



Memoria del proyecto Experiencias docentes para el fomento de la capacidad de proporcionar soluciones abiertas y creativas a problemas de Ingeniería

Creada por FELIPE JIMENEZ ALONSO

1. Consecución de objetivos

1.1 De todos los OBJETIVOS PREVISTOS en la solicitud de su Proyecto, describa cómo ha sido la consecución de cada uno de ellos:

Los objetivos planteados en el proyecto se han cumplido, ya que se han establecido metodologías docentes para fomentar soluciones abiertas a problemas de ingeniería concretos en las asignaturas Vehículos Extraviarios y Maquinaria de Construcción (asignatura optativa de quinto curso de la especialidad de Mecánica-Construcción de la titulación de Ingeniero Industrial) y Tecnologías de vehículos industriales y especiales del Master en Ingeniería Mecánica. Se ha desarrollado el material necesario para la propuesta de actividades en aula que favoreciesen adquirir dicha competencia. Además, se han implantado con los grupos de alumnos de los 2 cursos académicos. Los logros conseguidos en los alumnos han sido dispares, pero ha sido posible tener una visión clara de las principales deficiencias que deben ser subsanadas en la formación de los ingenieros en los aspectos tratados en el proyecto.

2. Fases y actuaciones

2.1. De las FASES Y ACTUACIONES PREVISTAS, describa cómo ha sido su desarrollo y temporalización en los dos cursos académicos que ha durado el PIE, distinguiendo aquellas que se hicieron en el curso 2012-13 y aquellas que se hicieron en 2013-14:

El planteamiento inicial del proyecto estaba previsto para realizarse íntegramente en el curso 2012-13. Por ello, durante dicho curso, se desarrollaron los materiales necesarios y se aplicaron las metodologías docentes en los grupos de alumnos, en la asignatura de Vehículos Extraviarios y Maquinaria de Construcción en el primer cuatrimestre y en la asignatura Tecnologías de vehículos industriales y especiales durante el segundo.

Las fases se han desarrollado según lo planteado en la memoria de solicitud del proyecto. En concreto, las fases 1 y 2 se han llevado a cabo al comienzo del curso, las 3 y 4 durante los 2 cuatrimestres, y la fase de análisis de resultados, al final del curso, aunque se hizo algún análisis preliminar durante los 2 cuatrimestres. La fase 6 de difusión implicó la asistencia a dos congresos que se indican más adelante.

Las experiencias planteadas han sido las siguientes:

- Planteamiento de una situación en la que existen errores que deben ser detectados y corregidos
- Desarrollo de un guión de prácticas de laboratorio para cubrir unos objetivos preestablecidos
- Planteamiento de soluciones originales y creativas a ciertos problemas propuestos a partir de las carencias de las soluciones ya existentes

Se extrajeron conclusiones sobre los resultados de los alumnos. A partir de dichos resultados, se realizaron ajustes en las actividades propuestas a los alumnos durante el curso 2013-14, Tras dichos cambios metodológicos, se alcanzaron mejores resultados en los alumnos.

4. Evaluación del proyecto

4.1. Describa la METODOLOGÍA de evaluación aplicada, con detalle de los instrumentos, técnicas y recursos utilizados para la evaluación del proyecto:

Para la evaluación de los trabajos de los alumnos se han realizado y aplicado rúbricas específicas. Estas rúbricas estaban ya desarrolladas y validadas con anterioridad de cursos precedentes, aunque en algunos casos donde la experiencia implantada era novedosa, ha sido necesario el planteamiento de otras nuevas. Estas rúbricas estaban inspiradas en modelos previos disponibles en la ETSI Industriales y la UPM. Además, se ha realizado un análisis cuantitativo y cualitativo de los trabajos de los alumnos, principalmente orientado a detectar las carencias principales, bien de los alumnos, bien del método empleado.

4.2. Describa las FASES de definición de criterios, recogida de información, procesamiento y análisis de la información:

La definición de criterios se realizó junto al planteamiento de las experiencias. La evaluación de cada una de las experiencias se ha realizado durante el propio curso, si bien, al final del mismo se ha realizado una síntesis de conclusiones.

Además, puesto que se ha planteado una secuencia de tutorías de seguimiento con los alumnos, se ha podido valorar de forma cualitativa el progreso de los alumnos en cada una de las actividades. Además, se ha realizado en alguna de las experiencias un proceso de entrega de resultados en versión provisional y versión definitiva corregida en base a los comentarios de los profesores.

Con este tratamiento de la información se ha pretendido un doble objetivo:

- Análisis del impacto sobre los alumnos y su aprendizaje del empleo de la introducción de estas metodologías
- Análisis de la conveniencia del diseño empleado en las experiencias aplicadas, con el fin de introducir cambios en cursos sucesivos si así se requería (en la práctica, fueron necesarios algunos cambios entre la experiencia aplicada en primer curso y el segundo).

4.3. Especifique los RESULTADOS O EVIDENCIAS obtenidas del proceso de evaluación del PIE:

A continuación se describen los resultados obtenidos en cada una de las experiencias, tanto desde el punto de vista del rendimiento de los alumnos como de funcionamiento de las experiencias.

- Planteamiento de una situación en la que existen errores que deben ser detectados y corregidos

Los alumnos suelen identificar casi todas las deficiencias de la disposición original, pero no se proporcionan, en muchos casos soluciones completamente adecuadas. Resulta interesante que, sobre la disposición inicial de grúa sobre carriles, el 59 % de los grupos a lo largo de los diferentes cursos, optó por su sustitución por dos grúas en los extremos, modificación que cambia el concepto de obra en varios aspectos, pero que no es estrictamente necesaria. De este hecho se deduce que, al pedir los alumnos una solución abierta buscan obligatoriamente soluciones claramente diferenciadoras que, en ocasiones no son capaces de justificar, aunque una más convencional también fuese posible. La experiencia ya había sido planteada de forma más informal en cursos precedentes por lo que estaba bastante ajustada y necesitó pocas modificaciones.

- Desarrollo de un guión de prácticas de laboratorio para cubrir unos objetivos preestablecidos

Los resultados obtenidos no fueron buenos, a pesar de que los alumnos disponen de guiones de prácticas anteriores de otras asignaturas que les podrían servir de patrón a seguir. Las principales carencias residen en que los alumnos no suelen incluir aspectos como las condiciones de ensayo o la forma de recogida y tratamiento de datos.

Cabe indicarse que, una vez entregados los trabajos y analizadas las carencias por el profesor en el aula, los alumnos tuvieron que completar un cuestionario de autoevaluación en el que debían calificar entre 0 (no se ha incluido) y 2 (está completamente incluido) si se habían tratado ciertos aspectos en sus guiones. La percepción de los alumnos es más optimista que la del profesor, y les resulta complejo detectar las carencias de sus propios trabajos cuando la solución que tienen que evaluar no es única. Tal es el caso de la descripción de las condiciones o la justificación de configuraciones. Sin embargo, sí se autoevalúan correctamente en cuanto a criterios más concretos y objetivos como el tener hojas de toma de datos o secuencias de pasos a seguir en la práctica o en el tratamiento de los datos.

Esta experiencia fue la que resultó peor y fue necesario introducir cambios en el segundo curso con el fin de concretar más las orientaciones aportadas a los alumnos.

- Planteamiento de soluciones originales y creativas a ciertos problemas propuestos a partir de las carencias de las soluciones ya existentes

Los resultados han sido satisfactorios, con propuestas originales y críticas profundas de soluciones ya existentes. Como aspecto negativo, se han encontrado carencias en el análisis de todas las soluciones planteadas hasta el momento aunque, para el nivel exigido, la búsqueda de alternativas ya existentes ha sido adecuada. Se ha detectado que este tipo de experiencia tiene un alto potencial, ya que combina una fase grupal de búsqueda de bibliografía, aportaciones individuales de soluciones y discusión grupal de las soluciones aportadas para desarrollar una única por grupo. Con ello, se favorecen competencias de creatividad, trabajo en grupo, análisis y síntesis, muy demandadas. Se

han detectado 2 aspectos débiles en la puesta en práctica:

- Aunque el profesor asesora al comienzo de la actividad, orientando a los alumnos sobre la problemática y las fuentes de información, y durante la discusión grupal de las soluciones, aportando un enfoque crítico para que los alumnos profundicen en sus soluciones, se estima necesario un mayor seguimiento. Sin embargo, también se tiene en cuenta que este mayor seguimiento puede desembocar a coartar la creatividad de los alumnos, lo que complica la forma de dar ese apoyo.

- El análisis grupal de antecedentes condicionaba las soluciones individuales que después se aportaban ya que existía una cierta influencia de aquello que había comentado el grupo. Este hecho hace que se limitase algo el campo en el que se aportasen soluciones creativas. Es decir, el primer momento de reflexión debería ser individual, para después cotejar las ideas con las de los compañeros y dar forma la idea final. En este sentido, se plantea para cursos sucesivos emplear otras técnicas para fomentar la creatividad como abstracción, mapeado de recursos, Brainwriting, juegos de roles, fraccionamiento, sustitución, eliminación, analogías.

Durante el segundo curso, se redefinieron los tiempos de ejecución de cada una de las tareas dentro de esta actividad, comprobada la carga de trabajo real que supuso para el alumno.

5. Resultados e impacto del proyecto

5.1. Indique los PRODUCTOS CONCRETOS Y TANGIBLES (aplicaciones, material didáctico, informes, guías, etc.) que se previeron en la solicitud del Proyecto. Describa y valore cómo se han logrado cada uno de ellos :

En el proyecto se han desarrollado materiales docentes para la aplicación de las metodologías propuestas. Además, con el análisis de los datos, se han generado diferentes comunicaciones en congresos que sintetizan los resultados obtenidos.

5.2. Describa el IMPACTO del proyecto en la mejora de los RESULTADOS DE APRENDIZAJE DE LOS ESTUDIANTES:

El proyecto, en primer lugar, ha puesto de manifiesto la dificultad de los alumnos para resolver problemas de solución abierta. También se ha comprobado que esta dificultad no es igual ante problemas de diferente índole, teniendo mayor capacidad de asimilación de este tipo de problemas en algunos casos frente a otros. En concreto, la propuesta de planes de desarrollo práctico de sesiones en laboratorio para tratar de analizar un fenómeno ha sido el punto en el que mayores flaquezas se han encontrado a pesar de que los alumnos están familiarizados con el manejo de guiones de prácticas de otras asignaturas. Este hecho ha obligado a redefinir la formación previa a esta actividad durante la segunda anualidad. Otros trabajos de solución abierta propuestos han tenido mejores resultados, principalmente si estaban fundamentados en la teoría ya vista, aunque sí se ha observado que, con unas indicaciones previas concretas, los alumnos sí son capaces de pasar de un trabajo de documentación convencional a un trabajo de análisis más crítico de la información y proponer alternativas a lo que encuentran en las fuentes que analizan.

Una explicación más pormenorizada de los resultados de los alumnos se ha incluido en el apartado 4.3, junto a la evaluación del proyecto, ya que muchos aspectos son comunes y están íntimamente relacionados. La identificación de los puntos débiles en los resultados de los alumnos ha permitido la redefinición de los materiales a emplear.

5.3. Describa el IMPACTO del proyecto relativo a transferencia de productos o servicios, metodologías en su Centro, en otros centros de la UPM, o en entidades externas:

Los materiales desarrollados en las experiencias desarrolladas en el proyecto son bastante específicos de las materias en las que se han aplicado. Sin embargo, son fácilmente extrapolables las ideas a otras materias, lo que se pretende acometer durante el presente curso 2014-15 al pasar a impartirse nuevas materias en la reorganización de los estudios en la ETSI Industriales. En concreto, una de las experiencias es perfectamente válida para casi cualquier materia que contenga contenido práctico de laboratorio, mientras que el tratamiento de problemas de documentación sobre un tema puede ser abordado de la forma propuesta en el proyecto en vez de la forma convencional.

5.4. Describa las acciones de DIFUSIÓN DEL PROYECTO (publicaciones, ponencias, organización de encuentros....) especificando su alcance (en su centro, en la UPM, de ámbito nacional o internacional):

Con los resultados obtenidos durante la experiencia, se han presentado diferentes comunicaciones a congresos.

Jiménez, F. (2013) "Improvements in students tasks results using teacher or other students feedback" EDULEARN '13. International conference on education and new learning technologies. Barcelona, 1 – 3 julio 2013. ISBN: 978-84-616-3823-9 (resúmenes) / 978-84-616-3822-2 (actas)

Jiménez, F. (2013) "Open-solution problem solving experiences in engineering" EDULEARN '13. International conference on education and new learning technologies. Barcelona, 1 – 3 julio 2013. ISBN: 978-84-616-3823-9 (resúmenes) / 978-84-616-3822-2 (actas)

Jiménez, F. (2013) "Experiencias de resolución de problemas de solución abierta en ingeniería" XXI Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas. Valencia, 10-12 de Julio de 2013. ISBN: 978-84-608-1217-3

Jiménez, F. (2013) "Sistemas de revisión por pares para la mejora de los trabajos de los estudiantes" XXI Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas. Valencia, 10-12 de Julio de 2013. ISBN: 978-84-608-1217-3

La financiación para la asistencia a estos congresos se ha realizado al margen de la subvención concedida.

5.5. Describa las acciones de COOPERACIÓN INTERINSTITUCIONAL desarrolladas en el ámbito del proyecto, ya sean de ámbito nacional o internacional (participación en proyectos externos, concursos, foros...):

No se ha realizado ninguna cooperación interinstitucional en el proyecto, más allá de la difusión anteriormente citada en congresos.

6. Principales conclusiones

6.1. Indique las PRINCIPALES CONCLUSIONES que se han podido extraer del desarrollo y evolución del Proyecto:

Con estas experiencias se ha observado que, en general, los alumnos tienen dificultades para acometer problemas de solución abierta, pero, con algunas orientaciones de cómo abordarlos pueden adquirir esta competencia. Claramente se ha observado que los alumnos están acostumbrados a una forma muy concreta de trabajar y es complejo modificársela, sobre todo si no constituye parte de la evaluación. Esto se aprecia, por ejemplo, al redactar los guiones de prácticas, los cuales están muy acostumbrados a usar y aplicar en el laboratorio, pero no a redactar un plan de ensayos completo (sólo a seguir uno hecho por terceros). Sin embargo, una formación previa orientada a que los alumnos sean capaces de manipular de forma deliberada sus patrones mentales sí permite mejorar los resultados, como resulta evidente. Sin embargo, requiere más tiempo que el de una única materia al ser las carencias iniciales importantes y, por tanto, se aboga por la integración de varias materias para lograr el objetivo de desarrollar la competencia de pensamiento abierto para la resolución de problemas.

7. Dificultades encontradas

7.1. Describa, si no lo ha hecho en apartados anteriores, las DIFICULTADES MÁS RELEVANTES que ha encontrado en el desarrollo del Proyecto, así como la posible solución que se ha encontrado:

No se han encontrado dificultades especiales en el desarrollo del proyecto. Simplemente, como se ha indicado anteriormente, se ha observado la dificultad de los alumnos de trabajar con ciertos problemas de solución abierta lo que ha obligado a redefinir la metodología y materiales en cierta forma para la segunda anualidad.

8. Evaluación del servicio de Innovación Educativa

8.1 Valore la ATENCIÓN RECIBIDA por parte del servicio de innovación educativa:

La atención recibida ha sido muy correcta y han resuelto las dudas que he tenido con gran agilidad y eficiencia.

8.2. Valore los servicios disponibles en el PORTAL de Innovación educativa:

<http://innovacioneducativa.upm.es>:

Del portal de innovación educativa valoro especialmente la información que se puede obtener y que permite reorientar metodologías docentes que se están aplicando en el aula, así como estar informado de los nuevos enfoques metodológicos que se están proponiendo.

9. Otras observaciones

9.1. Comente otros aspectos relevantes y SUGERENCIAS DE MEJORA para la gestión y desarrollo de proyectos de innovación educativa:

La gestión de los proyectos la considero adecuada y no estimo necesario ningún cambio significativo.

