

**Formación de docentes de Física en métodos activos de enseñanza utilizando  
TIC, dentro del Proyecto Europeo MOSEM <sup>2</sup>**

*José Luis Serrano Sánchez*

*José Miguel Zamarro Minguell*

*Eje temático; Formación para el uso de las TIC.*

## **Resumen**

En la Universidad de Murcia, con la participación del CPR de Lorca, se ha desarrollado un seminario con profesores de Física de secundaria para promover el aprendizaje activo de la física utilizando vídeos, animaciones, experimentos. Esta experiencia se enmarca en el Proyecto Europeo MOSEM<sup>2</sup>. Participaron veintiún profesores de física de la Región de Murcia. El énfasis de esta experiencia no ha sido la formación en algunos aspectos de la física sino mejorar los procesos de enseñanza-aprendizaje provocando un aprendizaje activo. Puesto que en el marco del Proyecto MOSEM<sup>2</sup> se ha tomado como punto de partida la idea de que los métodos activos son adecuados y efectivos para la enseñanza de la física, se proporcionó el material adecuado y las indicaciones necesarias para que fueran los propios profesores los que diseñaran los procedimientos para utilizar los materiales de modo activo por sus estudiantes.

La experiencia incluye una evaluación en la que se tiene en cuenta principalmente el grado de satisfacción de los docentes respecto al seminario y las competencias de los profesores en el uso de TIC en la enseñanza.

La experiencia con los alumnos será la “continuación” del seminario.

## **Introducción**

El concepto de enseñanza activa es complementario al concepto de aprendizaje: el maestro hace enseñanza activa cuando el alumno tiene un rol activo en su propio aprendizaje y el maestro es su guía (Mammino, 2007). El método del aprendizaje activo pretende alcanzar el desarrollo de las capacidades del pensamiento crítico y del pensamiento creativo, estando la actividad de aprendizaje centrada en el educando.

La mayoría de nuestras lecciones no están planteadas utilizando un método de aprendizaje activo posiblemente por la necesidad de más tiempo. Consideramos que, en general, esto es cierto, pero puede ser que el problema principal sea tener buenos materiales diseñados con esta estrategia. Se están realizando muchos esfuerzos en esta dirección aprovechando las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (Bunting & Cheville, 2009; Engström, 2007; Ramsier, 2001). Para modificar nuestra mentalidad es importante experimentar el método en nosotros mismos. Pensamos que, si afirmamos que el aprendizaje activo es importante para conseguir en nuestros estudiantes un aprendizaje conceptual, sería cuestionable que utilizásemos métodos tradicionales para enseñarlo a los profesores en el Seminario. En el Seminario que tuvo lugar en Murcia, los profesores han utilizado métodos activos para aprender cómo

enseñar Física con métodos de aprendizaje activo. En nuestro caso los profesores conocen el tema que queremos enseñar, electromagnetismo, lo que ellos desconocen es cómo enseñarlo utilizando simulaciones, animaciones, vídeos y experimentos de forma activa por parte de los estudiantes. El escoger el electromagnetismo no es una casualidad, este tema es considerado por los estudiantes, en general, significativamente más difícil que la mecánica clásica (Ramsier, 2001).

Por otro lado, “la utilización de las TIC en esta experiencia favorece tanto el aprendizaje independiente y el autoaprendizaje como el colaborativo y en grupo” (Cabero, 2006), entendiendo por trabajo colaborativo, “cuando se utilizan métodos de enseñanza basados en el trabajo colaborativo de los alumnos. El aprendizaje en este caso tiene una doble dimensión: se colabora para aprender y a la vez se aprende a colaborar” (Prendes, 2000).

### **Esquema**

El seminario se dividió en cuatro sesiones, cada una de dos horas y media de duración. La primera sesión fue dividida en dos partes. La primera fue dedicada a presentar el Seminario de Profesores y sus objetivos, informar sobre el Modelo EFQM y realizar un cuestionario para averiguar las habilidades de los profesores con las TIC y su uso en la clase, y sobre sus expectativas sobre el Seminario. En la segunda parte del primer día, los profesores trabajaron con las animaciones de la aplicación de ordenador y los vídeos del canal MOSEM en YouTube. Para realizar este trabajo se dividieron en cuatro grupos, un grupo trabajó con el módulo de conducción, otro grupo trabajó con el módulo de magnetismo y otro con el módulo de inducción de la aplicación de ordenador, finalmente el cuarto grupo trabajó con los vídeos del canal MOSEM en YouTube. Se solicitó la realización de un informe sobre los temas revisados. Las tres sesiones siguientes tuvieron una configuración completamente diferente. Se seleccionaron tres temas, en la segunda sesión se trabajó sobre imanes, en la tercera sesión se trabajó sobre magnetismo y corriente eléctrica y la cuarta se dedicó a la inducción electromagnética y las corrientes de Eddy. Se finalizó con una demostración de levitación superconductora.

### **Metodología**

Como nuestro paradigma es enseñanza activa planeamos el Seminario de Profesores con esta metodología, preparamos los materiales y los profesores serían los protagonistas del Seminario. Hay muchas estrategias para un aprendizaje activo, en nuestro caso hemos utilizado grupos de trabajo, con recursos de ordenadores y

materiales para prácticas. Seleccionamos tres temas, magnetismo e imanes permanentes, magnetismo de las corrientes eléctricas e inducción electromagnética y corrientes de Eddy. No pusimos el énfasis en los contenidos sino en la metodología, no todos los profesores tienen estos tres temas entre los contenidos de sus clases. Tampoco los materiales son lo más importante para mejorar un proceso de enseñanza-aprendizaje, podemos disponer de montones de animaciones, simulaciones, vídeos, experimentos y utilizarlos sin mejorar nuestra enseñanza, por lo que mientras utilizamos la tecnología debemos reflexionar sobre lo que esta utilización implica, adónde nos lleva, de forma que seamos conscientes de sus consecuencias y estemos preparados para ellas (Martínez, 2004). Nuestro propósito es experimentar cómo programar nuestros materiales para provocar una enseñanza activa en nuestros estudiantes.

### Materiales

Se diseñó un portal para contener toda la información más importante sobre el Seminario, para facilitar a los profesores encontrar el material: <http://webs.um.es/jmz/mosem2/>. En este portal se puede encontrar la agenda, la presentación del Seminario, documentos para ser usados en el Seminario, documentos producidos en el Seminario, enlaces a las animaciones de la aplicación de ordenador, al servidor Moodle de MOSEM y al repositorio del MOSEM<sup>2</sup> y al canal Youtube del MOSEM. También se tiene acceso al material separado por temas: Imanes, Magnetismo de las Corrientes Eléctricas e Inducción Electromagnética y Corrientes de Eddy. En la figura 1 se muestra el aspecto de la página con información sobre: *Inducción en una bobina por un imán en movimiento: Ley de Faraday*, dentro del tema: *Inducción Electromagnética y corrientes de Eddy*.




Utilizamos algunos iconos para identificar rápidamente la clase de material. El icono  enlaza a un video,  enlaza con las animaciones, y  a una foto con la experiencia. En el caso particular de la imagen 1, se encuentran también disponibles texto y un vídeo de clase.



Figura 1. Enlaces a vídeos, animaciones, experimentos, texto y vídeo de una clase relacionados con la inducción en una bobina por un imán que se mueve: ley de Faraday.

## **Implementación y desarrollo**

En la primera sesión se explicó qué esperamos de este Seminario, pero no cómo enseñar algunos temas de Física. Se suministró material y los profesores decidieron cómo utilizarlo con sus estudiantes para lograr un aprendizaje activo. Experimentaron qué es más eficaz ¿recibir una charla o hacerlo por uno mismo? En las tres sesiones siguientes se propuso producir un documento que ayudase a los profesores con sus estudiantes para facilitar un aprendizaje activo.

Antes de explicar el modelo EFQM se propuso una encuesta para reflexionar sobre el papel de los profesores en sus centros. Surgió una discusión sobre la conveniencia de esta encuesta decidiéndose no realizarla y continuar directamente con la explicación del modelo. Después de un descanso se procedió a dividir el grupo en cuatro subgrupos para trabajar con los Módulos de Conducción, Magnetismo, Inducción Electromagnética y los vídeos del canal MOSEM en Youtube. La idea fue familiarizarse con estos materiales y producir cada subgrupo un documento sobre el interés del material, de modo que la información pudiese ser compartida. Se trabajó durante una hora pero los documentos producidos no fueron muy interesantes, el tiempo no fue suficiente para abordar el material propuesto. Las tres sesiones posteriores se dedicaron a producir documentos sobre los fenómenos físicos propuestos, de modo que promovieran un aprendizaje activo de los fenómenos tratados.

El tema de la segunda sesión fue el Magnetismo. Los cuatro grupos fueron provistos con el mismo material sobre los mismos temas: Materiales magnéticos, Apantallamiento magnético, Perro magnético, Estudio del campo magnético con limaduras, Construcciones magnéticas con varillas y bolas, Imanes que flotan (Cu-Cu con imán en medio), Fuerza de repulsión: medida con una balanza, El imán testarudo y Comparando campo magnético terrestre con campo magnético de un imán.

Se entregó un documento muy flexible a cada grupo, se esperaba que cada grupo seleccionara los temas y los materiales, completando con cuestiones para guiar al estudiante en un aprendizaje activo. El resultado fue que trabajaron sobre la mayoría de los temas. Los documentos producidos fueron interesantes pero su estructura no se ajustaba a un documento *listo para ser utilizados por los estudiantes*.

La tercera sesión se correspondió con el segundo tema: *Magnetismo de la Corriente Eléctrica*. Esta vez el documento de trabajo suministrado a los profesores contenía un ejemplo del tipo de información que debería contener el documento que se produzca en la sesión de trabajo, de modo que pueda ser útil para profesores y estudiantes. El tema

seleccionado para este ejemplo fue el Experimento de Oersted: versión horizontal. En este documento había información para el profesor, los objetivos de esta unidad, la presentación del tema y los materiales para ser utilizados por los estudiantes con algunas cuestiones para guiarlos en su proceso de aprendizaje activo. Estos materiales fueron, un vídeo, las páginas cuarta y quinta del módulo de magnetismo de la aplicación, y los materiales para realizar el experimento tal y como muestra la figura 2.



Figura 2. Montaje del experimento horizontal de Oersted

Después de los resultados que obtuvimos en la sesión previa sobre el modo en que los profesores habían trabajado, decidimos seleccionar dos temas, del principal, para cada grupo, de modo que cada grupo tenía solamente aquellos materiales correspondientes únicamente a estos dos temas. Cada grupo tenía sólo dos experiencias sobre las que trabajar.

El primer grupo trabajó sobre el experimento de Pohl y el motor con clips, el segundo grupo trabajó sobre la versión vertical del experimento de Oersted y el motor eléctrico, la interacción entre dos bobinas y el motor homopolar se asignaron al tercer grupo y al cuarto la interacción entre dos corrientes y nuevamente el motor eléctrico. En esta sesión hubo tres grupos que elaboraron un documento razonable, en cuanto a su usabilidad directa por profesores y alumnos, en un aprendizaje activo del magnetismo de las corrientes eléctricas.


En la última sesión planeamos hacer una demostración con superconductores. Para ahorrar tiempo preparamos los documentos guía incluyendo los enlaces y las imágenes que cada grupo necesitaba para su trabajo, de este modo los profesores podían concentrarse sólo escribiendo sugerencias, advertencias y cuestiones para guiar a los estudiantes en su camino hacia un aprendizaje activo. En la figura 3 podemos ver el aspecto de una parte del documento.

Todos los grupos fueron provistos con material similar para trabajar en Inducción Electromagnética, pero el material para estudiar las corrientes de Eddy fue diferente. El primer grupo tuvo el Péndulo Perezoso, el segundo Esláom de un Imán, el tercero Imán

desplazándose sobre una barra de cobre, y el cuarto Imán cayendo por el interior de un tubo de cobre.

**REALIZA LOS SIGUIENTES PASOS**

- 1.- Visualiza el vídeo [http://www.youtube.com/v/PZNG8mwLNVU&hl=es\\_ES&fs=1&](http://www.youtube.com/v/PZNG8mwLNVU&hl=es_ES&fs=1&)  
•
- 2.- Trabaja con las animaciones 4-5 del módulo Inducción Electromagnética de la aplicación:  
<http://online.supercomet.no/>  
•
- 3.- Realiza el experimento que se muestra en la imagen:  
<http://webs.um.es/fmr/mosem2/unidades/induccin/faraday.jpg>  
•  
•




 **Cuestiones para pensar:**  
•

Figura 3.- Documento con enlaces a vídeo, a la aplicación y a una imagen con el montaje del experimento sobre Inducción Electromagnética

Todos los grupos produjeron documentos interesantes sobre la Inducción Electromagnética. En contra de lo planeado, todos los profesores participaron en todas las experiencias sobre las corrientes de Eddy, pero este interés no se vio reflejado en el documento que realizaron.

Finalmente se realizó una demostración de levitación utilizando superconductores.

## **Evaluación**

### *Objetivo*

El objetivo general no fue realizar una evaluación del seminario de profesores, puesto que esta labor ya la realizaron los profesionales del Centro de Profesores y Recursos (CPR) de Lorca. Nuestro trabajo consistió en determinar el efecto que produjo el seminario en la formación de los docentes en referencia a dos grandes bloques; el primero de ellos sobre las competencias y el uso de TIC de los profesores de Física y Química de Secundaria (participantes del seminario); y el segundo sobre las expectativas y el grado de satisfacción respecto al seminario.

Definimos cuatro objetivos específicos, los cuales constituyeron las finalidades en nuestro proceso de evaluación:

- Determinar qué tipo de competencias tenían los docentes sobre el uso de TIC.
- Valorar las competencias sobre el uso de TIC de los profesores después del seminario.
- Conocer las expectativas de los docentes sobre el seminario.
- Analizar el grado de satisfacción de los profesores sobre el seminario.

### *Destinatarios*

Los docentes que han participado en el seminario prácticamente han configurado la muestra de los instrumentos utilizados para la presente evaluación, puesto que de los veintiún profesores inscritos, diecisiete realizaron la evaluación inicial, y dieciséis la evaluación final. La causa de la no participación del resto de docentes en la realización de los cuestionarios, fue la ausencia al seminario el primer día (realización del cuestionario inicial) ó el último día (realización del cuestionario final). El seminario ha reunido a profesores de Física y Química de Educación Secundaria de diferentes centros y localidades de la Región de Murcia (Totana, Beniaján, Ceutí, La Unión, El Palmar, Moratalla, Torrepacheco, Ceutí, Cartagena y Murcia).

La edad media de los participantes en el seminario y en la presente evaluación se sitúa sobre los cincuenta años encontrándose todos los sujetos entre treinta y ocho y sesenta y tres años, tanto en la información recogida en el cuestionario inicial como el final. En cuanto a los años de experiencia de los profesores en centros de Educación Secundaria, la media de años se encuentra sobre los veintidós años siendo prácticamente igual a los años de experiencia como docentes en la asignatura de Física y Química, veintiún años.

### *Instrumentos utilizados*

El instrumento que hemos utilizado para la evaluación del seminario de profesores del Proyecto Mosem<sup>2</sup> ha sido un cuestionario diseñado por nosotros, realizando dos versiones, inicial y final. Ambos están estructurados en secciones (datos de identificación, competencias y uso de las TIC y expectativas del seminario) las cuales incluyen una serie de ítems que han de ser valorados del siguiente modo: (1) nada, (2) poco, (3) algo, (4) bastante, (5) mucho.

### *Resultados y conclusiones*

Una vez finalizado el proceso de evaluación del Seminario de Profesores, extraemos una serie de conclusiones que, resumidamente, pasamos a exponer a continuación:

En referencia al bloque “competencias y el uso de TIC”:

- Antes de iniciar el seminario, los docentes opinaron que el uso de TIC facilita bastante el proceso de enseñanza y aprendizaje y que el uso de estas tecnologías era de su agrado, sin embargo, afirmaron que sus alumnos utilizan poco las TIC dentro del aula para el desarrollo de algunas actividades de la asignatura de Física y Química. Por lo que entendemos que; el profesorado realmente desea integrar las TIC en sus clases pero pueden tener dudas a la hora de implementar



las actividades con TIC. Esta afirmación fue más contundente al finalizar el programa.

- Tras la realización del seminario, los profesores consideraron que se encuentran más capacitados para integrar el uso de las TIC en sus aulas, afirmando a su vez que sus alumnos pueden utilizarlas más, tanto dentro como fuera de clase para el desarrollo de algunas actividades, siendo una verdadera necesidad tanto para el alumno como para el profesor.
- Antes de iniciar el seminario, los docentes utilizaban en mayor medida los materiales propios de un laboratorio de Física y Química, pizarra tradicional e internet, por este orden. Sin embargo, al finalizar dicho programa formativo, afirmaron que las tecnologías que en adelante podrían utilizar en mayor medida serían; simulaciones y/o animaciones virtuales, materiales propios de un laboratorio e internet, por este orden (figura 4).

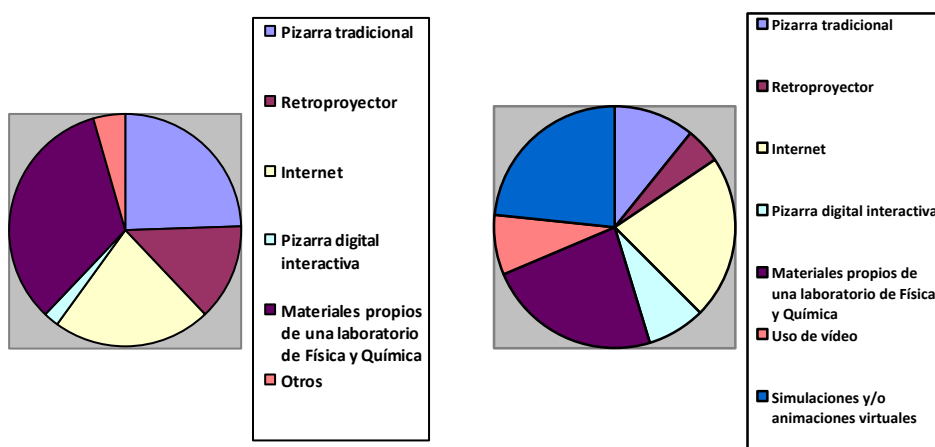


Figura 4. Tecnologías que usan los docentes en el aula (gráfico de la izquierda). Tecnologías que los docentes podrían usar en adelante en el aula (gráfico de la derecha).

- Una de las creencias que el profesorado tenía al inicio del seminario y que más fue modificada tras su realización, fue la siguiente: al inicio, los profesores consideraban muy poco apropiado el uso de TIC durante las actividades en pequeños grupos, sin embargo, esta afirmación cambió drásticamente al final.
- Un aspecto y objetivo importante de este seminario fue lograr que los profesores se encontrasen más motivados para colaborar con otros docentes y hacer uso de redes para acceder a información, a colegas y a expertos externos, puesto que al inicio del programa no mostraron interés en esta acción y al final del mismo cambiaron de parecer.

En referencia al bloque “expectativas del seminario”:

- Al inicio del seminario, los docentes afirmaron que apenas habían tenido experiencias de formación sobre simulaciones virtuales, considerando que éste podría perfeccionar ciertas habilidades y competencias que ya poseían sobre el uso de TIC en el aula pudiendo aprender nuevas técnicas y métodos para la enseñanza de la Física y Química. Una vez finalizado el seminario, los profesores opinaron que sus necesidades de formación y expectativas habían sido, no solo satisfechas, sino superadas, e incluso deseaban volver a participar en cursos de formación para el uso de TIC en el aula.
- Tanto al inicio como al final del seminario, los docentes tenían la intención de llevar a la práctica inmediatamente los posibles aprendizajes que se lleven a cabo, teniendo un impacto directo en sus clases. Por otro lado consideran que las animaciones y/o simulaciones virtuales vistas en el seminario son interesantes tanto para ellos como para los alumnos, más de lo que en un principio afirmaron.

### Referencias bibliográficas

- Bunting, C.F. Cheville, R.A. (2009). “Vector: A Hands-on Approach That Makes Electromagnetics Relevant to Students”. *IEEE Transactions on Education*, Vol 52 N° 3, pp. 350-359.
- Cabero, J. (2006). *Nuevas tecnologías aplicadas a la Educación*. Madrid: McGraw-Hill.
- Chabay, R. and Sherwood, B. (2006). *Restructuring the introductory electricity and magnetism course*, Am. J. Phys., vol. 74, n° 4, pp. 329-336.
- Engström, V. (2007). “SUPERCOMET 2: Teacher Training in Active Learning”. MPTL12: Multimedia in Physics Teaching and Learning, Wroclaw, Poland.
- Mammino, L. (2007). “Enseñanza y aprendizaje activos de la componente teórica: desafíos, reflexiones y experiencias”. En Pinto, G. (Ed.), *Aprendizaje activo de la física y la química*. Madrid: Equipo Sirius, pp. 425-432.
- Martínez, F. (2004). “Alicia en el país de las tecnologías”. En Martínez, F. y Prendes, M. P. (coords.), *Nuevas tecnologías y Educación* Madrid: Pearson, pp. 195-213.
- Mayor, C. (1996). La evaluación de un programa de formación para profesores principiantes universitarios. *Revista Complutense de Educación*, 7, pp. 171-200.
- Prendes, M. P. (2000). “Trabajo colaborativo en espacios virtuales”. En Cabero, J., Martínez, F. y Salinas, J. (coords.), *Medios audiovisuales y nuevas tecnologías para la formación en el S.XXI* [2ª edición revisada y ampliada]. Murcia: Diego Marín, pp. 223-245.
- Ramsier, R. D. (2001). “A hybrid approach to active learning”, *Phys. Educ.* 36 124.