

# Diseño, aplicación y valoración de actividades destinadas al trabajo y evaluación de múltiples competencias transversales en grupos numerosos de máster en ingeniería, empleando el aprendizaje basado en proyectos

---

Design, application and assessment of activities to work and evaluate multiple cross-curricular skills using project-based learning with large groups in a Master's Degree in Engineering

Y. YE-LIN<sup>1</sup>

[yiye@eln.upv.es](mailto:yiye@eln.upv.es)

G. PRATS-BOLUDA

[geprabo@eln.upv.es](mailto:geprabo@eln.upv.es)

J. GARCÍA-CASADO

[jgarcia@eln.upv.es](mailto:jgarcia@eln.upv.es)

E. GUIJARRO ESTELLES

[eguijarro@eln.upv.es](mailto:eguijarro@eln.upv.es)

J.L. MARTÍNEZ-DE-JUAN

[jlmartinez@eln.upv.es](mailto:jlmartinez@eln.upv.es)

*Universitat Politècnica de València, España*

## Resumen:

La sociedad requiere de los egresados la formación en las competencias transversales que incluso son mejor valoradas por

## Abstract:

Society requires graduates to acquire cross-curricular skills during their education since this type of skills is better

### 1 Dirección para correspondencia (correspondence address):

Yiyao Ye Lin. Universitat Politècnica de València, Departamento de Ingeniería Electrónica, Camino de Vera s/n Ed.7F. 46022 Valencia (España).

los empleadores que las competencias específicas del grado. Las metodologías activas para desarrollar las competencias se han implantado con éxito en grupos reducidos. En cambio, trabajar y evaluar objetivamente las competencias transversales en grupos numerosos presenta una serie de dificultades añadidas como una excesiva carga de trabajo para el profesorado, con la subsiguiente resistencia al cambio y falta de experiencias. El objetivo de este trabajo es valorar una propuesta formativa que emplea la metodología de aprendizaje basado en proyectos y el portafolio como método para trabajar y evaluar múltiples competencias transversales en grupos numerosos de estudiantes de ingeniería. Los resultados muestran que es factible diseñar y desarrollar actividades formativas aplicables en grupos numerosos, que favorezcan la adquisición de múltiples competencias transversales. Además, han permitido obtener una mejora significativa en el nivel de dominio de las mismas, sin suponer una carga de trabajo adicional excesiva ni para el alumnado ni para el profesorado. Asimismo, los resultados muestran que el nivel de dominio de las competencias transversales alcanzado por el alumno tras las actividades depende principalmente del nivel de dominio previo, y no tanto del tiempo de dedicación al proyecto. No obstante, este último es un factor importante en la mejora en el nivel de dominio de las competencias. Finalmente, el 86% de los alumnos valoran positivamente la metodología empleada, indicando que proporciona una visión más aplicada de la asignatura.

**Palabras claves:**

Aprendizaje basado en proyectos; portafolio; competencias transversales.

**Résumé:**

La société exige aux nouveaux diplômés qu'ils soient formés dans les compétences transversales qui sont beaucoup plus valorisées par les employeurs que les compétences spécifiques. Les compétences actives pour développer des méthodologies ont été mises en œuvre avec succès dans de petits groupes. Par contre, le travail et le fait d'évaluer objectivement les compétences transversales dans les grands groupes présentent un certain nombre de difficultés supplémentaires comme une charge de travail excessive pour les enseignants, avec une résistance ultérieure au changement et un manque d'expérience.

valued by employers than even degree-specific skills. Active methodologies to develop skills have been successfully implemented in small groups. In contrast, working and objectively evaluating cross-curricular skills in large groups presents a number of additional difficulties such as excessive workload for teachers, which generates resistance to change and lack of experience. The aim of this study is to design, apply and assess training activities with a large number of engineering students, more specifically 288, who were taking a compulsory subject. These training activities used project-based learning and portfolios to work and evaluate multiple cross-curricular skills. The results show that it is feasible to design and develop training activities applicable in large groups that promote the acquisition of multiple cross-curricular skills, allowing for a significant improvement in the knowledge level of the students, without assuming an excessive workload for students and teachers. The results also show that the extent to which students acquired cross-curricular skills after the activities depends mainly on their previous level, and not so much on the time they devoted to the project. However, time reveals itself as an important factor when it comes to the mastery of skills. Finally, 86% of the students have a positive perception of the methodology employed, indicating that it provides a more applied understanding of the subject.

**Keywords:**

Project based learning; portfolio; cross-curricular skills.

Diseño, aplicación y valoración de actividades destinadas al trabajo y evaluación de múltiples competencias transversales en grupos numerosos de máster en ingeniería, empleando el aprendizaje basado en proyectos  
Y. YE-LIN, G. PRATS-BOLUDA, J. GARCÍA-CASADO, E. GUIJARRO ESTELLES Y J.L. MARTÍNEZ-DE-JUAN

L'objectif de ce travail est de concevoir, appliquer et évaluer les activités de formation en utilisant la méthodologie d'apprentissage par projet et le portfolio pour travailler et évaluer de multiples compétences transversales dans de grands groupes d'étudiants en ingénierie, rapportant les expériences dans un sujet de base de 288 étudiants. Les résultats montrent qu'il est possible de concevoir et de développer des activités de formation applicables dans les grands groupes qui favorisent l'acquisition de plusieurs compétences transversales. De plus, elles ont permis d'améliorer de manière significative leur niveau de maîtrise, sans pour autant constituer une lourde charge de travail pour les étudiants et les enseignants. De la même manière, les résultats montrent que le niveau de maîtrise des compétences transversales réalisées par les étudiants après les activités dépend essentiellement du niveau de maîtrise antérieur, plutôt que le temps consacré au projet. Cependant, ce dernier est un facteur important du niveau de maîtrise des compétences. Enfin, 86% des étudiants évaluent de manière positive la méthodologie utilisée, ce qui indique que cela fournit une vision plus appliquée de la matière.

**Mots clés:**

Apprentissage par Project; portfolio; compétences transversales.

Fecha de recepción: 26-7-2017

Fecha de aceptación: 28-9-2018

## 1. Introducción y marco teórico

### 1.1. Contextualización de la experiencia

La adaptación al EEES ha supuesto una transformación sustancial de la docencia universitaria no sólo en las estructuras de las enseñanzas y las metodologías empleadas, sino también en los sistemas de evaluación y control de su calidad (Hermosilla 2013). La enseñanza no sólo se centra en las competencias específicas de cada titulación, sino también en la formación en competencias transversales que permiten a los egresados adquirir de forma continua las habilidades y destrezas que demanda la actual sociedad del conocimiento. Este nuevo modelo universitario requiere un aprendizaje significativo por parte del estudiante que dote de sentido al material docente mediante su interiorización (Villa 2011). Con ello, el estudiante adquiere nuevos compromisos y responsabilidades que lo conducen a formar parte activa de su aprendizaje y de su proceso de evaluación, permitiéndole desarrollar su propia autonomía e independencia (Zabalza 2011). En este nuevo contexto educativo, el profesor en lugar del transmisor de los conocimientos, pasa a ser el diseñador de actividades de aprendizaje como base fundamental de su enseñanza (Zabalza 2011) siendo éstas el conjunto de experiencias y

actividades de los estudiantes dirigidas a la adquisición de competencias (conocimientos, habilidades y actitudes).

Tanto las metodologías de enseñanza como las técnicas de evaluación juegan un papel fundamental en el proceso de enseñanza-aprendizaje. La evaluación es parte intrínseca del proceso formativo, y se puede considerar como una herramienta de consecución de objetivos. La mayoría de los estudiantes no adquirirán las actitudes, valores y competencias si no son contingentes a su evaluación. Bordas y Cabrera señalan que la evaluación condiciona de tal manera la dinámica del aula que bien podría decirse que la hora de la verdad no es la del aprendizaje sino la de la evaluación (Bordas 2001). En consecuencia, este nuevo enfoque de aprendizaje conlleva al cambio del modo de evaluación que no se centra en la adquisición de los conocimientos específicos, sino más bien el desarrollo de las competencias por parte de los alumnos. Por ello, si bien es cierto que el examen continúa siendo un método de evaluación de los contenidos asimilados, éste ha de combinarse con otras metodologías activas y sistemas de evaluación formativos para determinar el nivel de dominio de las competencias.

En este contexto, la Universidad Politécnica de Valencia (UPV) ha definido un total de 13 competencias que pretenden sintetizar el perfil competencial que adquieren los alumnos de la UPV en cualquiera de los títulos oficiales impartidos. Este conjunto se denomina "Competencias Transversales UPV" (CTs). Partiendo de la hipótesis de que éstas se trabajan en las distintas materias y/o asignaturas, a nivel institucional se realiza el seguimiento del progreso de los estudiantes a través de aquellas materias y/o asignaturas seleccionadas como "puntos de control".

Dentro de este marco, "Instrumentación y Control Industrial" es una asignatura troncal de 4.5 créditos en el primer curso del Máster Universitario en Ingeniería Industrial (MUII). Tiene aproximadamente unos 290 alumnos distribuidos en 6 grupos de entre 34 y 62 alumnos que son impartidos por 5 profesores distintos. Como particularidad de la asignatura, cabe señalar que es punto de control de cuatro competencias CTs: CT01 Comprensión e Integración; CT02 Aplicación y pensamiento práctico; CT03 Análisis y resolución de problemas; y CT08 Comunicación efectiva. Asimismo aunque la mayoría de los alumnos acceden al Master desde el Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales de la misma universidad, se admiten sin complementos formativos los graduados en Ingeniería Mecánica, Ingeniería Eléctrica, Ingenie-

ría Química, Ingeniería Electrónica Industrial y Automática e Ingeniería de la Energía de la UPV y/o de cualquier universidad española, y con complementos formativos establecidos por la ERT para otros solicitantes que cumplen los requisitos de acceso. Esto da lugar a una heterogeneidad importante en los conocimientos previos de los alumnos. Además esta asignatura es compartida entre el Departamento de Ingeniería de Sistemas y Automática (DISA, 2.25 créditos) y el Departamento de Ingeniería Electrónica (DIEO, 2.25 créditos). Los 2.25 créditos impartidos por el DIEO constan de 1.2 créditos de teoría de aula, 0.6 créditos de práctica de aula y 0.45 créditos de práctica de laboratorio. Los contenidos de la asignatura objeto de esta propuesta son los relativos a la instrumentación electrónica industrial que incluye la descripción de los principios básicos de los sensores, su selección para una aplicación concreta, la instrumentación de las señales provenientes de los mismos, y el desarrollo del sistema de adquisición de datos.

## 1.2. Justificación y motivación

En cursos anteriores, el sistema de evaluación de la asignatura ha consistido en la valoración de los trabajos prácticos realizados en el laboratorio y dos exámenes parciales. La evaluación de las CTs se realizaba en base a las calificaciones de los trabajos prácticos y a preguntas específicas en los exámenes parciales, pero no se disponía de una actividad específica en cuyo diseño se contemplara el trabajar y evaluar las múltiples CTs de las que la asignatura es punto de control. En el presente trabajo, se pretende diseñar, implantar y valorar un conjunto de metodologías docentes activas que permiten trabajar y evaluar múltiples CTs en grupos numerosos.

Existen diversas metodologías docentes que permiten a los alumnos trabajar, desarrollar y evaluar las distintas competencias, como son el método de casos, el aprendizaje basado en problemas, el aprendizaje basado en proyectos, el contrato de aprendizaje o el uso de portafolio. El portafolio es una técnica de recopilación organizada de evidencias sobre cómo han desarrollado los alumnos el proyecto para la evaluación del desarrollo de competencias (Barragan 2005; Sobrados 2016; Villardón 2006). Refleja el rendimiento del alumno en relación con los objetivos de aprendizaje y los criterios de evaluación preestablecidos y favorece la autorregulación del aprendizaje. El método de casos es

un modo de enseñanza en el que los alumnos construyen su aprendizaje a partir del análisis y discusión de experiencias y situaciones de la vida real. Permite desarrollar competencias creativas de innovación, análisis y resolución de problemas y también fomentar la cultura de tolerancia a las soluciones de los otros y toma de decisiones (De la Fe Rodríguez 2015). Los contratos de aprendizaje son acuerdos entre profesores y alumnos para la consecución de unos aprendizajes a través de una propuesta de trabajo autónomo, los cuales fomentan el desarrollo de la competencia aprendizaje permanente, habilidades comunicativas, interpersonales y organizativas (Fernández 2006). Por otro lado, el aprendizaje basado en problemas y el aprendizaje basado en proyectos son metodologías que sitúan al alumno en el centro del aprendizaje para que sea capaz de resolver de forma autónoma ciertos retos o problemas. Se basan en el principio de usar problemas como punto de partida para la adquisición e integración de los nuevos conocimientos (Barrows 1986). Ambas metodologías son estrategias eficaces y flexibles para ayudar al alumno a desarrollar y trabajar diversas competencias: análisis y resolución de problemas, integración de conocimientos multidisciplinares, aprendizaje autónomo y permanente, planificación de las estrategias que se van a utilizar para aprender, trabajo en equipo, pensamiento crítico, habilidades de manejar las herramientas, habilidades de comunicación, habilidades de evaluación y autoevaluación (De Miguel 2005, Prieto 2006). A pesar de que el aprendizaje basado en problemas y el aprendizaje basado en proyectos comparten numerosas características, existen ciertas diferencias entre ellas. En el aprendizaje basado en proyectos, los problemas a resolver son más complejos, en general, y se hace más hincapié en la utilización de conocimientos adquiridos para obtener el producto final, mientras que en el aprendizaje basado en problemas se busca la adquisición de conocimientos durante el proceso de aprendizaje, no siendo excesivamente complejos los problemas que se abordan.

Dado que son alumnos de primer curso de máster, la metodología seleccionada debe permitir alcanzar niveles superiores de la taxonomía de objetivos de Bloom propiciando además un aprendizaje autónomo y continuo (Fernández 2006). Asimismo el estudiante debe ejercer un elevado grado de control sobre su aprendizaje (Fernández 2006). Considerando estos factores y según lo que apunta Fernández, sería recomendable utilizar tanto la metodología aprendizaje basado en proyectos o

contratos de aprendizaje. Al tratarse de 6 grupos numerosos de entre 30 y 60 alumnos o más cada uno de ellos, se ha seleccionado la metodología de aprendizaje basado en proyectos para trabajar las múltiples competencias transversales. Y para su evaluación, se empleará el portafolio como método de recopilación de evidencias sobre el desarrollo del proyecto.

En cuanto a la implantación de metodologías activas, experiencias previas han demostrado la posibilidad/viabilidad de implantar métodos de enseñanza aprendizaje y sistemas de evaluación de CTs en grupos reducidos (Capó 2010, Menéndez 2009, Porras 2016, Prats-Boluda 2016, Rovira 2016, Trenor 2017), y en menor medida se han reportado algunas experiencias exitosas en grupos numerosos (Esteban 2009, Kingsbury 2007, Sobrados 2016). La implantación de metodologías activas puede suponer una dificultad adicional en grupos masivos y podría generar una excesiva carga de trabajo, probablemente muy por encima de las posibilidades reales del profesorado (De la Peña 2012; Grangel 2013; Sánchez 2011). Sánchez categoriza las principales dificultades para la implementación de la evaluación por competencias en grupos grandes en factores culturales, formativos, organizativos y metodológicos (Sánchez 2011). Concretamente se indica que la falta de experiencia y de recursos dificulta el llevar a cabo un sistema de seguimiento continuado del aprendizaje del alumno. A ello hay que añadir la masificación de los grupos y las reticencias de los alumnos puesto que la evaluación por competencias requiere romper con las posturas pasivas y acomodaticias ante el proceso de aprendizaje, requiriendo un mayor esfuerzo. Asimismo, otros factores determinantes en este tipo de aprendizaje son los conocimientos previos de la materia y la motivación de los alumnos, pudiendo presentar éstos niveles heterogéneos.

### 1.3. Objetivo

El objetivo del presente trabajo es el diseño y valoración de actividades formativas sostenibles para trabajar y evaluar las múltiples CTs empleando metodologías docentes activas en grupos numerosos, que será de aplicación en la asignatura "Instrumentación y control industrial". Asimismo, se analizará el grado de aceptación de esta metodología por parte del alumnado y el impacto en la carga docente del profesorado.

## 2. Marco empírico

Para ello, se ha diseñado una serie de actividades formativas para desarrollar y evaluar múltiples competencias vertebradas por un proyecto en el área de instrumentación electrónica. Cada proyecto, denominado "reto", consiste en la monitorización de una cierta magnitud física en un proceso. En total se proponen 8 retos distintos. En cada grupo de teoría, se han formado unos 10-12 equipos de trabajo (con al menos 3 alumnos) para resolver 3 retos. Los retos a resolver en cada grupo fueron seleccionados por el profesorado para que éstos estuvieran distribuidos lo más uniformemente posible entre los distintos grupos. El desarrollo del proyecto tiene un peso del 15% en la calificación final de la asignatura y las actividades a desarrollar se dividen en 3 fases que se describirán con detalle en las siguientes subsecciones conllevando 3 actos de evaluación.

### 2.1. Fase 1

Durante esta fase, el profesor plantea en cada grupo de teoría 3 retos abiertos relativos a la monitorización de una cierta magnitud en un proceso industrial. En una primera aproximación los retos se plantean de forma genérica e.g. la medida del volumen de un compuesto líquido en un depósito. No se aportan detalles específicos del caso planteado; en el ejemplo de un medidor de nivel no se detalla la composición o características del líquido, forma y dimensiones del depósito, condiciones ambientales, etc. Se presenta una primera actividad (actividad 1) en esta fase cuyo objetivo es que los alumnos propongan, en el seno de cada equipo, ideas lo más libremente posible para resolver el reto planteado. En una segunda actividad (actividad 2) deben realizar una valoración de las propuestas anteriores, todo ello sin estar inicialmente condicionado por detalles específicos de cada aplicación.

Concretamente, en la primera actividad, cada equipo de trabajo dispone de 20 minutos para proponer distintas alternativas de posibles soluciones al reto planteado sin ningún tipo de restricción (sesión de Brainstorming o lluvia de ideas). Es importante destacar que en esta actividad todo tipo de soluciones es susceptible de ser considerada. Al concluir el tiempo cada grupo entrega un listado al profesor con todas las alternativas propuestas, en principio cuantas más mejor.

Tras el primer acercamiento al problema y propuesta de ideas, en una segunda actividad que se realiza a continuación de la anterior, cada equipo procede a valorar más en detalle la viabilidad y adecuación de las propuestas del listado anterior, a fin de reducir la lista de posibilidades a un máximo de 3. Cabe señalar que todavía no se conocen las condiciones específicas de aplicación por lo que estas soluciones deben cubrir un amplio espectro de posibles aplicaciones específicas (que será concretada en la siguiente fase). Los equipos disponen de 40 minutos para proporcionar un documento con las 3 soluciones posibles seleccionadas, indicando brevemente su principio de funcionamiento y sus potenciales ventajas y desventajas. Las actividades de la Fase 1 son evaluadas exclusivamente por el profesor del grupo mediante la rúbrica de evaluación de la Fase 1 (ver Anexo I), publicada previamente a la sesión de trabajo. Se valoran 3 indicadores: aportar ideas y planteamientos originales, que favorece la adquisición de la CT01; plasmar de manera formal las ideas, que contribuye al desarrollo de la CT08; y valorar las implicaciones prácticas (pros-contras) de diversas alternativas o soluciones, que fomenta la adquisición de la CT02 y CT03.

## 2.2. Fase 2

Una vez concluida la Fase 1, el profesor proporciona a cada equipo los detalles de una aplicación concreta para cada uno de los retos planteados. En el ejemplo propuesto podrían ser detalles respecto a la composición y principales características del líquido, materiales, forma y dimensiones del depósito, condiciones específicas de la aplicación, etc. Con esta nueva información cada equipo debe elaborar su propuesta de solución definitiva (actividad 3). Para ello es necesario realizar un análisis crítico en mayor profundidad de las distintas alternativas preseleccionadas en la Fase 1.

Durante el desarrollo del trabajo (propuesta de solución definitiva), cada equipo debe preparar un portafolio (actividad 4) que contenga tres documentos: el plan de trabajo (PT) detallado incluyendo la asignación de tareas, el diagrama de Gantt, y las actas de reuniones del equipo de trabajo; el documento explicativo de la estrategia de búsqueda de información (BI) empleado para la resolución del problema incluyendo la forma de valorar la calidad de información utilizada; y por último, la justificación de la toma de decisiones (TD) a lo largo del proyecto. Para

Llevar a cabo estas tareas se les proporciona a los alumnos un documento en que se explica detalladamente en qué consiste el portafolio y cuáles son los documentos que debe contener.

La evaluación del portafolio (actividad 5) se realiza mediante la técnica de coevaluación. La coevaluación es un proceso a través del cual los estudiantes y los profesores colaboran en la evaluación del trabajo de los estudiantes. En cada grupo de teoría se forma un comité de “expertos” para cada ítem evaluable (documentos PT, BI y TD) y para cada reto planteado en ese grupo. En total 9 comités (3 ítems x 3 retos) en cada grupo. El “experto” es designado libremente por cada equipo, es decir, la asignación del rol alumno-experto es una decisión de cada equipo y no del profesor. Todos los equipos deben presentar, al menos, un experto por cada ítem evaluable (PT, BI, TD). Los comités se organizan de manera que ningún experto participa en la evaluación del mismo reto que ha desarrollado su equipo. En la figura 1 se muestra la formación de los comités evaluadores del ítem PT y la agrupación de los ítems evaluables del mismo tipo.

Para la evaluación, el profesor entrega a cada comité los documentos a valorar y la rúbrica de evaluación con los indicadores específicos del ítem a evaluar (ver Anexo II). Concretamente, los indicadores a valorar del plan de trabajo son: la identificación y asignación de las tareas, que contribuyen al desarrollo de las CT01 y CT03; elaboración del diagrama de Gantt y elaboración de las actas de reunión, que favorece a la adquisición de la CT03 y CT08 respectivamente; respecto a la búsqueda de información, se valora la definición de conceptos y uso de palabras claves adecuadas, que contribuye al desarrollo de las CT01, CT02 y CT03; la correcta selección de los resultados relevantes, que fomenta la adquisición de las CT02 y CT03; y la documentación adecuada de los resultados, que favorece el desarrollo de la CT08. Asimismo sobre el documento “Toma de decisiones”, se valoran las alternativas propuestas como soluciones al problema, criterio de valoración de alternativas y selección y desarrollo de la solución, los cuales contribuyen al desarrollo de las CT02 y CT03.

Tras la revisión de los documentos, la evaluación es consensuada por los miembros del comité y se rellena la rúbrica correspondiente de cada equipo evaluado. Al final de la sesión, los comités evaluadores de cada reto reúnen las 3 rúbricas de esta fase (asociadas a PT, BI y TD) de cada equipo para generar una valoración global y se proporciona la retroalimentación a cada equipo.

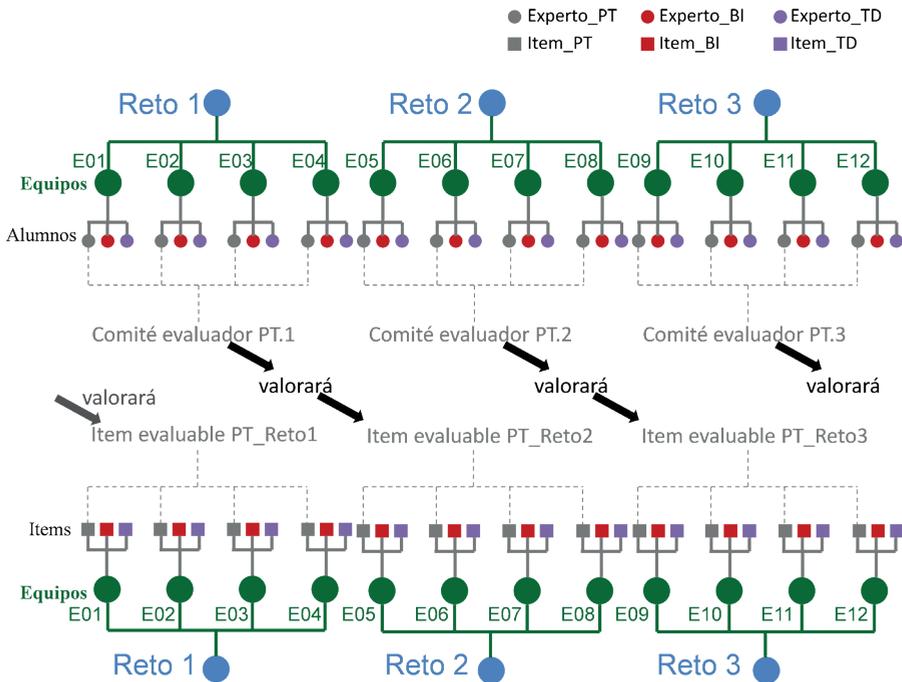


Figura 1. Método de coevaluación llevado a cabo para la evaluación del portafolio.

### 2.3. Fase 3

Una vez finalizada la sesión de evaluación del portafolio, cada grupo debe preparar una presentación con los detalles de la solución propuesta (actividad 6): tipo de sensor, principio de medida, montaje, posibles fuentes de error, limitaciones, principales ventajas e inconvenientes, valorando además aspectos como coste, mantenimiento, prestaciones de medida, etc. En los casos en que sea posible, se valorará la selección de sensores o sistemas industriales comerciales que puedan satisfacer las especificaciones del problema planteado de acuerdo a la solución propuesta por el grupo.

Finalmente, cada equipo realiza una exposición pública del trabajo (actividad 7), de una duración máxima de 12 minutos, seguida de un turno abierto de preguntas y comentarios en el que participan el resto de equipos y el profesorado (unos 3-5 min). Esto supone que cada grupo de teoría dedica una hora y media a la exposición de cada reto, con la pre-

sentación de los 4 equipos que lo han trabajado. Una vez concluidas las presentaciones de los equipos asociados a cada reto, el profesor evalúa las actividades de esta fase mediante la rúbrica de evaluación de la Fase 3 (ver Anexo III). En ésta se valoran los siguientes indicadores: la exposición está debidamente preparada y se ajusta al tiempo establecido; respeta las normas lingüísticas y se expresa de manera correcta con la comunicación no verbal apropiada; refuerza sus ideas con la ayuda de los medios de apoyo; los cuales evalúan exclusivamente la CT08; búsqueda de alternativa y criterios de valoración de las alternativas; y selección y desarrollo de la solución, que contribuyen a las CT02 y CT03. Además de la evaluación del profesor, cada equipo, tomando como referencia la misma rúbrica de evaluación de la Fase 3, valora (actividad 8) todas las soluciones presentadas, calificándolas entre 0 y 10. El resultado de dicha valoración por parte del alumnado se tiene en cuenta en la evaluación final de cada equipo.

En la última sesión de presentación, se realiza una encuesta a los alumnos para conocer sus opiniones acerca del conjunto de actividades propuestas y para determinar si el desarrollo ha permitido mejorar las competencias mediante un test de autoevaluación. Asimismo se pretende conocer el tiempo de dedicación del alumno al desarrollo del proyecto. En el Anexo IV se adjunta la encuesta que se realizó al alumnado.

Por otro lado, también se ha recopilado el dato de la dedicación del profesorado a la actividad propuesta con el fin de valorar su sostenibilidad en próximos cursos.

## 2.4. Evaluación de las competencias

Con el objeto de evaluar las distintas competencias, se ha identificado la contribución de cada indicador de cada fase del proyecto a cada una de las CTs (ver la última columna de las rúbricas adjuntas en los anexos I-II-III). Con ello, para cada competencia a valorar se tiene el resultado de un determinado número de indicadores ( $N_i$ ) relativos a dicha competencia. En resumen, se tiene:

- CT-01 Comprensión e Integración (3 indicadores)
- CT-02 Aplicación y pensamiento práctico (8 indicadores)
- CT-03 Análisis y resolución de problemas (10 indicadores)
- CT-04 Innovación, creatividad y emprendimiento (1 indicador)
- CT-08 Comunicación efectiva (6 indicadores)
- CT-09 Pensamiento crítico (1 indicador)

Diseño, aplicación y valoración de actividades destinadas al trabajo y evaluación de múltiples competencias transversales en grupos numerosos de máster en ingeniería, empleando el aprendizaje basado en proyectos  
Y. YE-LIN, G. PRATS-BOLUDA, J. GARCÍA-CASADO, E. GUIJARRO ESTELLES Y J.L. MARTÍNEZ-DE-JUAN

La evaluación final de cada competencia, así como de cada uno de sus indicadores, se corresponde con una escala categórica de 4 niveles:

- A: Excelente
- B: Bien
- C: En desarrollo
- D: No alcanzado

La obtención de la evaluación final a partir de las  $N_i$  evaluaciones de cada indicador admite distintos enfoques. En un primer acercamiento, la evaluación final de cada competencia se hace corresponder con el resultado de evaluación más repetido entre sus indicadores asociados (moda estadística).

Los resultados se centran en la evaluación de las competencias: CT01, CT02, CT03 y CT08 de los que la asignatura es punto de control. Además los resultados para CT04 y CT09 pueden resultar útiles para una posible valoración competencial global del alumno a lo largo de todo el título.

## 2.5. Análisis de datos

Con el fin de determinar si existen diferencias estadísticamente significativas entre las competencias antes y después de cursar la asignatura, se ha realizado la conversión del nivel categórico de dominio de las competencias a valores numéricos ('Muy bajo'=1; 'Bajo'=2; 'Bueno'=3; 'Muy bueno'=4; 'Excelente'=5). Tras el cual, se ha calculado el incremento en el nivel de dominio de las competencias ( $\Delta CT$ ):

$$\Delta CT = CT_{post} - CT_{pre} \quad (1)$$

Donde CT es la competencia objeto de estudio (CT01, CT02, CT03 ó CT08),  $CT_{pre}$  y  $CT_{post}$  son la autoevaluación del alumno sobre su competencia antes y después de cursar la asignatura respectivamente.

A continuación mediante el test Kolmogorov se ha determinado si  $\Delta CT$  proviene de una distribución normal. En caso afirmativo, se utiliza el t-test apareado para determinar si ha habido una mejora significativa en el nivel de dominio de las competencias con el desarrollo del proyecto ( $\alpha=0.05$ ). En caso contrario, se aplica el test de Wilcoxon con signo (apareado) para el mismo fin ( $\alpha=0.05$ ).

Para determinar la interrelación entre el nivel de dominio de las dis-

Diseño, aplicación y valoración de actividades destinadas al trabajo y evaluación de múltiples competencias transversales en grupos numerosos de máster en ingeniería, empleando el aprendizaje basado en proyectos

Y. YE-LIN, G. PRATS-BOLUDA, J. GARCÍA-CASADO, E. GUIJARRO ESTELLES Y J.L. MARTÍNEZ-DE-JUAN

tintas competencias se ha realizado un test estadístico de chi-cuadrado entre las distintas autoevaluaciones antes (CTpre) y después (CTpost) de cursar la asignatura ( $\alpha=0.05$ ): CT01 vs. CT02; CT01 vs. CT03; CT01 vs. CT08; CT02 vs. CT03; CT02 vs. CT08; CT03 vs. CT08.

También se ha realizado un test estadístico (prueba de chi-cuadrado,  $\alpha=0.05$ ) de cada competencia con su nivel de dominio previo y el tiempo de dedicación individual, grupal y total al proyecto, todo ello con el fin de determinar los posibles factores que influyen en el nivel de dominio de competencia alcanzado después de cursar la asignatura. Del mismo modo, se pretende determinar si existe alguna relación entre la mejora en el dominio de las competencias y el tiempo de dedicación (individual, grupal o total) del alumno al proyecto (prueba de chi-cuadrado,  $\alpha=0.05$ ).

### 3. Resultados y discusión

#### 3.1. Puesta en marcha, seguimiento y dedicación a la actividad

En el proyecto participaron 288 estudiantes (16% alumnas vs. 84% alumnos) matriculados en la asignatura, con una edad media de  $22.8 \pm 0.8$  años, siendo el 6% de ellos repetidores. Se formaron inicialmente 70 equipos de trabajo de entre 3 y 5 alumnos, asignados por el profesor. En la figura 2 se muestra la distribución de los equipos de trabajo en los 6 grupos de teoría. En todos los grupos se formaron 12 equipos de trabajo salvo el grupo V en el que se generaron sólo 10 equipos debido al menor número de alumnos matriculados, para salvaguardar el mínimo de 3 alumnos por equipo. Todos los equipos han seguido la dinámica de actividad preprogramada, siendo la tasa de abandono de la actividad 0%. Del total de alumnos matriculados, 237 alumnos han contestado la encuesta de autoevaluación en la última sesión de la presentación del trabajo.

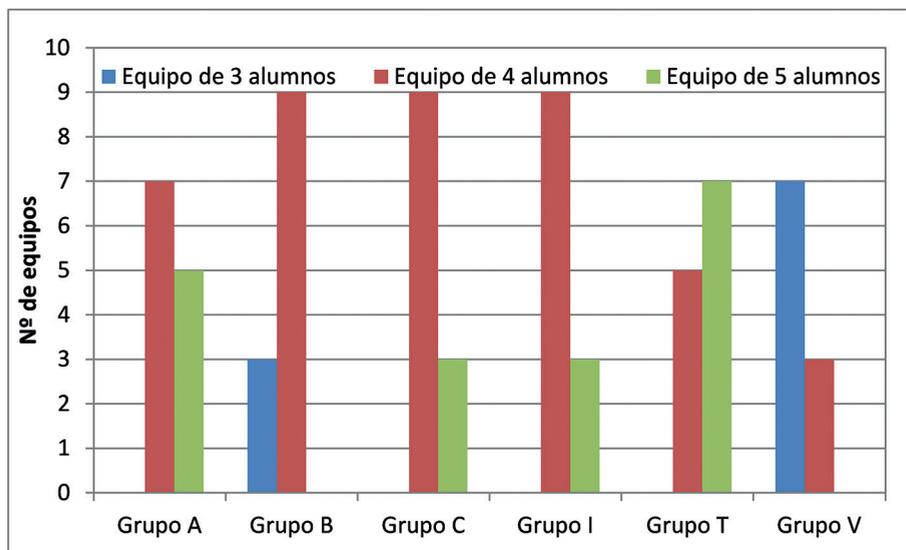


Figura 2. Distribución de los equipos de trabajo en función del número de alumnos por equipo en cada uno de los 6 grupos.

En la tabla 1 se detalla el tiempo dedicado por el profesor y el alumno para el desarrollo del proyecto. La dedicación total promedio de los alumnos es de unas  $17\pm 8$  h, lo cual se aproxima bastante a la estimación previa del profesorado, que consideraba necesarias unas 14 h para realizar la actividad (0.7 ECTS) por parte de cada alumno. Por otro lado, la dedicación total promedio del profesorado es de unas  $27\pm 10$  h, que puede considerarse dentro del margen de sostenibilidad. Cabe señalar que el tiempo de dedicación del profesorado está principalmente destinado a la reunión grupal ( $10\pm 2$  h), y a la elaboración de los materiales docentes: preparación de los retos a resolver; documentos explicativos del proyecto y del portafolio; y definición y elaboración de las rúbricas ( $17\pm 9$  h). Parte de este trabajo es necesario únicamente en el primer curso de puesta en marcha de la actividad, y se verá compensado en cursos subsiguientes. Es sumamente importante la participación y el consenso de todo el profesorado en el diseño de la actividad formativa y en la evaluación de las competencias para poder llevar a cabo el proyecto.

Tabla 1

*Tiempo de dedicación al proyecto del alumnado estimado por el profesorado y por el alumnado, así como el tiempo de dedicación del profesorado al proyecto.*

Tiempo de dedicación	Individual (h)	Grupal (h)	Total (h)
Dedicación del alumnado estimada por los alumnos	8 ± 5	10 ± 6	17 ± 8
Dedicación del alumnado estimada por el profesor	6 ± 2	8 ± 2	14 ± 1
Dedicación del profesorado	17 ± 9	10 ± 2	27 ± 10

### 3.2. Evaluación de las competencias

En la figura 3 se muestra la distribución correspondiente a la evaluación categórica de las 4 CTs objeto de estudio de acuerdo con el apartado 2.4. En general, la gran mayoría de alumnos (por encima del 95%) posee un nivel de dominio de las competencias “Bien” y “Excelente”. Se observa que el porcentaje de alumnos que han alcanzado un nivel de competencia “Excelente” es del orden 50% o superior (CT01: 50%; CT02: 64.2%; CT03: 58.7%; CT08: 48.9%). Debe tenerse en cuenta que los alumnos sobre los que se han trabajado estas competencias han superado un grado de ingeniería, es decir, son alumnos adultos con un nivel de implicación en su aprendizaje muy alto, lo que explicaría el alto nivel de adquisición en estas competencias.

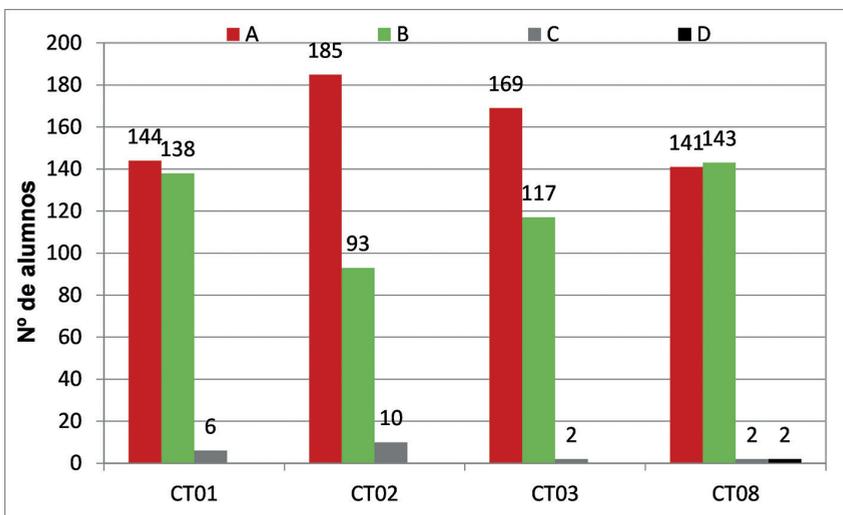


Figura 3. Distribución de los resultados de la evaluación categórica de las competencias analizadas. A: Excelente, B: Bien, C: En desarrollo, D: No alcanzado.

Con el fin de determinar si existe alguna relación entre la nota del examen obtenida en el área de Instrumentación Electrónica, y el nivel de dominio de las distintas competencias, se han representado las gráficas de cajas y bigotes mostradas en la figura 4. En general, no existe relación alguna entre la nota del examen y el nivel de dominio de las distintas competencias excepto en la CT03 en la que se aprecia una mayor puntuación en el examen de aquellos alumnos que poseen el nivel de dominio A y B. Tampoco existen diferencias significativas entre las puntuaciones obtenidas por los alumnos que poseen un nivel de dominio A y un nivel B. Además existe una gran dispersión de la puntuación para una misma categoría de competencia. Esto podría deberse a varios factores. En primer lugar, la evaluación de las competencias se realizó de forma grupal, es decir, no se dispone de ningún mecanismo para poder evaluar de manera individualizada la adquisición de las competencias. Con la evaluación grupal se corre el riesgo de que algún miembro del equipo se aproveche del trabajo de los demás, aporte poco al trabajo común, y se beneficie de una calificación que no refleja su trabajo (Cuadrado 2012). En cambio, aquellos alumnos más comprometidos con la asignatura se enfrentan a un sobreesfuerzo realizando parte del trabajo que sus compañeros no querían realizar o deben asumir que su calificación se verá reducida (Sánchez 2014). En efecto, la evaluación grupal no garantiza que todos los miembros del equipo hayan alcanzado los objetivos de aprendizaje, y en ocasiones genera una diferencia importante entre las calificaciones del trabajo grupal y de la prueba individual (Sánchez 2014). A este respecto, el equipo de profesores cree conveniente incorporar alguna estrategia que permita valorar la aportación individual al trabajo en grupo y que sea compatible con el manejo de grupos numerosos, para que no suponga una carga excesiva al profesorado en los cursos subsiguientes. Por otro lado, la formación en los contenidos específicos probablemente es un proceso 'independiente' de la adquisición de las competencias. En este sentido, hay alumnos que tienen facilidad para asimilar conceptos teóricos pero que muestran poca habilidad para trasladarlos a las aplicaciones específicas, mientras que otros presentan la característica contraria.

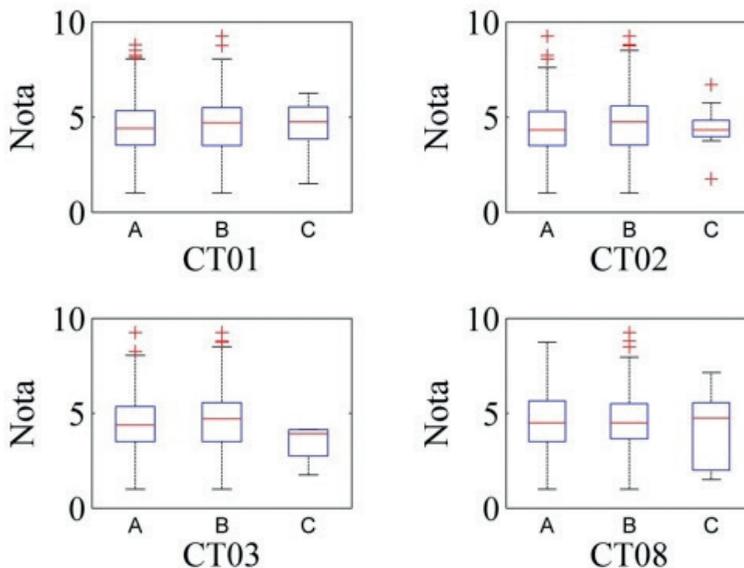


Figura 4. Gráficas de cajas y bigotes de las puntuaciones del examen en el área de Instrumentación electrónica en función del nivel de dominio de las distintas competencias.

### 3.3. Autoevaluación de los alumnos

En la figura 5 se muestran los resultados de la autoevaluación de los alumnos sobre el nivel de dominio de las competencias (CT01, CT02, CT03 y CT08) antes y después de cursar la asignatura. Al inicio del curso, la gran mayoría de alumnos (entre 81% y 87%) posee un nivel de dominio de las competencias trabajadas y evaluadas “Bueno” y “Muy bueno”. En general, el número de alumnos cuyo nivel de dominio de las competencias se sitúa en el nivel “Muy bajo” y “Bajo” es reducido, lo cual es el resultado esperable dado que son alumnos de primero de máster y están cursando un nivel de dominio <sup>32</sup> de las competencias transversales de la UPV. Tras cursar la asignatura, se puede apreciar que en general el número de alumnos cuyo nivel de dominio de las competencias se sitúa en “Muy bajo”, “Bajo” y “Bueno” ha disminuido. El porcentaje de alumnos cuya competencia se sitúa en el nivel “Muy bueno” y/o “Excelente” ha aumentado considerable (ver *tabla 2*) con

2 La UPV ha definido diferentes niveles de dominio de las competencias transversales en función de curso: Nivel 1 en primer y segundo de grado; Nivel 2 en tercero y cuarto de grado; Nivel 3 en máster.

incrementos de 25% para el CT01, 28% para el CT02 y CT03, 22% para el CT08. Por otro lado, destacar que el porcentaje de alumnos con un nivel de competencia “Muy bueno” y/o “Excelente” para CT01 (Comprensión e Integración) y CT08 (Comunicación efectiva) es considerablemente inferior que en el caso de las competencias CT02 (Aplicación y pensamiento práctico) y CT03 (Análisis y resolución de problemas). Este resultado fue sorprendente para los profesores, dado que la CT01 supuestamente es una de las competencias que se trabajan desde los primeros cursos del grado. En cambio, el resultado obtenido de la competencia CT08 coincide parcialmente con la evaluación del profesorado (ver apartado 4.2), sugiriendo que ésta es la competencia más difícil de adquirir o desarrollar por parte del alumnado. Asimismo, se pone en evidencia la carencia de formación en esta competencia en las asignaturas de grado, que puede ser debida a la dificultad asociada al trabajo de la competencia en grupos numerosos.

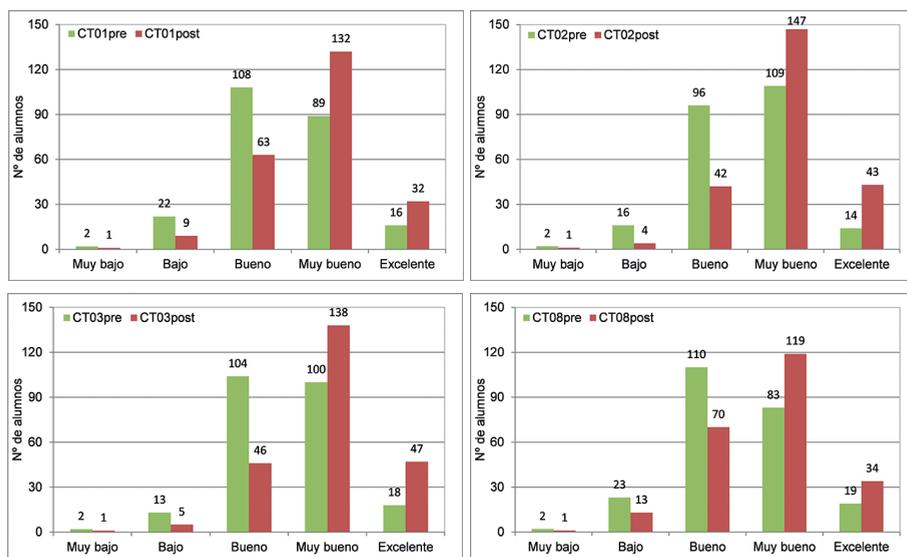


Figura 5. Resultados de la autoevaluación de los alumnos sobre el nivel de dominio de las competencias CT-01 (Comprensión e Integración), CT-02 (Aplicación y pensamiento práctico), CT-03 (Análisis y resolución de problemas), CT-08 (Comunicación efectiva) antes y después de cursar la asignatura.

Tabla 2

*Porcentaje de alumnos que posee un nivel de dominio de las competencias "Muy bueno" y/o "Excelente" antes y después de cursar la asignatura.*

Competencia	Antes	Después
CT01	44.3%	69.2%
CT02	51.9%	80.2%
CT03	49.8%	78.1%
CT08	43.0%	64.6%

A continuación, se procede a analizar si ha habido una mejora estadísticamente significativa del nivel de dominio de las competencias tras la realización de las actividades formativas, según la percepción del propio alumnado. Tras comprobar que el incremento en el nivel de dominio de las 4 competencias no proviene de una distribución normal, se ha utilizado el test de Wilcoxon con signo para tal fin (ver tabla 3). En ella se puede apreciar que ha habido una mejora significativa en las 4 competencias según la percepción de los propios alumnos, lo cual indica que el desarrollo de la actividad favorece la adquisición de las competencias analizadas (CT01, CT02, CT03 y CT08). Estos resultados ponen en manifiesto que la metodología docente empleada favorece la adquisición de las múltiples CTs objetos de estudio, los cuales concuerdan con otros autores que señalan que el aprendizaje basado en proyectos es una estrategia eficaz para desarrollar y trabajar diversas competencias (De Miguel 2005, Prieto 2006). A pesar de ello, estos resultados son derivados de la autoevaluación, lo que conlleva el sesgo de cada individuo. De hecho, esto constituye uno de los principales obstáculos para su aplicación a la docencia (Rodríguez Migueles 2014), por lo que no se puede considerar una medida objetiva de la mejora del nivel de dominio de las competencias. Sin embargo, algunos estudios indican que existe una fuerte correspondencia entre las notas de autoevaluación y las notas finales que obtienen estos cuando la autoevaluación se realiza de manera sistemática, socializado y asumidos por los alumnos (Rodríguez Migueles 2014). Además la autoevaluación constituye un proceso de reflexión de los aprendizajes logrados que podría crear una retroalimentación positiva que motiva a los alumnos a seguir aprendiendo. En este respecto, el hecho de que se evalúa el nivel de dominio de las distintas competencias antes y después de cursar la asignatura supone el mismo

sesgo para el mismo individuo, por lo que la mejora significativa en el nivel de dominio de las 4 competencias que sugiere el test estadístico es un indicador fiable de que el desarrollo del proyecto favorece la adquisición de las competencias analizadas (CT01, CT02, CT03 y CT08).

Tabla 3

*P-valor del test de Wilcoxon con signo (apareado) para determinar si el desarrollo de la actividad favorece la adquisición de las competencias ( $p < 0.05$ ).*

$\Delta$ CT	p-value
$\Delta$ CT01	$5.76 \cdot 10^{-18}***$
$\Delta$ CT02	$1.06 \cdot 10^{-20}***$
$\Delta$ CT03	$6.05 \cdot 10^{-20}***$
$\Delta$ CT08	$4.44 \cdot 10^{-14}***$

Nota. \* $p < .05$  \*\* $p < .01$  \*\*\* $p < .001$

Por otro lado, la prueba de independencia de chi-cuadrado ( $\alpha = 0.05$ ) entre las distintas competencias antes (pre) y después (post) de cursar la asignatura indica que las distintas competencias presentan una correlación significativa entre ellas de manera que no se pueden considerar como sucesos independientes ( $p < 0.001$  para tanto antes como después de cursar la asignatura). Esto probablemente es debido a que en general los alumnos desarrollan en paralelo las distintas competencias durante el proceso de aprendizaje o que tienen ciertos sesgos en la autoevaluación.

En la tabla 4 se muestran los resultados de la prueba de independencia de chi-cuadrado ( $\alpha = 0.05$ ) del nivel de dominio de las competencias alcanzado tras el proyecto con su nivel de dominio previo y el tiempo de dedicación individual y grupal así como las horas totales dedicadas al proyecto. Se puede apreciar que el nivel de dominio de las competencias alcanzado por el alumno depende fundamentalmente del nivel de dominio previo y no depende tanto del tiempo de dedicación.

Tabla 4

*P-valor de la prueba de independencia de chi-cuadrado entre el nivel de dominio de competencia alcanzado después de cursar la asignatura (post) con el dominio de competencias previo (pre) y las horas de dedicación.*

p-valor	CT01pre	CT02pre	CT03pre	CT08pre	Dedicación individual	Dedicación grupal	Dedicación total
CT01post	.00***	--	--	--	.18	.37	.44
CT02post	--	.00***	--	--	.86	.96	.82
CT03post	--	--	.00***	--	.95	1.00	1.00
CT08post	--	--	--	.00***	.10	.91	.93

Nota. \* $p < .05$  \*\* $p < .01$  \*\*\* $p < .001$

Aunque el tiempo de dedicación al proyecto resulta no relacionado con el nivel de dominio de las CTs después de cursar la asignatura, se ha encontrado una relación significativa entre la mejora en el nivel de dominio de las competencias  $\Delta$ CT01,  $\Delta$ CT02 y  $\Delta$ CT03 y el tiempo de dedicación individual (ver tabla 5), y entre  $\Delta$ CT02 y  $\Delta$ CT03 y la dedicación total al proyecto (ver tabla 5). En cambio, el tiempo de dedicación grupal no explica en general el aumento en el nivel de dominio las competencias objeto de estudio (pero esta dedicación es imprescindible para el desarrollo del proyecto y contribuye a la adquisición de la competencia de trabajo en equipo). Estos resultados coinciden con otros autores que aplicaron la metodología aprendizaje basado en problemas para el desarrollo de la competencia “Instrumental Específica”, en grupos numerosos de asignaturas de grado de ingeniería (Prats-Boluda 2017). Los autores encontraron que el tiempo de dedicación individual a las actividades propuestas está asociado con la mejora en el nivel de dominio de la competencia, sin embargo no ocurre lo mismo con el tiempo de dedicación total (Prats-Boluda 2017). Sorprendentemente, ni el tiempo de dedicación individual ni el grupal ha tenido influencia en la adquisición de la habilidad comunicativa.

### 3.4. Valoración de la experiencia por el alumnado

Además de las CTs puntos de control, una parte importante de los alumnos consideran que el aprendizaje basado en proyectos ha permitido trabajar otras competencias (ver figura 6) como la “CT06 Trabajo en equipo y liderazgo” (70%) y en menor medida “CT09 Pensamiento crítico”

tico" (54%), "CT10 Planificación y gestión del tiempo" (48%), "CT11 Aprendizaje permanente: Capacidad de auto-aprendizaje" (47%) y "CT04 Innovación, creatividad y emprendimiento" (40%). Destacar que también se obtuvieron indicadores de las competencias CT04 y CT09 en el desarrollo de las actividades propuestas y que también podrían ser de utilidad. De nuevo, estos resultados ponen de

Tabla 5

*p*-valor de la prueba de independencia de chi-cuadrado de la mejora del nivel de dominio de las competencias con el tiempo de dedicación al proyecto.

\* indica una relación significativa entre las dos variables analizadas.

p-valor	Dedicación individual	Dedicación grupal	Dedicación total
$\Delta$ CT01	.01**	.65	.42
$\Delta$ CT02	.00***	.71	.03*
$\Delta$ CT03	.00***	.50	.00***
$\Delta$ CT08	.06	1.00	.96

Nota. \* $p < .05$  \*\* $p < .01$  \*\*\* $p < .001$

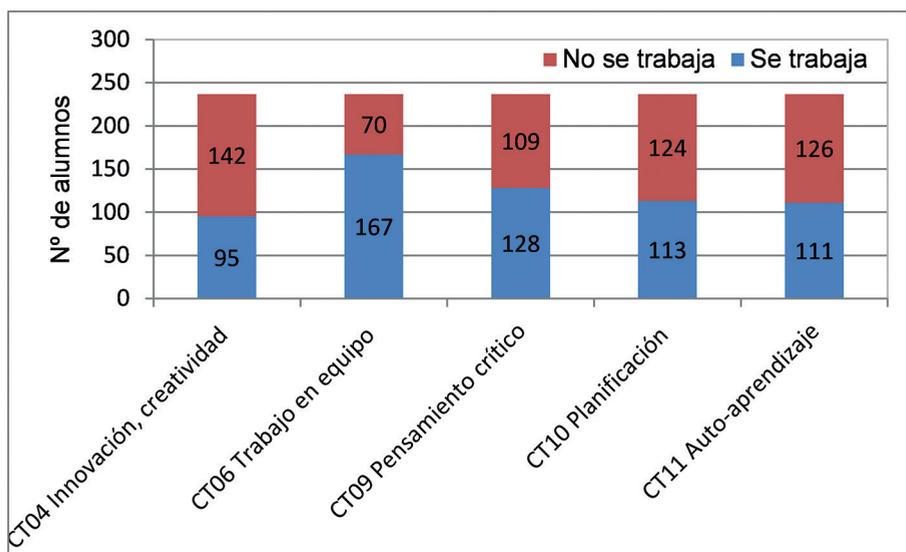


Figura 6. Número de alumnos que consideran que el desarrollo del proyecto ha contribuido a mejorar el nivel de dominio de otras CTs de las que la asignatura no es punto de control.

manifiesto que la metodología aprendizaje basado en proyectos permite el desarrollo integral de múltiples CTs (De Miguel 2005, Prieto 2006). No

obstante, todavía hay un gran porcentaje de alumnos que consideran que la metodología empleada no contribuye a la adquisición de las competencias “Trabajo en equipo y liderazgo” y “Aprendizaje permanente” pese a que el proyecto diseñado contribuye inherentemente al desarrollo de las mismas.

Del mismo modo, la figura 7 refleja que el método de coevaluación empleado a lo largo del proyecto ayuda a “entender los criterios de evaluación y la complejidad de su aplicación” (58%), e incluso “mejorar la calidad del propio trabajo” especialmente con la evaluación intermedia del portafolio en la fase 2 (36%). Asimismo también favorece el desarrollo de las competencias “Pensamiento crítico” (49%), y en menor medida “Trabajo en equipo y liderazgo” (41%), “Toma de decisiones” (38%). Estos resultados concuerdan con otros autores que apuntan que la evaluación entre iguales favorece la adquisición de competencias y estrategias de aprendizaje como: el desarrollo del pensamiento crítico, seguridad y organización en el trabajo propio entre otras, facilitando el aprendizaje continuo a lo largo de toda la vida (Ibarra Sáiz 2010). A este respecto, la participación de los estudiantes universitarios en procesos de evaluación, y especialmente para los alumnos de máster, mediante la autoevaluación y la evaluación entre iguales promueve una mayor actividad y autodirección del propio aprendizaje los cuales son elementos claves del aprendizaje autorregulado (Ibarra Sáiz 2010).

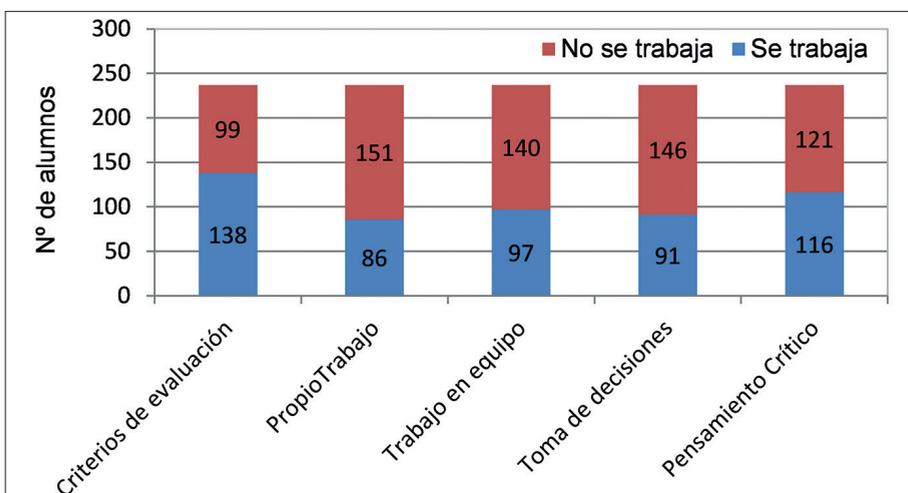


Figura 7. N° de alumnos que consideran que el método de co-evaluación empleado a lo largo del proyecto (evaluación del portafolio y presentación final del trabajo) ha contribuido a mejorar el nivel de dominio de las CTs.

A la izquierda de la figura 8 se muestra la percepción de los alumnos hacia la metodología docente “aprendizaje basado en proyecto” y su implantación en las asignaturas de grado. En general, los alumnos han mostrado una actitud muy positiva acerca de la metodología docente aplicada. El 86% de alumnos valoran positivamente la metodología docente “aprendizaje basado en proyecto” indicando que proporciona una visión más aplicada de la instrumentación electrónica y favorece la adquisición de las CTs. No obstante, todavía persiste un 14% de alumnos reticentes al cambio a las metodologías activas puesto que requiere un mayor esfuerzo, romper posturas pasivas y acomodaticias ante el proceso de aprendizaje (Sánchez 2011). Asimismo el 90% de alumnos consideran conveniente aplicar dicha metodología en las asignaturas de grado.

Respecto al curso de grado en que se considera que se podría implantar la metodología “aprendizaje basado en proyecto”, han contestado 186 alumnos de los 237 encuestados (ver figura 8 derecha). El 47% de los alumnos consideran apropiado su aplicación en el tercer curso del grado, mientras que otros alumnos (41%) creen que se puede incluso aplicar dicha metodología en los primeros dos cursos con un nivel de dificultad relativamente baja e ir incrementando el nivel de dificultad. Sólo dos alumnos consideran inapropiada la implantación de dicha metodología en las asignaturas de grado, por no poseer ni los conocimientos ni la madurez necesaria para el desarrollo de proyectos en los primeros cursos.

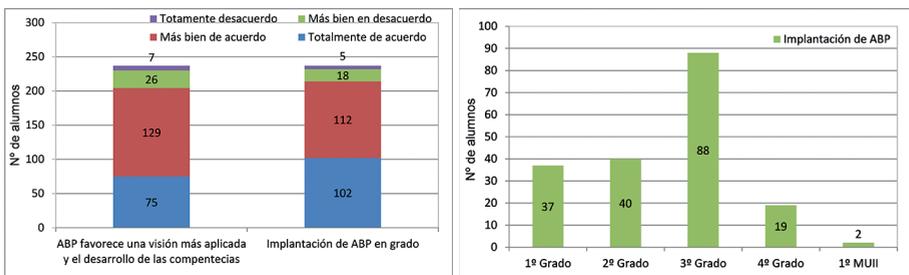


Figura 8. Izquierda: Percepción de los alumnos acerca de la metodología docente “aprendizaje basado en proyecto” y su implantación en las asignaturas de grado. Derecha: Curso desde el que se puede aplicar la metodología aprendizaje basado en proyecto según la opinión de los alumnos.

A pesar de que la valoración de la metodología “aprendizaje basado en proyecto” es positiva, los alumnos consideran que su aplicación en la asignatura es mejorable en los siguientes aspectos:

- Mejor definición en los materiales: definición de los retos, entrega parcial de los documentos, etc. (63/237 alumnos).
- Mayor integración con el contenido específico de la asignatura y mayor vinculación a casos de empresa (24/237 alumnos)
- Simplificar la documentación del proyecto desarrollado (17/237 alumnos).
- Mayor peso en la calificación final de la asignatura (13/237 alumnos)
- Posibilidad de formación libre de los equipos (16/237 alumnos)

#### 4. Conclusiones

Se ha diseñado y llevado a cabo una serie actividades formativas para trabajar y evaluar múltiples competencias empleando la metodología del aprendizaje basado en proyectos y el portafolio en grupos numerosos. Tanto los alumnos (86%) como el profesorado han valorado positivamente la metodología del aprendizaje basado en proyectos. Por un lado los alumnos han considerado que les proporciona una visión más aplicada de la asignatura; por otro, ha favorecido la adquisición de las competencias transversales, mejorando significativamente el nivel de dominio de las 4 competencias trabajadas por los alumnos: Comprensión e integración (CT01), Aplicación y pensamiento práctico (CT02), Análisis y resolución de problemas (CT03) y Comunicación efectiva (CT08).

Asimismo, se ha observado que el tiempo de dedicación grupal, en general, no contribuye al aumento en el nivel de dominio las competencias. En cambio, el tiempo de dedicación individual al proyecto es determinante sobre el grado de mejora en el nivel de dominio de las competencias. Destacar que el nivel de dominio de las competencias alcanzado por el alumno tras la realización del proyecto ha resultado dependiente en gran medida del nivel de dominio previo de las mismas.

La metodología diseñada e implantada ha sido bien valorada por los agentes implicados; pero además cumple con tres requisitos en el entorno de una universidad moderna.

Diseño, aplicación y valoración de actividades destinadas al trabajo y evaluación de múltiples competencias transversales en grupos numerosos de máster en ingeniería, empleando el aprendizaje basado en proyectos  
Y. YE-LIN, G. PRATS-BOLUDA, J. GARCÍA-CASADO, E. GUIJARRO ESTELLES Y J.L. MARTÍNEZ-DE-JUAN

En primer lugar, se han trabajado unas competencias pero la metodología ha servido para el desarrollo de otras. El 70% de alumnos considera que el aprendizaje basado en proyectos favorece el desarrollo de la competencia de trabajo en equipo y liderazgo, y en menor medida el desarrollo de otras competencias: pensamiento crítico (54% de alumnos), planificación y gestión del tiempo (48% de alumnos), aprendizaje permanente (47% de alumnos) e innovación, creatividad y emprendimiento (40% de alumnos).

En segundo lugar, los alumnos se implican en su propio aprendizaje, que es la regla básica de una metodología activa. Los alumnos consideran que el método de coevaluación empleado a lo largo del proyecto ayuda a entender los criterios de evaluación y la complejidad de su aplicación y mejorar la calidad del propio trabajo y la toma de decisiones.

Y en tercer lugar, se defiende que una metodología activa se puede aplicar en grupos numerosos de estudiantes. Los resultados indican que las actividades propuestas no suponen una excesiva carga para el alumnado ni para el profesorado, lo cual ratifica la sostenibilidad de las actividades en cursos subsiguientes. La experiencia del presente trabajo apunta a que sería fácilmente transferible a otras asignaturas con gran número de alumnos de docencia universitaria.

## Referencias

- Barragan Sanchez, R (2005). El portafolio, metodología de evaluación y aprendizaje de cara al nuevo Espacio Europeo de Educación Superior. Una experiencia práctica en la Universidad de Sevilla. *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa*, 4 (1) 121-139.
- Barrows, H.S. (1986). A Taxonomy of problem-based learning methods. *Medical Education*, 20(6) 481-486.
- Bordas, M.I. y Cabrera, F.A. (2001). Estrategias de evaluación de los aprendizajes centrados en el proceso. *Revista Española de Pedagogía*, 218, 25-48.
- Capó-Vicedo, J. (2010). Docencia de asignaturas de gestión en una ingeniería. Utilización de metodologías activas de aprendizaje. *Revista de Formación e Innovación Educativa Universitaria*. 3(2), 97-111.
- Cuadrado-Salina, C., Fernández-López, F.J., Fernández-López, M., Fernández-Pacheco, E., González-Lagier, D., Lifante-Vidal, I. y Moya-Ballester J. (2012). Técnica de trabajo en equipo para estudiantes universitarios. En Tortosa-Ibañez, M.T., Álvarez-Teruel, J.D. y Pellín-Buades N. *X Jornadas de redes de investigación en docencia universitaria*. Alicante. Universidad de Alicante. 3072-308.

Diseño, aplicación y valoración de actividades destinadas al trabajo y evaluación de múltiples competencias transversales en grupos numerosos de máster en ingeniería, empleando el aprendizaje basado en proyectos

Y. YE-LIN, G. PRATS-BOLUDA, J. GARCÍA-CASADO, E. GUIJARRO ESTELLES Y J.L. MARTÍNEZ-DE-JUAN

De la Fe Rodríguez, C., Vidaurreta Porrero, I., Gómez Martín, A. y Corrales Romero, J. (2015) El método de estudio de casos: Una herramienta docente válida para la adquisición de competencias. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*. 18(3) 127-137.

De la Peña Amorós, M. (2012). La evaluación de los alumnos a través del portafolio. *Revista Jurídica de Investigación e Innovación Educativa*. 6, 81-94.

De Miguel, M. (2006). Metodologías de enseñanza para el desarrollo de competencias. Orientaciones para el profesorado universitario ante el Espacio Europeo de Educación Superior. *Educatio siglo XXI*, 24, 207-210.

Esteban, M. (2009). Un estudio empírico sobre las ventajas e inconvenientes del aprendizaje basado en problemas en grupos numerosos. *Aprender: caderno de filosofia e psicologia da educação*. VII. 131-145.

Fernández March, A. (2006). Metodologías activas para la formación de competencias. *Educatio siglo XXI*, 24, 35-56.

Grangel Seguer, R. y Campos Sancho, C. (2013). Contratos de aprendizaje y evaluación entre iguales para responsabilizar al alumno de su aprendizaje. *Actas de las XIX JENUI*. Castellón. 45-52.

Hermosilla, Z., Clemente, M., Trinidad A. y Andrés, J. (2013). Competencia en comunicación oral: un reto para el ingeniero. En Garrigós Simón, F.J., Peris Ortiz, M., Gil Pechuán, I., Estelles Miguel, S., Dema Pérez, C.M., Montesa Andrés, J.O., Conesa García, M.P. *New changes in technology and innovation. INNODOCT 2013*. Universidad Politécnica de Valencia.

Ibarra Sáiz, M.S., Rodríguez Gómez, G., Gómez Ruiz, M.A. (2019). La evaluación entre iguales: beneficios y estrategias para su práctica en la universidad. *Revista de Educación*, 359, 206-231. Doi: 10-4438/1988-592X-RE-2010-359-092.

Kingsbury, M.P. y Lymn, J.S. (2008). Problem-based learning and larger student groups: mutually exclusive or compatible concepts – a pilot study. *BMC Medical Education*. 8(35) 1-10.

Menédez, O., De Paco, P. y Parrón, J. (2009). Aplicación de metodologías de enseñanza cooperativa en la titulación de Ingeniería Técnica de Telecomunicación. *Revista de Formación e Innovación Educativa Universitaria*. 2(1) 31-37.

Porras, R. y Arias-Trujillo, J. (2016). El aprendizaje cooperativo como metodología para estudiar las propiedades mecánicas de los materiales en la Ingeniería Civil. *REDU Universitaria*. 14(2) 37-55. <http://dx.doi.org/10.4995/redu.2016.5677>.

Prats-Boluda, G., Ye-Lin, Y. y Trenor Gomis, B. (2016). Análisis del uso del póster científico y de la revisión por pares como herramienta desarrollo de la competencia comunicación efectiva en estudiantes de grado en ingeniería. *Congreso Nacional de Innovación Educativa y de Docencia en Red (IN-RED 2016)*. Valencia.

Prats-Boluda, G., Ye-Lin, Y., Bosch Roig, I., Martínez-de-Juan, J.L. (2017) Análisis del uso de la metodología aprendizaje basado en problemas como herramienta de desarrollo de competencias en estudiantes de grado de ingeniería. *International Conference on Innovation, Documentation and Education (INNODOCT2017)*. Valencia.

Prieto, L. (2006). Aprendizaje activo en el aula universitario: el caso del aprendizaje

Diseño, aplicación y valoración de actividades destinadas al trabajo y evaluación de múltiples competencias transversales en grupos numerosos de máster en ingeniería, empleando el aprendizaje basado en proyectos  
Y. YE-LIN, G. PRATS-BOLUDA, J. GARCÍA-CASADO, E. GUIJARRO ESTELLES Y J.L. MARTÍNEZ-DE-JUAN

basado en problemas, en *Miscelánea Comillas. Revista de Ciencias Humanas y Sociales*. 64, 124, 173-196.

- Rodríguez Migueles, A., Hernández Yulcerán, A. (2014) Desmitificando algunos sesgos de la autoevaluación y coevaluación en los aprendizajes del alumnado. *Revista de Estudios y Experiencias en Educación*. 13, 25, 13-31.
- Rovira, A., Barrachina, T., Gallardo, S., Lajara-Camilleri, N. y Villanueva, J.F. (2016). Integración de la competencia transversal de “conocimiento de problemas contemporáneos” en la asignatura Vibraciones Mecánicas. *Congreso Nacional de Innovación Educativa y de Docencia en Red (IN-RED 2016)*. Valencia.
- Trenor, B., Prats-Boluda, G. y Ye-Lin Y. (2017). Aplicación de la Clase Inversa en la Enseñanza de la Electrónica Analógica en un Grupo de Alto Rendimiento Académico. *Congreso Nacional de Innovación Educativa y de Docencia en Red (IN-RED 2017)*. Valencia.
- Sánchez, P. (2014). Evaluación individual de resultados producidos por grupos: diferentes estrategias y lecciones aprendidas. *Actas de las XX JENUI*. Oviedo. 41-48.
- Sánchez Santamaría, J. (2011). Evaluación de los aprendizajes universitarios: una comparación sobre sus posibilidades y limitaciones en el Espacio Europeo y Educación Superior. *Revista de Formación e Innovación Educativa Universitaria*. 4(1) 40-54.
- Sobrados León, M. (2016). El trabajo docente en grupos numerosos. Experiencias en el uso del portafolio. *Opción*. 32, 10, 773-788.
- Villa Sánchez, A. y Poblete Ruiz, M. (2011). Evaluación de competencias genéricas: principios, oportunidades limitaciones. *Bordón*. 63, 1, 147-170.
- Villardón Gallego, M.L. (2006). Evaluación del aprendizaje para promover el desarrollo de competencias. *Educatio siglo XXI*. 24, 57-76.
- Zabalza, M.Á. (2011). Metodología docente. *REDU-Revista de docencia Universitaria*. 9(3) 75-89. <http://dx.doi.org/10.4995/redu.2011.6150>.

## Agradecimientos

Este trabajo está subvencionado parcialmente por la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales y el Vicerrectorado de Estudios, Calidad y Acreditación de la UPV (PIME B17, Convocatoria 2016-2017).

