non-face activities of both types: theoretical and practical is presented; and it was also designed the virtual laboratory practices. The work guides were made for professors and students are presented too with a detailed description of each activity that includes title, objectives, summary, exercise and problems selection and other aspects of interest to achieve the execution of the proposed objectives.

Keywords: Physical Discipline, Industrial Engineer, semipresential modality.

PACS: 01.40.G-, 01.40.Fk, 45.20.D-

ISSN 1870-9095

I. INTRODUCCIÓN

Desde hace más de una década en la educación superior cubana se viene aplicando una modalidad de formación de profesionales que ha posibilitado ampliar el acceso a este nivel de enseñanza a una gran cantidad de ciudadanos, la mayor parte de estos trabajadores sobre la base de crear las Facultades Municipales de Ciencia y Técnica (FCT). A esta modalidad se la ha denominado universalización de la enseñanza universitaria.

La incorporación de carreras de ingeniería a esta modalidad implicó la necesidad de impartir la disciplina Física General para estos cursos que se llevan a cabo de forma semipresencial en las FCT para lo cual fue necesario adaptar el programa del Plan de Estudios vigente (Plan de estudios D) y elaborar un sistema de orientaciones tanto para los profesores como para los estudiantes vinculados a esta modalidad de estudio de forma tal que los profesores que fuesen a servir de facilitadores del aprendizaje en esos

centros tuvieran una guía para poder impartir un curso de forma semipresencial a un grupo heterogéneo de estudiantes, muchos de ellos jóvenes trabajadores que recibirían orientaciones para estudiar una o dos veces a la semana en forma de encuentros de 2 o 4 horas con el profesor.

La característica esencial que distingue a los cursos típicos de ingeniería (presenciales) de los que son organizados en la modalidad semipresencial es que en estos últimos los alumnos deben dedicar la mayor parte de su tiempo al estudio individual independiente que a recibir clases típicas frente al profesor, por lo que un rediseño necesario del curso de Física General complementado con la elaboración de una guía de de estudio bien estructurada adquieren la máxima importancia.

Es importante destacar que en esta modalidad semipresencial los profesores estos son contratados para trabajar en estos cursos y en la mayoría de los casos no tienen una gran experiencia en el trabajo docente como

profesores de Física en carreras de ingeniería porque son profesionales de otros centros de trabajo o profesores retirados de la enseñanza superior por lo que también necesitan de guías adecuadas a sus necesidades.

II. CONCEPCIÓN DE LA DISCIPLINA FÍSICA PARA LA MODALIDAD DE ESTUDIO SEMIPRESENCIAL EN LA CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

La disciplina Física General en la carrera de ingeniería Industrial está conformada por tres asignaturas:

- Mecánica y termodinámica, conocida como Física I.
- Electromagnetismo y Óptica, conocida como Física II.
- Mecánica Cuántica, conocida como Física III.

La disciplina es impartida en los dos primeros años académicos de la carrera y consta de un presupuesto de tiempo 80 horas para cada una de las asignaturas Física I y Física II de las cuales 48 en cada una son presenciales en tanto la Física III cuenta con 42 horas de las cuales solo 16 son presenciales.

A continuación se relacionan los contenidos específicos de cada una de las asignaturas y las correspondientes distribuciones de actividades por temas.

Asignatura Mecánica y Termodinámica: Física I

Dividida en 24 encuentros presenciales y 16 encuentros no presenciales.

Los 24 encuentros presenciales se dividen en 5 clases teóricas donde se presenta la teoría de cada tema los cuales son:

- Cinemática y dinámica de la rotación y traslación.
- Leyes de conservación.
- Oscilaciones mecánicas.
- Ondas mecánicas viajeras y estacionarias.
- Termodinámica.

Además de 3 laboratorios y 2 pruebas parciales, lo que suman 10 clases y las 14 restantes son para que los alumnos entreguen resueltos los problemas de tarea dejados por los profesores y que además aparecen en las guías de los estudiantes para las clases no presenciales.

La distribución de actividades por tema aparece en la Tabla I del anexo.

Asignatura Electromagnetismo y Óptica: Física II

Dividida en 24 encuentros presenciales y 16 encuentros no presenciales. Los 24 encuentros presenciales se dividen en 7 clases teóricas donde se presenta cada tema los cuales son:

- Ecuaciones de Maxwell
- Circuitos eléctricos
- Ondas electromagnéticas
- Óptica

Además de 2 pruebas parciales, las 15 clases restantes son para que los alumnos entreguen resueltos los problemas de tarea dejados por los profesores y que además aparecen en las guías de los estudiantes para las clases no presenciales.

La distribución de actividades por tema aparece en la Tabla II en el anexo.

Asignatura Mecánica Cuántica: Física III

Dividida en 16 encuentros presenciales y 12 encuentros no presenciales.

Los 16 encuentros presenciales cuentan con 5 clases teóricas donde se presenta cada tema, estos son:

- Antecedentes de la Mecánica Cuántica.
- Dualidad Onda Partícula y Mecánica Cuántica.
- Física Atómica.
- Materia Condensada.
- Física Nuclear.

Además de 2 pruebas parciales y un seminario, las 8 clases restantes son para que los alumnos entreguen resueltos los problemas de tarea dejados por los profesores y que además aparecen en las guías de los estudiantes para las clases no presenciales.

Es importante señalar que hay varias prácticas de laboratorio virtuales, que llevan mucho del peso de las actividades no presenciales dado que no hay disponibles muchos equipos de laboratorios para Física Moderna.

La distribución de actividades por tema aparece en la Tabla III en el anexo.

Después de considerar varios textos de Física General y de problemas [1, 2, 3, 4, 5] se consideró como muy adecuado el texto el libro "Física Universitaria" de Sears y Zemansky (9. o 12. edición) dado que tiene gran cantidad de ejemplos y explicaciones que permiten profundizar al alumno en su estudio individual así como hace explícitas estrategias para la resolución de problemas que sirven de base orientadora de las acciones a los alumnos durante el proceso de aprendizaje si son bien utilizadas por el profesor con carácter indicativo.

Las asignaturas se han dividido en temas relacionados por invariantes de la Física [6], de forma tal que no se exponen en el mismo orden en que se encuentran el libro de texto por lo que en las guías está bien detallada la bibliografía y la secuencia a seguir en cada una de las clases, junto con los ejercicios de laboratorio.

Por no contar la mayor parte de las FCT con laboratorios de Física, en la concepción de las guías se incluyeron una serie de prácticas virtuales para la realización de las mismas tanto por estudiantes como por los profesores en los centros de cálculo de las FCT así como para que los estudiantes las realicen independientemente como comprobación de los fenómenos y leyes que son objeto de aprendizaje las que deben ser discutidas con los profesores y evaluadas por estos.

Para orientar el procesamiento de datos en las prácticas virtuales se utilizó el libro "Introducción al Laboratorio de Física" [7].

En todas las asignaturas se confeccionaron las guías de estudio para los profesores y los estudiantes para poder dirigir el desarrollo coherente de la asignatura ya que los estudiantes que están en estos cursos por lo general llevaban unos cuantos años desvinculados de la enseñanza por ser trabajadores o personas desvinculados del estudio que poseen titulación de la enseñanza precedente a la universitaria (grado 12 o técnico medio equivalente en Cuba).

Las guías de estudio [8] tienen las siguientes características generales que las tipifican:

- Objetivos generales educativos e instructivos.
- Sistema de conocimiento y sistema de habilidades.
- Tabla con la distribución de horas por temas y la secuencia de actividades divididas en las 16 semanas de clases planificadas.

Las orientaciones por temas están divididas para cada encuentro en: Título, objetivos generales, orientaciones del encuentro presencial o no presencial según el caso, las actividades que se realizan durante el encuentro, métodos y metodologías de trabajo, orientaciones para la autopreparación, bibliografía y tareas.

El formato usado para confeccionar estas guías y lograr uniformidad en su presentación fue elaborado también a los efectos de este tipo de curso.

III. SISTEMA DE ACTIVIDADES DE ORIENTACIÓN METODOLÓGICAS PARA LOS PROFESORES

Como parte fundamental de la concepción del curso para esta modalidad se concibió un sistema de reuniones metodológicas con los profesores con frecuencia mensual y que son dirigidas por un docente de experiencia en la impartición de la disciplina.

En dichas sesiones metodológicas se realizan discusiones acerca de cómo deben ser tratados los diferentes temas así como los aspectos del contenido que mayor dificultad presentan al estudiante para su aprendizaje y los ejercicios y problemas que deben ser orientados para su realización tanto en presencia del profesor como por los estudiantes en su autoestudio independiente.

En estas sesiones algunos docentes del claustro desarrollan ante sus colegas clases metodológicas instructivas para discutir las mejores formas de estructurar el programa de aprendizaje de un tema específico por parte de los estudiantes.

IV. ANÁLISIS PRELIMINAR DE RESULTADOS OBTENIDOS EN EL DESARROLLO DEL CURSO

Si bien el curso semipresencial de Física se ha concebido y respaldado de la manera en que se ha expuesto, no siempre se han logrado desde el primer momento los mejores

resultados en el aprendizaje por parte de los alumnos de esta disciplina.

Por una parte existe y prevalece en los estudiantes la tendencia a esperar recibir una clase típica durante las sesiones presenciales de encuentro con el profesor por lo cual muchos de ellos llegaban a las clases encuentros sin haber preparado realizado el estudio independiente necesario ni realizado los problemas orientados en las guías, esta circunstancia hace muy difícil a los profesores conducir el proceso de aprendizaje de las asignaturas como está planificado en la guía y en las actividades metodológicas.

Por otra parte, son varios los profesores en los que persiste la tendencia al didactismo de modo que solo sienten que han hecho su trabajo de orientación cuando han logrado transmitir todo el volumen de contenidos a los estudiantes previstos en cada encuentro y asumen la postura de transmisor en lugar de la de facilitador del aprendizaje.

Es también un hecho que en aquellos casos en los que tanto el profesor como los estudiantes lograron asimilar el estilo de aprendizaje que debe caracterizar a este tipo de curso semipresencial y dan un uso adecuado a las guías de estudio elaboradas así como al tiempo dedicado por el docente a la orientación y evaluación del aprendizaje se han obtenido resultados satisfactorios.

Las prácticas de laboratorio virtuales pudieron realizarse en algunas FCT como clases presenciales, aunque no estaban planificadas así y tuvieron buenos resultados, esto se puede tener en cuenta para otros cursos, es decir cuando sea posible, es recomendable que se realicen las prácticas virtuales como una actividad presencial con el profesor presente.

Por este motivo las guías del estudiante y del profesor pueden tener cambio en un futuro siempre que sea para mejorar los resultados sin quitarles a los estudiantes la responsabilidad del trabajo independiente.

Además de trabajar con las guías, los profesores asistieron periódicamente a las actividades metodológicas donde se analizaron los programas, la forma de impartir la asignatura, la discusión de las clases teóricas etc. ya que la modalidad semipresencial es muy nueva para la mayor parte de estos docentes.

V. CONCLUSIONES

Aún cuando muchos profesores y estudiantes no han logrado comprender en el primer año la esencia de la modalidad semipresencial, fundamentalmente en la asignatura de Física I, aquellos que si logran apropiarse de la metodología de trabajo obtienen buenos resultados y se comprueba la utilidad del diseño del curso y sobre todo de las guías de estudio a su efecto elaboradas.

La práctica demuestra que quizás sería bueno adicionarle a las guías algún comentario que ayude a resolver esta situación en cursos posteriores.

En la Física II y III cuando esta comprensión es superior tanto en los estudiantes como en los profesores los

A. Bonnin-Garcés, B. Fariñas-Piña, G. Vega-Cruz, J. Llovera-González
resultados son mejores, por lo cual se puede concluir que el proceso de enseñanza aprendizaje de la Física General para una carrera de ingeniería en la modalidad semipresencial puede desarrollarse satisfactoriamente a partir del diseño del curso realizado y con el uso consecuente y sistemático de estas guías de forma adecuada.

REFERENCIAS

- [1] Sears, F., Semansky, W., Young, H., Freedman, R., *Física Universitaria*, Vol. I y II, Parte I y II. (Ed. Félix Varela, Cuba, 1996).
- [2] Halliday, D., Resnick, R. y Krane, K., *Física*, 4ta Ed. Vol. I y II, Parte I y II. (Ed. Félix Varela, Cuba, 1996).
- [3] Benavides, L., Augier, A., Patiño, A., *Física Moderna*, Vol. I y II, (Ed. Pueblo y Educación, Cuba, 1986).
- [4] Saveliev I. V., *Curso de Física General*, Vol. III, (Ed. MIR, URSS, 1985).
- [5] Irodov, I., *Problemas de Física General*, (Ed. MIR, URSS, 1987).
- [6] Llovera-González, J., *Física por Invariantes, implementación y resultados de un experimento didáctico para elevar la calidad del aprendizaje de la Física en las Ciencias Técnicas*, Memorias del 6. Congreso Internacional de Educación Superior, La Habana, (2008).
- [7] Cartaya, O., *Introducción al Laboratorio de Física*, (Ed. Pueblo y Educación, Cuba, 1986).
- [8] Bonnin, A., Fariñas, B., Vega, G., *Guías de estudio para las asignaturas de Física en la modalidad semipresencial para la carrera de Ingeniería Industrial, (impresión ligera)*, (Ed. Félix Varela, Cuba, 2007).

ANEXOS

TABLA II. Distribución de actividades por tema en la Física II.

TABLA I. Distribución de actividades por tema en la Física I.

Tema	Semana	Clases no presenciales	Clases presenciales
I	1	1. Cinemática traslación	1. Encuentro introductorio. 2. Cin. Traslación.
I	2	2. Mov. relativo, cinemática rotación	3. Cinemática 2, rotación y mov. Relativo
I	3	3. Dinámica, leyes de Newton	4. Dinámica, mov. Traslación 5. Laboratorio 1.
I	4	4. Leyes de Fuerza.	6. Dinámica (leyes de fuerzas)
I	5	5. Dinámica de la Rotación	7. Dinámica (rotación) 8. Laboratorio 2.
I	6	6. Recapitulación	9. Prueba parcial I
II	7	7. Trabajo y energía (traslación).	10. Leyes de conservación. 11. Trabajo y energía mecánica (traslación)
II	8	8. Trabajo y energía (rotación)	12. Trabajo y energía mecánica.(rotación)
II	9	9. Leyes de conservación	13. Leyes de conservación p y L 14. Lab. 3
III	10	10. Oscilaciones Mecánicas 1 y 2	15. Oscilaciones
III	11	11. Movimiento ondulatorio 1	16. Oscilaciones 17. Ondas mecánicas viajeras y estacionarias
III	12	12. Movimiento ondulatorio 2	18. Ondas mecánicas viajeras y estacionarias
IV	13	13. Recapitulación	19. Segunda prueba intrasemestral 20. Teoría cinético molecular y termodinámica
IV	14	14. Teoría Cinético Molecular y termodinámica	21. Termodinámica (primera ley)
IV	15	Termodinámica 1,2	22. Termodinámica (ciclos) y segunda ley 23. Termodinámica ciclos y segunda ley
IV	16	Termodinámica y fenómenos de transporte	24. Fenómenos de transporte

Tema	Semana	Clases no presenciales	Clases presenciales
I	1	1. Estudio de los temas de la AP No. 1	1 Clase teórica: Campo eléctrico y campo magnético y 2 Ecuaciones de Maxwell
I	2	2. Ley de Gauss	3. Ley de Gauss
I	3	3. Diferencia de potencial y capacitancia con y sin dieléctrico	4. Diferencia de potencial capacitancia sin dieléctrico 5 Capacitancia con dieléctrico
I	4	4. Ley de Biot y Ampere	6. Ley de Ampere y Ampere Maxwell
I	5	5. Campo magnético en la sustancia. Ley de Ampere	7. Ley de Faraday I 8. Recapitulación de las ecuaciones de Maxwell
I	6	6. Ley de Faraday (LAB 1)	9. Prueba parcial I
II	7	7. Conducción eléctrica. Laboratorio de ley de Kirchoff (Lab 2)	10. Clase Teórica Circuitos eléctricos (2h) 11. Circuitos RC y RL
II	8	8. Circuitos eléctricos	12. Circuitos LC, LRC y forzado
III	9	9. Ondas electromagnéticas	13. Clase teórica: Ondas electromagnéticas 14. Ondas electromagnéticas
IV	10	10. Óptica geométrica 15. Óptica geométrica	15. Clase teórica: Polarización 16. Polarización
IV	11	11. Polarización	17. Clase teórica: Interferencia
IV	12	12. Interferencia	18. Experimento de Young 19. Laminas delgadas. Recapitulación
IV	13	13. Laboratorio de interferencia (LAB 3)	20. Prueba parcial II
IV	14	14. Laboratorio de difracción (LAB 4)	21. Clase teórica: Difracción 22. Difracción en 1 y 2 aberturas
IV	15	15. difracción en redes	23. Difracción en redes
IV	16	16. Recapitulación	24. Recapitulación

TABLA III. Distribución de actividades por tema en la Física III.

Tema	Semana	Clases no presenciales	Clases presenciales
I	1		1. Clase teórica: Radiación térmica y efecto fotoeléctrico
I	2	1. Lab. Virtual: Radiación térmica.	2. Clase práctica: Efecto fotoeléctrico
I	3	2. Lab. Virtual: Efecto fotoeléctrico	3. Clase práctica: Radiación térmica.
I y II	4	3. Clase práctica: Radiación térmica y efecto fotoeléctrico	4. Clase teórica: Dualidad onda-partícula. Incertidumbre. Mecánica Cuántica.
II	5		5. Clase práctica: Dualidad e incertidumbre.
II	5		6. Clase práctica: Pozo de potencial de altura infinita.
II	6	4. Lab. Virtual: Pozo de potencial de altura infinita.	7. Clase práctica: Barrera de potencial.
II	7	5. CP.: Dualidad. Incertidumbre. Pozo y Barrera de potencial.	

II	7	6. Lab Virtual.: Barrera y Escalón de potencial.	Recapitulación para la prueba
	8		8. PRUEBA PARCIAL I
III	9		9. Clase teórica: Física Atómica.
III	9		10. Clase práctica: Átomo de H, rayos X y láser.
III	10	7. CP.: Átomo de H.	
III	10	8. CP: Rayos X y láser.	Recapitulación de Átomos de H
IV	11	9. CP.: Materia Condensada.	11. Clase teórica: Materia Condensada.
IV	12		12. Seminario: Sólidos.
	13		13. PRUEBA PARCIAL II
V	13		14. Clase teórica: Física Nuclear
V	14	10. CP.: Nuclear y Radiactividad.	15. Clase práctica: Física Nuclear y Radiactividad
V	15	11. Lab Virtual Radiactividad.	
V	16	12. CP.: Física de las partículas y cosmología.	16. Clase práctica: Efectos biológicos de la radiación.