

# ENFOQUE INTEGRADO PARA EL ABORDAJE DE CONTENIDOS EN LA CÁTEDRA DE FÍSICA II (Ingeniería-UNLP)

Eje 1: Innovación y exploración en cambios de modalidades en cursadas

*Mercedes E. Mosquera<sup>a</sup>, Marcela A. Taylor<sup>b</sup>.*

<sup>a</sup>Departamento de Física Facultad de Ciencias Exactas, Facultad de Ingeniería, Facultad de Ciencias  
Astronómicas y Geofísicas-UNLP

<sup>b</sup>IFLP, CONICET -CCT-La Plata, Facultad de Ingeniería-UNLP

E-mail: [mmosquera@fcaglp.unlp.edu.ar](mailto:mmosquera@fcaglp.unlp.edu.ar); [taylor@fisica.unlp.edu.ar](mailto:taylor@fisica.unlp.edu.ar)

Palabras claves: FÍSICA, INGENIERÍA, MATERIAL AUDIOVISUAL, GUIAS DE TRABAJOS PRÁCTICOS, VINCULACIÓN CON APLICACIONES TECNOLÓGICAS.

## RESUMEN

El análisis de los resultados de los cursos dictados hasta el presente pone de manifiesto que, los alumnos que cursan la materia Física II (Facultad de Ingeniería) poseen dificultades para relacionar conceptos nuevos con los aprendidos así como para visualizar la importancia de los temas abordados sobre la vida cotidiana. Ante esta dificultad, se propuso modernizar paulatinamente el material. En una primera etapa se adecuaron las guías de trabajos prácticos incluyendo no solo ejercicios típicos y conceptuales sino también de aplicación a la ingeniería y de laboratorio sencillos. En una segunda etapa, se generó material audiovisual propio. Se realizaron filmaciones de la resolución de ejercicios donde el abordaje de conceptos teóricos nuevos o ya aprendidos se efectúa con detalle. El impacto de la propuesta fue evaluado mediante dos encuestas.

## INTRODUCCIÓN

Física II es una materia que corresponde al tercer semestre de todas las carreras de la Facultad de Ingeniería-UNLP. La matrícula que se atiende es elevada, del orden de 700 alumnos, distribuidos en diferentes comisiones a cargo de un profesor, un jefe de trabajos prácticos y ayudantes diplomados y alumnos. El régimen de las clases es teórico-práctico, sin asistencia obligatoria y su aprobación es por promoción directa. La materia se encuentra

dividida en dos módulos, cada uno con un examen escrito y su correspondiente recuperatorio.

Las evaluaciones llevadas a cabo por la cátedra en los años anteriores muestran que los alumnos tienen dificultades para comprender, apropiarse e integrar los conocimientos presentados en las materias básicas cursadas previamente. En particular en lo referente a visualizar la importancia de los temas abordados por la asignatura en la vida cotidiana y en la tecnología moderna. Además, se advierte que muchos estudiantes no llegan a construir una visión global e integradora de Física II sino que consideran la materia como dos grandes temas separados. Estos proyectos individuales comprometen a todos los integrantes de la casa de estudios y en especial a los docentes quienes debemos poner en juego diversas estrategias a fin de superar las dificultades que se presentan en el accionar cotidiano.

Un aprendizaje sustantivo de la asignatura requiere que los alumnos sean capaces de integrar los diversos temas estudiados. Las actividades desarrolladas regularmente en el aula no resultan ser suficientes para cubrir las vacancias que presentan los alumnos, es por este motivo que resulta indispensable implementar estrategias complementarias para ayudarlos a que puedan sortear sus dificultades.

Ante esta situación, se propuso modernizar paulatinamente el material con el objeto de:

- facilitar la discusión de los conceptos;
- motivar al alumno a buscar sus respuestas;
- experimentar con los fenómenos físicos abordados en clase.

En una primera etapa se adecuaron las guías de trabajos prácticos buscando:

- favorecer el trabajo grupal;
- incentivar el interés por la materia a través de la observación de fenómenos cotidianos.

Para ello se propusieron ejercicios típicos, conceptuales, de aplicación a la ingeniería y laboratorios sencillos. El impacto de los cambios realizados en las guías de trabajos prácticos fue evaluado mediante una encuesta al finalizar la cursada.

Entre los resultados obtenidos se manifestó que una de las fuentes de información más consultada es el material disponible en la web. Por este motivo, en una segunda etapa, se generó material audiovisual propio para complementar el trabajo que se lleva a cabo en el aula. Se realizaron filmaciones de la resolución de ejercicios donde el abordaje de

conceptos teóricos nuevos o ya aprendidos se realiza con detalle, a los efectos que los alumnos vinculen los contenidos. El impacto de este material audiovisual en el aprendizaje fue evaluado mediante una segunda encuesta al promediar el curso.

El trabajo iniciado será continuado generando más material audiovisual y espacios virtuales de discusión entre alumnos.

## MARCO TEÓRICO

Para la física, un problema es un conjunto de actividades con cierta dificultad que el lector debe resolver utilizando una descripción física y matemática (Inzunza y Brincones, 2010). La resolución de problemas comienza con la lectura del enunciado de una situación física particular. En la descripción de esta situación, generalmente se utiliza dos tipos de lenguaje, el coloquial o común y el lenguaje específico de la disciplina en cuestión. Para la resolución de las situaciones planteadas se ponen en juego diferentes estrategias y tipos de pensamiento. Para que un problema fomente el aprendizaje debe poseer ciertas características (Sockalingam, Rotgans and Schmidt, 2011):

- estimular el pensamiento, el análisis y el razonamiento;
- asegurar el auto-aprendizaje;
- permitir el uso de conocimientos previos;
- ser realista contextualmente;
- poseer en su formulación metas de aprendizaje;
- estimular la curiosidad;
- poseer un vocabulario adecuado.

La resolución es exitosa cuando se comprende la situación, se realiza una representación que permite discutir y efectuar predicciones, es decir que se realiza una representación formal de la situación planteada, o se construye un modelo (Truyol y Gangoso, 2010).

Las dificultades a las que se enfrentan los alumnos en los primeros años de la vida universitaria responden a diferentes motivos. En particular, en materias exactas, como ser física y matemática, los alumnos estudian de memoria las ecuaciones y tratan de utilizarlas para producir la respuesta, sin comprender la situación planteada, o el por qué la utilización de una u otra ecuación (Wright and Williams, 1986; Reif, Larkin and Brackett, 1976).

Según algunos autores los alumnos realizan operaciones automáticas, sin poseer un plan o estrategia de trabajo para afrontar el problema propuesto, por lo que no pueden explicar los pasos que realizan para llegar a la respuesta (Inzunza y Brincones, 2010; Heller, Keith and Anderson, 1992). Es importante destacar que, aunque los alumnos posean los conocimientos necesarios para resolver los problemas, muchas veces no pueden llegar a la solución por falta de planeamiento de estrategias que les permitan aplicar estos conocimientos (Reif, Larkin and Brackett, 1976).

Las principales actividades que orientan al alumno cómo proceder ante una situación problemática a resolver se pueden agrupar en cinco etapas (Inzunza y Brincones, 2010; Heller, Keith and Anderson, 1992):

- Visualizar o comprender el problema: explicar el problema con palabras propias y realizar un esquema de la situación problemática.
- Describir el problema en términos de un marco teórico: identificar y utilizar los principios y leyes relacionados con el tema y las condiciones de su aplicación a la situación particular.
- Realizar un plan de resolución: escribir formalmente las leyes a emplear, decidir los pasos a realizar y el orden de los mismos.
- Ejecutar el plan: realizar el plan propuesto, para esto determinar el sistema de unidades a utilizar, escribir las ecuaciones, los datos necesarios para la resolución y resolver.
- Analizar y verificar los resultados: comprobar los resultados con lo previsto teóricamente.

Las etapas planteadas brindan estrategias que permiten enfrentar las situaciones que se presenten en su futura práctica profesional.

## **ADECUACIÓN DE LAS GUÍAS DE TRABAJOS PRÁCTICOS**

Las guías de trabajos prácticos convencionales fueron complementadas con la inclusión de situaciones problemáticas de la vida cotidiana donde se pudiesen utilizar los conceptos teóricos abordados en la materia, además de experimentos simples con materiales de fácil acceso que los alumnos pudiesen realizar en sus casas.

Las nuevas guías de trabajos prácticos incorporan problemas, cuestiones, aplicaciones,

experimentos y laboratorios, distinguidos en cinco categorías según la siguiente nomenclatura:

- **P:** problemas para adquirir las habilidades de resolución básicas.
- **C:** ejercicios y preguntas para discutir en grupos y reforzar conceptos.
- **A:** problemas o comentarios de aplicación de los conocimientos adquiridos a la tecnología actual y a la vida cotidiana.
- **E:** experimentos para realizar en la casa que pueden ser desarrollados con materiales de fácil acceso.
- **L:** ejercicios asociados a los trabajos de laboratorio de la materia en los que se refuerza el tratamiento de datos experimentales y la obtención de alguna magnitud física de relevancia.

A modo de ejemplo, a continuación, se presentan algunos enunciados de las diferentes categorías. Los mismos corresponden a la guía de trabajos prácticos número 6 que aborda el tema capacidad.

**P4.** Las placas de un capacitor plano tienen una superficie de  $10 \text{ cm}^2$  y están separadas una distancia de 2 mm. El capacitor se carga con una batería de 9 V y después se desconecta de la misma. A continuación se coloca una placa de material conductor de igual área y espesor 0,5 mm, a una distancia equidistante de ambas placas del capacitor. En esas condiciones calcule:

- la nueva capacidad del sistema,
- la diferencia de potencial del sistema,
- la carga de la nueva configuración.

Constantes dieléctricas y campo eléctrico máximo antes de la ruptura dieléctrica a temperatura ambiente		
Material	Constante dieléctrica $\kappa$	Campo eléctrico máximo ( $10^6 \text{ V/m}$ )
Aire	1,00059	3
Baquelita	4,90	24
Fusible de cuarzo	3,78	8
Goma de neoprén	6,70	12
Nilón	3,40	14
Papel	3,70	16
Porcelana	6,00	12
Vidrio Pyrex	5,60	14
Aceite siliconado	2,50	15
Teflón	2,10	60
Vacío	1,00	--
Agua	80,00	--

**C4.** La ruptura dieléctrica se produce cuando el campo eléctrico supera un valor crítico (según el medio) generando una chispa. Según la tabla, ¿dónde es más fácil producir una chispa? (*recuerde los experimentos E2 de la guía de trabajos prácticos N° 2, E1 de la guía de trabajos prácticos N° 3 y E1 de esta guía de trabajos prácticos*).

**A6.** Un medidor de combustible utiliza un capacitor para determinar la altura que alcanza el combustible dentro del tanque. La constante dieléctrica efectiva cambia del valor 1 (cuando el tanque está vacío) a

una valor  $\kappa$  (cuando el tanque está lleno). Uno de los sistemas de circuitos eléctricos del auto puede determinar la constante dieléctrica efectiva de la combinación de aire y combustible al considerar al tanque como un capacitor.

**E1. Botella de Leyden**

*Materiales:*

Papel aluminio (de cocina), una pequeña botella de plástico, cable, clavo largo (o tornillo), trozo de polietileno, televisión vieja (que funcione).

*Armado del dispositivo:*

- i. Llene la botella de plástico con el papel aluminio aplastándolo lo mejor que pueda contra las paredes internas.
- ii. Tape la botella con un trozo de polietileno y atraviéselo con el clavo hasta tocar el papel de aluminio del interior de la botella.
- iii. Cubra la parte externa de la botella con papel de aluminio sin tocar el cuello de la botella.
- iv. Enrolle un trozo de cable pelado a la botella, dejando libre un extremo.
- v. Cubra la pantalla de la televisión con papel aluminio.
- vi. Conecte a tierra el cable de la botella.
- vii. Toque con el clavo la pantalla de la televisión, teniendo cuidado en no tocar el cable o el papel aluminio exterior.
- viii. Encienda la televisión y espere 20 segundos aproximadamente. Explique qué sucede.
- ix. Separe el clavo de la pantalla de la televisión y desconecte el cable de tierra sin tocarlo.
- x. Tome el extremo del cable sin tocar el cobre y acérquelo al clavo.
  - a) ¿Qué observa?
  - b) ¿Cómo puede explicar el fenómeno? (*recuerde el punto C4*)
  - c) ¿Cómo se comporta la botella de Leyden?



- L1.** Se utilizó un capacitor de placas plano paralelas para determinar la permitividad de un material desconocido (la distancia de separación entre las placas es  $d = 5$  mm). Se obtuvieron los siguientes resultados

Determine la permitividad y compare con los valores tabulados. ¿Puede determinar, a partir de la tabla de permitividades y su resultado experimental, el material desconocido?

Material desconocido	
A [m <sup>2</sup> ]	C [pF]
0,006	64
0,012	126
0,018	191
0,024	254
0,030	320
0,036	384
0,042	446
0,048	508
0,054	576
0,060	639

Cabe destacar que para facilitar el acceso de aquellos alumnos que no pudiesen llevar a cabo por sí mismos los experimentos, los mismos fueron filmados y subidos a la página de la cátedra. El objetivo radica en que todos los alumnos pudiesen visualizar los fenómenos abordados sea a través del trabajo en el aula o del trabajo individual.

## **EVALUACIÓN DE LA ADECUACIÓN DE LAS GUÍAS DE TRABAJOS PRÁCTICOS**

El impacto de los cambios realizados en las guías fue evaluado mediante una encuesta (ver apéndice) realizada en el primer semestre del año. Los alumnos encuestados se corresponden en el 70% con un estudiantado que cursa la materia por primera vez. De los resultados se desprende que el 79% de los alumnos asisten regularmente a clases, pero rara vez a las consultas extras (57%). La mayoría de los estudiantes, el 76%, estudia menos de 6 horas por semana o le dedica menos de 6 horas por semana a la resolución de la guía de trabajos prácticos. Cabe destacar que la materia tiene una carga horaria de 6 horas semanales. Asimismo alrededor del 43% no estudia en grupo.

Con respecto a las guías de trabajos prácticos, los alumnos consideran que los temas están bien relacionados (97%), que las prácticas son completas (90%), que consolidan la teoría (94%) y que la complementan (92%). Un porcentaje menor de alumnos considera que los enunciados son claros (71%), que los contenidos son útiles para su desarrollo profesional (76%) y que la guía de trabajos prácticos favorece la integración/relación/comparación con otras materias (81%). De estos resultados se desprende que las modificaciones realizadas en las guías de trabajos prácticos responden a las necesidades de los alumnos y facilitan la apropiación de conceptos teóricos y el manejo del lenguaje específico.

Los alumnos manifiestan, en un 55%, utilizar los apuntes de la cátedra para estudiar, es decir las presentaciones en diapositivas de las clases teóricas y apuntes obtenidos en clase y libros. Por otro lado, casi el 40% utiliza internet de forma habitual. Este último resultado nos motivó a considerar la factibilidad de adecuar la materia para que los alumnos que consultan la web tengan material disponible provisto por la cátedra.

## DESARROLLO DE MATERIAL AUDIOVISUAL

Para continuar con la actualización del material de la cátedra y adecuarnos a las necesidades de los alumnos se decidió filmar la resolución de ejercicios típicos de la guía de trabajos prácticos en los cuales los alumnos presentan dificultades.

En las filmaciones realizadas se tiene en cuenta las cinco etapas necesarias para la orientación ante el proceder frente un problema. La explicación física de la situación planteada es discutida con extremo detalle, haciendo hincapié en los conceptos teóricos estudiados y su implementación en la resolución. El desarrollo matemático de la situación problemática también es abordado con detalle recuperando los conceptos vistos en materias afines. Al presentar la resolución del problema se busca realizar un esquema que representa la situación planteada, enmarcarlo en el contexto teórico adecuado, identificando los principios y leyes relacionados con el tema y las condiciones de su aplicación a la situación particular. A continuación se identifican las cuestiones a responder y se delinea un plan de resolución. Al finalizar la resolución del ejercicio se presentan los resultados del mismo.

El material disponible abarca solamente las primeras seis guías de trabajos prácticos (casi todo el contenido del módulo I). Las filmaciones han sido subidas a internet y se comparten mediante un código QR mostrado en la cartelera.

## EVALUACIÓN DEL MATERIAL AUDIOVISUAL

La opinión de los estudiantes acerca del material audiovisual producido fue consultada a través de una encuesta realizada durante el primer parcial del segundo módulo de la materia (ver apéndice).

Los resultados de la encuesta indican que el 63% de los alumnos manifestaron conocer el nuevo material desarrollado y que de éstos el 74% lo consultó de 1 a 4 veces. El 95% de los estudiantes considera que el material responde a las necesidades de explicación de los ejercicios, y el 96% que la explicación de los ejercicios es muy buena o buena.

Así mismo los alumnos sugieren la filmación de resolución de ejercicios correspondientes al segundo módulo de la materia (en un 69%), mientras que el 13% propone realizar videos sobre la resolución de ejercicios de parciales. El resto de los alumnos considera que sería de utilidad contar con material audiovisual sobre las teorías, aplicaciones a la vida cotidiana y



más ejercicios correspondientes al primer módulo de la materia. Además sugirieron la creación de una plataforma Moodle de la cátedra.

## CONCLUSIONES Y TRABAJO A FUTURO

En este trabajo se presenta la modificación de guías de trabajos prácticos llevada a cabo para la materia Física II de la Facultad de Ingeniería de la UNLP durante 2015 e implementada en 2016. Los resultados de las encuestas llevadas a cabo para evaluar el impacto de las nuevas guías ponen en relevancia la necesidad de incorporar nuevo material en video para complementar los trabajos realizados en el aula.

Las nuevas guías de trabajos prácticos de la materia constituyen el puntapié inicial para facilitar la discusión de los conceptos y motivar al alumno a buscar sus respuestas. Así mismo se pretende incentivar el interés por la materia a través de la observación de fenómenos cotidianos y de la realización de laboratorios simples por parte de los alumnos.

El material audiovisual generado tuvo un gran impacto positivo en los alumnos. En charlas mantenidas con los estudiantes respecto a los videos, solicitaron ejercicios del segundo módulo y enfatizaron acerca de la utilidad de los mismos ya que los pueden ver varias veces, pausar y retroceder según sus propias necesidades.

Como trabajo a futuro se pretende continuar con la realización del material audiovisual basándonos en los pedidos de los alumnos y docentes incluyendo no sólo ejercicios del módulo faltante sino también teorías cortas sobre fenómenos cotidianos relacionados con los contenidos de la materia.

## APÉNDICE: ENCUESTAS

Encuesta de evaluación de la adecuación de las guías de trabajos prácticos:

1) Asiste a clase Siempre A veces Nunca

2) Hace uso de las consultas Siempre A veces Nunca

3) Veces que se ha inscripto en la asignatura

1 2 3 Más de 3

4) Veces que ha llegado a rendir algún parcial de la asignatura

1 2 3 Más de 3

4) Tiempo dedicado al estudio de los apuntes de clase (en horas por semana)

5) Tiempo dedicado al trabajo individual para realizar las prácticas (en horas por semana)

6) Tiempo dedicado al trabajo en grupo para realizar las prácticas (en horas por semana)

7) Para el cursado, has recurrido a las siguientes fuentes de información (Marcar con una cruz lo que corresponda considerando que 0 representa nunca y 5 representa siempre)

Apuntes tomados en clase	0	1	2	3	4	5
Apuntes elaborados por la cátedra	0	1	2	3	4	5
Libros	0	1	2	3	4	5
Internet	0	1	2	3	4	5
Apuntes tomados por compañeros	0	1	2	3	4	5

8) Los temas de la asignatura están bien relacionados Sí  No

9) Los contenidos van a resultar útiles para mi formación profesional Sí  No

10) Las prácticas de la asignatura son completas Sí  No

11) Las prácticas de la asignatura son entretenidas Sí  No

12) Las prácticas ayudan a consolidar los conocimientos de teoría Sí  No

13) Las prácticas son un buen complemento de la teoría Sí  No

14) Los enunciados de las prácticas son claros Sí  No

15) La cantidad de problemas propuestos y resueltos es suficiente Sí  No

16) Los contenidos de esta materia, le han permitido integrar / relacionar / comparar conocimientos con otras asignaturas Sí  No

Encuesta de evaluación del material audiovisual producido:

1) ¿Conoce el material en video generado por la cátedra? Sí  No

2) ¿Cómo se enteró?

Por docentes

Por información en cartelera

Por página web

Por los compañeros

Otros

3) ¿Cuántas veces consultó el material en video? (número del 1 a 10)

4) ¿Cómo calificaría la explicación de los ejercicios?

MB

B

R

M

5) ¿Responden los videos a las necesidades de explicación de los ejercicios? Sí  No

6) ¿Qué material en video sugiere que se genere?

## BIBLIOGRAFÍA

Heller, P., Keith, R. and Anderson, S. (1992). Teaching problem solving through cooperative grouping. Part 1: group versus individual problem solving. *American Journal of Physics*, 60, 627-636.

Inzunza, J. C. y Brincones, I. (2010). Aprendizaje de la física por resolución de problemas: caso de estudio en Alcalá de Henares, España. *Theoria*, 19, 51-59.



Reif, F., Larkin, J. H. and Brackett, G. C. (1976). Teaching general learning and problem-solving skills. *American Journal of Physics*, 44, 212-217.

Sockalingam, N., Rotgans, J. and Schmidt, H. G. (2011). Student and tutor perceptions on attributes of effective problems in problem-based learning. *High Educ.*, 62, 1-16.

Truyol, M. E. y Gangoso, Z. (2010). La selección de diferentes tipos de problemas de física como herramienta para orientar procesos cognitivos. *Investigações em Ensino de Ciências*, 15, 463-484.

Wright, D. S. and Williams, C. D. (1986). A WISE strategy for introductory physics. *The Physics Teacher*, 24, 211-216.