



**UNIVERSIDAD  
DE SALAMANCA**

## **Informe final del Proyecto de Innovación Docente ID2012/184**

**“Innovación docente en la asignatura Iniciación a la Investigación Educativa en la especialidad de Física y Química”**

Participantes: Beatriz García Vasallo y Antonio Calvo Hernández

Departamento de Física Aplicada  
Escuela Politécnica Superior de Zamora, Campus Viriato, y  
Facultad de Ciencias

**RESPONSABLE:** Antonio Calvo Hernández

**DURACIÓN:** Curso Académico 2012/13

## **OBJETIVOS**

Tras haber analizado los puntos débiles de la asignatura Iniciación a la Investigación Educativa en la especialidad de Física y Química, perteneciente al Máster Universitario de Profesor de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas (MUPES), el objetivo principal del presente Proyecto de Innovación Docente es el diseño de estrategias docentes que potencien la adquisición de las competencias requeridas en dicha asignatura. Se ha pretendido que los estudiantes recurran a los modelos de trabajo de Investigación Educativa como referencia para la realización de su Trabajo de Fin de Máster, en particular, y de su práctica docente futura, en general. Este objetivo global se ha dividido a su vez en los siguientes sub-objetivos con el fin de canalizar el trabajo:

- Conseguir que los estudiantes sean capaces de conocer y aplicar metodologías y técnicas básicas de investigación y evaluación educativas, y ser capaz de diseñar y desarrollar proyectos de investigación, innovación y evaluación.
- Conseguir que adquieran la capacidad de trabajar en un grupo interdisciplinario, de presentar mediante medios escritos y orales su propia investigación o resultados de búsquedas bibliográficas tanto a profesionales como a público en general.
- Capacitarlos para el desarrollo de actividades de promoción y desarrollo de la innovación científica y tecnológica y actividades profesionales en el marco de tecnologías avanzadas.

En definitiva, se ha intentado paliar los puntos débiles encontrados en la asignatura tras haber impartido la misma desde sus orígenes en el curso académico 2009/2010. Así, los objetivos marcados han supuesto esencialmente un cambio metodológico orientado a incrementar la motivación de los alumnos en los siguientes aspectos: a) que su propuesta de Trabajo de Fin de Máster (TFM) esté basada en el desarrollo y diseño de proyectos de investigación educativa; b) elevar su nivel de participación en las actividades prácticas propuestas en el aula; y c) adquisición adecuada de las competencias específicas propias de la asignatura para su práctica profesional futura.

## **ACTUACIONES REALIZADAS**

Para la consecución de los objetivos reseñados, las actuaciones realizadas han seguido el esquema planteado en la memoria de solicitud del Proyecto, siendo las siguientes:

- Durante los meses previos a la impartición de la asignatura en el presente curso (entre el 4 y el 22 de Febrero) se ha realizado un análisis del material que ya había

sido empleada en los cursos anteriores y se ha consultado la bibliografía disponible tanto en bibliotecas como en la red para conocer diferentes formas de abordar la asignatura. Esta parte ha estado enfocada a la elaboración del material docente más adecuado atendiendo al sistema de evaluación de competencias que se ha estimado más conveniente para la asignatura, basado principalmente en la exposición de trabajos por parte de los estudiantes pero con un enfoque más aplicado a la Investigación Educativa.

- Al mismo tiempo se han elaborado materiales más adecuados para el seguimiento por parte de los alumnos de las clases teóricas y prácticas, atendiendo principalmente a los aspectos más experimentales de la asignatura, incluyendo para ello ejemplos provenientes de bibliografías específicas analizadas previamente.
- Durante el tiempo de impartición de la asignatura se han realizado diferentes estimaciones sobre cada sección con el fin de valorar los aspectos específicos de la Investigación Educativa y la visión que los alumnos van adquiriendo de la misma. Puesto que tanto el tiempo durante el cual se imparte la asignatura como el número de estudiantes son reducidos, se ha optado por la modalidad de entrevista directa a fin de valorar la evolución de la asignatura de forma eficaz y progresiva.
- Se ha incluido también la determinación de propuestas concretas para la realización de posibles TFMs en los que se englobara el resto de materias propias de la especialidad de Física y Química, pero tomando como referencia las técnicas propias de la Investigación Educativa. Estas propuestas se han realizado en la parte final de la asignatura, si bien la referencia a posibles trabajos ha sido tenida en cuenta desde el inicio de la misma.
- Con posterioridad a su impartición se han valorado los puntos débiles y fuertes de la asignatura. Ello se ha hecho a partir de las opiniones de los propios alumnos y de forma coordinada entre los dos profesores responsables.

## **RESULTADOS**

Como se ha señalado en el apartado anterior, para realizar una renovación efectiva en nuestros planteamientos docentes se ha estudiado la bibliografía existente relacionada con la asignatura. Además de las referencias empleadas en cursos anteriores, reseñadas en la Guía Académica, y artículos de investigación educativa tanto de tipo genérico como enfocados a la especialidad de Física y Química, se ha incluido como novedad el libro titulado: "Física y Química. Investigación, innovación y buenas prácticas", de Aureli Caamaño (coordinador) y otros autores, de la Editorial GRAO, Vol. III, 2011. También se ha tenido

en cuenta en la elaboración de la primera parte de la asignatura determinadas búsquedas en el ISI Web of Knowledge, lo cual ha servido tanto para presentar la parte de planteamiento, consecución y redacción de artículos de investigación como para relacionar los mismos con la realidad científica. Asimismo, se han consultado libros y páginas web con experimentos sencillos tanto de tipo magistral como de laboratorio, parte de los cuales se ha presentado en la medida de lo posible en la última parte de la asignatura como ejemplos prácticos de tipo magistral. Teniendo como base las referencias anteriores, se han elaborado las presentaciones que más tarde fueron mostradas en clase. A continuación se exponen las principales novedades incluidas en el presente curso académico.

1. En la primera parte de la asignatura, en la que se plantean las características generales de un trabajo de Investigación Educativa, se ha incluido un estudio pormenorizado del principal sistema de referencias de investigación científica, el ISI Web of Knowledge (<http://www.accesowok.fecyt.es/>). Para la elaboración del material se realizaron búsquedas por autores y temas, ofreciendo a los estudiantes, además de la descripción de la propia base de datos, sistemas y estrategias de búsqueda interrelacionadas. El uso de los recursos bibliométricos actualmente accesibles permiten el análisis de una gran cantidad de información sintetizada y útil en todos los aspectos relacionados con la innovación e investigación. Entre ellos cabe destacar los siguientes: a) origen, evolución e influencia de publicaciones; b) distribución por categorías de los trabajos publicados; c) identificación de revistas relevantes a cada tipo de investigación; d) países de procedencia de la investigación y colaboraciones internacionales; e) análisis de citas; f) estudios de autores y coautores; g) análisis de palabras claves y temas de especial relevancia; y h) identificación de Entidades Colaboradoras (*Funding Agencies*). En el Anexo I se muestra un ejemplo de diapositiva incluida en la presentación elaborada para el caso concreto de búsqueda con un tema (el grafeno) y dos autores (K. S. Novoselov y A. K. Geim; Premios Nobel de Física en 2010). En ella se pretende ilustrar visualmente la inter-relación entre los conocimientos (investigación) previos utilizada por ellos en su "*seminal paper*" en la revista *Science* (306, 666-669, 2004) y los conocimientos (artículos) generados a partir de dicha publicación. Toda la información pormenorizada sobre los aspectos a)-h) se presentó a los alumnos en forma de tablas y/o figuras, haciendo hincapié en la importancia y utilidad de estudios dinámicos basados en recursos científico-métricos.
2. En cursos anteriores, la segunda parte de la asignatura estaba basada fundamentalmente en la presentación de métodos cuantitativos de estadística aplicada en la que se ofrecían ejemplos concretos de Investigación Educativa y, más en particular, en el ámbito de Física y Química. Puesto que los alumnos ya tienen suficientes conocimientos de la parte de estadística necesaria para el tratamiento cuantitativo de da-

tos, en el presente curso académico se ha optado por potenciar esta parte con en el tratamiento cualitativo de determinados problemas. Se detallan a continuación algunos de ellos:

- Se han descrito diferentes Proyectos e Investigaciones Educativa basados en prácticas de laboratorio, experiencias de cátedra y pequeñas investigaciones realizadas por el alumnado de ESO y Bachillerato. Como ejemplo, se ha hablado de los Proyectos “Material Science”, “Física Salters” y “Advancing Physics”, de Física, y “Química Faraday”, “Química Salters” y “Chemie in Kontext”, de Química, y “Ciencia para el siglo XXI”, tanto de Física como de Química.
- Se han ofrecido ejemplos concretos de trabajos de Investigación Educativa entre los que se han destacado determinadas actuaciones que los propios estudiantes de Máster podrían haber realizado, en caso de existir la posibilidad, durante el Prácticum de Intervención. Entre estos ejemplos hemos incluido determinados experimentos que pueden facilitar la práctica docente como posibilidades de diseño de un trabajos de investigación educativa: la medida experimental del espesor de una pompa de jabón (ESO), experiencias de cátedra basadas en la paradoja de Newton (ESO y Bachillerato), la visualización de los modos propios de una membrana elástica circular (Bachillerato), una ilustración cualitativa de las leyes de la inducción electromagnética como experiencia de cátedra (Bachillerato), el columpio magnético (Bachillerato), determinadas experiencias de refracción (ESO). Estas y otras experiencias posibles fueron presentadas brevemente y basando la descripción en presentaciones con proyector, dada la dificultad de realizarlas en la propia clase por falta tanto de material de laboratorio como de tiempo de preparación y realización.
- Para experiencias y trabajos de investigación en las que el profesor toma el rol de tutor se ha hablado de las TICs y del uso de sensores en la captación de datos en los trabajos de Física y Química, sus ventajas y sus inconvenientes. El ejemplo seguido ha sido la medida de nivel de ruido y luminosidad de un aula o de alguna dependencia del centro. También se ha hablado del uso de simuladores como herramientas para la enseñanza y el aprendizaje de la Física y la Química, métodos que permiten su integración también en trabajos de investigación educativa. Para una mayor posibilidad de aplicación en la futura práctica docente se habló de applets concretas en Física (fislets) y en Química, ofreciendo además páginas web donde se pueden encontrar fácilmente.
- Se han presentado experiencias concretas de investigación científica en el ámbito de la Física y la Química realizados por alumnos de ESO y Bachillerato en los

que el profesor adquiere el papel de investigador. El proceso de investigación científica debe adaptarse a las posibilidades de los alumnos y, para ello, hemos creído conveniente de nuevo no sólo dar unas pautas generales de actuación sino además basarnos en estudios concretos desarrollados por alumnos en determinados centros educativos. Como ejemplos, mencionamos “Estudio de la permanencia temporal de los conceptos de Física y Química aprendidos en clase en el alumnado de ESO”, realizado por alumnos de 4º de la ESO; “Estudio de la influencia del aire acondicionado de El Corte Inglés en el microclima de la plaza de Barcelona”; y “Estudio de las características físico-químicas del agua del río Oriartzun en función del punto de su curso y de la época del año”, realizados por alumnos de Bachillerato.

- Para finalizar la asignatura se han presentado determinadas experiencias de cátedra muy sencillas que han servido tanto como ejemplos de propuestas docentes de motivación y explicación de determinados conceptos, susceptibles de ser realizadas tanto en el Prácticum como en la futura práctica profesional, atendiendo a criterios de diseño de un trabajo de investigación educativa como de motivación para los propios alumnos del Máster. Se ha tomado con referencia principal para esta parte de la asignatura el libro titulado “Experimentos sencillos de Física para una sobremesa”, del profesor Santiago Velasco, editado por el Programa Interuniversitario de la Experiencia de la Junta de Castilla y León, la Universidad de Salamanca y la Universidad Pontificia de Salamanca, 2012. Como ejemplo, en la Figura 1 se muestra el resultado de uno de los experimentos en el que se analiza el punto de gravedad de varios tenedores en equilibrio sobre un palillo. Estos experimentos de cátedra fueron particularmente bien acogidos por los estudiantes, e incluidos posteriormente en el trabajo requerido para la evaluación de esta asignatura.



**Figura 1.** Imagen correspondiente a uno de los experimentos de cátedra realizados en el aula.

Finalmente, y para completar la visión general que pretendemos dar del material docente elaborado como parte del presente Proyecto, en el Anexo II se incluye un documento con las pautas más aconsejadas a seguir para el planteamiento y elaboración de una actividad experimental con la que se pretende innovar y/o realizar un trabajo de investigación educativa. Asimismo, en el Anexo III se presenta un posible protocolo a seguir en la evaluación de un determinado texto o libro. Su utilidad radica en la evaluación y autoevaluación a la que deben someterse todos los trabajos de investigación. Ambos documentos se han elaborado tomando como referencia el libro de Aureli Caamaño.

## **CONCLUSIONES**

Como conclusión general de nuestro trabajo hemos elaborado una lista de puntos fuertes y débiles de esta asignatura basándonos fundamentalmente en las opiniones que los estudiantes nos han aportado a lo largo del desarrollo de la misma.

Entre los puntos fuertes se encuentra la novedad y motivación que supone el sistema de trabajo basado en proyectos de investigación, su aplicación en el mundo docente y científico y la motivación por la innovación en los diferentes campos de actividad. Destacamos también la buena aceptación que ha supuesto basar prácticamente toda la asignatura en ejemplos reales. Es de destacar muy especialmente la influencia que los materiales presentados han tenido en la realización de los Trabajos Fin de Máster donde se ha observado un notable incremento en temáticas basadas en experimentos y demostraciones in situ, a diferencia de años anteriores donde las temáticas mayoritarias eran Unidades Didácticas tradicionales de carácter meramente expositivo.

Entre los puntos débiles se encuentra, sobretodo, la falta de actividad docente práctica con anterioridad a la impartición de la asignatura objeto del presente proyecto. Hemos solucionado este problema aportando nuestro propio punto de vista como docentes de Grado y, especialmente, con la experiencia previa de los estudiantes que trabajaban como profesores en colegios o dando clases particulares. Otro punto débil ha sido la falta de financiación económica. Creemos que hubiera sido un estímulo adicional para los estudiantes el que se hubiera podido ofrecer alguna pequeña ayuda para fotocopias, encuadernación de sus Trabajos Fin de Master y la realización del preceptivo CD.





## ANEXO II

### Documento para la planificación de una actividad experimental

Título de la actividad:
Tipo: (a) Práctica de laboratorio (b) Experiencia de cátedra (c) Experiencia de investigación
Objetivos: <ul style="list-style-type: none"><li>▪ ¿Cuáles son los objetivos de aprendizaje que planteo con esta actividad? (conocimientos científicos...)</li><li>▪ ¿Qué contenidos se trabajarán?</li></ul>
Diseño de la hoja de trabajo: <ul style="list-style-type: none"><li>▪ ¿Qué protocolo u hoja de trabajo voy a utilizar con los alumnos?</li><li>▪ ¿Qué material de laboratorio de uso común se necesitará en este trabajo práctico?</li></ul>
Gestión del aula y evaluación: <ul style="list-style-type: none"><li>▪ ¿Los alumnos trabajarán individualmente, en grupos reducidos o de toda la clase?</li><li>▪ ¿De qué manera relaciono los objetivos de aprendizaje que me he planteado con la metodología utilizada, con el agrupamiento de alumnos, los recursos materiales, la utilización o no de protocolo de prácticas, etc.?</li><li>▪ ¿Los alumnos necesitan tener conocimientos previos del tema al cuál se refiere la actividad práctica? En caso afirmativo, ¿cuáles?</li><li>▪ ¿Qué hará el profesor durante esta actividad?</li><li>▪ ¿Qué harán los alumnos?</li></ul>
Evaluación: <ul style="list-style-type: none"><li>▪ ¿Cómo evaluaré el funcionamiento de la actividad y cómo conoceré la opinión de los alumnos? (momentos de evaluación, instrumentos...)</li></ul>

## **ANEXO III**

### **Protocolo de análisis de un libro de texto (total o parcial)**

- Consideraciones globales: editorial, curso, título, estudio cuantitativo (número de páginas, peso relativo de los diferentes contenidos) y estructura (apartados generales, información complementaria, referencias bibliográficas,.....)
- Tipo y número de actividades planteadas (iniciación, desarrollo, aplicación y evaluación). Actividades de laboratorio.
- Adecuación científica y didáctica (búsqueda de errores o “expresiones poco afortunadas” –a la vista de los obstáculos al aprendizaje de los alumnos– de la lección que estamos analizando.
- Contenidos procedimentales y actitudinales implicados (respecto a las actividades planteadas).
- Adecuación al currículo oficial. Leer en el currículo oficial los contenidos que deberían contemplarse, señalar los que están presentes en la lección bajo estudio, los omitidos y los incorporados que no están previstos.
- Valoración global del texto a la vista del análisis realizado.