



Innovación docente y profesión. Competencias y metodologías activas en áreas técnicas

Teaching innovation and profession. Skills and active methodologies in technical studies

M^a Paz Sáez-Pérez ^{1*}

^{1*} Department of Architectural Constructions, E.T.S. Ingeniería de Edificación.
University of Granada, Spain, mpsaez@ugr.es

Recibido: 19/06/2018 | Aceptado: 22/10/2018 | Fecha de publicación: 31/12/2018
DOI:10.20868/abe.2018.3.3832

TITULARES

- Cooperación entre docentes y profesionales en los estudios de ingeniería (grado y master)
- Las metodologías activas base en el aprendizaje de competencias profesionales
- Mejora en los resultados de evaluación y nuevas experiencias para los equipos docentes

HIGHLIGHTS

- Cooperation between teachers and professionals in engineering studies (degree and master)
- Active methodologies are very important in learning professional skills.
- Improvement in evaluation and new experiences for teaching teams

RESUMEN

La problemática del sector de la construcción ha provocado durante los últimos años la pérdida de contacto y relación entre los ámbitos profesional y universitario, alejándose cada vez más los intereses del primero en busca de soluciones a su falta de actividad y solvencia económica, en detrimento del segundo, que requiere para ofrecer una formación de calidad, el contacto con la realidad y con experiencias en las que se encuentren implicados todos los agentes. Los objetivos propuestos se establecen en una doble vertiente, la orientada a la actividad docente y la orientada a la actividad formativa y profesional, para ello en el proyecto se diseña un procedimiento en el que se combina el desarrollo documental con la experiencia adquirida durante su realización con casos concretos, de forma directa y real, tratando de transmitir que más allá del éxito académico, las empresas y en general la actividad laboral se buscan profesionales con importantes conocimientos técnicos y capacidad competencial orientada a la obtención de resultados. La metodología ha consistido en el desarrollo de 3 fases, cada una de ellas con distintas actuaciones y procedimientos, ligados todos al desarrollo profesional del graduado en el contexto de la ingeniería y arquitectura, generando diversa documentación. La mejora de resultados obtenidos en la evaluación llevada a cabo tras la aplicación de la metodología descrita, durante los tres cursos anteriores, ha permitido concluir tras el análisis realizado que el conocimiento y la aplicación práctica de las competencias constituye una magnífica práctica y logro docente al poder dotar a nuestros alumnos de una formación en ámbitos documentales e instrumentales comunes a las materias en las que se aplica, con la finalidad de preparar futuros profesionales hábiles en el dominio de las cuestiones más específicas, eficientes y demandadas, abogando por las principales exigencias de nuestra Universidad: calidad y excelencia.

Palabras clave: *Innovación en competencias; actividad docente; profesional-actividad; Ingeniero de edificación.*

ABSTRACT

The issues related to the construction sector, in the last years has caused the loss of contact and relationship, between the professional and the academic sector, moving further away the interest of the former because they have to find solutions, for the loss of activity and economic solvency, harming the latter because to offer quality formation, is necessary to have contact with reality and have all sort of experiences where all parties are involved. The proposed objectives are established in a double aspect, the one oriented to the teaching activity and the one oriented to the training and professional activity. For this purpose in the project, a procedure is designed in which the academic development is combined with the skills and experience acquired during its realization, with concrete cases, in a direct and real form, trying to convey that beyond the academic success, the companies and in general the labour market are looking for professionals with important technical knowledge and competent capacity oriented to obtaining results. The methodology consisted in the development of different phases, each of them with different actions and procedures, all linked to professional development in the context of engineering and architecture, generating diverse documentation. The improvement of the results obtained in the evaluation carried out after the application of the methodology described, during the three previous courses has allowed to conclude after the analysis carried out that the knowledge and the practical application of the competences constitutes a magnificent practice and teaching achievement, in able to provide our students with theoretical and practical training in areas common to the subjects in which they are applied, in order to prepare future skilled professionals in the domain of the most specific, efficient and demanded activities, advocating for the main requirements of our University: quality and excellence.

Keywords: *innovation-skills; teaching-activity; professional-activity; building-engineer.*

1. INTRODUCCIÓN

La problemática del sector de la construcción en España ha provocado durante la última década la pérdida de contacto y relación entre los ámbitos profesional y universitario, alejándose cada vez más los intereses del primero en busca de soluciones a su falta de actividad y solvencia económica, en detrimento del segundo, que requiere para ofrecer una formación de calidad el contacto con la realidad y con experiencias en las que se encuentren implicados todos los agentes.

El origen de la investigación llevada a cabo como proyecto de innovación desarrollado en el ámbito de la docencia impartida por la autora en la titulación de Graduado en Edificación y Master en Rehabilitación Arquitectónica y Máster en Ciencia y Tecnología del Patrimonio (ámbito de la ingeniería y la arquitectura) resulta de la combinación de dos situaciones; la realizada en el aula durante la fase de enseñanza-aprendizaje y la acontecida en la realidad profesional de los futuros titulados.

Sobre la enseñanza desarrollada, y habiéndose propuesto desde el año 2010 con la implantación del EEES la resolución de problemas “Problem Based Learning (PBL)”, como parte integral de la metodología aplicada, tratando de conseguir una mejora de las capacidades en los estudiantes, se pudo comprobar que la apuesta inicial por la aplicación de estas y la adaptación de la docencia a los nuevos sistemas europeos permitieron la mejora de habilidades y la adquisición de competencias.

En su aplicación los casos se diseñaron para guiar a los estudiantes hacia el descubrimiento del conocimiento [1] usando la resolución de problemas como telón de fondo, incorporando en ellos la materia a impartir durante el curso al igual que [2, 3]. Los problemas estaban diseñados para ayudar a los estudiantes a aprender conceptos en un esquema andamiado (scaffolded). En el ámbito de la ingeniería, el objetivo principal no es

desarrollar la resolución de problemas per se, sino proporcionar la estructura de base y la motivación para que los estudiantes descubran y usen el conocimiento del curso. Al respecto, según exponen [4, 5] con la aplicación del aprendizaje basado en problemas (PBL) se obtiene la mejora de las actitudes de los estudiantes de sus programas.

En este caso durante los primeros años su aplicación también supuso una mejora destacada [6, 7, 8], sin embargo y coincidiendo con la revisión de [9], no se produjeron todas las avances previstos, fundamentalmente en la adquisición de habilidades y mejora del conocimiento, aunque si se pusieron de manifiesto coincidiendo con [5] y [9] el aprendizaje autodirigido y la utilización del material. La inquietud por seguir consiguiendo mejoras permitió conocer a través de las experiencias de diversos autores [10], [11], [12], [13], [14] y [15] como mejorar o enriquecer la resolución de problemas dentro del contexto de los estudios de ingeniería.

Complementariamente, se realizó el análisis del contexto profesional para poder tener conocimiento sobre las necesidades formativas. Coincidiendo con [16] la profesión de la mano de los empleadores está siendo consciente de la necesidad de su participación en el proceso. Sin embargo, todavía es necesario buscar la fórmula y los métodos de consulta, que realmente involucren a quienes tendrán que incorporarlos al mundo de la profesión. Para esta propuesta en concreto los resultados se obtienen a través de ese contacto, a través de los diferentes colegios profesionales, empresas y administraciones públicas que desarrollan actuaciones en el ámbito de los estudios previos, informes técnicos, certificados, técnicas instrumentales y técnicas documentales, ligadas a las intervenciones en obra nueva, restauración y rehabilitación tanto en edificación como en un contexto más específico en patrimonio. De manera reiterativa se ponen de

manifiesto la necesidad de profesionales con conocimientos de casos reales, desarrollo de diferentes habilidades y competencias, así como el reconocimiento de las atribuciones y actuaciones profesionales en relación con el tópico de las asignaturas que forman parte del proyecto.

Abundando en estas cuestiones, conviene subrayar que la habitual metodología consistente en clases magistrales y exposición de contenidos del profesor en el aula, y posterior desarrollo de aplicaciones prácticas por parte del alumnado nos parecía insuficiente, sobre todo cuando una de las principales demandas por parte del alumnado es la de enfrentarse a situaciones reales de trabajo, en aras de una mayor preparación para el desarrollo de su futura actividad profesional.

Complementariamente es inevitable tener en consideración otros elementos de diagnóstico como es el caso de la caída de la actividad constructiva que en ese momento había anulado la posibilidad de realizar prácticas, situación ampliamente conocida por las titulaciones en las que no hace tanto la implicación con la profesión era continua y muy ligada a la realidad sobre todo con los estudiantes de los últimos cursos. En ellas se contaba con la oportunidad de tomar contacto de forma directa a través de experiencias propias.

Tras estas reflexiones se evidencia la necesidad, por una parte, del conocimiento del estudiante, cuestión resuelta parcialmente con la impartición de contenidos teóricos y simulaciones prácticas en las distintas materias que se imparten en la titulación y másteres afines, y por otra parte las limitaciones que se establecen en su evolución y avance ante la falta de conocimientos prácticos previos y el reconocimiento de las actuaciones (que en muchos casos ni tan siquiera saben que existen).

Se hace necesario entonces reestablecer el contacto y poder proponer una solución para que el estudiante consiga una mejora en su

aprendizaje. Se abre así “una ventana a la profesión”.

2. MARCO TEÓRICO. CONTEXTUALIZACIÓN DE LOS PROBLEMAS EN EL ÁMBITO DE LA INGENIERÍA

Tras el análisis de los resultados obtenidos en las evaluaciones anuales para los primeros años de implantación del grado y master y siendo evidente la falta de preparación de los estudiantes para abordar casos reales completos, que los estudiantes pudieran encontrar después de su graduación, se desarrolla un proyecto de innovación en el que llevar a cabo la resolución de casos reales contando para ello con profesionales directamente implicados en los mismos.

La necesidad de abordar esa realidad requiere establecer las diferencias que estos tienen con los tipos de problemas utilizados en el proceso de enseñanza-aprendizaje universitaria en ingeniería, por ello se realiza una caracterización básica sobre los problemas/propuestas que se acogen en el ámbito docente y las que se realizan en la actuación profesional. La comparativa permite conocer sus diferencias y tratar de acercar posiciones.

En el ámbito profesional los problemas están mal estructurados, tienen objetivos complejos y pueden presentar múltiples vías de solución, lo que puede requerir conocimientos e información fuera del curso, o incluso fuera de la ingeniería tradicional, con el fin de poder ser resuelto [17].

En la práctica real, según [18] los casos en muchas ocasiones tienen “Objetivos vagamente definidos, múltiples soluciones, múltiples rutas de solución y restricciones no declaradas” y es frecuente la aparición de imprevistos. Además, los criterios para evaluar las soluciones pueden ser muy subjetivos, cambiar con el tiempo, o incluso ser desconocidos hasta el final del proceso.

Por último destacar que la actividad profesional no sigue una secuencia lineal en su dificultad, es decir no responde a un aumento de su complejidad en función del tiempo o la formación y el conocimiento del técnico que aborda dicha actividad-

Frente a esto, los problemas, casos o supuestos abordados en el contexto educativo se caracterizan por proponer planteamientos bien estructurados, utilizando enfoques muy concretos y típicamente diseñados para abordar el aprendizaje específico de objetivos establecidos. Como tal, deben restringir, limitar o resolver problemas para encajar dentro de su contexto particular. Suelen reconocer una única solución, en un contexto totalmente blindado frente a situaciones externas y se proponen en un esquema o estructura de aprendizaje gradual y lineal mucho más simple. Por último y también importante en ocasiones, no se cuenta con profesionales especializados en temas concretos, por lo que es frecuente no tener en consideración detalles importantes para su resolución.

En la misma línea se manifiestan [19] y [20] quienes reconocen que en su formación el ingeniero debe participar en la resolución de problemas o casos complejos y reales, debe ser capaz de " identificar, formular y resolver problemas ingeniería", además los estudiantes deben poder " definir y resolver problemas utilizando bases de conocimiento técnico y profesional " y ser entrenado en " resolver problemas técnicos reales" [20]. Por lo tanto, los planes de estudios de ingeniería " Debe centrarse en la formación de habilidades analíticas y en la resolución de problemas".

Es evidente por tanto que los PBL, aun siendo eficaces en el cumplimiento de algunos objetivos del proceso de aprendizaje, en el ámbito de la ingeniería adolecen de la realidad más elemental, por lo que surge la necesidad de encontrar fórmulas eficaces que vayan acercando la

realidad y solventando las diferencias comentadas.

3. NUEVA PROPUESTA. ¿LA SOLUCIÓN AL PROBLEMA? OBJETIVOS

El contacto con la realidad y el desarrollo de nuevas prácticas docentes se proponen en este proyecto como primera necesidad en el ámbito formativo en el contexto de las asignaturas impartidas, abordando su aplicación desde una perspectiva multidisciplinar, al llevarse a cabo sobre diversos contenidos abordables por distintas formaciones en las que se imparte la materia, intersectando diferentes dinámicas de trabajo, que se han desarrollado previamente en el ámbito investigador, realizando diversas publicaciones [6], [7], [8], [21], [22].

Complementariamente tras el análisis realizado y ante el conocimiento por parte del profesorado de las limitaciones que existen a la posibilidad de contar con oportunidades de experiencias profesionales reales y directas de forma individual, se ha pensado que la propuesta del proyecto de innovación constituye una magnífica práctica y logro docente al poder dotar a los estudiantes de una formación en ámbitos documentales y técnicos específicos de la materia, complementada con el desarrollo de competencias. El objetivo principal es por tanto preparar a futuros profesionales para ser hábiles en el dominio de las cuestiones más específicas, eficientes y demandadas, abogando por las principales exigencias de nuestra Universidad: calidad y excelencia.

Las experiencias publicadas en [23], [24], [25], [26] evidencian que este tipo de propuestas no están diseñadas para abordar exclusivamente objetivos de aprendizajes o para guiar a los estudiantes en el aprendizaje de los conceptos fundamentales sino que buscan conseguir otros objetivos mucho más amplios y totalmente necesarios en la construcción del futuro

graduado, por ello se resuelven en equipo y las soluciones propuestas trascienden a la vida real teniendo lugar en un contexto práctico y profesional.

Por ello y recurriendo a la literatura sobre metodologías activas [27], [28], [29], [30], [31] se adopta un sistema mixto que combina las sesiones tradicionales con el trabajo realizado fuera de clase.

En esquema la propuesta desarrollada se puede representar tal y como se muestra en la figura 1.

Los objetivos propuestos se establecen en una doble vertiente, la orientada a la actividad formativa y profesional y la orientada a la actividad docente.

Para ello en el proyecto se diseña un procedimiento en el que se combina el desarrollo

documental con la experiencia adquirida durante su realización con casos concretos, de forma directa y real, tratando de transmitir que más allá del éxito académico, las empresas y en general la actividad laboral buscan profesionales con importantes conocimientos técnicos y capacidad competencial orientada a la obtención de resultados. Conseguir la adquisición de competencias, etc., a través de una metodología aplicada en el aula basada en casos reales y contrastados con los proponentes profesionales.

En el contexto docente el principal objetivo se centra en conseguir la mejora de aprendizaje de los estudiantes en la resolución de problemas reales sin sacrificar el conocimiento de conceptos fundamentales, poniendo a prueba la metodología.

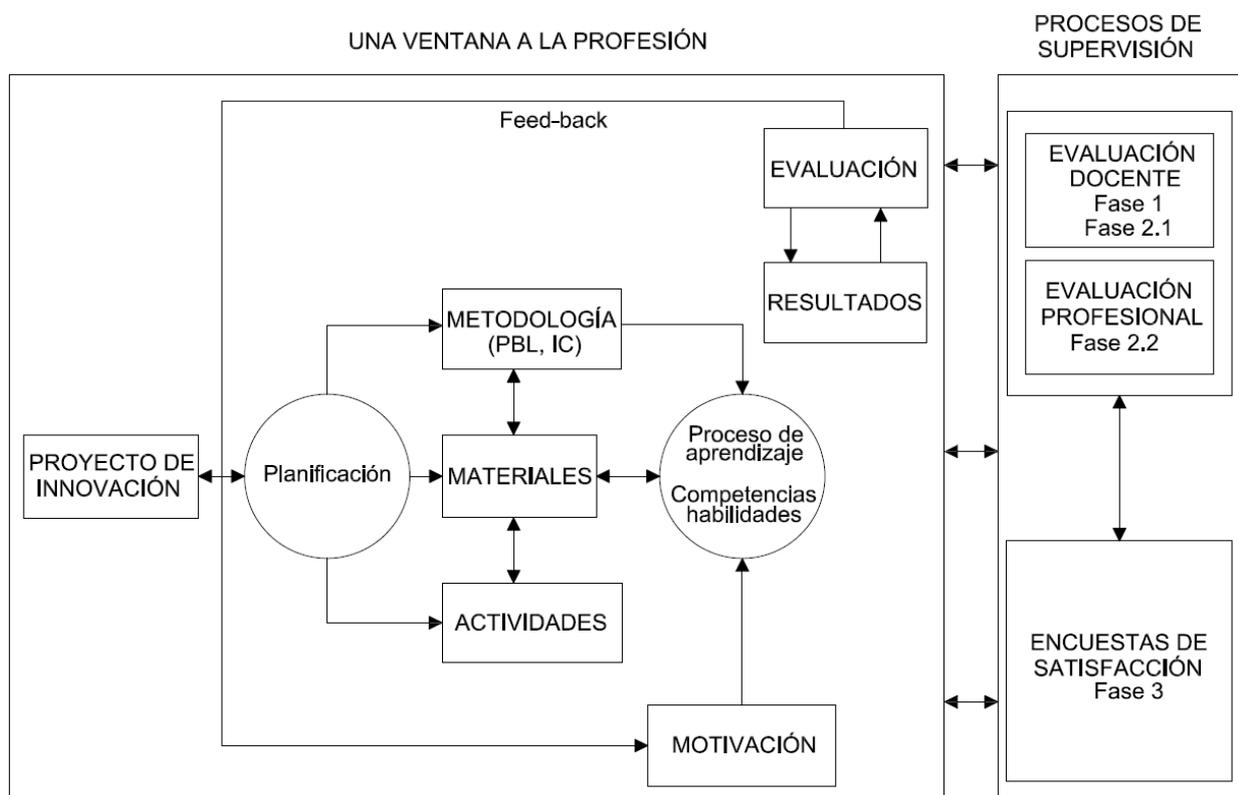


Fig.1. Organigrama de la propuesta desarrollada "UNA VENTANA A LA PROFESIÓN"

4. METODOLOGÍA

4.1 Participantes

En este proyecto participaron los estudiantes de las asignaturas en las que fue implementada la propuesta de innovación, siendo un total de 125 estudiantes de media anual en los últimos 4 años (Cursos 2013-14 a 2016-2017). Siendo para todos ellos aplicada la misma metodología, tal y como se expone a continuación.

El contenido de las distintas asignaturas no se modificó respecto a cursos anteriores, por tanto se mantuvo el mismo programa, contenidos teóricos, carga docente y todos aquellos requisitos que tenían establecidos los planes de estudio correspondientes.

Complementariamente a las sesiones teóricas en las que se impartieron los conceptos fundamentales, normativa específica de aplicación y cuestiones formales, se facilitó también la documentación necesaria (material básico) para poder tener conocimiento de las actuaciones profesionales más habituales, competencias, etc. [32], [33]. Su aporte fue considerado un valor añadido tal y como expone [34] que en este caso venía avalado por el desconocimiento que sobre estas cuestiones tenía el alumnado. En este caso se propusieron dentro de los objetivos de conocimiento necesarios, además de asumir que no iban a suponer ninguna pérdida o reducción en el rendimiento de los estudiantes en las actividades propuestas.

En base a la cronología prevista, las propuestas y desarrollo del proyecto se han concentrado en todos los casos en la segunda mitad de la docencia presencial de las asignaturas, con mayor o menor dedicación en función del número de créditos de las mismas. En relación con los agentes participantes, se tuvo contacto con empresas y profesionales antes de iniciar el periodo lectivo con objeto de facilitar su

adaptabilidad al horario presencial y garantizar su realización. Por su parte los estudiantes tuvieron conocimiento de la nueva propuesta metodológica desde principio de curso, teniendo que considerar el desarrollo presencial y continuado como requisito para formar parte de la propuesta de innovación.

4.2 Casos de estudio propuestos. Proceso de selección.

La propuesta de casos en este estudio se centró en experiencias reales llevadas a cabo en el ámbito profesional real por los agentes participantes que colaboran con el profesorado, los denominados colaboradores docentes = (empresas y técnicos). En todos los casos las propuestas formaban parte de su experiencia real y diaria.

Por otra parte uno de los requisitos para su elección fue que ya se hubieran finalizados, contando así con un conocimiento previo sobre su resolución, información de partida, etc. Evidentemente ese pack informativo no formaba parte de las fuentes de conocimiento, ni tampoco es aportada previamente a los estudiantes.

La selección de casos y propuestas se realiza tras el análisis de las competencias y habilidades que se pretenden en las distintas asignaturas. Por ello y como parte de la colaboración se realiza una puesta en común tratando de aunar los objetivos del contexto universitario y docente con los objetivos del contexto profesional. Se determinan por tanto distintos casos, acordes a la temática concreta de cada asignatura. En la Figura 2 se incluye como ejemplo la propuesta de casos (parcial) para el curso 2015-2016).

El primer objetivo para realizar la selección se centró en proporcionar a los estudiantes la puesta en práctica de sus habilidades y con ello poder resolver problemas en el contexto de los estudios previos, informes, etc., que tuvieran una trascendencia relevante en su contexto de

aplicación, tratando de dar a conocer solicitudes-encargos y finalidades y poder desarrollar con ellos las actuaciones profesionales propiamente

dichas, a través del uso de técnicas documentales e instrumentales.

PROPUESTA DE CASOS PROYECTO INNOVACION DOCENTE CURSO 2015-2016 (LISTADO PARCIAL)			
EMPRESA/TÉCNICO	PROPUESTA DE CASO	ENCARGO PROFESIONAL	LOCALIZACIÓN
Arquitécnica Alquibla	Promoción 30 apartamentos	Informe de estado de obras	Mijas (Málaga)
Arquitécnica Alquibla	Edificio docente	Informe de ampliación de obras	Ronda (Málaga)
Arquitécnica Alquibla	Edif rehabilit	Informe de estado estructural	Málaga
Arquitécnica Alquibla	Viviendas rehab. preferente	Informe estado de obras	Ronda (Málaga)
Arquitécnica Alquibla	Edificio plurifamiliar	Informe de responsabilidad decenal	Benalmádena (Málaga)
Arquitécnica Alquibla	Hotel Pez Espada	Informe estado de obras	Torremolinos (Málaga)
Arquitécnica Alquibla	Edificio plurifamiliar	Certificado de inspección técnica	Torremolinos (Málaga)
Centro de Geotecnia y Control	Hotel La Casa de los Patos	Informe estado de cimentación	Granada
Centro de Geotecnia y Control	Subestación eléctrica	Informe de obtención de parámetros geoelectricos.	Guadix (Granada)
Centro de Geotecnia y Control	Vivienda unifamiliar	Informe de adecuación de recalce de cimentación	Genes de la Vega (Granada)
Centro de Geotecnia y Control	Iglesia S. XVIII	Informe patología	Alamedilla (Granada)
Centro de Geotecnia y Control	Edificio de Hacienda	Informe de comprobación de estructura	Jaén
Centro de Geotecnia y Control	Complejo de viviendas	Informe de patología	Garrucha (Almería)
Centro de Geotecnia y Control	Edificio Acera del Darro	Informe de estado de edificio	Granada
Centro de Geotecnia y Control	Edificio de Hacienda	Informe previo recuperación material	Antequera (Málaga)
Centro de Geotecnia y Control	Edificio de Hacienda	Informe previo estado de estructura	Antequera (Málaga)
Centro de Geotecnia y Control	Hotel Victoria	Informe cálculo muros de contención	Granada
JLM Consulting	Edificio plurifamiliar	Certificado adecuación normativa urbanística	Granada
JLM Consulting	Edif. Rehabilitación	Certificado adecuación normativa	Armilla (Granada)
JLM Consulting	Vivienda unifamiliar	Informe de inspección técnica	Motril (Granada)
JLM Consulting	Edificio plurifamiliar	Informe de inspección técnica	Granada
JLM Consulting	Edificio docente	Certificado adecuación normativa urbanística	Granada

Fig. 2. Propuesta de casos prácticos. Curso 2015-2016. Listado Parcial.

4.3 Procedimiento

En cada una de las asignaturas los estudiantes fueron divididos en equipos de 3 o 4 personas, dependiendo de la asignatura. A los que les fue asignado de forma aleatoria 1 caso de los seleccionados para cada grupo/materia. El agente responsable (colaborador docente) de cada uno de ellos dedica una primera sesión a presentar el problema (Figura 3). Durante esa sesión se realizan preguntas y se toma conocimiento del caso, finalidad, peticionarios, etc.

Los estudiantes dedican las siguientes semanas (dependiendo de la carga docente de la asignatura) a la investigación del tema y a la

localización de las fuentes de información con las que tratar, además de otros medios con los que poder resolver el caso con sus compañeros de equipo, así como prepararse para sus presentaciones orales.

Los estudiantes disponen de total autonomía con respecto a cómo se pudieran resolver casos similares. Durante los períodos de clase en los que los estudiantes estaban trabajando en sus casos, el profesorado colabora en las discusiones de grupo, así como en las dudas y cuestiones planteadas.

Las dos últimas semanas se dedicaron a la presentación, exposición y defensa de las propuestas de resolución. Para ello se cuenta en el aula con la presencia de los colaboradores

docentes. Al finalizar las presentaciones, los colaboradores docentes dan su opinión a todos los estudiantes y se debate sobre la solución adoptada en el caso real y la desarrollada en la propuesta docente. En cualquier caso se tiene como premisa que la retroalimentación que se produce en esta fase no requiere necesariamente

incluir una solución correcta, sino más bien, ideas sobre la resolución práctica real en el ámbito de la ingeniería y el conocimiento de la dimensión resolutoria de las mismas, abandonando la idea de una única solución. Algunos ejemplos se muestran en la Figura 4.

CASO 2. Localización



CASO 3. Reconocimiento

Modificaciones respecto a su estado original



Fig. 3. Ejemplo de presentaciones en la primera sesión de trabajo.



Fig. 4. Ejemplos de documentos entregados y expuestos tras la resolución de los casos.

4.3 Cronología y dificultad

La consecución de los objetivos previstos (habilidades y competencias) requería cronologías y niveles de dificultad diferentes, para ello se realizó el estudio individualizado de las distintas asignaturas analizando los distintos casos a proponer.

4.3.1 Cronología

En relación con la escala temporal, y con objeto de contar con el máximo de condiciones/parámetros reales para los estudiantes, no se especificaron tiempos intermedios en los que realizar actividades o actuaciones parciales, considerando todo el desarrollo necesario en un único bloque. Únicamente se determinaron las fechas de inicio y

fin de las propuestas, ofreciendo un calendario orientativo a los distintos grupos y materias.

4.3.2 Nivel de dificultad

La dificultad en la consecución de los objetivos no se propuso para que se llevara a cabo de manera progresiva y siempre con la misma intensidad, al no ser esta la realidad de la práctica profesional. Consecuentemente esto tuvo implicaciones puntuales en la resolución de los problemas por parte de los estudiantes, cuestiones que fundamentalmente afectaron al calendario.

Para proponer los niveles de dificultad, en base a los cuales se realiza la evaluación, este estudio se basó en los establecidos por [18] y [35]. De forma concreta estos autores determinan cuatro factores internos clave a tener en cuenta: nivel de conocimiento, experiencia en resolver problemas,

habilidades de razonamiento y desarrollo epistemológico. El nivel de conocimiento, de dominio y la experiencia en resolver los problemas se refieren a los conocimientos previos relacionados con el problema y por tanto la asimilación de lo cursado. Las habilidades de razonamiento se relacionan con la capacidad de hacer suposiciones apropiadas, propuestas viables y por último el contexto epistemológico se basa en el desarrollo, especialmente importante para resolver problemas complejos y mal definidos.

Ante la diversidad de casos y desarrollos resolutivos los niveles de dificultad se simplifican de manera que se establecen en función de las actividades a desarrollar, teniendo un nivel máximo de dificultad=5 y un nivel mínimo de dificultad=1. En la siguiente tabla se ordena en función de la cronología y del grado de dificultad. Ver Figura 5.

Actividades a desarrollar (en orden cronológico)	Grado de dificultad
Gestión del encargo	1 (muy fácil)
Búsqueda documental y trabajo de campo	4 (Difícil)
Análisis del problema. Aplicación técnica. Soluciones	5 (Muy difícil)
Generación de documentos	3 (Medio)
Entrega, defensa y ejecución.	2 (Fácil)

Fig. 5. Grado de dificultad de las actividades.

4.5. Evaluación

Con objeto de realizar una evaluación adecuada y en base a experiencias anteriores [21, 22], se desarrolla un sistema de evaluación realizada por el equipo docente (profesorado y colaboradores), dividido en tres fases.

- FASE 1. Evaluación individual, una vez pasado la mitad del tiempo previsto para la resolución del caso.
- FASE 2. Evaluación grupal (a nivel docente y técnico) tras la entrega final.
- FASE 3. Evaluación grupal (comparación entre grupos)

La fase 1 consiste en la realización de un cuestionario en el que se evalúa el proceso. En su realización el estudiante da respuesta a preguntas relacionadas con el trabajo realizado en las actividades, conocimiento de la cronología,

desarrollo de un plan de trabajo, utilización de técnicas y medios, avance en los conocimientos, utilización bibliográfica, etc. Los resultados obtenidos tienen por objeto conocer si durante el proyecto se van asimilando los procesos. Basándonos en [36] la evaluación responde a las cuestiones incluidas en la Figura 6.

En la fase 2 se evalúan las soluciones adoptadas por cada grupo. La materialización de esta evaluación se lleva a cabo mediante rúbricas, tanto para el documento de entrega (resultado del caso real) como para la fase de exposición y defensa.

La primera de ellas se centra en el documento generado tras la realización de la propuesta. La evaluación se realiza conjuntamente entre profesorado y colaboradores. En este caso la valoración es global y analiza el contexto

documental de las actividades desarrolladas, dentro de las habilidades y objetivos previstos, así como la utilización de medios y tecnologías.

La rúbrica propuesta se estructura en 4 Ítems, clasificados en 5 niveles de evaluación (Fig. 7).

La segunda evaluación está centrada en la consecución de objetivos profesionales, partiendo del tiempo de dedicación para poder afrontar el caso y hacer supuestos válidos, conocer el plan de trabajo en el que se aborde la resolución del problema y como lo hace realidad, siguiendo los plazos y proponiendo una solución realista y por último conocer de la verificación de la solución siendo contrastada con otras similares. Se lleva a cabo de forma presencial mientras exponen los distintos equipos completando la evaluación por rúbrica anterior de cada uno de los equipos.

La rúbrica propuesta se estructura en 8 Ítems y 5 niveles de evaluación (Fig. 8).

Por último, se desarrolla la fase 3, en la cual la evaluación grupal se lleva a cabo tras la entrega final, durante la exposición y defensa de los casos realizados y es realizada por los equipos que participan en la experiencia, evaluando al resto de los equipos.

Para esta evaluación se recurre nuevamente a la rúbrica con la que se analiza cómo se perciben y reconocen el cumplimiento de los aspectos formales y requisitos exigidos durante la realización y la exposición y defensa. Para este caso se propone una rúbrica más extensa, compuesta por 10 ítems. (Fig. 9).

Ref. caso evaluado:		FASE 1. EVALUACIÓN 1.
		ITEMS
1	Reconoce el caso a desarrollar dentro de la actividad profesional	
2	Aplica la cronología en el plan a desarrollar	
3	Utilizan diferentes medios para el desarrollo del caso	
4	Se ha producido avance en el desarrollo de sus actuaciones	
5	Existe implicación en el contexto multidisciplinar	

Fig. 6. Cuestionario. Fase 1. Evaluación 1

Ref. caso evaluado:		FASE 2. EVALUACIÓN 1. OBJETIVOS DOCENTES Y FORMALES					
		ITEMS	1	2	3	4	5
1	Contenidos mínimos						
2	Organización documental						
3	Cumplimiento de aspectos formales						
4	Uso de tecnología y medios						

Fig. 7. Rúbrica. Fase 2. Evaluación 1.

Ref. caso evaluado:		FASE 2. EVALUACIÓN 2. EVALUACIÓN OBJETIVOS PROFESIONALES				
	ITEMS	1	2	3	4	5
1	Entendimiento del problema, actuación a desarrollar					
2	Propuesta de plan de trabajo realista y viable					
3	Desarrollo del plan, ajustado a la propuesta					
4	Verificación de la solución					
5	Trabajo en equipo					
6	Expresión, uso del lenguaje, habilidades comunicativas					
7	Uso de medios durante la exposición					
8	Defensa de soluciones y procedimientos					

Fig. 8. Rúbrica. Fase 2. Evaluación 2.

Ref. caso evaluado:	FASE 3. EVALUACIÓN GRUPAL					
<i>Evalúe y puntúe con 0 (no incluye, no cumple, ...), 1 (muy bajo) y hasta 5 (muy alto)</i>						
1. El informe se ajusta a los contenidos establecidos	0	1	2	3	4	5
2. Exponen todos los miembros del grupo	0	1	2	3	4	5
3. La duración de la exposición es la establecida	0	1	2	3	4	5
4. Desarrolla contenidos en relación con el caso	0	1	2	3	4	5
5. Resuelve adecuadamente el problema	0	1	2	3	4	5
6. Realiza las tareas propias de este tipo de caso	0	1	2	3	4	5
7. Expone y trata con documentación necesaria	0	1	2	3	4	5
8. Claridad de expresión durante la exposición	0	1	2	3	4	5
9. Respecto de la presentación evalúe el diseño, la presentación, ...	0	1	2	3	4	5
10. La resolución del caso supone un avance en sus conocimientos	0	1	2	3	4	5
PUNTUACIÓN TOTAL =						

Fig. 9. Rúbrica. Fase 3. Evaluación 1.

4.6. Evaluación final de la experiencia

La evaluación final se compone como media ponderada entre todas las obtenidas en las distintas etapas y fases.

El último día de clase se realiza una encuesta de satisfacción con objeto de conocer las impresiones de los estudiantes una vez desarrollada la experiencia.

Las preguntas pueden verse en la figura 10.

ENCUESTA FINAL		SI	NO	ALGUNA VEZ	NS/NC
<i>Responda SI, NO, ALGUNA VEZ o No Sabe/No Contesta a cada una de las preguntas</i>					
1	Prefiere trabajar de forma individual para realizar las prácticas.				
2	Prefiere trabajar en cooperación con compañeros de equipo para realizar el desarrollo del caso.				
3	Trabajar en grupo para realizar actividades profesionales mejora las habilidades de trabajo en equipo				
4	Trabajar cooperativamente aumenta la capacidad de diálogo con los compañeros de equipo				
5	Trabajar cooperativamente mejora el avance en el aprendizaje				
6	La propuesta metodológica permite asociar contenidos teóricos y prácticos reales				
7	La metodología propuesta permite el contacto con la realidad profesional				
8	La metodología supone un avance en su aprendizaje				
9	Trabajar con casos reales supone mayor dedicación al análisis de documentación y otras actividades				
10	La participación de colaboradores mejora la dinámica de clase				
11	El desarrollo del caso supone un avance en su formación				
12	Considera adecuados los casos propuestos para su resolución				
13	Considera adecuada la evaluación realizada con esta metodología				
14	Considera adecuado el tiempo dedicado al desarrollo del caso				
15	Considera aplicable esta metodología en otras asignaturas				

Fig. 10. Encuesta final. Basada en [37].

Tras la realización de la experiencia durante 4 cursos académicos, se exponen los resultados obtenidos en relación con las mejoras constatadas tras la evaluación de las distintas asignaturas y en relación con la propia experiencia.

Indicar que el análisis en todos los casos se hace de manera global (4 cursos) al no poder evaluar a los mismos estudiantes en los distintos cursos, excepto los estudiantes repetidores.

Los resultados obtenidos en el cuestionario de evaluación parcial Fase 1. Evaluación 1.,

únicamente son utilizados para comprobar el seguimiento de la actividad durante su realización, sin que sea considerados los resultados en la evaluación final. El análisis comparativo realizado en los obtenidos en la etapa intermedia y en la etapa final no han permitido establecer ninguna correlación entre ellos. Se han podido comprobar todas las opciones posibles de coincidencia o divergencia, por lo que se considera que en muchos casos depende de la situación momentánea de cada equipo y no de sus avances reales.

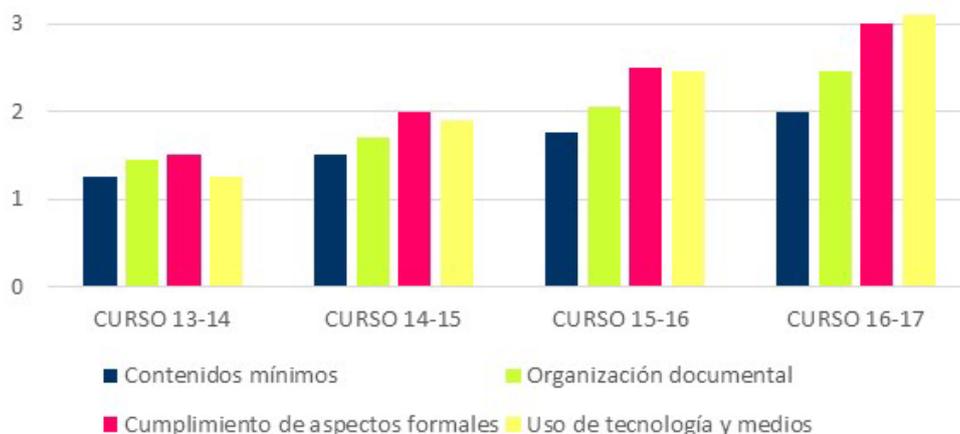


Fig. 11. Evaluación documental 1. Fase 2.

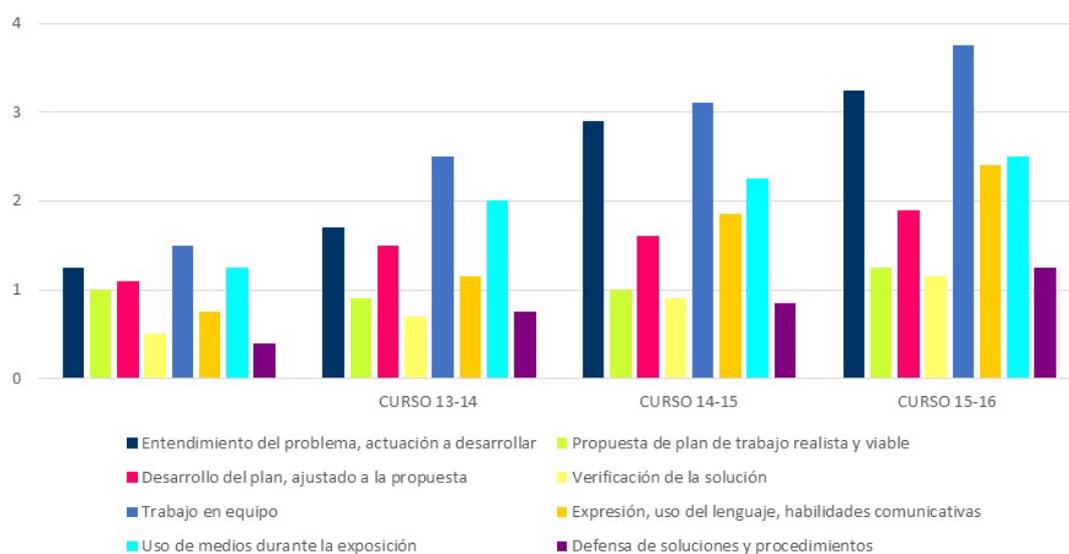


Fig. 12. Evaluación profesional 2. Fase 2.

Los resultados en la Evaluación 1 en la Fase 2 (Figura 11), respondiendo a los avances en relación con los aspectos formales, muestran un incremento significativo en todos los ítems. Si bien, destacan por su mayor evolución los relacionados con el uso de tecnologías y medios (incremento >50%) y el cumplimiento de los aspectos formales establecidos para cada documento emitido (\approx 50%). Los aspectos más propios del ámbito profesional, contenidos y organización documental, también acogen una mejora, pero de menor entidad.

Por su parte, los resultados de la Evaluación 2 de la Fase 2 (Figura 12), llevada a cabo para determinar la repercusión en el contexto profesional (habilidades y competencias), muestran resultados positivos y de mejora en el cómputo total de la evaluación (seguimiento 4 cursos). Se descarta el análisis individual al no tratarse de los mismos estudiantes y por tanto existir casuísticas propias de cada curso que no es posible controlar.

En relación con los ítems evaluados, los 4 primeros se centran competencias y concretamente en conocer la evolución en el reconocimiento de la actuación, planteamiento de la misma, desarrollo y comprobación. Destaca en primer lugar la mejora reconocida en la identificación de la actuación y en el conocimiento del problema, a la que le sigue el desarrollo del plan establecido, siendo la de menor evolución la relativa a la verificación de las actuaciones.

Los últimos 4 ítems se refieren al contexto profesional en habilidades, destacando en primer lugar los avances conseguidos en el trabajo en equipo (=60%), lo que indica que la repercusión es mayoritaria en los equipos. También es importante la mejora en las habilidades comunicativas (>30%), incluyendo esta actuación con mayor naturalidad en su actividad diaria. Del mismo orden, aunque de menor repercusión es la evolución en aquellos aspectos que se ligan más directamente con el contexto profesional en el que la experiencia debe tenerse en cuenta, por ello la defensa de sus soluciones y procedimientos no es siempre favorable.

Respecto a los resultados de la encuesta (Figura 13), se incluye la realizada en el último curso que se muestra en la presente investigación (curso 2016-2017), donde la experiencia está mucho más consolidada y por tanto la valoración de la experiencia del proyecto de investigación ofrece más fiabilidad. Figura 13.

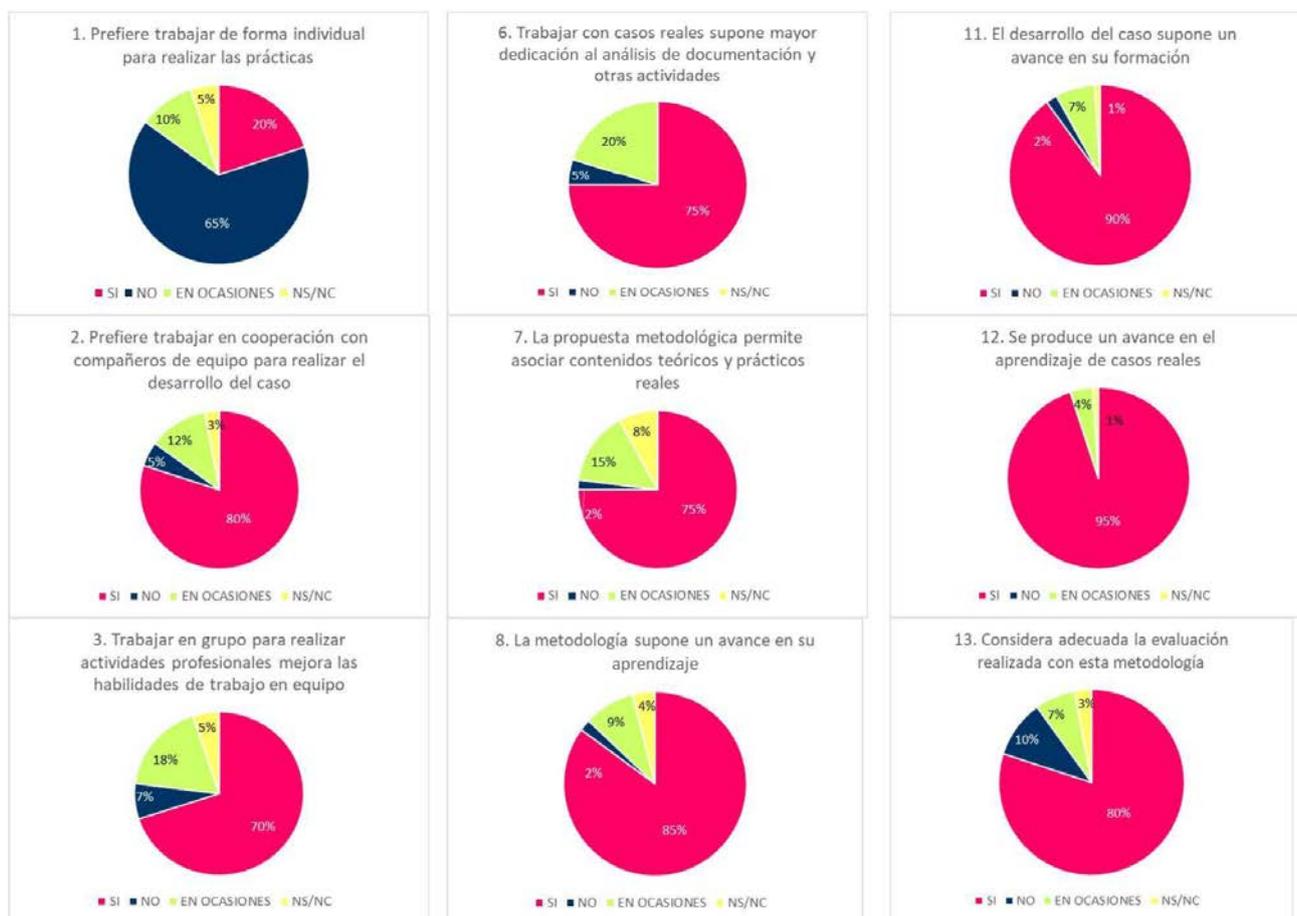
Se destaca en general la buena aceptación por parte de los estudiantes.

Respecto de las cuestiones relacionadas con el trabajo en equipo y cooperativo la aceptación es mayoritaria (siendo en todos los casos $\geq 70\%$). La aplicación de la metodología en su proceso de aprendizaje también es muy bien valorada en las cuestiones, destacando como valoran con un 85% el avance del mismo y con un 90% el contacto que supone su realización con la realidad profesional. Todavía es tímida la aceptación de colaboradores,

aunque va en aumento cada año, tras la última encuesta se obtiene un 65%. Por último, los aspectos relacionados con la evaluación y el tiempo dedicado, también obtiene las valoraciones muy positivas superando el 80% y 70% respectivamente.

En concreto para la dedicación temporal de los estudiantes, tanto la previsión como el resultado de la encuesta, muestra que, aunque pudiera parecerlo, no se supera la dedicación prevista ni es mayor que en el sistema anterior.

Para terminar, la posibilidad de aplicar esta metodología en otras asignaturas supera el 60% de posibilidades, lo que confirma su idoneidad, al menos en lo que a planteamiento se refiere, teniendo en cuenta su aceptación por los participantes.



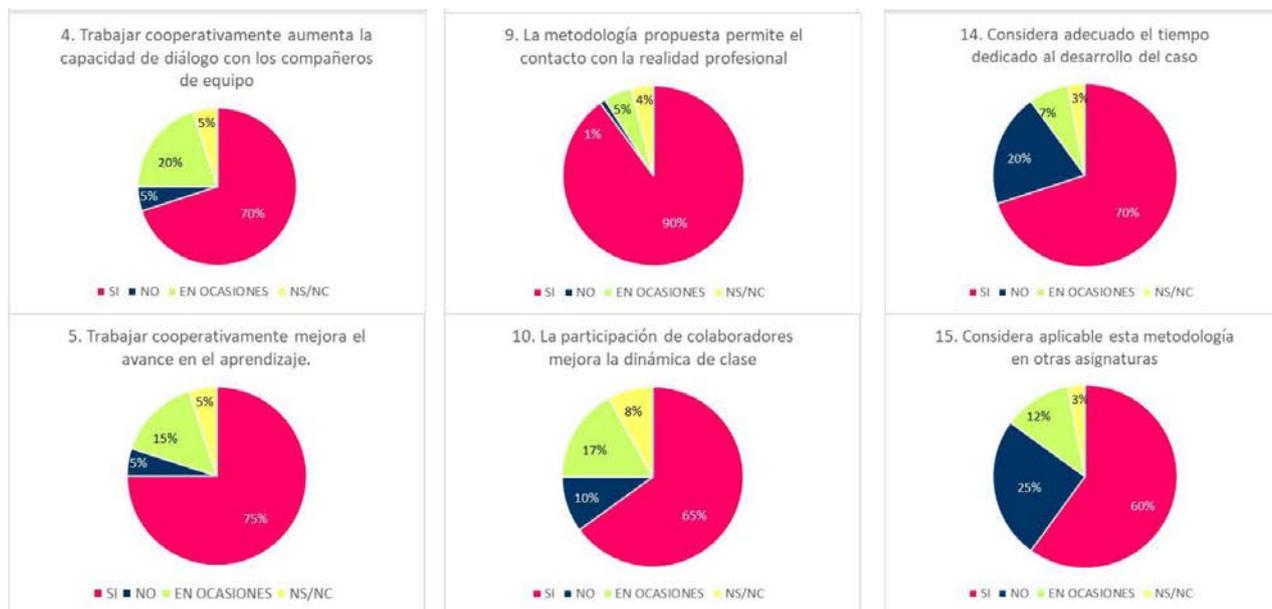


Fig. 1.3 Resultados de la encuesta. Fase 3.

5. CONCLUSIONES

El desarrollo del proyecto de innovación permite preparar el estudiante para su incorporación al mundo laboral al plantear situaciones concretas que pueda encontrar en su carrera profesional, ya sea en el ámbito público o privado, como profesional liberal o en el contexto empresarial. Además, y tal y como consta en las evaluaciones realizadas mejoran las capacidades (habilidades y competencias) teniendo la oportunidad de conocer nuevas herramientas y técnicas relacionadas con el ámbito profesional contenidas en el desarrollo de la propuesta. Por otra parte, no se comprueba una mayor dedicación en su aplicación. En cuanto a los resultados de la evaluación, comparado el rendimiento de los estudiantes en pruebas y exámenes tras la realización de los casos reales, se observa que estos superan los obtenidos en años anteriores. Una posible explicación puede estar en la confianza y capacidades generadas tras la resolución y defensa de los casos resueltos.

En relación con el profesorado es importante tener en cuenta que la aplicación de esta innovación no provoca la pérdida de contenido y aprendizaje de la materia respecto de la impartida tradicionalmente. Por otra parte, el incluir actividades docentes complementarias a las actuales en las asignaturas de grado y master permiten nuevas opciones en el aprendizaje autónomo del estudiante, complementando así la formación a través de otra vía paralela a la presencial y dirigida. En relación con la dedicación temporal, en el caso del equipo docente, se requiere inicialmente una mayor dedicación, poniendo más énfasis en la fase de diseño y evaluación que con el sistema anterior. Cuestión que compensa sobradamente al poder trabajar con equipos multidisciplinares.

Por último destacar que el proponer y plantear propuestas innovadoras que saquen de la monotonía la dedicación continua del profesorado al tener que establecer propuestas documentales, estrategias de aprendizaje diferentes e intercambiar la información con el resto del equipo

promueve dinámicas atractivas, en muchas ocasiones olvidadas.

La propuesta desarrollada permite distinguir entre las competencias necesarias según el ámbito laboral específico. Además la combinación metodológica sirve de enlace y de puesta en común de conocimientos y técnicas utilizados en el ámbito profesional y en el ámbito docente, con el enriquecimiento que esto supone no sólo para el estudiante sino también para el equipo docente.

AGRADECIMIENTOS

La investigación presentada en este documento es parte del Proyecto de Innovación Docente "Laboratorio de estudios previos e informes sobre patrimonio histórico edificado" de la Unidad de Calidad, Innovación y Prospectiva de la Universidad de Granada.

Se agradece a las empresas Arquitécnica Alquibla S.L.U., Centro de Geotecnia y Control S.L. y JLM Consulting S.L. por la colaboración prestada.

REFERENCIAS

- [1] J. R. Savery, *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning, Overview of problem-based learning: Definitions and distinctions*, 1(1), pp. 9–20, 2006.
- [2] T. Eberlein, J. Kampmeier, V. Minderhout, R. Moog, T. Platt, P. Varma-Nelson and H. White, *Biochemistry and Molecular Biology Education, Pedagogies of engagement in science: A comparison of PBL, POGIL, and PLTL*, 36(4), pp. 262–273, 2008.
- [3] D. Evensen, and C. Hmelo (eds), *Problem-based learning: A research perspective on learning interactions*, Lawrence Erlbaum Associates, Mahwah, N.J., 2000.
- [4] K. E. Cook; Y-L. Han, T. Rutar Shuman, G. Mason. *International Journal of Engineering*

Education, Effects of Integrating Authentic Engineering Problem Centered Learning on Student Problem Solving. Vol. 33, No. 1(A), pp. 272–282, 2017.

[5] M. Prince, *Journal of Engineering Education, Does active learning work? A review of the research*, 93(3), pp. 223–231, 2004.

[6] M.P. Sáez-Pérez, VII Foro sobre evaluación de la calidad de la investigación y de la educación superior, Binomio formación-competencia profesional, en busca del tandem perfecto (la innovación docente en ingeniería de edificación. Murcia, 2010.

[7] M.P. Sáez-Pérez, A. Burgos-Núñez, I Jornadas sobre innovación docente y adaptación al EEES en las titulaciones técnicas, *Innovación metodológica para la adquisición de competencias propuesta entre distintas asignaturas de la titulación de grado de Ingeniería de Edificación*. Granada, 2010.

[8] M.P. Sáez-Pérez, A. Burgos-Núñez, J.C. Olmo-García, J. C., II Jornadas sobre innovación docente y adaptación al EEES en las titulaciones técnicas, *Experiencia docente interdisciplinar: colaboración metodológica entre asignaturas*, Granada, 2011.

[9] G. R. Norman and H. G. Schmidt, *Academic Medicine, The psychological basis of problem-based learning: A review of the evidence*, 67(9), pp. 557–565, 1992.

[10] C. S. Lee, N. J. McNeill, E. P. Douglas, M. E. Koro-Ljungberg and D. J. Therriault, *Journal of Engineering Education, Indispensable resource? A phenomenological study of textbook use in engineering problem solving*, 102(2), pp. 269–288, 2013.

[11] K. B. Fisher and K. R. Cook, *Proceedings of the 2011 American Society of Engineering Education Annual Conference & Exposition, Teaching problem solving in engineering using analysis and simulation*, Vancouver, BC, June 26–29, pp. 22.1400.1–22.1400.23, 2011.

[12] D. R. Woods, A. N. Hrymak, R. R. Marshall, P. E. Wood, C. M. Crowe, T. W. Hoffman, J. D. Wright, P.

- A. Taylor, K. A. Woodhouse and C. G. K. Bouchard, *Journal of Engineering Education*, Developing problem solving skills: The McMaster problem solving program, , 86(2), pp. 75–91, 1997.
- [13] E. P. Douglas, M. Koro-Ljungberg, N. J. McNeill, Z. T. Malcolm and D. J. Therriault, *European Journal of Engineering Education*, Moving beyond formulas and fixations: solving open-ended engineering problems, 37(6), pp. 627–651, 2012.
- [14] T. P. Yildirim, L. Shuman and M. Besterfield-Sacre, *International Journal of Engineering Education*, Modeliciting activities: Assessing engineering student problem solving and skill integration processes, 26(4), pp. 831–845, 2012.
- [15] P. S. Steif, M. J. Lobue, L. B. Kara and A. L. Fay, *Journal of Engineering Education*, Improving problem solving performance by inducing talk about salient problem features, 99(2), pp. 135–142, 2010.
- [16] M. Kosior-Kazberuk, K. Falkowski Falkowski. *Advances in Building Education*, Role of employers in the process of Civil Engineering curriculum development: A case in Poland, 1 (1), pp. 56-67, 2017. 10.20868/abe.2017.1.3512
- [17] D. H. Jonassen, J. Strobel and C. B. Lee, *Journal of Engineering Education*, Everyday problem solving in engineering: Lessons for engineering educators, 95(2), pp. 139–151, 2006.
- [18] D. H. Jonassen and W. Hung, *The Interdisciplinary Journal of Problem-based Learning*, All problems are not equal: Implications for Problem-based learning, 2(2), pp. 6–28, 2008.
- [19] Accreditation Board for Engineering and Technology (ABET), criteria for accrediting engineering programs 2017–2018, <http://www.abet.org/accreditation/accreditation-criteria/accreditation-policy-and-procedure-manual-appm-2017-2018/>
- [20] National Academy of Engineering, <https://www.nae.edu/>
- [21] M.P. Sáez, M.A. Frechilla, M.A. Rodríguez, Opción, La rúbrica: metodología evaluativa-formativa en el grado en edificación. Experiencia interuniversitaria, N^o Especial 4: 846-867, 2015.
- [22] M. A. Frechilla Alonso, M. A. Rodríguez Estéban, M. P. Sáez Pérez, A. B. Ramos Gavilán, *Aula virtual: contenidos y elementos*, El TFG en la titulación de arquitectura técnica: homogeneidad en el proceso de evaluación, colección McGraw-Hill Education, ISBN 978-84-48612-61-0, 137-148, 2016.
- [23] J. Strobel, J. Wang, N. R. Weber and M. Dyehouse, *Computers & Education*, The role of authenticity in design-based learning environments: The case of engineering education, 64, pp. 143–152, 2013.
- [24] T. P. Yildirim, L. Shuman and M. Besterfield-Sacre, *International Journal of Engineering Education*, Modeliciting activities: Assessing engineering student problem solving and skill integration processes, 26(4), pp. 831–845, 2012.
- [25] R. E. Barr, M. G. Pandey, A. J. Petrosino, R. J. Roselli, S. Brophy and R. A. Freeman, *Advances in Engineering Education*, Challenge-based instruction: The VaNTH biomechanics learning modules, 1(1), pp. 1–30, 2007.
- [26] R. J. Roselli and S. P. Brophy, *IEEE Engineering in Medicine and Biology Magazine*, Redesigning a biomechanics course using challenge-based instruction, 22(4), pp. 66–70, 2003.
- [27] J. M. Falco Boudet, J. L. Huertas Talon, *International Journal of Engineering Education*, Use of Wiki as a Postgraduate Education Learning Tool: A Case Study. Vol. 28, No. 6, pp. 1334–1340, 2012.
- [28] J.F. Strayer. *Learning Environments Research*, How learning in an inverted classroom influences cooperation, innovation and task orientation, vol. 15, 171-193, 2012.
- [29] G. Mason, T.R. Shuman, and K.E. Cook, *Proceedings of the Annual Conference of the American Society of Engineering Education*, Inverting (Flipping) Classrooms – Advantages and Challenges, 2013.
- [30] M.J. Lage, G.J. Platt, and M. Treglia, *The Journal of Economic Education*, Inverting the Classroom: A Gateway to Creating an Inclusive Learning Environment, vol. 31, no. 1, Winter 2000.
- [31] J.L. Bishop and M.A. Verleger, *Proceedings of the Annual Conference of the American Society of*

Engineering Education. The Flipped Classroom: A Survey of the Research, 2013.

[32] M. C. Verona Martel, Gestión en el Tercer Milenio, Rev. de Investigación Fac. de Ciencias Administrativas, UNMSM, La fijación de objetivos en la docencia universitaria de disciplinas Administrativas: un comentario, Vol. 8, N^o 15, Lima, Julio 2005.

[33] Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación. BOE núm. 106, de 4 de mayo de 2006. Referencia: BOE-A-2006-7899

[34] Catálogo de actuaciones profesionales de la arquitectura técnica. http://www.coaatgr.es/web/wp-content/uploads/2014/08/COAATGR_catalogo_actuaciones_web.pdf

[35] G. Mason, T. Rutar Shuman and K. Cook, IEEE Transactions on Education, Effectiveness of an Inverted Classroom Concept to Traditional Delivery in an Upper Division Engineering Course, 56(4), pp. 430–435, 2013.

[36] D. H. Jonassen, What makes scientific problems difficult? In D. H. Jonassen (ed), Learning to solve complex, scientific problems, Taylor & Francis, New York, NY, pp. 3–23, 2007.

[37] G. Polya, How to Solve it: A New Aspect of Mathematical Method, 2nd ed., Doubleday Anchor, Garden City, NY, 1959.