

LABORATORIOS II y III

Universidad Nacional del Sur

Primer cuatrimestre 2000

Objetivos

El énfasis en este curso de laboratorio serán los aspectos *metodológicos* de la física experimental. La *primera parte* de estos cursos estará basada en tópicos de termodinámica, electromagnetismo y física moderna. La *segunda parte* de los mismos (práctica especial) tendrá un carácter más amplio en cuanto a la temática.

Los **objetivos docentes** que se buscan alcanzar en este curso serán:

- Motivar y motorizar la elaboración de mini-proyectos de investigación.
- Estimular la curiosidad.
- Incentivar la iniciativas individuales y la creatividad.
- Enfatizar los aspectos metodológicos del trabajo en física.
- Desarrollar una actitud crítica en el análisis de las observaciones.
- Desarrollar habilidades de trabajo en el laboratorio.
- Desarrollar habilidad en la logística de llevar adelante un proyecto experimental.
- Usos de sistemas de adquisición de datos con computadoras.

Implementación de los laboratorios: Ambos laboratorios consistirán de dos partes.

Primera parte

Durante las primeras cuatro o cinco semanas se realizarán tres prácticas con un enfoque relativamente tradicional. Los trabajos se basarán en guías elaboradas por los docentes y deberán ser elegidas entre un conjunto de unas siete experiencias posibles.

En la última semana de esta primera parte, cada grupo expondrá en 15 minutos uno de los trabajos prácticos realizados (ante los docentes y el resto de los alumnos).

Segunda parte

Durante el resto del cuatrimestre se propone la realización de un proyecto especial propuesto por cada grupo de trabajo (**Práctica Especial**). La misma tendrá una temática más amplia que la ya realizada. Con la experiencia adquirida durante la primera etapa, el material existente en el laboratorio y una investigación bibliográfica, cada grupo elevará una propuesta de trabajo a los instructores que contenga la práctica especial a realizar. Con los instructores,

cada grupo discutirá la factibilidad del proyecto, estimación de los tiempos necesarios para desarrollar todas las tareas, equipos y recursos necesarios, costos involucrados, etc. El plan, que se presentará por escrito en no más de dos carillas, deberá constar, de los siguientes puntos:

- **Objetivo:** ¿Qué se quiere medir? ¿Por qué?
- **Implementación:** Diseño experimental propuesto. Dispositivos a utilizar y su disponibilidad en el laboratorio u otra procedencia. Lista de materiales necesarios que en la opinión de los integrantes del grupo debieran ser comprados, preferentemente acompañados de sus respectivos precios y accesibilidad en el mercado local. Indicar las fuentes de financiación del proyecto.
- **Cronograma:** Aquí se detallará las distintas tareas que el proyecto implica, incluyendo compra de equipos, fabricación de dispositivos, tiempos de ejecución, prueba y medición. También deberá incluirse el tiempo de análisis de datos y escritura del informe final.
- **Beneficios del proyecto:** Indicar lo que se espera aprender mediante la realización del experimento. ¿Cuál es el saldo en términos de aprendizaje? Instrumentación que quedará disponible, etc.
- **Presentación oral de la propuesta:** Dos semanas después de la presentación oral de la primera parte, cada grupo expondrá la propuesta elaborada para la segunda etapa. La misma deberá ser previamente discutida y consensuada con los docentes correspondientes.

Criterios y sugerencias para la evaluación del proyecto de la práctica especial

Fuente de inspiración: La lectura de buenos artículos, como Am.J. Phys. O Phys. Teacher, Scientific American, etc., es un excelente punto de partida.

Una vez que se detecto una idea interesante, analícela detenidamente y trate de evaluar la factibilidad de su realización en forma preliminar Si le resulta interesante y . viable, elabore un bosquejo teniendo en cuenta los puntos señalados en la elaboración de proyecto, discutido más arriba. Si tiene más de un proyecto en mente, puede ayudarse de con las siguientes pautas y recomendaciones:

1. No descarte ninguna idea sin una evaluación previa. *Las ideas no se matan ni descalifican, se discuten y evalúan.*
2. Escriba cada una de las ideas que se le ocurra.
3. Investigue en la bibliografía (textos y revistas) lo más que pueda sobre el tema.
4. Analice el tipo de equipamiento y habilidades requeridas para llevarlo adelante, por ejemplo:

- ✓ ¿Involucra desarrollo y/o armado de equipos electrónicos?
- ✓ ¿Involucra la construcción de piezas mecánicas?
- ✓ ¿Involucra el desarrollo de algún programa de computación especial?
- ✓ ¿Qué conocimientos de física u otras áreas se requieren para llevar adelante el proyecto?.
- ✓ ¿Cuánto tiempo y dedicación es probable que el proyecto requiera?
- ✓ ¿Existen en el laboratorio (o es posible conseguir) los equipos necesarios?
- ✓ ¿Cuál es el costo de las componentes que se requieren adquirir?, ¿Qué tiempo se requiere para disponer de las mismas?
- ✓ ¿Cuán probable es que funcione?. Análisis de riesgos.
- ✓ ¿Qué espero aprender de este proyecto o cuales serían los beneficios del mismo?

5. De ser posible realizar una tabla o matriz de dificultades y otro de ventajas como la siguiente:

Dificultades

<i>Proyectos</i>	<i>Involucra electrónica</i>	<i>Involucra mecánica</i>	<i>Involucra programación</i>	<i>etc</i>	<i>total</i>
Propuesta 1	2	3	2	1	9
Propuesta 2	1	3	2	2	8

En cada columna calificar del 1 a 5 las dificultades que a criterio del grupo de trabajo tiene esa columna; esto es subjetivo y depende de las habilidades de los integrantes y los recursos disponibles. Por ejemplo, si se sabe de electrónica, la primera columna tendrá un valor muy distinto a si se es un neófito. Lo mismo ocurre para las demás. Realizar una tabla similar de las ventajas y beneficios. A partir de ambas elija los proyectos que resulten más ventajosos, es decir en los que la relación costo-beneficio sea mayor [ver *Phys. Teach.* **33**, 394 (1995)].

Mini Club de Revistas:

Una actividad importante que se realizará tanto durante la primera etapa como durante la segunda, consiste en reservar media hora de cada encuentro, para que dos grupos expongan ante el resto de los estudiantes el contenido de un artículo experimental del *American Journal of Physics*, *The Physics Teacher* o de una revista similar. La temática del artículo será libre, pero se sugiere que el mismo esté relacionado con alguno de los experimentos que se realizan en la primera parte o bien en algún tema que pueda dar lugar a un proyecto para la segunda parte. Las subscripciones a ambas publicaciones son muy accesible para docentes y estudiantes y pueden hacerse por Internet a la dirección: <http://www.aapt.org>. También una base de datos de ambas publicaciones puede accederse por este medio al igual que al contenido de los últimos números.

Experimentos para la primera parte: Estas guías están disponibles en el sitio de Internet Física re-Creativa (<http://home.ba.net/~sgil>, y http://www.geocities.com/sgil_1950).

Laboratorio II

1. **Revisión de la teoría de errores experimentales.** Aplicaciones: histogramas y estadística.
2. **Análisis gráfico.**
3. **Leyes del péndulo simple usando fotointerruptores.** Variación del período con la amplitud.
4. **Termometría y ley de enfriamiento.**
5. **Sensores de temperatura.**
6. **Dilatación de sólidos.**
7. **Procesos termodinámicos.**
8. **Equivalente eléctrico y mecánico del calor.**

Laboratorio III

1. **Campos y potenciales electrostáticos.** Método de relajación para resolver la ecuación de Laplace. Condiciones de borde de Dirichlet y Neumann.
2. **Estudio de la conducción eléctrica en conductores. Ley de Ohm.** Determinación de resistencias con: a) multímetros, b) voltímetros y amperímetros, c) puente de Wheatstone. Determinación de la resistencia interna de una fuente.
3. **Estudio de la variación de la resistencia** con la temperatura para: a) metales puros (cobre, Al, etc.), b) aleaciones (nicrom), c) semiconductor, d) líquidos. Modelos simples que explican estos comportamientos.
4. **Resistencia interna de una fuente de tensión.** Teorema de Thevenin.
5. **Ley de inducción electromagnética, ley de Faraday.** Algunas aplicaciones: Transformadores, dínamos. ¿Qué se mide con un multímetro?.
6. **Ley de inducción de Faraday y ley de Lenz.** Caída de un imán por el interior de tubos no conductores y metálicos.
7. **Circuitos RC.** Fenómenos transitorio y estacionarios. Reactancia capacitiva. Respuesta y comportamiento de un capacitor.
8. **Estudio del comportamiento de materiales ferromagnéticos.** Curva de histéresis, su variación con la temperatura. Transiciones de fases, temperatura de Curie.

9. **Optica física usando microondas.** Usando ondas electromagnéticas de longitudes de ondas de orden de los centímetros, se propone estudiar los fenómenos de reflexión refracción, interferencia y difracción de ondas.
10. **Optica física usando ultrasonido.** Usando ondas sonoras de alta frecuencia (ultrasonido, de longitudes de ondas del orden de los centímetros) se propone estudiar los fenómenos de reflexión, refracción, interferencia y difracción de ondas.
11. **Ondas sonoras.** Tubo de Kuntz.
12. **Resonancia de ondas sonoras en una caja.** Estudio de los modos normales de resonancia de una caja prismática. Conexión con la mecánica cuántica.
13. **Interferómetro de Michelson.** Versión óptica.
14. **Interferómetro de Michelson.** Versión acustica: tubo de Quincke.
15. Lista tentativa de sugerencias para realizar la práctica especial:
 - Caída de un imán por un tubo metálico y otro no conductor.
 - Levitación de imanes sobre superficies rotantes.
 - Campos y potenciales electrostáticos.
 - Anillo de Thomson
 - Caos en circuitos no lineales.

Modo de evaluación

El curso de laboratorio es promocional, sin recuperaciones previstas. La nota final se obtendrá a través de un promedio pesado de las notas obtenidas en las distintas etapas del curso (trabajo en las sesiones de laboratorio, informes, presentaciones orales y práctica especial). En cada una la creatividad, extracción de resultados y conclusiones de cada experimento serán particularmente tenidas en cuenta.

Algunas sugerencias útiles para este Laboratorio:

Para el experimento:

1. Justificar cada etapa del método de medición. Preguntarse en cada paso ¿hay un modo alternativo de hacer esto?, ¿cómo se compara con el propuesto? No deje de experimentar con las ideas alternativas.

2. Indagar todas las fuentes de errores sistemáticas y estadísticas. Hacer una tabla que detalle la contribución de cada una. Individualizar las más críticas y discutir como disminuirlas.
3. Indagar en la bibliografía y al menos leer un artículo de un método alternativo de hacer lo mismo.
4. ¿Cuál es el "estado del arte" actual para hacer lo mismo o algo equivalente en las mejores condiciones posibles? ¿Qué aspectos de esas mejoras se podrían incorporar al experimento?.
5. ¿Puede elaborar un modelo heurístico teórico que pueda dar cuenta de las mediciones obtenidas? ¿Puede ponerlo a prueba?
6. La creatividad desplegada tendrá un valor muy importante en la evaluación del trabajo. Toda iniciativa individual será bienvenida y estimulada.

Para el Informe:

1. Tomar como referencia para escribir el mismo un artículo de American Journal of Physics. Usar el mismo estilo para el informe, incluyendo la bibliografía.
2. Ser claro y breve (lo bueno cuando breve dos veces bueno). Trate de hacer un recuento claro y completo sin ser exhaustivo.
3. De ser posible usar papel formato A4, para escribir los informes. Los mismos deberán ser escritos usando algún procesador de textos (Word, Word Perfect, Latex, etc). No use letra de tamaño menor que 12 puntos.
4. Incluir sólo las tablas que sean imprescindibles. No confundir el informe con la bitácora. Esta última es donde se registraron todos los datos y tablas usadas. La misma deberá estar disponible en caso que el instructor lo requiera, pero no es lo mismo que el informe. El informe es una versión final depurada y tiene como destinatario un lector que no necesariamente hizo el experimento. La bitácora es de uso privado del experimentador.
5. En la discusión y conclusiones tratar de obtener la mayor cantidad de consecuencias y conclusiones a partir de los resultados. *Operacionalmente definiremos como un mejor informe a aquel que muestre mayor impacto en las conclusiones alcanzadas a partir de los datos obtenidos.*

Para las presentaciones orales:

1. Aquí es necesario extraer los puntos principales y dejar los detalles para las preguntas, que se comentarán sólo si hay tiempo.
2. Las presentaciones deben durar no más de 15 minutos. Se sugiere practicar las mismas, ante un grupo de compañeros, no necesariamente del mismo grupo, teniendo en cuenta el tiempo.
5. Preparar transparencias claras y no demasiado cargadas de información. Las mismas deben tener muy poco texto. Incorporar sólo diagramas gráficos y conclusiones importantes. Destacar el aporte original realizado por el grupo.
6. Presentar argumentaciones teóricas sólo si se puede presentar en no más de una transparencia. En caso contrario presentar resultados y referirse al informe por los detalles.
7. Recuerde que el tiempo mínimo razonable por transparencia es de aproximadamente 3 minutos. Por consiguiente, tratar de no exceder de cinco transparencias por presentación.
8. Lo que se evalúa en la presentación es la habilidad de transmitir la información y la capacidad de capturar la atención y el interés de los oyentes. La calidad del trabajo de algún modo ya se evaluó en el informe.

Docentes de la Materia

Instructores:

Dr. Salvador Gil – Profesor [sgil@df.uba.ar (tel. part. 011-4543-2574)].
Dr. Eduardo Rodríguez [eduardo@df.uba.ar (tel. part. 011-4774-6793)].
Lic. Miguel Sánchez (UNS) Laboratorio III.
Lic. Gabriela Cabeza (UNS) Laboratorio II.