



UNIVERSIDAD
COMPLUTENSE
MADRID

Proyecto de Innovación

Convocatoria 2017/2018

Nº de proyecto 263

**Recursos didácticos de formación en el área de magnetismo y
electromagnetismo para profesores y estudiantes de ESO y Bachillerato**

Patricia de la Presa Muñoz de Toro

Instituto de Magnetismo Aplicado

1. Objetivos propuestos en la presentación del proyecto

Los objetivos propuestos en este proyecto se basan en la experiencia previa de los investigadores en charlas de formación, divulgación y orientación profesional para alumnos de la ESO y Bachillerato, la realización de prácticas de empresa para alumnos del programa "4to ESO + EMPRESA", y en la supervisión de trabajos de investigación para alumnos de 2do de Bachillerato del Programa de Bachillerato Internacional o Excelencia, actividades que se realizan todos los años. Además, durante el curso 2016-2017, los investigadores del Instituto de Magnetismo Aplicado (IMA) impartieron el curso "Magnetismo hoy en día" en el marco del programa "Actividades de Formación del Profesorado - CTIF Madrid-Oeste" - Curso 2016-17, de la Consejería de Educación, Juventud y Deporte de la Comunidad Autónoma de Madrid.

De lo anteriormente expuesto, y en vista de la muy buena recepción general de las actividades realizadas por parte de centros e institutos, los alumnos de ESO y Bachillerato, docentes e instituciones participantes, nos propusimos continuar y profundizar este tipo de actuaciones proponiendo a modo de marco general la actividad universitaria en investigación de calidad en ciencia básica y aplicada como camino para la innovación tecnológica, la transferencia de conocimientos y tecnología y la formación científica.

El proyecto persigue un doble objetivo. Por un lado, por medio de acciones formativas específicas, facilitar al personal docente de secundaria y bachillerato los medios para el montaje y realización de experimentos sencillos de bajo coste, que no requieran un equipamiento especial para su ejecución, y que sirvan como introducción a la explicación de conceptos científicos, tales como campo magnético, inducción electromagnética, etc. Por otro, abrir el laboratorio a la comunidad educativa en las modalidades ya desarrolladas en el IMA, como charlas, prácticas experimentales, prácticas de empresa, etc. y ofrecer la posibilidad de realizar en un entorno controlado diversos tipos de ensayos, experimentos y prácticas de laboratorio.

De este modo, como Centro pretendemos que el alumnado de secundaria y principalmente de bachillerato pueda tener una experiencia ajustada de la actividad científica desarrollada en la Universidad, despertar el interés en la misma, asociar la investigación científica no sólo como investigación básica sino enfocada a buscar soluciones a problemas concretos de nuestra vida cotidiana y contribuir a ampliar la oferta educativa de la Universidad en el área de ciencia aplicada, orientando esta formación al segmento alumnado-profesorado en el área ciencias del ciclo ESO y Bachillerato.

2. Objetivos alcanzados

Nuestros objetivos de innovación docentes estaban dirigidos al alumnado de ESO y Bachillerato, actividad que realizamos anualmente y a la que vamos perfeccionando y mejorando con la implementación de nuevo recursos. Pero también al Profesorado, con la idea de transmitir a estos profesores experimentos sencillos que lleven a visualizar conceptos científicos con alto grado de abstracción, y que luego puedan transmitir a su alumnado. Lamentablemente, algunas partes del proyecto no han podido realizarse dada la falta de financiación, particularmente, el desarrollo de mini-videos docentes modulares complementarios, de una duración aproximada de 5 a 7 minutos, donde se daría el marco teórico, los conceptos y las propiedades y magnitudes físicas implicadas y estarían disponibles para los participantes en la plataforma Web bajo licencia Creative Commons. Esta falta de presupuesto ha afectado principalmente a las actividades dirigidas a la formación de profesores de ESO y Bachiller en el área de magnetismo y electromagnetismo debido a las dificultades para la implementación de cursos de formación docente.

Sin embargo, las actividades dirigidas a estudiantes se han visto reforzadas por nuevas actividades, por ejemplo, varios experimentos sencillos que pueden estar al alcance de cualquier estudiante y permiten visualizar conceptos teóricos complejos, como la ley de Lenz, el ordenamiento magnético, fuerzas magnéticas, entre otros. Además, y como es habitual, se han desarrollado prácticas de demostraciones con los estudiantes, visitas guiadas al IMA, participación de los estudiantes en alguna de las actividades de investigación (siempre dentro de los límites de la seguridad de laboratorio), y supervisión de trabajos de investigación de los estudiantes de Bachillerato Internacional. Estas actividades les han permitido tener una experiencia más ajustada de la actividad científica desarrollada en la Universidad. Todos los estudiantes han participado activamente en la experiencia innovadora, y han mostrado gran interés por la investigación científica desarrollada en el IMA, no sólo como investigación básica sino, y sobre todo, la relacionada a la transferencia tecnológica.

3. Metodología empleada en el proyecto

Dado el carácter eminentemente práctico y experimental de los contenidos de las acciones formativas, nos centraremos en el diseño de experimentos bajo la consigna "Do it yourself", de modo que puedan ser fácilmente realizados con un mínimo de requisitos técnicos.

A continuación, se describen algunos de los experimentos y demostraciones desarrollados durante este proyecto:

1) Propiedades magnéticas en el agua: es un experimento sencillo y fácil de realizar en un aula de Instituto, ya que no requiere ningún dispositivo especial. Utilizando las fichas magnéticas de un juego de damas, se coloca primero una ficha y luego otra ficha en un recipiente con agua, y se observa cómo se colocan en puntos equidistantes respecto del borde del recipiente. Al agregar una tercera ficha, se observa la formación de un triángulo, una cuarta ficha forma un cuadrado, y así sucesivamente. Este experimento se compara con fichas no magnéticas y se discute sobre las fuerzas de atracción y repulsión observada en las fichas magnéticas

2) Ley de Lenz: se utiliza un tubo de cobre y otro de plástico o vidrio y se deja caer un objeto material no magnético y otro, de tamaño y forma similar, de un imán de neodimio. Se discute cómo afectan los tipos de materiales de los tubos y los objetos al tiempo de caída, y se explica la ley de Lenz. Es interesante las reacciones de los estudiantes cuando dejan caer el imán por el tubo de cobre por primera vez: la primera reacción es sacudir o golpear el tubo porque piensan que el imán se ha quedado atascado.

3) Fuerzas magnéticas como vectores: dos brújulas se bobinan con distinta configuración: en una de ellas, el bobinado es paralelo al plano de la brújula, y en el otro es perpendicular. Utilizando una batería de 12 V se hace circular corriente cuando las brújulas están orientadas al norte. El objetivo es observar la naturaleza vectorial de la fuerza magnética. En el primer caso, la fuerza es perpendicular al plano de la brújula, por lo que ésta siempre apuntará al norte, independientemente de cómo giremos la brújula. En el segundo caso, la fuerza aplicada está en el plano de la brújula, y la aguja se desviará siempre salvo en el caso que el plano de la espira apunte hacia el norte magnético.

Estas tres experiencias han sido utilizadas como demostraciones para estudiantes de ESO y Bachiller, pero también puede aplicarse para la formación docente en el Profesorado.

Por último, las prácticas a realizar en los laboratorios consistieron en una breve exposición teórica y manipulación de equipos de medida, como así también participación en algunos de los trabajos de investigación del grupo. En nuestra labor de formación y divulgación, hemos notado la gran eficacia didáctica que tienen las distintas prácticas de

laboratorio cuando se buscan (y se llega a ellos) los límites de las condiciones experimentales, sin que esto implique llegar ensayos de tipo destructivo. Por esta razón, intentamos en algunos de los experimentos llegar a tales condiciones, respetando obviamente, los requisitos de seguridad. A modo de ejemplo, cuando analizábamos con un grupo de estudiantes de secundaria el principio de funcionamiento del transformador, redujimos la frecuencia de la corriente alterna suministrada hasta lograr cortocircuitar la bobina primaria; este hecho nos permitió introducir el concepto de variación de la resistencia de los conductores en función de la frecuencia de la corriente alterna aplicada.

4. Recursos humanos

Las personas participantes en este proyecto han sido:

Patricia de la Presa, Profesor Titular de la UCM y miembro permanente del IMA. El IP tiene una reconocida trayectoria docente y de investigación. Ha sido la responsable de la viabilidad del proyecto, gestionando el grupo de trabajo y proponiendo nuevos experimentos.

Pilar Marín Palacios es Profesor Titular de la UCM y actual directora del IMA, con una reconocida trayectoria docente y de investigación ha colaborado en la divulgación de las actividades de formación en el IMA, sobre todo con contactos con la Secretaría de Educación del Ayuntamiento de Las Rozas, donde se ubica el IMA.

El Prof. Antonio Hernando, es Catedrático de la UCM, tiene una prestigiosa trayectoria docente y de investigación. Ha participado en charlas de divulgación sobre los conceptos básicos del magnetismo y el electromagnetismo y sus aplicaciones biomédicas

Jorge Spottorno Giner es Profesor Asociado al Departamento de Física de Materiales de la UCM. Tiene una gran experiencia en transferencia tecnológica, ha participado en las charlas de divulgación y en los experimentos de demostraciones de motores.

Irene Morales, estudiante de doctorado, y organizadora de las visitas. Ha participado en charlas divulgativas y en demostraciones de medida de coloides magnéticos bajo campos de radiofrecuencia.

Miguel Angel Cobos, estudiante de doctorado de la UCM, ha participado en las demostraciones del laboratorio de síntesis de nanopartículas magnéticas. Ha recurrido a síntesis sencillas que permitieran a los estudiantes obtener las primeras muestras en un breve lapso de tiempo, sometiéndolas luego a un imán para observar sus propiedades magnéticas.

Diego Archilla, estudiante de doctorado de la UCM, ha participado en demostraciones de propiedades magnéticas de microhilos y cintas magnetoelásticas.

Fernando Giacomone, técnico de laboratorio, ha diseñado el experimento de las brújulas y los imanes, y está trabajando en el experimento del tren más simple del mundo.

5. Desarrollo de las actividades

Las actividades se han desarrollado en 2 fases. En la primera, que abarca de septiembre a abril, se organizaron los experimentos y demostraciones a proponer, se preparó un powerpoint con los conceptos básicos implicados en las demostraciones, y se distribuyó a los investigadores y estudiantes las distintas tareas y la organización por grupos de visitas. También en esta fase nos pusimos en contacto con distintos Institutos del área Territorial Oeste, por razones de cercanía, pero también hemos contactado con institutos de la provincia de Segovia.

En el mes de noviembre y diciembre recibimos a dos institutos de Segovia, el IES Cuéllar y el IES Fernando de Giner, con 20 y 44 alumnos de Bachiller, respectivamente. Los estudiantes fueron primero invitados a la charla divulgativa que tuvo lugar en la biblioteca

y en las que también se ponía en práctica las 3 actividades comentadas anteriormente como nuevas demostraciones. A continuación, se los dividía en varios grupos con distintas actividades que luego se iban rotando, de tal forma que pudieran participar en todas a lo largo de una mañana. Estas actividades consistían en hacerlos partícipes de las actividades de investigación desarrolladas en el IMA, como medidas de hipertermia, síntesis de nanopartículas magnéticas o absorción de radiación de microwaves de los microhilos.

En el mes de febrero tuvimos la visita del Instituto Parque Lago, de la Navata, Galapagar, con 13 estudiantes de 2do de Bachiller. Se repitió el mismo procedimiento que en el caso anterior, pero al ser un número más reducido de estudiantes pudieron aprovechar mejor las prácticas y demostraciones.

Del 19 al 22 de marzo, tuvimos estudiantes del programa 4to ESO + Empresas. En este caso participaron los IES Lázaro Cárdenas y Las Canteras de Collado Villalba, y el Colegio Quercus de Boadilla del Monte, con un total de 6 estudiantes entre los tres institutos. En este caso, las actividades estuvieron más relacionadas con aquellos experimentos de transferencia tecnológica como, por ejemplo, medir los cambios de susceptibilidad magnética en una vía de alta velocidad ocasionada por los gradientes de temperatura.

Otra de las actividades estuvo relacionada con la supervisión del trabajo de investigación de un estudiante del Bachillerato Internacional del Colegio Mirabal de Boadilla del Monte. El proyecto de este estudiante era la construcción de un cañón de Gauss, cuyo funcionamiento implica conceptos de fuerza magnética e impulso mecánico. Aunque la construcción del cañón no representó un gran desafío para el estudiante, los conceptos físicos involucrados representaron para él cierta dificultad ya que requieren unos conocimientos que van más allá del currículo de la asignatura de bachillerato. Nuestro aporte ha sido la explicación del fenómeno físico por el que funciona el cañón de Gauss. También se supervisó el trabajo de investigación de un estudiante del Bachillerato Internacional del Colegio Británico de Madrid. En este caso, el trabajo consistió en la preparación de nanopartículas magnéticas por el método de coprecipitación y medida de incremento de temperatura bajo un campo de radiofrecuencia, de forma de determinar su capacidad de calentamiento. A diferencia del trabajo anterior, en este caso el tema fue propuesto por el grupo de investigación.

En la segunda fase, de mayo a septiembre, todo el grupo se reunió periódicamente en un proceso de evaluación de las actividades desarrolladas. Cada uno de los integrantes del grupo hizo un análisis de los valores y carencias de las actividades. Se revisaron y mejoraron las actividades que pudieran ser poco claras, o que los alumnos mostraran poco interés, o que fueran demasiado complejas para el nivel de conocimiento de los estudiantes.

Se propusieron nuevos experimentos y mejora de los experimentos actuales.