

INNOVACIÓN DOCENTE EN INGENIERÍA: UN PROYECTO INTEGRADOR DE APRENDIZAJES DE ESTUDIANTES Y PROFESORES

TEACHING INNOVATION IN ENGINEERING: A STUDENTS AND TEACHERS' LEARNING INTEGRATION PROGRAMME

Jesús Justo Estebaranz* y Luis Távora Mendoza**
Universidad de Sevilla, España

Recibido: 20/05/14

Aceptado: 10/07/14

RESUMEN

Este trabajo presenta una experiencia de innovación docente cuyo objetivo es mejorar el aprendizaje de alumnos y profesores de ingeniería (Universidad de Sevilla, España). La innovación ofrece a los alumnos una visión realista, profesional y actualizada de los contenidos, permitiéndoles el contacto directo con la problemática del conocimiento y la competencia propios de una materia, usando instalaciones y recursos de un laboratorio de investigación de alto nivel tecnológico. Es un estudio de caso de investigación evaluativa, utilizando metodología cuantitativa y cualitativa. Los resultados indican mejora en los procesos de aprendizaje de los alumnos y su alta satisfacción, señalando también las dificultades encontradas; los profesores, reconocen el proceso de innovación como estrategia para aprender a enseñar y generar mejoras del programa.

Palabras clave: innovación educacional, enseñanza, ingeniería, evaluación.

ABSTRACT

This paper presents an experience in teaching innovation whose goal is to improve learning in engineering students and teachers (University of Seville, Spain). This innovation offers students a realistic, professional and updated vision of the contents, allowing them a direct contact with the problems posed by the knowledge and competence inherent to a subject, using facilities and resources at a high-tech research laboratory. It is an assessment-research case study that uses quantitative and qualitative methodologies. The results show improvement in the students' learning processes as well as their high satisfaction; it also highlights the difficulties found. The teachers acknowledge this innovation process as a strategy to learn to teach and create improvements for the program.

Keywords: educational innovation, teaching, engineering, assessment.

*jjusto@us.es

**ltavara@etsi.us.es

En este artículo presentamos un Proyecto de Innovación en la Escuela de Ingeniería, desarrollado en el marco de la convocatoria 2011-2012 de los Proyectos de Innovación y Mejora Docente de la Universidad de Sevilla (US). Como todo Proyecto de Innovación, surge de la percepción clara de qué cambios son necesarios y para qué, teniendo en cuenta las transformaciones sociales que se están produciendo (Villa, Escotet y Goñi, 2007), ello supone analizar las necesidades originadas por el contexto en que se va a desarrollar la enseñanza. Pues bien, el interés por participar y llevar a cabo un Proyecto de Innovación docente en la asignatura Resistencia de Materiales y Estructuras del Producto viene sugerido por diversas necesidades, propias del contexto de la titulación en esta universidad, y por el estado de la cuestión que refleja la literatura de investigación referida al problema de la formación de ingenieros y de sus profesores.

En primer lugar, la necesidad de ofrecer nuevas y mejores oportunidades formativas siguiendo las líneas de orientación del Espacio Europeo de Educación Superior y su enfoque de formación en competencias que capaciten a los futuros ingenieros para desarrollar con eficacia y eficiencia las funciones propias de su profesión, tal como han sido definidas a nivel internacional (Feisel y Rosa, 2005), ellas se van a convertir en necesidades normativas (Zabalza, 1987). Por ello, un enfoque centrado en la adquisición de competencias enfatiza el valor de las prácticas de laboratorio en cualquiera de las carreras, específicamente en las de ingeniería, para ir configurando la identidad profesional de los futuros ingenieros con un enfoque de enseñanza basado en la solución de problemas (Bará, Domingo y Varela, 2011; Huber, 2000) que potencia la autonomía de los estudiantes (Martínez Lirola, 2009).

Este proyecto se refiere, específicamente, a las prácticas que planteamos desde el objetivo de dar coherencia a las actividades que deberán realizar en el laboratorio y el enfoque de formación en competencias, haciendo hincapié en la promoción de las destrezas y las técnicas implicadas en las competencias establecidas en el programa y que, sobre todo, podrán adquirir en el laboratorio (Fry, Ketteridge y Marshall, 2009). Las prácticas, además, ofrecen la oportunidad de asumir responsabilidades en el manejo y cuidado de aparatos y materiales. Por otra parte, hacer hincapié en competencias profesionales obliga a crear situaciones propicias para que los estudiantes puedan formarse una imagen de las posibilidades de acción dentro de la carrera elegida (Feisel y Rosa, 2005); con ello, pretendemos también elevar la motivación del alumnado y el número de alumnos que aprueba la asignatura (Vázquez, 2009), adoptando el enfoque de aprendizaje situado (Lave y Wenger, 1991), ya que mejorar los niveles de logro de los estudiantes es una gran preocupación en diversas materias de ingeniería. Por otra parte, es preciso integrar destrezas tecnológicas dominantes en la era del conocimiento: recogida y reducción de datos, simulación y adquisición de datos, y compartir información vía internet (Marcelo, 2002; Marín, Reche y Maldonado, 2013). Ahora bien, analizando los recursos del contexto, emergen necesidades comparativas (Zabalza 1987): mientras que los ingenieros industriales, aeronáuticos, de telecomunicaciones, etc., disponen de instalaciones muy bien dotadas y de laboratorios de alto nivel tecnológico en los que se desarrollan proyectos de investigación en colaboración con empresas de diversos sectores, en el caso de los ingenieros del Diseño y Desarrollo del Producto aún no disponen de las instalaciones propias con que la Universidad de Sevilla prevé dotar a la Escuela.

En segundo lugar, percibimos la necesidad de evaluar la experimentación de nuevas propuestas didácticas con el fin de incorporarlas a los programas establecidos, si muestran un valor de calidad (Mauri, Coll y Onrubia, 2009) y una relación de impacto en el aprendizaje de los alumnos (Palazón-Pérez, Gómez-Gallego, Gómez-Gallego y Pérez-Cárceles, 2011).

En tercer lugar, como profesores noveles necesitamos aprender a enseñar a partir de las propias experiencias (Bozu, 2010; Knight, 2006), integrando distintas estrategias de aprendizaje del alumnado en un marco de solución de problemas reales, y a través de la evaluación de la experiencia (De Miguel, 2003), teniendo en cuenta tanto la satisfacción de los estudiantes como su implicación en la tarea y su rendimiento en la asignatura. Ello supone incorporar la práctica reflexiva ayudada por expertos para construir conocimiento didáctico; un modelo de formación de profesores que facilita “aprender a pensar, a conocer, a sentir y a sentirse bien, y a actuar como un profesor” (Feiman-Nemser 2008, p. 698). Finalmente, hemos visto que el asesoramiento en la innovación es una estrategia probada de formación de los nuevos profesores, dado que aprenden a enseñar con mejores prácticas en un ambiente intelectual que ilumina el pensamiento y lo alimenta con la reflexión sobre la enseñanza (Fletcher y Mullen, 2012), es algo que se ha incorporado en este proyecto. Con todo ello, subrayamos que el modelo de formación del profesorado universitario en la etapa de inducción a la práctica se basa en los principios de aprendizaje situado que preconizamos también para los alumnos, y que exige implicación en prácticas auténticas, cooperación entre colegas y asesoramiento profesional para la construcción de conocimiento práctico sobre la enseñanza (Mayor Ruiz, 2003).

Así pues, teniendo en cuenta que el Proyecto de Innovación responde a las necesidades de aprendizaje de los estudiantes —como futuros profesionales del Diseño y del Producto— y de los profesores —como aprendices de la enseñanza—, el problema de investigación está definido como el análisis y evaluación de los procesos implicados en el desarrollo de un proyecto docente específico de innovación para la mejora de la enseñanza y del aprendizaje. Los objetivos apuntan hacia dos direcciones:

1. Para los estudiantes, se proponen objetivos formativos que se integran en las competencias generales y específicas de la asignatura, haciendo especial hincapié en:
 - a) Acercamiento de los contenidos teóricos a la realidad, reforzando los mismos.
 - b) Estudio de nuevos materiales y uso de los principios de la resistencia de materiales.
 - c) Desarrollo de las siguientes capacidades: resolución de problemas, organización y planificación, aplicación de los conocimientos en la práctica, trabajo en equipo, análisis y síntesis, y razonamiento crítico.
 - d) Potenciación de la motivación profesional y desarrollo de la ética profesional.
2. Para los profesores implicados, planteamos el Proyecto de Innovación como la oportunidad de aprender desde la práctica didáctica a realizar las funciones docentes propias del profesional de la enseñanza: planificación que da sentido a la acción; interacción didáctica; análisis sistemático de la acción y evaluación de las acciones y de los resultados

de la práctica docente (Estebaranz, Mingorance y Marcelo, 1999). El interés fundamental en este proyecto formativo es aprender a planificar las actividades de aprendizaje autónomo y cooperativo de los estudiantes, y facilitarlas por la orientación de los profesores (Palazón-Pérez et al., 2011).

MÉTODO

Diseño

El objeto de estudio es el Proyecto de Innovación didáctica. Hemos utilizado el estudio de caso como estrategia muy apropiada en la formación del profesorado y en la investigación didáctica (Marcelo, Parrilla, Mingorance, Estebaranz, Sánchez y Llinares, 1991). El diseño es de caso único holístico, ya que se trata de una experiencia didáctica nueva, en una materia nueva de una titulación nueva para dos grupos de alumnos. Es un estudio de caso intrínseco (Stake, 1998): lo estudiamos por el valor que puede tener en sí mismo y, por ello, tiene características de descriptivo y evaluativo. Podemos considerarlo también exploratorio, dado el poco volumen de investigaciones que abarcan todos los aspectos del problema en la formación universitaria de ingenieros, como en este caso, y menos en la misma asignatura, aunque sí se ha estudiado algún componente parcial de la formación de los alumnos (Pérez, García y Sierra, 2013).

Participantes

Se dirigió a dos grupos de estudiantes, uno con horario de mañana y otro de tarde, de segundo curso de la carrera de Ingeniería del Diseño y Desarrollo del Producto, con un total de 74 alumnos, que constituyen la población de estudio; de ellos, 32 son mujeres (43.2%) y 42 hombres (56.7%). Pero dado que se los

invitó a participar de forma voluntaria en esta experiencia, el total de alumnos participantes fue de 43, que se distribuyeron en tres grupos de unos 15 alumnos para la primera actividad (visita). Los equipos para la segunda actividad estaban compuestos por un número entre 5-7 alumnos. La composición de los equipos fue elegida por los alumnos y resultó mixta.

Dos profesores noveles (con experiencia en prácticas) son los que desarrollan el programa y participan en su estudio en forma de investigación-acción.

Evaluación

La evaluación del Proyecto de Innovación se ha realizado según el Modelo de evaluación de programas educativos de Pérez Juste (1995). Incluye distintos momentos y objetos, que implican diferentes técnicas y la participación de varios agentes, especialmente los alumnos, por razones de coherencia con el planteamiento didáctico que nos servía de fundamentación. Se pretendía obtener un conocimiento importante del valor de la experiencia a través del proceso de triangulación de técnicas y de sujetos evaluadores, atendiendo a distintos criterios:

-Evaluación del diseño: Fue realizada por expertos en innovación didáctica, integrantes de la Comisión de Innovación de la US, en base a los criterios de calidad establecidos en la convocatoria de proyectos de innovación: originalidad, coherencia y viabilidad. Su cometido era determinar el valor intrínseco o mérito de la propuesta de innovación. Su valoración queda manifiesta en su aprobación. Se presentaron 366 proyectos de innovación docente, de los cuales se aprobaron 176 (un 47%). Este proyecto fue uno de los seleccionados y financiados por la US. Se le otorgaron 33 puntos sobre 45 (máximos), quedando

entre el 36 % de los aprobados que obtuvieron las mejores puntuaciones.

-Evaluación de la implementación del proyecto. Los profesores responsables han evaluado la puesta en acción del proyecto, al aplicar los siguientes criterios: a) motivación suscitada en los alumnos y mantenida a lo largo de la realización de las actividades; b) relación entre la participación en esta actividad académica dirigida (AAD) y las calificaciones obtenidas en la materia por cada alumno en la primera convocatoria, comparando el conjunto de los alumnos participantes con el de los no participantes y c) el análisis de los resultados de la encuesta a los alumnos que realizaron la actividad académica dirigida (AAD), cuantitativos y cualitativos, para dar voz a los sujetos con el fin de comprender sus percepciones con vistas a nuevas propuestas de mejora (Hamilton y Corbett-Whittier, 2012).

-La evaluación del proceso y de los resultados de los alumnos. La participación presencial en la actividad, la resolución de las cuestiones planteadas a los grupos, y la actividad individual, fueron valoradas con un máximo de un punto que se sumó a la nota obtenida en el examen, el cual se componía de diez preguntas teóricas, seis cuestiones teórico-prácticas, y la resolución de un problema con cinco subapartados que abarcaba múltiples temas de la asignatura.

Por ello, hicimos análisis documental del programa de innovación y de las actas de calificación de los alumnos para obtener datos sobre objetivos, metodología y rendimiento. Construimos una encuesta *ad hoc* sobre cinco categorías de esta innovación: visita al laboratorio tecnológico; oportunidades

instructivas; relaciones entre el programa teórico de la asignatura y las prácticas realizadas; valor de los ejercicios individuales resueltos en la plataforma tecnológica; valoración de nuevos contenidos funcionales. Las preguntas fueron formuladas de manera sencilla y precisa, son claras para los alumnos participantes, ya que se refieren explícitamente a esta innovación. Las respuestas son de opción múltiple, en forma de escala tipo Likert. El instrumento ha demostrado ser capaz de recoger datos de todos los alumnos sobre las mismas cuestiones. Para profundizar en la valoración individual, hacemos una pregunta abierta que recoge datos cualitativos escritos que contienen opiniones singulares de todos los alumnos que deseen expresar ideas, sentimientos y sugerencias. La encuesta fue elaborada por los profesores participantes, con asesoramiento de profesores expertos en el conocimiento de la materia (el grupo de investigación al que pertenecen los dos profesores implicados) y la asesora a la innovación (Catedrática de Didáctica e Innovación Curricular).

Descripción del contexto

El Proyecto de Innovación, con carácter de AAD, fue propuesto como actividad voluntaria para los alumnos de la asignatura, pero lo tuvimos en cuenta a efectos de evaluación de la materia, considerando que para los alumnos adquiere relevancia una actividad si es evaluada.

La actividad la organizamos en función del número de alumnos participantes y la posibilidad de uso del laboratorio (un laboratorio tecnológico que realiza análisis para diversas empresas del sector aeronáutico, en el que desarrollan su actividad investigadora los profesores de la asignatura). Los alumnos aceptaron sin problema el desplazamiento que les suponía. El tiempo invertido en las actividades fue el siguiente: la primera actividad

tuvo una duración de cuatro horas. La segunda requirió un tiempo aproximado de una hora. La actividad individual tenía una duración máxima de una hora por alumno. La orientación de estas, la realizamos en las horas de tutoría de los profesores respectivos.

Hay que resaltar el valor añadido que ofrece la posibilidad de uso de instalaciones y recursos (Zabalza, 2002) de otros centros de la universidad para nuevos objetivos, ya que la actividad propuesta la desarrollamos, en parte, en el Laboratorio de Elasticidad y Resistencia de Materiales de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería, ubicada en un distrito urbano diferente al de la Escuela Politécnica Superior, donde impartíamos la docencia de esta titulación. Los profesores deseaban contribuir a la igualdad de oportunidades de formación de estos alumnos, con las de otras titulaciones de ingeniería.

PROCEDIMIENTO

En cuanto a la metodología de estudio, se basa en la triangulación (Hamilton y Corbett-Whittier, 2012), en la forma utilizada en los estudios de casos clásicos: de agentes, de técnicas de recogida y de análisis de datos —ambas cuantitativas y cualitativas—, de unidades de análisis, y de tiempos del proceso. La innovación es un sistema y estudiamos la totalidad de los elementos implicados con distintas técnicas e instrumentos, según la naturaleza del objeto: el plan, la implementación, la visión de los agentes implicados —es de primordial importancia la percepción de los alumnos— y la evaluación del proceso y de los resultados. Es decir, aplicamos las técnicas de la investigación evaluativa.

Dadas las características del Proyecto de Innovación, es particularmente importante analizar las estrategias metodológicas de enseñanza-aprendizaje. El proyecto lo

orientamos dentro dos líneas prioritarias de innovación y mejora docente de la US: la experimentación de nuevas metodologías docentes y el fomento de las distintas manifestaciones del trabajo en equipo (Bará et al., 2012). Consiste en una AAD del grado en Ingeniería del Diseño y Desarrollo del Producto, de la Escuela Politécnica Superior de la US, en la asignatura Resistencia de Materiales y Estructuras del Producto. En esta actividad, pretendíamos ofrecer a los alumnos una óptica distinta de los contenidos estudiados en las clases teóricas —cuyos asuntos forman una relación lineal de unidades temáticas independientes—, para utilizar conocimientos propios de la materia implicados en la resolución de problemas, que forman parte de una red de significados (Estebaranz, 2003). También buscamos ampliar el conocimiento de los alumnos al estudiar nuevos materiales empleados en la construcción, que de otro modo no estudiarían. Por un lado, pretendimos que el alumno entrase en contacto con los diferentes materiales que pueden encontrarse en las estructuras, haciendo especial hincapié en los compuestos, que no son objeto de estudio en las clases de teoría, ni en ninguna otra asignatura de la carrera. Por otra parte, que pudieran observar físicamente las diferentes tipologías estructurales que podemos encontrar en construcciones reales. Además, vimos las distintas posibilidades de construir, desde un punto de vista práctico y realista, las diferentes uniones teóricas. Tratamos una metodología práctica que combina una actividad colectiva con otra acción en equipo (Caballero y Garza, 2012; Reboloso, Ramírez, Gil y Gil, 2008) y, finalmente, una actividad individual.

El proceso didáctico lo organizamos y desarrollamos de la siguiente manera:

- 1. Actividad colectiva.** Visita a las instalaciones del Laboratorio de Elasticidad y Resistencia de Materiales de la Escuela

Técnica Superior de Ingeniería. Incluye: (a) introducción orientadora al trabajo, (b) observación y estudio de diferentes tipos de estructuras y condiciones de contorno y (c) ensayo de diferentes materiales estructurales llevándolos a la rotura: acero, aluminio, fibra de carbono/resina epoxi con diferentes orientaciones de la fibra. A través de esta actividad, los alumnos pudieron reconocer y distinguir las principales propiedades mecánicas y comportamiento de estos materiales.

2. Actividad en equipo. Los alumnos, de forma cooperativa, realizaron la tarea de análisis y resolución de cuestiones relativas al estudio y descripción de las tipologías estructurales en una estructura real orientados por una guía didáctica: descripción de los materiales, tipos de barras y condiciones de contorno; análisis de los resultados de los ensayos, tanto de las curvas que ofrecen las máquinas como del fallo que se produce en las piezas que se rompen.

3. Actividad individual. Los alumnos, de manera telemática, realizaron la tarea resolución de un problema (estructura de barras) con diferentes materiales, presentada en la plataforma virtual WebCT utilizada en las actividades *on-line* del curso y orientada por una guía didáctica: Obtención de las fuerzas de reacción, área óptima de las secciones, desplazamientos de un punto de la estructura y comparación de los resultados con los distintos materiales.

Pues bien, la triangulación canaliza la operatividad de los criterios de validez de la investigación con estudios de casos: credibilidad, comparabilidad y transferibilidad. Para ello, pusimos en relación los datos resultantes del análisis documental, de las actas de calificación de los resultados académicos, y de los datos

cuantitativos y cualitativos de la encuesta a los estudiantes. Recogidos los datos cuantitativos, hicimos un análisis estadístico descriptivo en términos de frecuencias y porcentajes. Los datos cualitativos de la encuesta y de la observación de los profesores fueron sometidos al análisis de contenido cualitativo categorial (Denzin y Lincoln, 1998).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Presentamos los resultados del estudio de caso, agrupados en las tres categorías de evaluación señaladas:

-La evaluación por los profesores responde a distintas preguntas, siempre en relación con los objetivos propuestos en el Proyecto de Innovación:

¿Cuál fue el interés que suscitó en los alumnos la actividad? La propuesta de la AAD la realizamos a los estudiantes en la clase general, y los invitamos a participar en ella de una forma atractiva, partiendo de la idea de ir al laboratorio a romper materiales y estudiar qué sucedía y en qué condiciones, lo cual suponía un nuevo enfoque en cuanto a las normas de trabajo que siempre han recibido. La respuesta alcanzó el 60% de los alumnos matriculados en la asignatura de Resistencia de Materiales y Estructuras del Producto. Para valorar este porcentaje de alumnos que participan voluntariamente en la actividad de innovación, hay que considerar algunos aspectos contextuales: al tratarse de una asignatura del primer cuatrimestre, esta AAD la desarrollamos en el mes de diciembre, después de realizar una prueba parcial escrita que tenía la finalidad de autoevaluación sobre el nivel de aprendizaje de los contenidos de la materia para los alumnos, así como de evaluación de la marcha del curso para los profesores. Ello pudo significar una influencia importante

para que un buen número de alumnos (31) tomara la decisión de abandonar las tareas de la asignatura por este año, y no se presentaron al examen final. Ello supone que prácticamente la totalidad de los alumnos que seguían la materia y asistían a clase, se inscribió en la AAD. ¿Cuál fue el rendimiento general de los alumnos en la asignatura? De los alumnos matriculados en la asignatura (74 alumnos), el 51% se presentó al examen. Si tenemos en cuenta únicamente las calificaciones de los presentados (38 alumnos), el 42% de los alumnos obtuvieron un aprobado¹ y el 11% de ellos obtuvieron un notable. Es destacable que más del 50% de los alumnos que se presentaron aprobaron la asignatura. Si comparamos estos datos con los criterios de rendimiento establecidos en la Memoria de Verificación de la Calidad de la Titulación, que establece como rendimiento aceptable el 30% de alumnos aprobados, podemos ver que el rendimiento en esta asignatura fue mayor en 20 puntos porcentuales que el propuesto.

¿Cuál es la relación entre la AAD y las calificaciones de la primera convocatoria de exámenes? Para analizar la posible asociación entre la participación en la ADD y los resultados del aprendizaje, hay que recordar que esta asignatura es nueva, ya que la carrera es de reciente creación, por lo que no podemos comparar los resultados actuales con los de años anteriores, porque no existía. En la figura 1, mostramos los resultados de las calificaciones obtenidas en la primera convocatoria de exámenes, entre todos los alumnos matriculados en la asignatura y que además asistieron a la práctica de laboratorio opcional (actividad colectiva).

Como podemos observar en la figura 1, de los 43 alumnos que participaron en esta actividad, un 42% no se presentaron al examen, el 16% de los alumnos suspendieron el examen, el 33% de los alumnos obtuvieron un aprobado y el 9% de ellos consiguieron una calificación de notable. Hay que tener en cuenta que era la primera vez que impartíamos

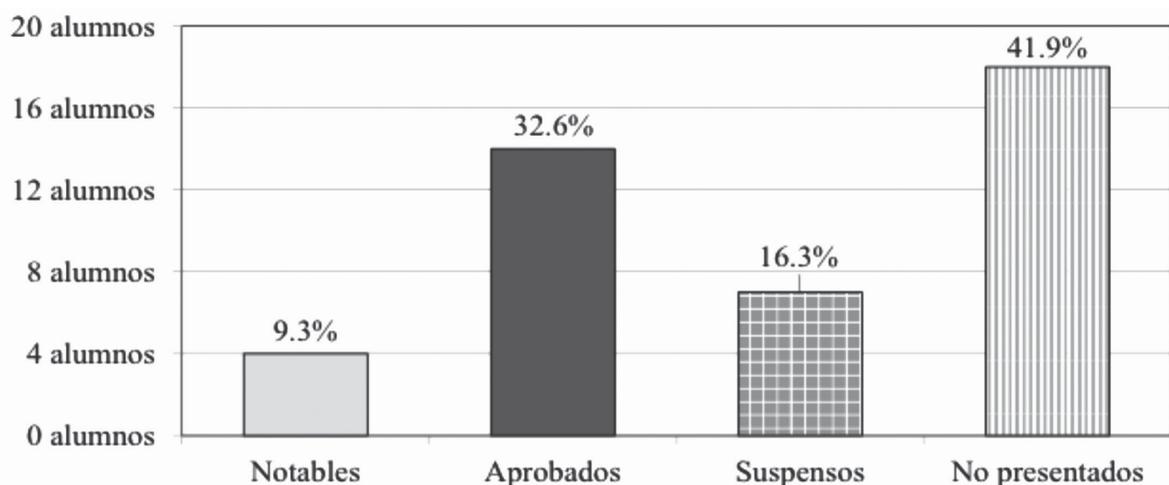


Figura 1. Resultados de la primera convocatoria de exámenes entre los alumnos que asistieron a la práctica de laboratorio opcional.

¹ El sistema de calificación es el siguiente: Suspense de 0 a 4 puntos, Aprobado de 5 a 6 puntos, Notable de 7 a 8 puntos, Sobresaliente 9 puntos y Matrícula de Honor 10 puntos.

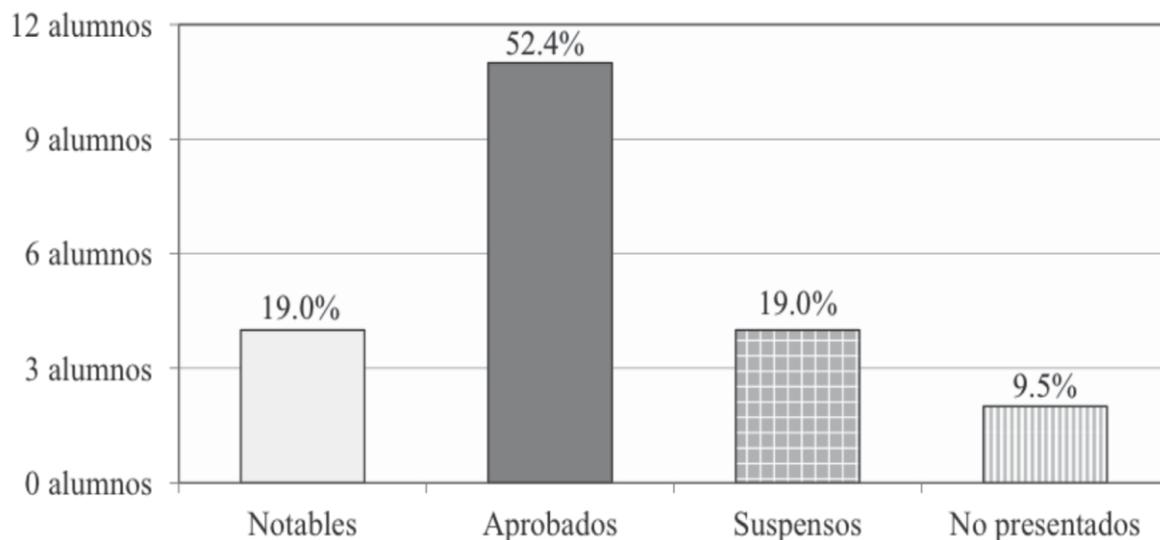


Figura 2. Resultados de la primera convocatoria de exámenes entre los alumnos que asistieron a la práctica de laboratorio opcional y realizaron la actividad on-line.

la materia, por eso no podemos comparar los resultados con los de años anteriores.

Ahora bien, si buscamos la relación entre las calificaciones obtenidas en la primera convocatoria de exámenes por los alumnos que realizaron además las otras actividades del proyecto (práctica de laboratorio opcional —en equipo— y realización de la actividad *on-line* —individual—), obtenemos los datos mostrados en la figura 2.

Al analizar pormenorizadamente los datos de la figura 2, tratamos de establecer relaciones entre la participación en las actividades y los resultados obtenidos. Pues bien, un total de 21 alumnos realizaron todas las actividades; de ellos, un 10% no se presentó al examen, el 19% suspendió el examen, el 52% de los alumnos obtuvieron aprobado y el 19% un notable. Es destacable que aunque el número de alumnos que participaron en todas las actividades (21 alumnos) es menor al número de alumnos que participaron solo en la primera actividad (43 alumnos), el porcentaje de alumnos del grupo más activo que no se presentó fue menor que el que solo realizó

la visita: 10% frente a 42%; mientras que el porcentaje de alumnos suspensos se mantuvo prácticamente igual: 16% frente a 19%. Pero los resultados más interesantes aparecieron en el porcentaje de alumnos que aprobaron: el 52.4%, frente al 32.6% correspondiente a los que solo realizaron la primera actividad; lo cual muestra que aquellos alumnos que participaron en todas las actividades presentan una probabilidad mucho mayor de obtener resultados satisfactorios en el examen de la asignatura que se refiere al programa de contenidos completo. Otro hecho destacable, es que todos los alumnos que obtuvieron un notable (cuatro alumnos) participaron en todas las actividades propuestas. Como observaron Palazón et al. (2011), la metodología activa influye en los resultados positivamente.

En la figura 3, mostramos la relación de alumnos del curso aprobados en la primera convocatoria de exámenes y su participación o no en la práctica de laboratorio opcional. Un total de 20 alumnos obtuvieron un aprobado. De ellos, el 90% realizó la actividad opcional y solo un 10% de alumnos aprobados no participaron en la AAD.

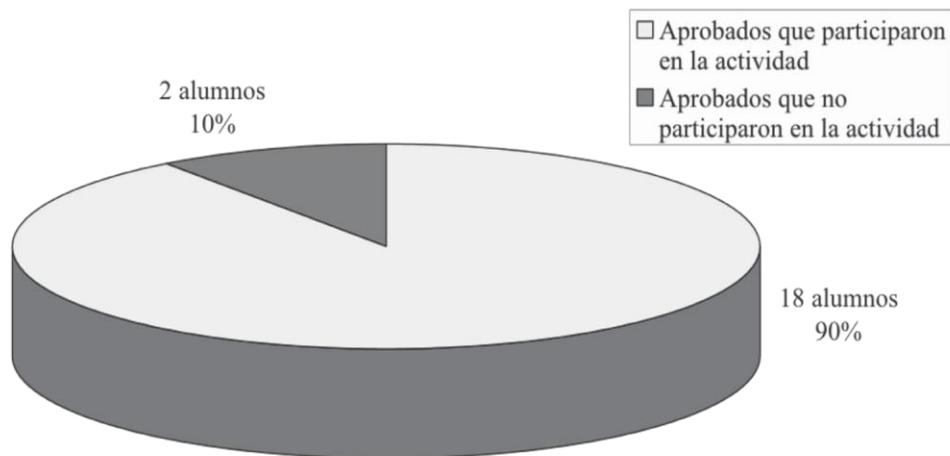


Figura 3. Relación de alumnos aprobados y participación en la práctica de laboratorio opcional

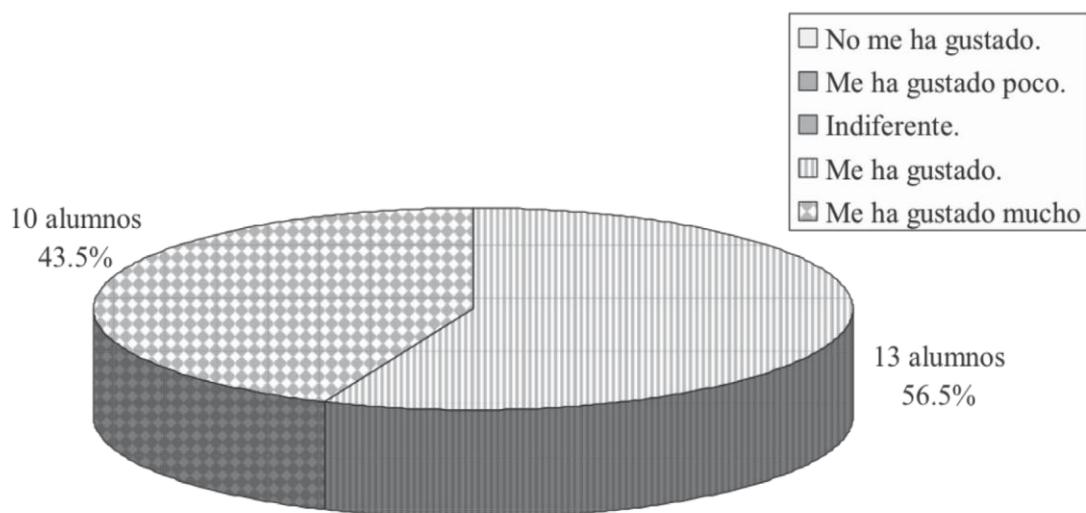


Figura 4. Resultados de la pregunta 1 de la encuesta: Desde un punto de vista general, ¿qué le ha parecido la visita?

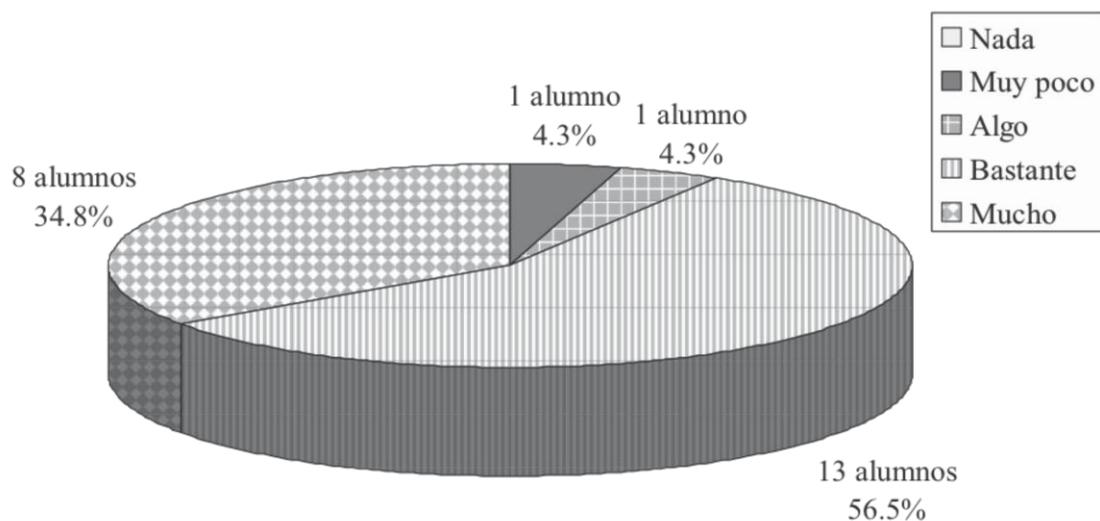


Figura 5. Resultados de la pregunta 2 de la encuesta: Desde un punto de vista general, ¿le ha parecido instructiva la visita?

Por ello, queda claro que los resultados presentados en las figuras 1, 2 y 3 muestran la probabilidad de asociación entre la actividad opcional desarrollada según el proyecto y la obtención de resultados satisfactorios en los exámenes de la asignatura, que abarcan todos los contenidos del programa. Por otra parte, comparando las actas de calificación de esta materia con las de otras materias de primer año del curso académico anterior (de estos mismos alumnos), observamos que los porcentajes de estudiantes que se presentaron al examen de primera convocatoria y los que aprobaron el examen, aumentaron considerablemente (del 37% al 51.4% y del 13.7% al 27%, respectivamente). Los datos parecen indicar una relación de asociación entre la participación en la AAD y la consecución de objetivos propuestos que influyen en el logro de los objetivos de aprendizaje de la asignatura a la que pertenece esta ADD —conjunto de actividades innovadoras—. Pero detectamos una relación entre la realización de todas las actividades previstas y el éxito en la calificación de la asignatura. En otro estudio, Justo, Távora, Marín y París (2013) comprobaron cómo factores del contexto, tales como una huelga que impidió realizar el trabajo de grupo, influyen no solo en el proceso sino también en los resultados.

-La evaluación de la AAD por los alumnos.

Respuestas a la encuesta: Los datos cuantitativos Mostramos la valoración general de los estudiantes con el análisis de las respuestas de opción múltiple a las preguntas de opinión realizadas. Un total de 23 alumnos respondieron la encuesta, que presentamos en la plataforma virtual WebCT, utilizada para las actividades individuales *on-line* del proyecto. Como ocurre con la experiencia en la evaluación del profesorado que tiene la US, siempre es menor la respuesta a los cuestionarios de evaluación por este medio. Por

ello, pensamos que en próximas experiencias deberíamos aplicar la encuesta en una situación de clase presencial para aumentar las respuestas de evaluación. Ofrecemos las preguntas, tal como las formulamos, además de las respuestas obtenidas:

1) Desde un punto de vista general, ¿qué le ha parecido la visita? Como podemos observar en la figura 4, un 43% de las respuestas consideró que les gustó la visita y un 57% de los alumnos contestó que les había gustado mucho. Estos resultados (sumados suponen el 100%) muestran el gran interés causado por la AAD en los alumnos participantes.

2) Desde un punto de vista general, ¿le ha parecido instructiva la visita? Los resultados manifiestan que la gran mayoría de los alumnos participantes en la visita al laboratorio consideraron que esta incidió positivamente en su aprendizaje (ver figura 5).

3) ¿Cree que la visita le ha ayudado a reforzar algunos de los conceptos impartidos en la asignatura? Los resultados indican que, aunque a los alumnos les gustó y consideraron instructiva la visita, el 52.2% vio relación entre estas prácticas y los contenidos de la asignatura, un porcentaje importante (47.8%) no consiguió ver la relación entre la visita y los conceptos estudiados en las clases teóricas de la materia (figura 6).

Pensamos que quizá la actividad colectiva (observación) y la de grupo (solución de problemas) podrían haber incidido más en la relación, dada la diferencia tan grande que existe entre las actividades de clase y las de ensayo en el laboratorio. Coincidimos con otros autores (Pérez et al., 2013; Serrano, Pérez, Biel,

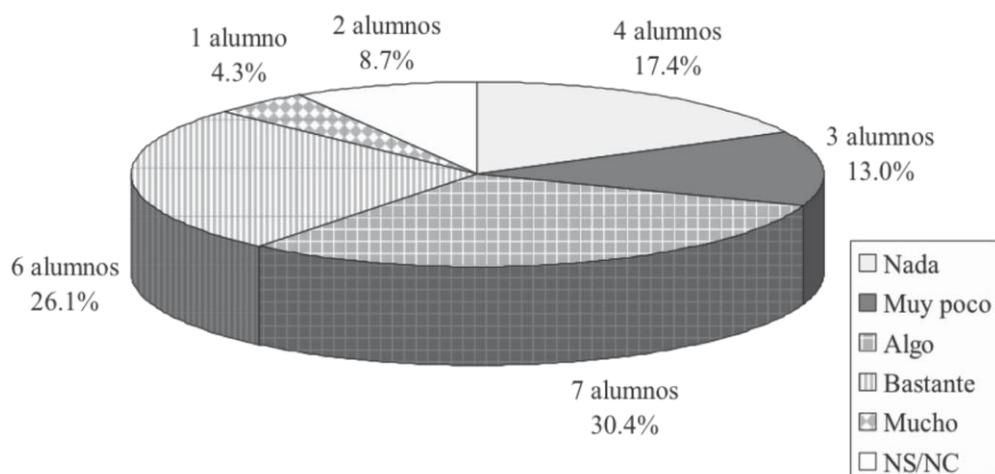


Figura 6. Resultados de la pregunta 3 de la encuesta: ¿Cree que la visita le ha ayudado a reforzar algunos de los conceptos impartidos en la asignatura?

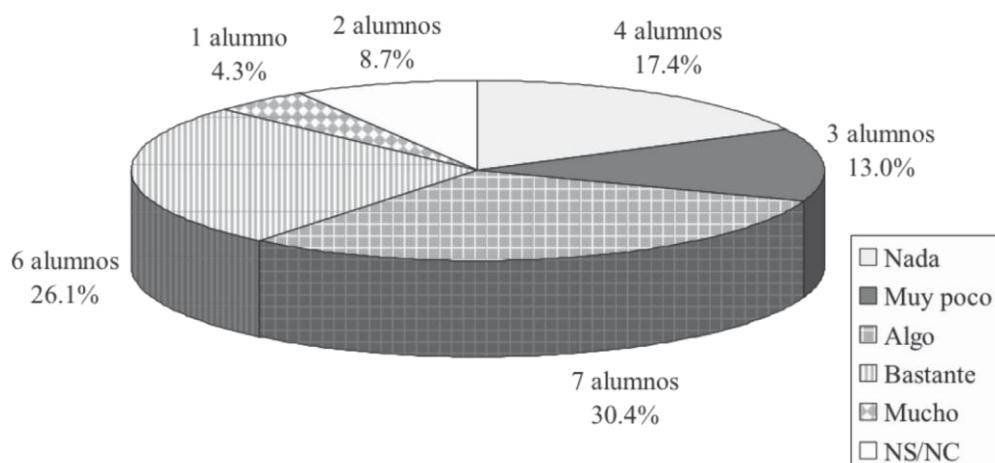


Figura 7. Resultados de la pregunta 4 de la encuesta: ¿Considera que los ejercicios propuestos en WebCT relacionados con la visita le han ayudado a estudiar la asignatura?

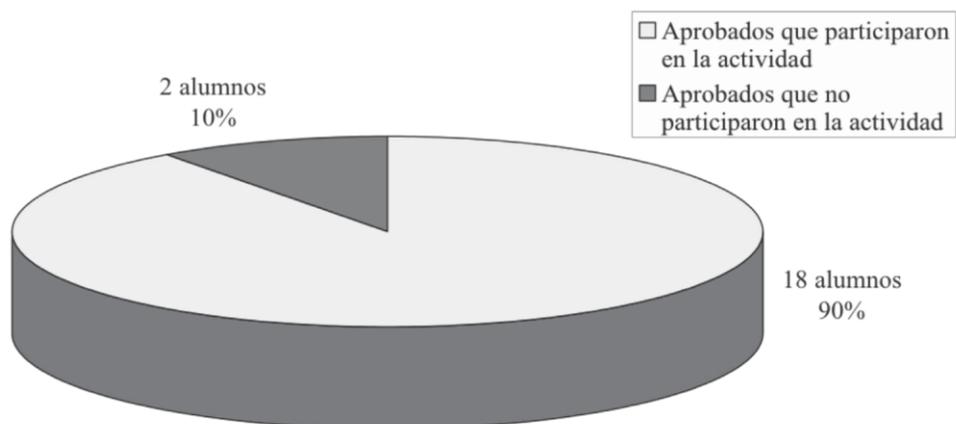


Figura 8. Resultados de la pregunta 5 de la encuesta: ¿Cree que el contenido relacionado con los materiales compuestos (que no vimos en la asignatura) es relevante en su formación?

Fernández y Hernández, 2013) en la idea de que un mayor seguimiento del grupo puede mejorar su funcionamiento y sus resultados.

4) ¿Considera que los ejercicios propuestos en WebCT, relacionados con la visita, le han ayudado a estudiar la asignatura? La mayoría de los alumnos consideraron que la realización de los ejercicios les ayudó a reforzar los conceptos impartidos en clase de alguna u otra manera (ver figura 7).

Como profesores, además, vemos que la integración de las tecnologías de la información y la comunicación en procesos de innovación docente flexibiliza el tiempo de aprendizaje personal, y facilita la autonomía en el proceso (Marcelo, 2002), que era uno de los objetivos propuestos en este Proyecto de Innovación (ADD).

5) ¿Cree que el contenido relacionado con los materiales compuestos (que no vimos en la asignatura) es relevante en su formación? La respuesta estrechamente coincidente destaca el alto interés mostrado por el 96 % de los alumnos en nuevos conceptos no directamente relacionados con la asignatura, aunque sí con su futura actividad profesional, y que fueron impartidos gracias a esta AAD (figura 8).

Los datos anteriores muestran el valor extrínseco del Proyecto de Innovación (valor para las personas implicadas, en este caso particularmente para los alumnos). Es decir, que todos los valores intrínsecos del proyecto, que señalamos como componentes esenciales en cuanto plan de actividades interrelacionadas, las cuales ofrecen una experiencia de trabajo real en un laboratorio real al servicio de la resolución principalmente de problemas reales de la industria aeronáutica, y cuya participación como grupo de estudiantes ha exigido los

distintos tipos de actividades integradas: actividad de orientación colectiva, actividad en equipo y actividad individual, que exigen utilizar unos contenidos de aprendizaje cuyo valor práctico les hacemos patente y cuyo sentido profesional como ingenieros los hemos hecho vivencial, han resultado ser una experiencia nueva, original y valiosa para los alumnos, a la cual se referirán en las expresiones personales que analizaremos más adelante. En la literatura de innovación en la universidad, hemos observado resultados relativos a problemas didácticos muy específicos: innovación docente y uso de las TIC (Marcelo, 2002), condiciones de éxito en el trabajo de grupo en la formación de ingenieros (Pérez et al., 2013), dificultades de los alumnos para desarrollar competencias genéricas (Serrano et al., 2014), etc. Sin embargo, hemos visto pocas referencias de trabajo con problemas reales en ingeniería, aunque sí hay alguna experiencia de trabajo por proyectos para una situación real en el proyecto de máster de Soares, Sepúlveda, Monteiro, Lima y Dinis-Carvalho (2013), pero no en grado, como es el caso que presentamos, y este es un resultado que nos parece interesante, precisamente referido a los primeros cursos de universidad.

-La opinión personal de los alumnos sobre la AAD: Datos cualitativos

Este apartado analiza los comentarios personales de los alumnos a la pregunta abierta que presentamos al final de la encuesta. El análisis de contenido cualitativo (Stake, 1998), realizado de forma inductiva (Hamilton y Corbett-Whittier, 2012), nos llevó a agrupar las opiniones individuales en tres categorías, que ejemplificamos con algunos textos de los propios estudiantes.

1) La primera categoría reúne comentarios sobre la visita al laboratorio, en ellos podemos observar el alto interés suscitado

por esta AAD, las relaciones que establecen entre teoría práctica, entre la práctica y el aprendizaje de contenidos teóricos, y la utilidad profesional que han podido percibir. Además, muchos de los estudiantes estarían dispuestos a realizar este tipo de visitas más a menudo, es decir, sugieren que deben formar parte del programa de estudios y no solo ser programadas como una actividad adicional, ya que facilitan el conocimiento de materiales del futuro, la comprensión de la materia y la formación como profesional. Pero, además, expresan su entusiasmo y en definitiva su motivación potenciada por la visualización de conceptos, que era un objetivo fundamental del proyecto (solo ofrecemos algún ejemplo de los 23 textos disponibles, por razón de espacio):

Hemos podido ver en directo todo aquello que hemos realizado en clase de teoría. La visita estuvo bastante bien, pudimos conocer más acerca de algunos materiales que muy posiblemente serán de los más usados en unos años... (Encuestado 3).

La visita fue una actividad entretenida e instructiva... Vimos en directo conceptos teóricos dados en clase, lo que sirve para comprender mejor dichos conceptos y de paso volver a repasar lo dado. También vimos diversas curiosidades sobre determinados materiales, lo cual siempre llama la atención (Encuestado 9).

Me ha parecido interesante poder ver las máquinas que hay en la Cartuja y las pruebas que se pueden hacer con ellas, ya que aquí —en la Politécnica— no las poseemos, y los ejercicios me han parecido bien pero como los he hecho al final pues para estudiar no me han servido (Encuestado 12).

2) La segunda categoría de expresiones la constituyen aquellos comentarios referidos a la actividad individual *on-line*. Muchas de las opiniones versan sobre las calificaciones obtenidas automáticamente por la aplicación WebCT, y su insatisfacción y clarificación de los problemas encontrados. Sobre este tema, los profesores de la asignatura notaron que muchos de los resultados fallidos se debieron a que la aplicación informática solo detectaba como separador decimal el punto y no la coma (que fue usada por muchos alumnos). La segunda causa más común de fallos fue que la aplicación solo consideraba una solución como buena, la solución exacta, sin considerar las pequeñas variaciones que pudiesen darse por redondeos. A efectos de calificación, la corrección de estos errores fue subsanada manualmente por los profesores.

La visita... interesante. Pero los tres ejercicios propuestos en WebCT no creo que tengan que ver mucho con la visita, además la corrección no es adecuada porque por los decimales de las respuestas no me han puntuado correctamente (Encuestado 5).

Sobre los ejercicios propuestos a través de WebCT creo que se alejan de la visita, tienen un nivel de dificultad muy elevado y en la corrección no estoy de acuerdo con algunos de los resultados (Encuestado 10).

Aunque no todos coinciden en la consideración de estos problemas. De hecho, son menos las opiniones que hemos encontrado en ese sentido. Otras valoran positivamente estos mismos ejercicios:

Respecto a los ejercicios de la web, sirven para poner en práctica fórmulas y teoremas estudiados, además de procedimientos. Son ejercicios

asequibles, pero muy útiles para tratar conceptos que deben de estar dominados para problemas de mayor dificultad. En el ejercicio 2, puede confundir un poco lo de calcular la carga para que falle el primer material, pues puede dar a pensar que se trata del material señalado con 1, aunque en realidad se trata del primer material que falla, que es el 4 (Encuestado 9).

3) La tercera categoría se refiere a aspectos organizativos de la AAD, e ilustran sobre el tiempo dedicado y su efectividad, los grupos, o las dificultades de manejarse con las TIC; pero también sugieren la necesidad de organizar este tipo de actividades con un efecto de *feedback* para los profesores implicados, lo cual genera energía y entusiasmo para ellos también:

En general me parece una actividad muy importante y productiva, ya que con muy poco tiempo se aprende muchísimo (Encuestado 23).

Los grupos no fueron muy numerosos, algo apropiado para este tipo de actividades... Fue una actividad entretenida, donde familiarizarse con los distintos aparatos y materiales, aprender diversos conceptos y ver en vivo conceptos teóricos (Encuestado 9). Respecto a los ejercicios propuestos, no he encontrado ninguno. Supongo que no estarán colgados todavía o que tendré que enterarme mejor de donde están... Es un primer acercamiento a la vida laboral, a un nivel práctico, que no se puede obtener mediante la enseñanza en el aula. Hemos reforzado conocimientos y aprendido otros muchos, además de convivir durante unas horas con el trato, trabajo y

mantenimiento que suponen unos laboratorios de ensayos de dichas características... Tanto por el nivel educativo como el instructivo, animo a los profesores de esta asignatura a repetir la experiencia en años sucesivos, e incluso ampliarla a varias visitas. Yo me llevo un muy buen recuerdo, además... (Encuestado 7).

Las opiniones personales de los alumnos refuerzan la concepción del valor del aprendizaje situado: escenario real de trabajo, participación en la actividad, interacción con profesores y compañeros, y como objetivo el aprendizaje de competencias.

La evaluación global del proyecto: La innovación como formación

Los profesores participantes han reflexionado sobre los datos obtenidos por la observación participante y la corrección de los trabajos individuales y de grupo, así como los datos referidos a los resultados y opiniones de los alumnos. Su evaluación se refiere:

- 1) **Al cumplimiento de los objetivos**, ya que los resultados del proyecto se integran con las competencias que evalúa el programa de la asignatura: relación de conceptos con la realidad; estudio de nuevos materiales y uso de los principios de la resistencia de materiales; desarrollo de las capacidades de resolución de problemas, organización y planificación de tareas de aprendizaje, trabajo en equipo, potenciación de la motivación profesional y desarrollo de la ética profesional, la cual hemos podido ver en la responsabilidad con la que han manejado máquinas, aparatos y uso de materiales, la responsabilidad también en el compromiso con el trabajo en

equipo y el éxito del grupo, la sinceridad con la que los alumnos han reconocido su interés, su aprendizaje y sus dificultades.

2) Al valor de las actividades propuestas.

Han sido coherentes con los objetivos: metodología activa de solución de problemas, lo cual origina la activación de las competencias cognitivas; y trabajo en equipo para promover las competencias sociales y éticas.

3) Se evalúa el trabajo realizado por los alumnos en sus tres dimensiones:

colectiva (presencia y participación activa), de equipo (resolución de problemas), e individual (respuesta a preguntas en la web). Los resultados han mostrado la relación entre la participación en la AAD y el rendimiento en la asignatura.

4) Se evalúa la implementación del Proyecto de Innovación desde el punto de vista interno de la percepción de profesores y de alumnos. Ambos obtienen la satisfacción del entusiasmo generado por la participación en la AAD. Ambos reconocen que ha sido una oportunidad de aprendizaje.

CONCLUSIONES: FACTORES QUE INFLUYEN EN EL ÉXITO DE LA EXPERIENCIA

La valoración de este Proyecto de Innovación muestra coherencia entre las percepciones de los profesores, los expertos y los estudiantes. ¿Qué hemos aprendido sobre la innovación docente? Agrupamos las conclusiones en factores influyentes en el éxito de la experiencia, cuyo conocimiento es posible transferir a otros contextos:

- 1) El planteamiento de la propia actividad resultó muy atractivo para los alumnos. De hecho, solicitaron la participación en la actividad, que añadíamos a las tareas

obligatorias del curso, casi el 60% de los matriculados. Además, participaron otros alumnos de la carrera que no estaban matriculados en la asignatura.

- 2) Los alumnos que realizaron la AAD presentan un alto porcentaje de éxito en el objetivo de aprobar la asignatura. Al relacionar la participación en la AAD y las calificaciones de los alumnos, encontramos que el 90% de los aprobados de la asignatura habían completado las tareas.
- 3) En cuanto al valor de la propia AAD, es relevante la influencia que ha tenido en las relaciones entre el profesor y los alumnos, y entre ellos mismos, y esto es un factor de éxito fundamental de la experiencia que ha influido en la satisfacción de los alumnos tanto como en la de los profesores, los cuales no son solo analíticos racionales sino que viven emocionalmente los logros y los fracasos (De la Torre y Tejada, 2006). La cercanía en la relación profesor-alumnos, que se establece al realizar la actividad, ha potenciado la confianza, propiciando una mayor participación en las clases teóricas de explicación, o de pizarra.
- 4) El análisis de la encuesta de opinión de los alumnos sobre la AAD muestra un alto grado de satisfacción con la innovación desarrollada.
- 5) Con relación al desarrollo del proyecto, la planificación conjunta de los dos profesores implicados en la innovación, así como la evaluación y el análisis de los resultados y comentarios de los estudiantes, han sido ocasiones propicias para el aprendizaje de la enseñanza. Contar con la colaboración de una profesora experta en innovación didáctica, de la Facultad de Ciencias de la Educación, ha sido interesante

- para la formalización del conocimiento profesional, según la experiencia de investigación en Formación del Profesorado (Fletcher y Mullen, 2012).
- 6) Es una innovación que muestra la posibilidad de un uso eficiente de los diversos recursos de la institución universitaria, siempre que se planifique de forma coordinada con otros servicios de la misma. Ello es condición indispensable para la viabilidad del proyecto.
- 7) Asimismo, queremos resaltar la importancia del marco institucional. No solo contamos con el apoyo de la universidad, sino que ha sido impulsado por ella a través de la convocatoria de proyectos de innovación docente, vistos como una medida de mejora de la calidad de la docencia por la relación entre la innovación y la formación del profesorado que se implica y se responsabiliza.
- 8) Finalmente, queremos señalar el valor añadido de esta actividad, por su posibilidad de transferencia. Si bien es actividad propia de una materia, es fácilmente extrapolable a otras asignaturas de varias titulaciones de grado, por ejemplo, en Ingeniería Mecánica, en Ingeniería Aeroespacial, en Tecnologías Industriales, en Ingeniería Química y en Ingeniería Civil.
- www.unizar.es/ice/images/stories/materiales/curso13_2011/AC_PBL.pdf
- Bozu, Z. (2010). El profesorado universitario novel: Estudio teórico de su proceso de inducción o inserción profesional. *Revista Electrónica de Investigación y Docencia (REID)* 3, 55-72. Recuperado de <http://www.ujaen.es/revista/reid/revista/n3/REID3art3.pdf>
- Caballero Míguez, G. & Garza Gil, M.D. (2012). Innovando la docencia superior en Economía: trabajo cooperativo y elaboración participativa de contenidos. *Revista de Docencia Universitaria*, 10(2), 319-327. Recuperado de http://www.erevistas.csic.es/ficha_articulo.php?url=oai:redu.redaberta.usc.es:article/355&oai_iden=oai_revista45
- De Miguel, M. (2003). Evaluación y mejora de la actividad docente del profesorado universitario. *Educación médica*, 6(3), 20-30. <http://dx.doi.org/10.4321/S1575-18132003000300012>
- De la Torre, S. & Tejada, J. (2006) La dimensión emocional en la formación universitaria del profesorado. *Profesorado. Revista de Currículum y Formación del Profesorado*, 10(2), 13-34.
- Denzin, N.K. & Lincoln, Y.S. (1998). *Collecting and Interpreting qualitative Materials*. Thousand Oaks: Sage Publications.
- Estebanz, A. (2003). La planificación en la Universidad. Niveles de planificación. En C. Mayor Ruiz (Coord.) *Enseñanza y aprendizaje en la Educación Superior* (pp. 83-111). Barcelona: Octaedro-EUB.
- Estebanz, A., Mingorance, P. & Marcelo, C. (1999) Teachers' Work Groups as Professional Development: what do teachers learn the? *Teachers and Teaching: Theory and Practice*, 5(2), 153-170.

Agradecimiento

Los autores desean agradecer las aportaciones y consejos de la Dra. Araceli Estebanz García.

REFERENCIAS

- Bará, J., Domingo, J. & Varela, M. (2011). Técnicas de Aprendizaje Cooperativo y Aprendizaje Basado en Proyectos. Taller de Formación, 17 y 18 enero, Zaragoza Recuperado de <http://>

- Feiman-Nemser, Sh. (2008). Teacher learning: How do teachers learning to teach? En M. Cochran-Smith, Sh. Feiman-Nemser, D. J. McIntyre, & K. E. Demers (Eds.) *Handbook of Research on Teacher Education. Enduring Questions in Changing Contexts* (3.^a ed.) (pp. 697-705). Nueva York: Routledge.
- Feisel, L.D. & Rosa, A. J. (2005) The Role of the Laboratory in Undergraduate Engineering Education. *Journal of Engineering Education*, 94(1), 121-130. <http://dx.doi: 10.1002/j.2168-9830.2005.tb00833.x>
- Fletcher, S. & Mullen, C.A. (Eds.) (2012) *Handbook of Mentoring and Coaching in Education*. Thousand Oaks: SAGE Publications.
- Fry, H., Ketteridge, S., & Marshall, S. (2009) *A Handbook for Teaching and Learning in Higher Education: Enhancing Academic Practice*. (3.^a ed.). Londres: Taylor & Francis.
- Hamilton, L. & Corbett-Whittier, C. (2012) *Using case study in education research*. Edimburgo: BERA/SAGE Publications.
- Huber, G. L. (2000) Cambio en la presentación de conocimientos. Hacia la solución de problemas. En A. Estebaranz. (Coord.) *Construyendo el cambio: Perspectivas y propuestas de innovación educativa* (pp. 227-250). Sevilla: Secretariado de Publicaciones de la Universidad.
- Justo, J., Távara, L., Marín, J.C. & París, F. (2013) Influencia en los estudiantes de ingeniería de un modelo integrador de procesos en las clases prácticas. *Revista de Docencia Universitaria (REDU)*, 11, especial ingeniería, 65-84.
- Knight P. (2006) *El profesorado de Educación Superior. Formación para la excelencia*. Madrid: Narcea.
- Lave, J. & Wenger, E. (1991) *Situated learning: Legitimate peripheral participation*. Cambridge: University Press.
- Marcelo, C. (Coord.) [2002] (2000) *e-Learning-Teleformación*. Barcelona: GESTIÓN.
- Marcelo, C., Parrilla, A., Mingorance, P., Estebaranz, A., Sánchez, M.^a V. & Llinares, S. (1991) *El estudio de caso en la formación del profesorado y la investigación didáctica*. Sevilla: Secretariado de Publicaciones de la Universidad.
- Marín Díaz, V., Reche Urbano, E. & Maldonado Bera, G. A. (2013) Ventajas e inconvenientes de la formación online. *Revista Digital de Investigación en Docencia Universitaria (RIDU)*, 7(1), 33-43. Recuperado de <http://revistas.upc.edu.pe/index.php/docencia/article/view/185/141>
- Martínez Lirola, M. (2009) Análisis de las competencias desarrolladas en el aprendizaje autónomo y en el presencial: construyendo la autonomía del alumnado universitario. *Revista de Enseñanza Universitaria*, 34, 4-14. Recuperado de http://institucional.us.es/revistas/universitaria/34/art_1.pdf
- Mauri, T., Coll, C. & Onrubia, J. (2009) La evaluación de la calidad de los procesos de innovación docente universitaria. Una perspectiva constructivista. *Revista Docencia Universitaria (REDU)*, 1(1), 1-11. Recuperado de <http://revistas.um.es/redu/article/view/3341>
- Mayor Ruiz, C. (2003) Dinámicas formativas para la docencia universitaria. En C. Mayor Ruiz (Coord.) *Enseñanza y aprendizaje en la Educación Superior* (pp. 181-207). Barcelona: Octaedro-EUB.
- Palazón-Pérez, A., Gómez-Gallego, M., Gómez-Gallego, J.C., Pérez-Cárceles, M. C. & Gómez García, J. (2011) Relación entre la aplicación de metodologías docentes activas y el aprendizaje del estudiante universitario. *Bordón*, 63(2), 24-40.
- Pérez Juste, R. (1995) Evaluación de programas educativos. En A. Medina & L.M. Villar

- (Coords.). *Evaluación de Programas educativos, Centros y Profesores*, (pp. 73-131). Madrid: Universitas.
- Pérez, J.E., García, J. & Sierra, A. (2013) Desarrollo y evaluación de competencias genéricas en los títulos de grado. *Revista de Docencia Universitaria (REDU)*, 11, 175-196 (número especial ingeniería).
- Reboloso Fuentes, M.M., Ramírez Alvarez, M., Gil Montoya, C. & Gil Montoya, M.D. (2008) *Experiencias de aprendizaje cooperativo en Ingeniería*. Recuperado de [http://www.uem.es/myfiles/pageposts/jiu/jiu2008/archivos/OTRAS/MARIA%20DEL%20MAR%20REBOLLOSO%20y%20col%20\(almeria\).pdf](http://www.uem.es/myfiles/pageposts/jiu/jiu2008/archivos/OTRAS/MARIA%20DEL%20MAR%20REBOLLOSO%20y%20col%20(almeria).pdf)
- Serrano, A., Pérez, E., Biel, P., Fernández, A., & Hernández, M. (2014) Aplicación de un Sistema de E-rúbricas para la Evaluación de los Trabajos de Módulo en el Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto. *Revista de Docencia Universitaria (REDU)*, 12(1), 111-134.
- Soares, F. O., Sepúlveda, M., Monteiro, S., Lima, R. M. & Dinis-Carvalho, J. (2013) An integrated project of entrepreneurship and innovation in engineering education. *Mechatronics*, 23(8), 987-996. Recuperado de <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0957415812001092>
- Stake, R. (1998) *Investigación con estudio de casos*. Madrid: Morata.
- Vázquez, S. M. (2009) Rendimiento académico y patrones de aprendizaje en estudiantes de ingeniería. *Ingeniería y Universidad*, 13(1), 105-136.
- Villa, A., Escotet, M. & Goñi, J. (2007) *Modelo de innovación en la educación superior*. Bilbao: Mensajero.
- Zabalza, M. A. (1987) *Diseño y desarrollo curricular*. Madrid: Narcea.
- Zabalza, M.A. (2002) *La enseñanza universitaria. El escenario y sus protagonistas*. Madrid: Narcea.

© Los autores. Este artículo es publicado por la Revista Digital de Investigación en Docencia Universitaria del Área de Investigación de la Dirección de Calidad Educativa, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Este es un artículo de acceso abierto, distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons Atribución-CompartirIgual 4.0 Internacional. (<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>), que permite el uso no comercial, distribución y reproducción en cualquier medio, siempre que la obra original sea debidamente citada.