

Una nueva estrategia para la enseñanza de cursos avanzados de física experimental: modelo *rotativo*



Gabriela Murguía Romero

Departamento de Física, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, Av. Universidad 3000, C. P. 04510, Ciudad de México.

E-mail: murguia@ciencias.unam.mx

(Recibido el 15 de marzo de 2016, aceptado el 7 de abril de 2016)

Resumen

Se presenta una estrategia colaborativa para la enseñanza de cursos avanzados de física experimental a través de la implementación de un modelo de carácter “rotativo” que fortalece la enseñanza de este tipo de cursos. El modelo se basa en el aprovechamiento de la infraestructura existente en los diferentes centros e institutos de investigación involucrados con la licenciatura de Física. Entre otras ventajas, el modelo permite el incremento del número de estudiantes que pueden atender a estos cursos, además de incentivar y consolidar la colaboración entre académicos e investigadores docentes participantes. Por su estructura, resulta transferible a otras disciplinas de carácter experimental e incluso, a otros niveles educativos. Se presentan los avances y resultados obtenidos durante dos años de implementación de esta estrategia de enseñanza en las asignaturas de “Laboratorio de Física Contemporánea I” y “Laboratorio de Física Contemporánea II” del octavo y noveno semestre, respectivamente, del plan de estudios de la Licenciatura en Física de la Universidad Nacional Autónoma de México.

Palabras clave: Estrategias de aprendizaje activo de la física basado en proyectos, Enseñanza de física experimental, Iniciación a la investigación experimental en física

Abstract

A novel strategy for teaching advanced experimental Physics is presented. The strategy is based on a “rotating” model that take advantage of the different facilities, the equipment, as well as the human resources available for teaching the courses. The model strengthens the collaboration between teachers and researches, and also allows a bigger number of students attending in each group of the courses. Because of its structure, the model is transferable to other experimental disciplines and even, to other educational level. It has been implemented since two years ago in the School of Sciences of the National Autonomous University of Mexico for the 4th year courses of “Laboratory of Contemporary Physics I” and “Laboratory of Contemporary Physics II” of the Physics undergraduate program. The model is presented, as well as the results obtained since its implementation.

Keywords: Strategies for active learning in physics, Project-based teaching of experimental physics, Introduction to experimental physics research

PACS: 01.40.Fk, 01.40.gb, 01.50.Qb

ISSN 1870-9095

I. INTRODUCCIÓN

La enseñanza de las ciencias experimentales a nivel superior enfrenta el gran reto de introducir a los estudiantes al conocimiento de los desarrollos recientes en la disciplina correspondiente a través de cursos que les permitan mejorar y desarrollar nuevas habilidades experimentales. Este tipo de cursos representa una gran oportunidad para introducir a los estudiantes en el estudio y manejo de técnicas y equipo especializado, reforzar y aplicar los conocimientos adquiridos a lo largo de sus estudios, además de coadyuvar al mejoramiento de sus capacidades y actitudes para generar y confrontar nuevo conocimiento a través de la colaboración entre pares, así como las concernientes a la comunicación escrita y verbal en el ámbito científico.

A pesar de contar con personal docente altamente capacitado y dedicado a la investigación para la enseñanza

de este tipo de cursos, en muchas ocasiones los recursos de infraestructura con que cuentan las instalaciones dedicadas a la docencia para el desarrollo de las actividades involucradas en la enseñanza de los aspectos experimentales de una cierta disciplina, no son suficientes, sufren de desgaste por el uso continuo o se carece de ellos para la enseñanza de tópicos particulares pero que serían de gran repercusión en la formación de los estudiantes. Este es el caso en la enseñanza de las asignaturas “Laboratorio de Física Contemporánea I” y “Laboratorio de Física Contemporánea II” (LFC-I y LFC-II) pertenecientes al programa de la Licenciatura en Física que ofrece la Facultad de Ciencias (FC) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

Como parte de un programa de fortalecimiento de la enseñanza de las asignaturas LFC-I y LFC-II de la Licenciatura en Física de la UNAM y tomando en cuenta

las características básicas de la enseñanza situada, en particular del aprendizaje mediante proyectos [1] y sus múltiples ventajas para la enseñanza de las ciencias experimentales, surge la propuesta de un modelo de enseñanza “rotativo” que consiste en una nueva metodología colaborativa que fortalece la docencia en el campo de la física experimental y que, por su estructura, resulta transferible a otras disciplinas de carácter experimental e incluso, a otros niveles educativos [2].

El plan de estudios de la Licenciatura en Física se divide en 9 semestres [3] y, en los últimos años, el ingreso a la misma ha sido de 350 estudiantes en promedio [4]. Las asignaturas LFC-I y LFC-II son cursos obligatorios del 8° y 9° semestre, respectivamente; su propósito esencial es “desarrollar la capacidad de investigación del estudiante mediante la realización de experimentos en física contemporánea” [5, 6], así como también a través de simulaciones numéricas para la solución de diversos problemas planteados por parte del profesor. La carga académica de cada una de estas asignaturas es de 6 hrs/semana al semestre (un semestre tiene una duración de 16 semanas lectivas).

En cuanto a la infraestructura, la Facultad de Ciencias de la UNAM cuenta con dos aulas equipadas para la enseñanza de estas asignaturas que se usan indistintamente, cada una con capacidad de atender a mínimo 6 y máximo 8 estudiantes simultáneamente. El equipo y material con que éstas cuentan -de uso intensivo y baja tasa de renovación- sólo permiten la realización de 15 prácticas diferentes, principalmente en las áreas de física cuántica, física atómica y física del estado sólido. Estas condiciones, junto con la duración estimada para cada práctica, determinan que, a lo largo de un semestre, los estudiantes de un grupo realicen de cuatro a cinco prácticas diferentes. La planta académica responsable de la impartición de estas materias, hasta antes de la implementación de este modelo “rotativo”, se componía principalmente de profesionales de la Física, no todos dedicados a la investigación. La Tabla I presenta el número de grupos y la matrícula de cada una de las asignaturas LFC-I y LFC-II desde el semestre 2012-1 y hasta el periodo previo a la implementación de esta modalidad (semestre 2014-1 para LFC-II y semestre 2015-1 para LFC-I).

TABLA I. Número de grupos y matrícula en las asignaturas de LFC-I y LFC-II previo a la implementación del modelo de enseñanza “rotativo”.

Semestre*	No. de grupos LFC-I	Matrícula LFC-I	No. de grupos LFC-II	Matrícula LFC-II
2012-1	4	48	6	68
2012-2	5	57	5	58
2013-1	4	44	6	71
2013-2	6	72	5	58
2014-1	5	74	6	82
2014-2	7	91		
2015-1	7	85		

*Los semestres impares comienzan en agosto del año anterior en cuestión, por ejemplo, el semestre 2015-1 inició en agosto de

2014; mientras que los semestres pares comienzan en enero o febrero del año en cuestión, por ejemplo, el semestre 2014-2 inició en enero de 2014.

Las cifras reportadas en la Tabla I, en contraste con el ingreso anual de estudiantes a la carrera de Física en la UNAM, reflejan que no se cuenta con la capacidad para atender a todos los alumnos de una generación suponiendo que ésta es regular y que no haya deserción. Para contender con esta situación, a pesar de que la seriación del plan de estudios es indicativa, se han puesto reglas de admisión a estas asignaturas: los alumnos deben haber aprobado las asignaturas “Laboratorio de Mecánica” (2° semestre), “Laboratorio de Fenómenos Colectivos” (3er semestre), “Laboratorio de Electricidad” (4° semestre), “Laboratorio de Óptica” e “Introducción a la Física Cuántica” (5° semestre), así como “Laboratorio de Electrónica” (7° semestre). Es decir, los estudiantes que deseen cursar las materias de LFC-I y LFC-II deberán haber aprobado, preferentemente, todos los laboratorios básicos que contempla el plan de estudios de la carrera, así como la materia introductoria a la Mecánica Cuántica.

Tomando en consideración los antecedentes y las condiciones en las que se impartían las asignaturas LFC-I y LFC-II de la Licenciatura en Física de la UNAM, se propuso un programa para el fortalecimiento de la enseñanza de estas materias apoyado en la implementación de un modelo de enseñanza cooperativo que se ha denominado “rotativo”.

II. EL MODELO ROTATIVO

El modelo de enseñanza rotativo permite su implementación sin trastocar la estructura existente en la FC-UNAM para la enseñanza de estas materias, aprovecha los recursos humanos, así como la infraestructura con la que se cuenta para enseñanza e investigación tanto en la FC-UNAM como en otras entidades académicas de la UNAM. En su primera etapa, el modelo se puso en marcha en todos los grupos de la materia LFC-II a partir del semestre 2014-2 (enero de 2014). En la segunda etapa, en el semestre 2015-2 (enero de 2015), el modelo también se implantó en los grupos de la materia LFC-I. A la fecha son ya dos años y medio de funcionamiento ininterrumpido del modelo en ambas asignaturas.

El modelo contempla el diseño y la implementación de nuevas prácticas de laboratorio que van más allá de demostraciones y repeticiones de experimentos previamente probados.

Una de las partes centrales del modelo, contempla el uso de diferentes talleres y laboratorios de investigación de otras entidades académicas de la UNAM participantes en la Licenciatura en Física, además de los laboratorios de docencia e investigación existentes en la propia Facultad. De esta manera, el modelo ofrece al estudiante un enfoque contemporáneo de la Física como ciencia pura y experimental, que lo acerca a los desarrollos de

investigación de punta y le muestra aplicaciones de esta disciplina en diferentes ámbitos.

A. Objetivos

Los objetivos principales del modelo son:

- Resolver la problemática de cupo, llevando a cabo acciones que permitan elevar la cobertura de la demanda de ingreso a las asignaturas.
- Diseñar nuevas prácticas de laboratorio en las que se realicen experimentos novedosos de alto nivel que permitan incrementar, tanto el número de éstas, como la gama de temáticas a cubrir dentro del programa de las asignaturas.
- Incrementar el aprovechamiento de la infraestructura y del equipo existente en la FC-UNAM y que está destinado a la enseñanza de la física experimental, así como de aquél existente en los institutos y centros de investigación de la UNAM relacionados con la licenciatura de Física.
- Fortalecer la cooperación productiva entre el personal académico participe en la enseñanza de las asignaturas.
- Establecer las condiciones que permitan a los estudiantes perfeccionar sus conocimientos y habilidades experimentales, desarrollando actividades de aprendizaje en instalaciones y equipos altamente especializados.
- Diseñar, implementar y perfeccionar una nueva metodología colaborativa (modelo “rotativo”) que fortalezca la docencia en el campo de la física experimental, transferible a otras disciplinas.

B. Elementos básicos para la implementación del modelo

El modelo de enseñanza rotativo cuenta con elementos básicos para su implementación como lo son los actores primordiales del modelo (estudiantes y profesores), material y actividades de apoyo para la enseñanza (prácticas y reuniones colegiadas), así como el mecanismo motor del modelo (“rotación”). A continuación, se describen detalladamente cada uno de ellos en un orden tal que permita comprender el funcionamiento básico del modelo.

Prácticas

- **Prácticas fijas:** Es el conjunto de prácticas que los estudiantes realizan en las instalaciones que han sido destinadas explícitamente para la enseñanza de las asignaturas en cuestión.
- **Prácticas asociadas:** Es el conjunto de prácticas, adicionales a las fijas, que se asigna a cada grupo y que se realizan en locales distintos a los destinados para la enseñanza de estas materias, es decir, son aquellas prácticas que los estudiantes realizan en diversas instalaciones a cargo de los profesores participantes en la modalidad de enseñanza rotativa, como talleres, laboratorios de investigación u otros laboratorios de docencia que no se encuentren saturados durante el semestre.

Profesores

- **Coordinador del grupo:** Es uno de los profesores del grupo y es el responsable de la implementación de las prácticas fijas. Atiende simultáneamente a un máximo de estudiantes consistente con la capacidad de cupo en los locales destinados para la enseñanza de estas materias.
- **Profesores asociados:** Es el conjunto de profesores responsables de cada una de las prácticas asociadas al grupo.

Todos los profesores del grupo (coordinador y profesores asociados) participan en la evaluación de los estudiantes.

Estudiantes

- **Equipos de estudiantes:** Para la realización tanto de las prácticas fijas como de las prácticas asociadas, se forman equipos de estudiantes que, para estas asignaturas, suelen ser de dos integrantes en promedio. Dado el número de estudiantes que cursan estas asignaturas, tanto las prácticas fijas como las asociadas suelen ser realizadas por diferentes equipos del grupo en un mismo semestre. Es decir, las prácticas se repiten entre diferentes equipos del grupo.

Rotación

- Al finalizar cada práctica los equipos de estudiantes de un mismo grupo comienzan a realizar una práctica diferente, ya sea fija o asociada, es decir, los equipos “rotan” entre las diferentes prácticas que se realizan en el grupo. El Coordinador del grupo es el responsable de mantener comunicación con los profesores asociados con el objetivo de vigilar que cada práctica se realice en los tiempos máximos establecidos, esto con la finalidad de garantizar una buena sincronización de las rotaciones. En el caso de los equipos a los que corresponda realizar una práctica asociada en alguna de las rotaciones, los estudiantes cambian físicamente de lugar y realizan la práctica asociada en el laboratorio de investigación, de docencia o taller que se haya establecido previamente por el profesor responsable (profesor asociado) para la realización de dicha práctica. En la Fig. 1 se muestra un ejemplo de rotación en donde se considera un grupo de 8 equipos de estudiantes, con 6 prácticas fijas y 2 asociadas (8 prácticas en total), en el que cada equipo realiza un total de 4 prácticas a lo largo de un semestre.

Reuniones colegiadas

- **Seminario de grupo:** Al término de la realización de cada práctica y previo a la rotación, se realiza un seminario entre los integrantes de un mismo grupo (estudiantes y profesores), en donde todos los equipos exponen sus experiencias tras la realización de la práctica recién finalizada. En este seminario se presentan y discuten tanto la metodología utilizada como los resultados obtenidos en cada práctica.
- **Congreso de estudiantes:** Al finalizar el periodo lectivo de los cursos, se realiza una edición, en este

caso, del “Congreso de los Laboratorios de Física Contemporánea”, en donde estudiantes de todos los grupos de ambas materias exponen sus experiencias y los resultados obtenidos tras la realización de una o más prácticas fijas o asociadas. En este Congreso participan estudiantes y profesores de estas asignaturas, así como del resto de la comunidad.

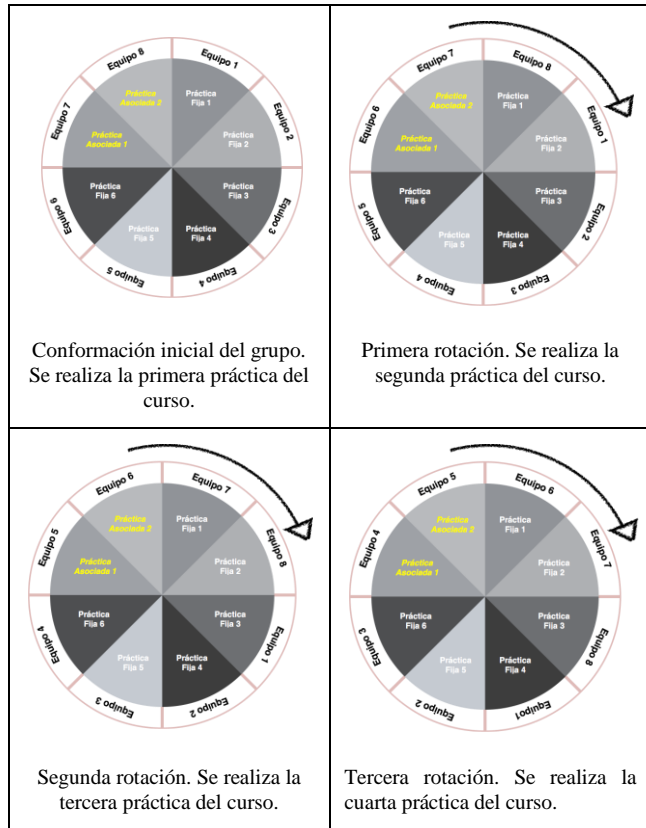


FIGURA 1. Ejemplo de rotación de los equipos entre las prácticas de un grupo. El ejemplo supone un grupo conformado por 8 equipos de estudiantes y que cada equipo realiza 4 diferentes prácticas a lo largo de un semestre. Para el ejemplo, se ha supuesto un grupo con 6 prácticas fijas y 2 asociadas (8 prácticas en total). La figura muestra esquemáticamente como “rota” cada equipo al término de la realización de una práctica y comienza una nueva.

Para implementar este modelo rotativo, es indispensable contar la colaboración de la comunidad académica, a la que se invita a participar en la figura de profesor asociado proponiendo un conjunto de prácticas de laboratorio que desarrollen la capacidad de investigación del estudiante mediante la realización de experimentos de física que cubran temáticas de actualidad (contemporáneas) y que lo acerque a las nuevas tecnologías y metodologías de uso en las ciencias experimentales, así como al desarrollo de la ciencia básica del área.

Con el objetivo de garantizar una buena coordinación para la realización de la rotación de los equipos de estudiantes entre las prácticas, éstas deben diseñarse de forma tal que el experimento se desarrolle en un tiempo

máximo dado de acuerdo a la carga académica de las asignaturas. En el caso de LFC-I y LFC-II, se fija en 24 h, lo que corresponde a un promedio de 8 sesiones de 3 h/semana. La propuesta de cada práctica debe tener una estructura que contenga, como mínimo:

- Título de la práctica
- Área en la que se inserta
- Descripción de las habilidades y conocimientos que adquirirán los estudiantes con su desarrollo
- Objetivos
- Introducción
- Metodología y resumen del desarrollo de la práctica
- Material y equipo a utilizar
- Bibliografía

Por parte de los estudiantes, la elaboración de cada práctica incluye:

- Un estudio previo del fenómeno físico a estudiar
- El estudio del funcionamiento del equipo
- La realización del experimento y el seguimiento del mismo con apoyo de una bitácora
- El análisis de datos correspondiente; y finalmente
- La realización de un reporte que será revisado por el profesor responsable de la práctica y cuya evaluación formará parte de la calificación final del estudiante.

III. RESULTADOS

A lo largo de dos años, la implementación del modelo “rotativo” en las asignaturas de LFC-I y LFC-II de la FC-UNAM, ha arrojado los siguientes resultados y beneficios:

- Ha permitido resolver la problemática de cupo que enfrentaban estas materias previo a su implementación, ya que con la participación de la comunidad académica perteneciente a diferentes entidades académicas involucradas en la Licenciatura en Física, el uso de infraestructura adicional a los locales destinados para la enseñanza de estas asignaturas y la incorporación de nuevas prácticas para apoyar su enseñanza, ha permitido elevar la matrícula en dos estudiantes por cada práctica asociada a cada grupo, con la ventaja de mantener el número de grupos de las asignaturas invariable con respecto al número de grupos existentes previamente a la implantación del modelo. En la Fig. 2 se muestra el incremento en la matrícula a partir de la implantación del modelo rotativo en comparación con el número de grupos para ambas asignaturas. Para una mejor visualización del crecimiento en la matrícula, la gráfica muestra los datos correspondientes desde periodos previos a la implementación del modelo (semestre 2014-2).
- Ha hecho posible que se incremente el número de prácticas a desarrollar por parte de los estudiantes, lo que a su vez ha incidido en un incremento de las temáticas cubiertas en los cursos, permitiendo que los estudiantes se adentren en el estudio de diversos problemas físicos de interés actual. Esto ha fortalecido la enseñanza de las materias, pues ha permitido que los

estudiantes conozcan y aprendan el funcionamiento y uso de equipo especializado, así como de diversas técnicas experimentales modernas. En particular, se diseñaron e implementaron 45 nuevas prácticas asociadas, las cuales se han añadido a la colección de 15 prácticas fijas previamente existentes. Mientras que las 15 prácticas fijas se utilizan invariablemente para la enseñanza de las materias cada semestre, el conjunto de prácticas asociadas que se desarrollan cada semestre puede variar, situación que depende, principalmente, de la planeación del uso y del desarrollo de diversas actividades, tanto de carácter docente como de investigación, que se realizan en las diversas instalaciones en las que las prácticas asociadas se llevan a cabo. La Fig. 3 se muestra el número total de grupos que se han ofrecido de ambas asignaturas en comparación con el número de éstos que ha contado con prácticas asociadas a lo largo de la implementación del modelo. En la Fig. 4 se puede observar el crecimiento del número total de prácticas por cada semestre que se ha implantado el modelo. La figura muestra, de forma comparativa, el número de prácticas fijas, el número de prácticas asociadas nuevas y el número de prácticas asociadas implementadas en algún semestre anterior. En la Tabla II se listan los títulos de las 45 prácticas asociadas que se han diseñado e implementado a lo largo de los primeros dos años de funcionamiento del modelo.

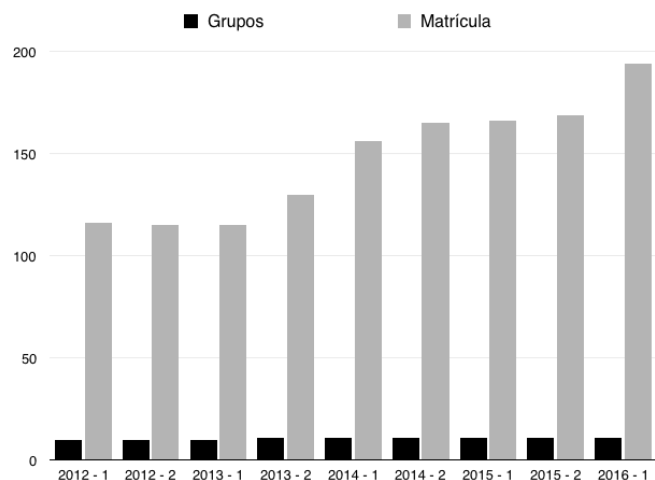


FIGURA 2. Número de grupos y matrícula total en las asignaturas de LFC-I y LFC-II. El modelo rotativo se empezó a implementar en el semestre 2014-2 en LFC-II y a partir del semestre 2015-2 en ambas asignaturas.

- Se ha incrementado el aprovechamiento de la infraestructura y del equipo existente en la FC-UNAM y que está destinado a la enseñanza de la física experimental, así como de aquél existente en los institutos y centros de investigación de la UNAM relacionados con la licenciatura de Física. A lo largo de la implementación del modelo han participado 45 académicos de cinco entidades académicas diferentes a

la FC-UNAM y para el desarrollo de las prácticas asociadas se han utilizado un total de 24 laboratorios de investigación, tres laboratorios de enseñanza además de los destinados a la impartición de las materias de LFC-I y LFC-II, así como nueve diferentes talleres multidisciplinarios en el edificio de docencia en ciencias experimentales “Tlahuizcalpan”. En la Fig. 5 se muestra un gráfico en el que se indica la proporción de la participación de institucional a través del uso de sus instalaciones para la implementación de diversas prácticas asociadas.

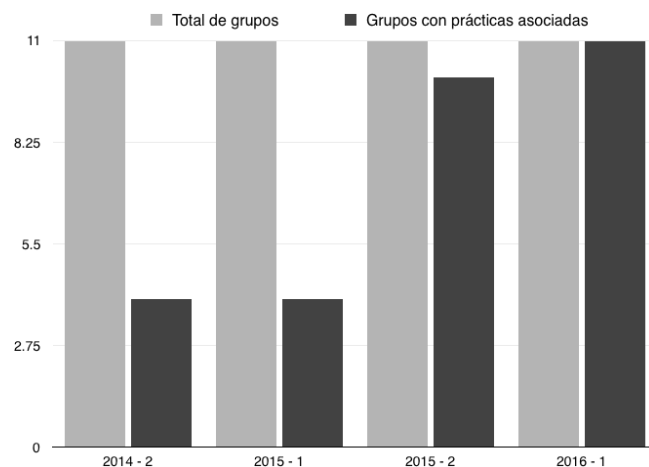


FIGURA 3. Número total de grupos que se han ofrecido de las asignaturas LFC-I y LFC-II a lo largo de la implementación del modelo en comparación con el número de éstos que ha contado con prácticas asociadas. Durante los semestres 2014-2 y 2015-1, el modelo sólo se implementó en una sola de las materias (LFC-II).

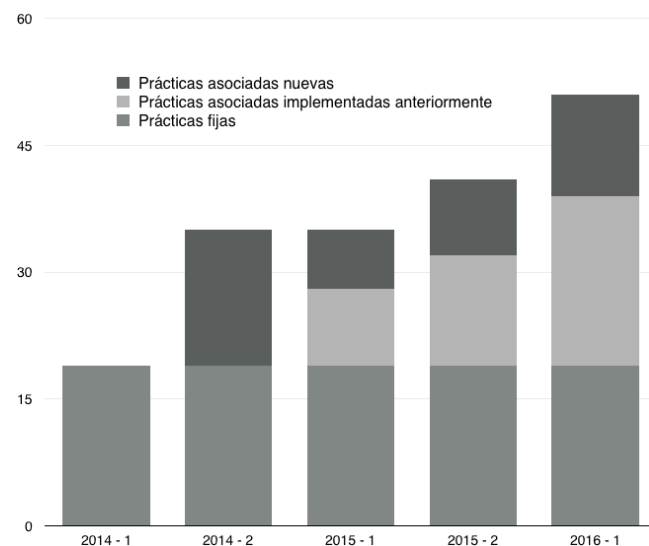


FIGURA 4. Crecimiento del número total de prácticas por cada semestre que se ha implementado el modelo. Se muestra, de forma comparativa, el número de prácticas fijas, el número de prácticas asociadas nuevas y el número de prácticas asociadas implementadas en algún semestre anterior.

TABLA II. Listado de títulos de las 45 prácticas asociadas que se han diseñado e implementado a lo largo de los primeros dos años de funcionamiento del modelo “rotativo” en las asignaturas LFC-I y LFC-II.

- 1.- 2o armónico y parámetro de orden en películas sol-gel
- 2.- Análisis de fenómenos termoacústicos
- 3.- Análisis de gases emergentes en minerales y suelos análogos de Marte por TGA-DSC-MS y Pir-GC-MS
- 4.- Caracterización cristalográfica por difracción de rayos X
- 5.- Caracterización de detectores de centelleo
- 6.- Construcción de un levitador magnético de campo variable
- 7.- Depósito de películas delgadas de oxidación variable por la técnica de erosión catódica en atmósfera reactiva
- 8.- Desarrollo de un control remoto infrarrojo
- 9.- Detección de gammas enredados
- 10.- Detectores de radiación ionizante para la formación de imágenes biomédicas
- 11.- Determinación de la temperatura de Curie para Gadolinio y Monel. Comparación de dos métodos
- 12.- Difracción con campos ultrasónicos
- 13.- Dispersión dinámica de luz
- 14.- Efecto Leinderfrost para impacto de esferas calientes en un líquido
- 15.- Elaboración y estudio de las propiedades de un ferrofluido
- 16.- Elementos de detección de rayos cósmicos
- 17.- Espectrometría de rayos X
- 18.- Espectroscopía de plasmas producidos por láser para la identificación de materiales
- 19.- Espectroscopía Infrarroja: caracterización de sólidos cristalinos
- 20.- Espectroscopía infrarroja de moléculas en la fase gaseosa
- 21.- Espectroscopía Raman
- 22.- Espejos de primera superficie recubiertos con cuarzo
- 23.- Estimación de radiación solar global sobre Ciudad Universitaria
- 24.- Estudio del movimiento de micropartículas inertes en un medio dispersivo
- 25.- Explorando el plasma de quarks y gluones
- 26.- Generación e identificación de iones
- 27.- Láseres aleatorios
- 28.- Manipulación y observación atómica y molecular por el STM/AFM en ultra alto vacío y baja temperatura
- 29.- Medición de la fuerza de interacción entre un superconductor y un imán permanente
- 30.- Modelaje numérico de compuestos nitrogenados por relámpagos
- 31.- Ondas de choque producidas por láseres pulsados de alta energía
- 32.- Películas delgadas de materiales orgánicos
- 33.- Principio de descomposición espectral
- 34.- Producción de compuestos nitrogenados por relámpagos en atmósferas planetarias
- 35.- Producción de grafeno y su identificación por medios ópticos
- 36.- Propagación acústica en fluidos simples, mezclas y sólidos
- 37.- Propiedades ópticas del NaCl:Eu^{2+}
- 38.- Prueba de Grangier de la existencia del fotón como partícula cuántica
- 39.- Punta de Langmuir
- 40.- Reconstrucción del perfil de índice de refracción de guías de onda planas mediante la técnica de modos oscuros
- 41.- Recubrimientos metálicos para aplicaciones especiales
- 42.- Técnicas de micromanipulación óptica
- 43.- Termoluminiscencia

44.- Transductor fotónico de sonido
45.- Velocidad de propagación de señales

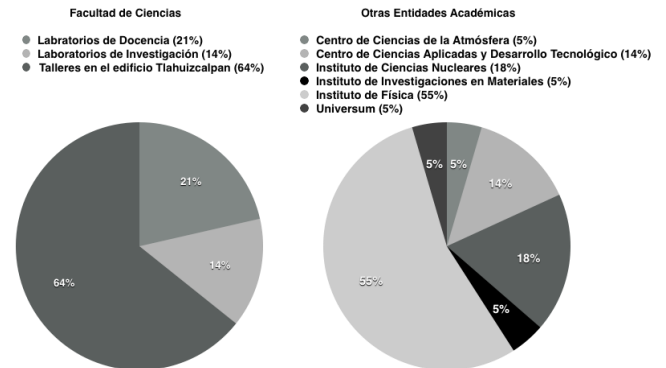


FIGURA 5. Participación institucional. Se muestra la proporción de uso de diversas instalaciones distintas a aquellas específicamente destinadas para la enseñanza de las asignaturas LFC-I y LFC-II tanto de la propia Facultad de Ciencias, como de otras entidades académicas.

- Se han realizado cuatro ediciones del “Congreso de los Laboratorios de Física Contemporánea”, en donde los estudiantes que así lo han deseado han expuesto al menos uno de los experimentos que realizaron durante el semestre correspondiente. En la Fig. 6 se muestra la participación estudiantil, así como el número de diferentes experimentos que fueron presentados durante las cuatro ediciones del Congreso que hasta la fecha se han realizado.

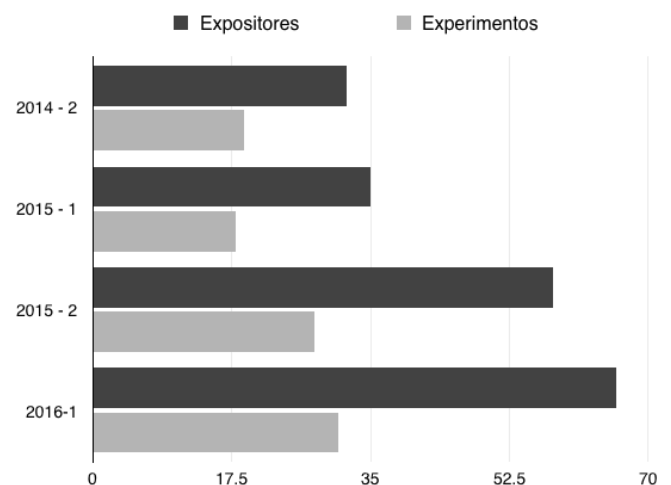


FIGURA 6. Participación estudiantil y número de experimentos diferentes que han sido expuestos en las cuatro ediciones del “Congreso de los Laboratorios de Física Contemporánea”.

- Dada la difusión que se le ha dado a las diversas líneas de investigación que realizan los profesores participantes a través de los experimentos implementados en formato de prácticas asociadas,

algunos estudiantes han decidido realizar su servicio social (4) y tesis de licenciatura (6) bajo su tutoría.

IV. CONCLUSIONES

La implementación de un modelo de enseñanza “rotativo” en las asignaturas de “Laboratorio de Física Contemporánea I” y “Laboratorio de Física Contemporánea II” de la Licenciatura en Física de la Universidad Nacional Autónoma de México, a través de la participación de académicos adscritos a diferentes entidades académicas relacionadas con la licenciatura, del aprovechamiento de la infraestructura existente en la Universidad, así como del diseño de prácticas novedosas que van más allá de demostraciones y repeticiones de experimentos previamente probados en el laboratorio, ha permitido incrementar el número de estudiantes que pueden cursar las materias cada semestre, además de acercarlos a diversos temas de investigación de punta en el área, fortaleciendo así la enseñanza de la física experimental.

Entre otras ventajas, el modelo aquí expuesto presenta una gran flexibilidad en cuanto a la realización de las prácticas desarrolladas que incide positivamente tanto en la formación de los estudiantes como en el intercambio y colaboración entre académicos participantes. A través del intercambio de experiencias, generalmente vertidas en los seminarios grupales, y por iniciativa propia de los estudiantes y de otros profesores, las prácticas implementadas en un mismo semestre pueden ser modificadas en cuanto a detalles de su realización, convirtiéndose así en un solo proyecto que se realiza por diferentes equipos a lo largo del semestre. Asimismo, este intercambio de experiencias por parte del profesorado permite el diseño de nuevas prácticas en las que se propone la realización de algún experimento con variantes significativas y que aprovecha el uso de recursos existentes en las diferentes instalaciones que participan en la enseñanza de las asignaturas, enriqueciendo aún más la gama de temáticas a cubrir en los cursos, consolidando, a su

vez, la colaboración entre académicos e investigadores docentes participantes.

Es de resaltar que, a pesar de que este modelo se implantó para la Licenciatura en Física de la UNAM, es un modelo transferible a otras disciplinas e incluso, a otros niveles educativos, ya que su riqueza se basa en el aprovechamiento de los recursos humanos del área correspondiente, así como de la infraestructura disponible en la institución.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue realizado con apoyo del proyecto PAPIME-UNAM PE104814.

REFERENCIAS

- [1] Díaz Barriga, F. y Hernández Rojas, G., *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo*, 3ª Ed. (McGraw-Hill, México, 2010).
- [2] Caamaño, A., *Didáctica de la Física y la Química*, 1ª Ed. (Graó, Barcelona, 2011).
- [3] Mapa curricular de la Licenciatura en Física, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, <http://www.fciencias.unam.mx/licenciatura/mapa/106/108_1>, Consultado el 28 de Febrero de 2016.
- [4] Agenda Universitaria 2013, 2014 y 2015, <<http://www.planeacion.unam.mx/Agenda/>>, Consultado el 28 de febrero de 2016.
- [5] Temario de la materia *Laboratorio de Física Contemporánea I de la Licenciatura en Física*, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, <<http://www.fciencias.unam.mx/asignaturas/830.pdf>>, Consultado el 28 de Febrero de 2016.
- [6] Temario de la materia *Laboratorio de Física Contemporánea II de la Licenciatura en Física*, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, <<http://www.fciencias.unam.mx/asignaturas/901.pdf>>, Consultado el 28 de febrero de 2016.