

LABORATORIOS DE ENSEÑANZA DE FÍSICA DE LA U.A.M. - IZTAPALAPA

Marco Antonio Patrón

Departamento de Física. UAM-Iztapalapa
Apartado Postal 55-534. México 13, D.F.

RESUMEN

Presentamos en este trabajo los criterios y objetivos que fueron usados para diseñar los programas de física experimental de la U.A.M. Iztapalapa. Se menciona someramente el contenido de cada uno de ellos y su relación con los objetivos planteados.

ABSTRACT

The criteria and objectives that were used to design the curriculum of experimental physics of the U.A.M. Iztapalapa are briefly discussed. The contents of each course is presented as well as its relationship with the original aims.

INTRODUCCION

En esta ocasión quisiera exponer las ideas fundamentales con que

fueron concebidos y funcionan los laboratorios de enseñanza de la carrera de Físico de la UAM-Iztapalapa.

Aun cuando anteriormente ya fueron expuestos los criterios de los laboratorios elementales, quisiera reexponer esas ideas en forma panorámica. En particular se hará notar qué tipo de relación tienen los laboratorios con las demás materias del plan de estudios y como evolucionan según el nivel en el que se imparten.

Pondremos especial énfasis en los laboratorios avanzados porque pensamos que parten de una idea novedosa que hemos logrado implementar con cierto éxito, además de que dichas ideas no han sido expuestas anteriormente.

UBICACION DE LOS CURSOS EN EL PLAN DE ESTUDIOS

Los cursos están divididos en 3 grupos que corresponden a 3 niveles:

10. Física Experimental Tronco Común, que corresponde al nivel elemental.
20. Física Experimental Intermedia, que corresponde al tronco básico profesional.
30. Física Experimental Avanzada, que corresponde a los últimos tres trimestres de la carrera.

El total de cursos experimentales obligatorios corresponden al 19% de horas a la semana de clases del plan de estudios y al 14.5% del total de créditos.

CARACTERISTICAS GENERALES DE LOS CURSOS

Una de las características más importantes de estos cursos es que son autoconsistentes y, por tanto, independientes de los cursos de teoría.

Por otra parte, son interdependientes entre ellos, de manera que un grupo de cursos forman una unidad invariante ante traslaciones en el plan de estudios.

Actualmente tenemos dos unidades: una, que podríamos llamar la elemental, está constituida por los dos cursos del tronco común y los dos

primeros de experimental intermedia; la otra unidad, que sería la avanzada, está formada por los cursos de Física Experimental I, II y III de los últimos trimestres de la carrera.

Los cursos de Física Intermedia III y IV forman un puente entre ambas unidades. Desgraciadamente, debido a que son cursos optativos, no se puede hacer una sola unidad de todos los cursos experimentales.

Expondremos ahora el contenido de los cursos desde el punto de vista de las ideas que los generaron y de sus finalidades.

Podemos decir que la filosofía que se persigue en cada curso es plantear y resolver problemas de física a través del experimento. Para lograr esto, y en forma creciente en grado de dificultad, el alumno aprende a:

- i) Medir parámetros experimentales, determinar órdenes de magnitud, reproducir mediciones, así como a manejar incertidumbre y tratamiento de datos.
- ii) Analizar las observaciones y la dependencia funcional de los parámetros haciendo distintos tipos de gráficas.
- iii) Realizar técnicas experimentales y a manejar instrumentos.
- iv) Realizar la interpretación y las predicciones del experimento, así como a estudiar sus implicaciones.
- v) Efectuar confrontaciones con el modelo teórico propuesto.
- vi) Efectuar la presentación de reportes.

Estos objetivos están implementados con el criterio de que los cursos sean más formativos que informativos.

Respecto al grado de dificultad, éste es tomado en el contexto experimental ya que lo que teóricamente es simple no necesariamente lo es desde el punto de vista experimental, y viceversa.

Otra característica muy importante es que el contenido formal de los cursos no corresponde a una materia en particular (p. ej., mecánica), aun cuando se pone gran énfasis en los conceptos físicos involucrados.

LABORATORIO DE FISICA EXPERIMENTAL AVANZADA

En este laboratorio, además de los criterios anteriormente ex-

puestos, se consideran otros que nos parece son muy importantes para la relación entre investigación y enseñanza.

El objetivo de este laboratorio es introducir al alumno a técnicas modernas y problemas de investigación en física, a partir de una formación experimental fundamental.

Con objeto de llevar a cabo este objetivo se plantean los siguientes requerimientos a los experimentos a realizar: Deben tener carácter formativo y una relación clara con principios generales de la física; y al mismo tiempo, deben estar estrechamente relacionados con temas de investigación actual.

Estos requisitos han exigido para este laboratorio, profesores activos en investigación y con un interés serio en hacer experimentos de carácter formativo.

Resultan incompatibles con esta filosofía "experimentos comprados", los cuales, aun cuando pudieran tener un carácter ilustrativo de valor, en cuanto a principios generales, están desconectados de los problemas de investigación moderna. Tampoco resultarían compatibles experimentos en los cuales el alumno sólo estuviese involucrado en un detalle de construcción o medición (por complicado que fuera) en un laboratorio de investigación, ya que no tendría el carácter formativo que se exige en este laboratorio. Por esta razón, se consideró inconveniente acreditar estos cursos con pasantías en laboratorios de investigación.

Por otra parte, se ha procurado que los experimentos llevados a cabo en el laboratorio estén relacionados entre sí. Esto en razón de que son cursos obligatorios y, por tanto, se debe cuidar lo más posible que no sea una superposición incoherente de experimentos, sino una unidad formativa programada.

Como se puede ver de los objetivos y modalidad que hemos impuesto al laboratorio de Física Avanzada, en los cursos sólo podemos ofrecer experimentos en aquellas áreas donde se haga investigación experimental en nuestra universidad y en algunas en las que profesores de otras instituciones nos presten su colaboración no sólo dando clase sino también facilitándonos algún equipo y el uso de sus laboratorios de investigación en forma complementaria. Dicho entre paréntesis, hemos encontrado muy sano este flujo interinstitucional de profesores y alumnos.

Por supuesto, el precio que tenemos que pagar es que muchas áreas muy importantes de la física experimental no nos son accesibles por no poder nosotros mismos con las exigencias que nos hemos impuesto respecto de esas áreas.

CONTENIDO DE LOS LABORATORIOS

Aun cuando creemos que hemos expuesto fundamentalmente las ideas que nos interesan en los cursos experimentales, conviene exponer en forma somera la forma en que hemos implementado los laboratorios.

Por supuesto, como último antecedente, diremos que el contenido de los laboratorios no es único, sino que los experimentos que llevamos a cabo son simplemente la ocasión en la que materializamos las ideas que se han expuesto.

Física Experimental Elemental I

- i) Medición de longitud, masa y tiempo (tratamiento de datos)
- ii) Dependencia lineal, cuadrática y logarítmica en una sola variable (distintos tipos de gráficas)
- iii) Instrumentos sencillos: Balanza, vernier, cronómetro.
- iv) Experimentos: Medición de densidad de aleaciones (principio de superposición), velocidad de evaporación (parámetros de los que depende), movimiento en una y dos dimensiones, tensión en una cuerda, energía mecánica.
- v) Interpretación: Comprobación por medio de gráficas del modelo teórico, énfasis en conceptos como la longitud. Incertidumbre, cifras significativas y reproducibilidad.

Física Experimental Elemental II

- i) Mismas variables que en el curso I, agregando voltaje, corriente y resistencia.
- ii) Se continúa con una sola variable a determinar, pero con tratamiento estadístico de datos (mínimos cuadrados en dependencia linealizada).
- iii) Instrumentación: Se agrega el uso de multímetro, fuente de poder

y fuente de impedancias.

- iv) Experimentos: Péndulo simple, péndulo de torsión, sistema resorte masa, péndulo físico, resistividad y corriente eléctrica.
- v) Interpretación: Mediante el uso de mejor tratamiento de datos de análisis dimensional y de la búsqueda bibliográfica de la dependencia funcional. Incluye las limitaciones del modelo teórico empleado y de los datos experimentales.

Física Experimental Intermedia I

- i) Se agregan las variables magnéticas y eléctricas dependientes del tiempo.
- ii) Análisis en más de una variable y distintos tipos de estadística.
- iii) Instrumentación electrónica
- iv) Experimentos: Resistividad, velocidad del sonido, capacitancia, circuitos en corriente directa y alterna, fuerza de Lorentz, medición de campo magnético, inducción.
- v) Interpretación: Supone la búsqueda de la dependencia funcional de las variables y del tratamiento de datos, y conocimiento del principio físico de funcionamiento de los instrumentos.

Física Experimental Intermedia II

- i) En este curso únicamente se propone una variable al alumno y él debe bajo supervisión llevar a cabo el experimento, con iniciativa en el tipo del sistema físico e instrumentos a utilizar.
- ii) Los temas son principalmente de fenómenos ondulatorios (reflexión, refracción, interferencia, polarización), magnéticos (histéresis, momento dipolar magnético) y un tema libre.

Física Experimental I, II y III

Como expusimos anteriormente, en estos laboratorios, se pretende introducir al alumno en técnicas modernas y problemas de investigación en física. Ciertamente, en estos laboratorios no están definidos los experimentos sino las áreas. Las áreas tienen dos vertientes: el del sistema físico a investigar y el instrumental.

En cuanto a los sistemas físicos, trabajamos en propiedades de

líquidos simples, macromoleculares y cristales.

Nuestra instrumentación consiste fundamentalmente en un dispersor de luz, un espectrómetro de resonancia magnética electrónica, fuentes detectoras y amplificadores para ultra sonido, un sistema para medición y detección de corrientes termoestimuladas.

Contamos también con equipo complementario multi-usos, como osciloscopios, multímetros, electrómetro, fuentes, bombas y líneas de vacío, registradores, baño de temp. constante, etc. Todo este equipo de calidad profesional. Recientemente nos llegó una microcomputadora (Apple II) para colocar en línea a los espectrometros.

En principio tenemos también acceso (bajo ciertas condiciones) al instrumental de los laboratorios de investigación del Departamento y de algunos laboratorios de otras instituciones.

Respecto a las tareas de trabajo éstas han variado y lo seguirán haciendo. Mencionaré únicamente las inmediatas anteriores, las que se están llevando a cabo y las que están a punto de comenzar.

La primera etapa del laboratorio fue en buena medida instrumental. Se construyó en el laboratorio un dispersor de luz (bajo la dirección del Dr. Roberto Alexander), donde prácticamente todas las componentes (y por supuesto el diseño) fueron hechas en el laboratorio. Para esto, se contó con la colaboración de varias generaciones de estudiantes. Se ha construido además, mucho equipo auxiliar, como hornos para el tratamiento de cristales, línea de vacío, baño de temperatura constante.

Se está construyendo una cavidad de resonancia magnética, y a punto de iniciarse la interfase entre la microcomputadora y el espectrómetro. Está terminando de instalarse un crióstato para medir corriente termoestimuladas (bajo la dirección del Dr. J. Rubio y la colaboración del Instituto de Física).

En cuanto a los proyectos actualmente en proceso, podemos mencionar los siguientes:

Se están haciendo experimentos de resonancia magnética en cristales, haciendo variación angular. Se están haciendo experimentos de relajación dieléctrica, eso en cuanto a sólidos.

En líquidos se están haciendo determinaciones de tiempos de correlación rotacional y traslacional en tres situaciones físicas: líquido

super enfriado, puntos críticos y en presencia de campo de ultra sonido.

Hay varios proyectos en marcha para el desarrollo de programas de computación requeridos en los experimentos.

Se están dando los últimos toques al dispersor de luz, cuyos primeros proyectos son la determinación de tamaño molecular y formación de micro gels en soluciones poliméricas. También pensamos hacer estudios de opalescencia crítica.

Por último diremos que tenemos el ofrecimiento de colaboración de otras áreas del Departamento de Física de la UAM Iztapalapa.

Además, se han hecho trabajos que en este momento están pendientes sobre absorción de ultra-sonido de sólidos y la construcción de un osmómetro.

Física Experimental Intermedia III y IV

Como se mencionó anteriormente, estos cursos son optativos y son un tanto libres en su contenido. Hasta ahora se han dedicado a fenómenos ondulatorios y láseres.

En este último campo ha habido un gran esfuerzo en los últimos años donde los alumnos, además de aprender física de láseres, han construido 2 láseres de nitrógeno (bajo la dirección del Dr. Salvador Godoy) y están en construcción varios más.

Cabe mencionar que los dos láseres de nitrógeno son de alta potencia en ultra violeta, y se está tratando de hacerlos sintonizables en una amplia gama del visible con cristales de aloenuros alcalinos.

CONCLUSIONES

Las ideas generales que se han expuesto coinciden, en buena medida, con sugerencias hechas en diversos foros últimamente, como son la independencia de los cursos de laboratorio y de teoría, y de una finalidad propia de los cursos experimentales. Creemos que en eso la UAM ha sido pionera.

Por otra parte, la estructura misma y contenido de los cursos y laboratorios no ha sido tomada, ni directamente ni influenciada, por ningún curso o programa existente en el país o en el extranjero. Ciertamente re

sulta difícil clamar una originalidad total; lo que se trata de expresar es que los cursos y laboratorios han sido el fruto de la inquietud e iniciativa de los profesores de física experimental en nuestra Universidad.

AGRADECIMIENTOS

El autor desea agradecer al M. en C. Angel Manzur, al Fis. Roberto Olayo y al Dr. Francisco Guzman por su generosa colaboración en este trabajo. También es de justicia mencionar al Dr. Héctor Riveros, bajo cuya dirección se iniciaron los laboratorios de la UAM. También, aunque no los menciono por su nombre, hago el reconocimiento de todas aquellas personas cuyas ideas han dado lugar a los laboratorios y cursos experimentales.