

## EXPERIENCIA DOCENTE PARA LA ADQUISICIÓN DE COMPETENCIAS EN PROYECTOS DE INGENIERÍA

Ana González-Marcos

Fernando Alba-Elías

Rubén Lostado-Lorza

Álvaro Guerra-Sánchez-de-la-Nieta

Alpha Pernía-Espinoza

*Departamento de Ingeniería Mecánica. Universidad de La Rioja*

### Abstract

This paper reports the teaching experience carried out within the practical part of subjects such as Projects, fifth year of Industrial Engineering Degree, and Technical Office, third year of Technical Industrial Engineering Degree (Mechanics, Electricity and Electronics), at the University of La Rioja. In the proposed model, the focus of the educational effort is not to ensure results in a single test, but to foster students to “learn by doing”. Thus, the emphasis revolves around the practical work, whose main objective is to improve the process of acquiring general and specific “skills” of the subjects concerned. To develop and evaluate adequately these skills, authors decided to develop a transversal coordination between the same subject in different degrees, considering the different curricula of each degree: more focused to the technological aspects in Technical Industrial Engineering and more oriented to management and R&D in Industrial Engineering. The proposed approach, among others, develops group competences like teamwork, transfers to the student the active role –the student is the one who must develop a project–, and allows to implement, in scale, professional skills which should be deployed by a project manager.

**Keywords:** *technical office; projects; skills*

### Resumen

Este trabajo presenta la experiencia llevada a cabo dentro de la parte práctica de las asignaturas de Proyectos, de 5º de Ingeniería Industrial, y Oficina Técnica, de 3º de Ingeniería Técnica Industrial, de todas las especialidades impartidas en la Universidad de La Rioja (Mecánica, Electricidad y Electrónica). En el modelo propuesto, el esfuerzo pedagógico no es tanto el asegurar unos resultados en una única prueba, sino que se pretende que el alumno “aprenda haciendo”. De esta forma, el énfasis gira en torno al trabajo de prácticas, cuyo objetivo principal es mejorar el proceso de adquisición de las “competencias” generales y específicas de las asignaturas afectadas. Para poder desarrollar y evaluar convenientemente dichas competencias, se optó por desarrollar una coordinación transversal entre la misma materia en varias titulaciones, teniendo en cuenta la diferente orientación curricular que cada titulación presenta, con un carácter más tecnológico en las Ingenierías Técnicas Industriales y más de gestión en Ingeniería Industrial. Con este modelo de trabajo, entre otros, se potencia el trabajo en equipo, se traspasa un rol activo al estudiante –es él quien tiene que desarrollar un proyecto–, y se permite poner en práctica, a escala, las habilidades que profesionalmente debe desplegar un director de proyecto.

**Palabras clave:** oficina técnica; proyectos; competencias

## 1. Introducción

No hay duda de que las competencias clásicas de gestión de proyectos son críticas para controlar el denominado triángulo del proyecto (plazo, coste, calidad). Sin embargo, si no se presta la atención debida a las necesidades y expectativas de las diversas partes interesadas en el proyecto, éste, muy probablemente, no podrá considerarse como un éxito, aún cuando fuese entregado en el plazo, tiempo y con la calidad inicialmente acordados. Es evidente, por tanto, la importancia que tienen las habilidades humanas (o competencias “blandas”) en la gestión de proyectos. De hecho, varios autores señalan que, para el éxito del proyecto, tan importantes como las competencias técnicas (o “duras”), son las competencias blandas: comunicación, trabajo en equipo, efectividad en la organización, liderazgo, resolución de problemas y toma de decisiones, flexibilidad, creatividad, etc. (Belzer, 2001; Bourne et al., 2004; Pant et al., 2008). Otros autores, como El-Sabaa (2001), añaden que las competencias humanas tienen un mayor peso que las competencias técnicas en el ejercicio de la gestión de proyectos.

A pesar de esta evidencia, en los métodos de enseñanza de gestión de proyectos, todavía se enfatiza más en la parte técnica. Es necesario, pues, buscar una aproximación más equilibrada entre conceptos técnicos y humanos, de forma que se complementen y mejore la formación en gestión de proyectos. En este sentido, en la Universidad de La Rioja se está desarrollando un modelo de enseñanza, cuyo objetivo principal es mejorar el proceso de adquisición de competencias generales (personales, de organización y de comunicación) y específicas (técnicas) de las asignaturas de PROYECTOS, de 5º de Ingeniería Industrial (I.I.), y OFICINA TÉCNICA, de 3º de Ingeniería Técnica Industrial (I.T.I.), en las especialidades de Mecánica, Electricidad y Electrónica (ver Tabla 1). Para ello, se optó por desarrollar una coordinación transversal entre la misma materia en varias titulaciones, integrando el aprendizaje basado en proyectos con el aprendizaje colaborativo, de forma que se cubriesen los siguientes aspectos:

- Establecer un marco similar al que se da en la realidad, es decir, un modelo coordinado entre empresas, que negocian para poder colaborar en condiciones de beneficio para todos.
- Traspasar un rol activo al estudiante, pues es él quien tiene que resolver el problema (desarrollar un proyecto).
- Involucrar a los estudiantes en proyectos del mundo real.
- Potenciar el trabajo en equipo para ejercitar (y valorar) las habilidades que se obtienen en este ámbito.
- Poner en práctica, a escala, las habilidades que profesionalmente debe ejercitar un director de proyecto.
- Fomentar un espíritu colectivo competitivo.

Cabe destacar la alineación de las competencias incluidas en el modelo propuesto con las indicadas en las Órdenes CIN/311/2009 y CIN/351/2009 (Ministerio de Ciencia e Innovación, 2009), lo que facilita la adaptación de estas materias en las nuevas titulaciones de GRADO y MASTER.

**Tabla 1. Competencias generales y específicas**

GENERALES COMUNES (I.I. e I.T.I.)	
G1.	Capacidad de análisis y síntesis
G2.	Capacidad de aplicar los conocimientos a la práctica
G3.	Comunicación oral y escrita
G4.	Habilidades de búsqueda y gestión de la información
G5.	Capacidad crítica y autocrítica
G6.	Capacidad de adaptación a nuevas situaciones
G7.	Resolución de problemas
G8.	Toma de decisiones
G9.	Trabajo en equipo
G10.	Liderazgo
ESPECÍFICAS I.I.	ESPECÍFICAS I.T.I.
EII.1.	Organización de proyectos
EII.2.	Recursos
EII.3.	Riesgos y oportunidades
EII.4.	Calidad
EII.5.	Tiempos y fases del Proyecto
EII.6.	Alcance y entregables
EII.7.	Coste y financiación
EITI.1.	Diseño y gestión de proyectos
EITI.2.	Planificación y gestión del tiempo

El resto del documento está organizado de la siguiente manera. En la sección 2 se presenta la organización y metodología propuestas. En la sección 3 se expone cómo tuvo lugar el desarrollo de la experiencia, mientras que en la sección 4 se analizan los resultados de las encuestas de satisfacción realizadas a los alumnos. Finalmente, en la sección 5, se comentan las principales conclusiones.

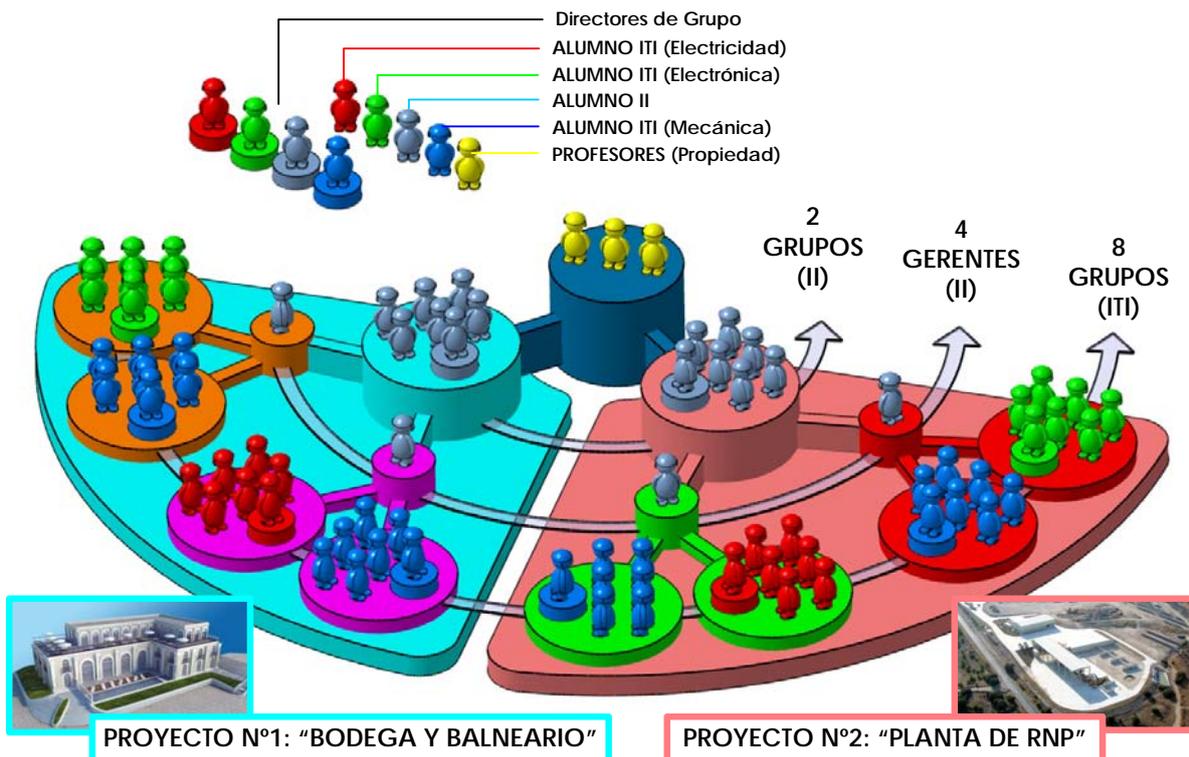
## 2. Organización y metodología del modelo propuesto

En este caso, el esfuerzo pedagógico no se centra en asegurar unos resultados en una única prueba (examen final), sino que pretende que el alumno “aprenda haciendo”. Por ello, la organización de las asignaturas gira en torno al trabajo de prácticas, quedando la secuencia lógica de impartición de la teoría subordinada a las mismas. Es decir, el progreso lógico de las lecciones se “sacrifica” con objeto de que la teoría preste servicio, en lo posible, a las necesidades de desarrollo de las prácticas. Por otro lado, para ser consecuentes con la importancia atribuida a la parte práctica, el peso de la prueba escrita (40% de la calificación final) es menor que el de las prácticas (60% de la nota final).

En el desarrollo de la metodología propuesta se tuvo en cuenta la diferente orientación curricular que cada titulación presenta, con un carácter más *tecnológico* en las I.T.I. y más de *gestión* en la titulación de I.I. De esta forma, y a diferencia de los modelos clásicos, existe un cliente (los docentes) que solicita la colaboración de dos consultoras (grupos de alumnos de I.I.) para que, en régimen de concurrencia competitiva, preparen una oferta (proyecto real) para satisfacer sus necesidades. Dadas las características del problema planteado, es bastante probable que estas empresas consultoras precisen, para resolver el problema del cliente, del concurso de otras empresas especializadas (grupos de alumnos de I.T.I.).

En cada una de las empresas creadas se propone, bien de modo natural o designado, a un director de proyecto (DP), que será responsable de la organización interna de su empresa. Así mismo, algunos alumnos de 5º de I.I., en lugar de formar parte de los grupos creados en su titulación, son transferidos a los grupos de I.T.I., donde realizan las labores de gerente. El interés de ubicar a estos alumnos en el rol de gerente, es el de que puedan practicar las labores de gestión y coordinación que preside su nivel de formación, además de poder orientar a los miembros de su grupo (de I.T.I.) sobre aspectos en los que, al iniciar la asignatura, todavía no han recibido formación. A modo de ejemplo, en la Figura 1 se ilustra la configuración del modelo de coordinación transversal para el curso 2008/2009.

**Figura 1. Configuración final del modelo de coordinación transversal para el curso 2008/2009.**



Los directores de proyecto de las empresas consultoras son los responsables de establecer negociaciones con cada una de las empresas especializadas para la subcontratación de partes de proyecto. Para darle más sentido a la negociación, se deja libre la capacidad de dialogar a cada consultora con cada una de las empresas especializadas y a éstas entre sí. Evidentemente, al tratarse de empresas diferentes, la gestión de esta relación requiere un tratamiento documental más detallado, tanto de acuerdos como de entregas, observaciones, etc.

También es responsabilidad de las empresas de consultoría, único interlocutor frente a la propiedad, la integración del trabajo de los subcontratistas, de modo que la presentación de la oferta, tanto técnica como económica, es única e integrada. De hecho, y con objeto de potenciar el seguimiento y control del desempeño de los grupos de I.T.I. por parte de los grupos de I.I., si un trabajo subcontratado no alcanza los niveles de calidad exigidos por la propiedad, la consultora (grupo de I.I.) deberá realizar dicho trabajo, con independencia de las consecuencias "docentes", para los grupos de I.T.I., que se deriven de la mala calidad del mismo.

El equipo docente de la materia valorará los diferentes escenarios de negociación, así como los acuerdos alcanzados o no, y los productos entregables generados:

- *Informes técnicos* periódicos: estudios de viabilidad, mejores técnicas disponibles, seguimiento del proyecto, etc.
- *Contratos* que regulan la vinculación entre los grupos de I.I. y de I.T.I.
- *Documento del proyecto*. Conforme a la norma UNE 157001:2002.
- *Exposición y defensa* del proyecto.

Por último, debe señalarse que, para poder armonizar las diferentes posibilidades que el marco jurídico brinda al alumno, especialmente si éste alega aspectos normativos vinculados con la no necesidad de asistencia y seguimiento de las clases, además del modelo descrito, se estableció otro modelo para cursar las asignaturas implicadas. Dicho modelo contempla la realización individual de un proyecto (trabajo práctico con un peso del 10% de la nota final) y la exigencia de superar un examen escrito exhaustivo al final del periodo lectivo (90% de la calificación final).

### 3. Desarrollo de la experiencia

Una vez expuesta en clase la organización y metodología de cada asignatura implicada (disponible, junto con los criterios y baremo de evaluación, en la página web de cada asignatura desde el primer día de clase), durante las primeras semanas del curso se eligieron los diferentes gerentes/DP, se configuraron y constituyeron cada una de las consultoras y empresas especializadas, y se comunicó a cada empresa especializada su perfil específico.

Durante el periodo en el que las consultoras asimilaban la solicitud de su cliente (equipo docente), definían el alcance del proyecto (puesto que el dado por el cliente estaba poco detallado), resolvían dudas, y preparaban sus propuestas para las empresas especializadas, estas se centraron en robustecer su perfil (aprender y profundizar en el conocimiento de su campo específico) con objeto de poder ofrecer los mejores servicios a sus potenciales clientes (empresas consultoras).

A partir del momento en el que las empresas consultoras lanzaron sus peticiones de oferta, se abrió un periodo en el que cada una de las organizaciones interactuó para configurar un consorcio, negociar participaciones, alcances, precios, plazos y calidades.

En la fase de negociaciones, se evidenció la importancia de la figura de los gerentes de las empresas especializadas como interlocutores principales con sus potenciales clientes: si el gerente no trabajaba por y para su empresa, la probabilidad de fracaso era mucho más elevada. Pero un buen gerente tampoco era sinónimo de éxito. La capacidad de organización del director de proyecto también jugaba un papel importante: debía conseguir que la empresa trabajase de forma coordinada y con un objetivo común. Al mismo tiempo, actuaba como asistente con el gerente durante las negociaciones. Es decir, entre todos debían poner sobre la mesa la mejor oferta para lograr el mejor contrato (o contratos) posible y, por tanto, tener más opciones de obtener una buena calificación.

En un primer momento, todos los grupos padecieron la falta de concreción en el alcance por parte de su correspondiente cliente, dándose cuenta en primera persona de la importancia que tenía su correcta definición para el buen desarrollo del proyecto. Comprendieron que un mayor conocimiento de qué trabajo había que hacer y cuál no, resultaba fundamental para poder planificar, gestionar y controlar la ejecución del proyecto.

Otro problema con el que se encontraron durante el desarrollo de las prácticas fueron los cambios en las especificaciones del proyecto. Con objeto de evaluar su capacidad de

adaptación a nuevas situaciones, de resolución de problemas, de toma de decisiones y de negociación, entre otros, pasado un mes y medio, aproximadamente, desde el inicio de la experiencia, el equipo docente solicitó un cambio en el proyecto a las empresas consultoras, el cual también afectaba a las empresas especializadas. Ante esta nueva situación, que exigía modificaciones en el diseño desarrollado hasta el momento, y pese a estar avisados, las quejas no se hicieron esperar. No obstante, tras el “susto” inicial, la mayoría de los alumnos parecieron reaccionar adecuadamente, tratando de negociar con su correspondiente cliente, tanto los cambios propuestos como sus efectos sobre el proyecto (principalmente, plazos).

Tampoco fue mejor el tema de los plazos. La fecha final de entrega estaba fijada desde el principio, siendo inaplazable, dadas las repercusiones negativas (penalizaciones) que supondría el retraso. Y, puesto que las consultoras debían integrar el trabajo de las subcontratas, los plazos para estas últimas eran aún más cortos. Como ningún grupo llevó a cabo una planificación de las actividades a realizar para cumplir con los entregables solicitados dentro de los plazos previstos, se encontraron con otra situación que debían solventar: la fecha de entrega se acercaba peligrosamente y aún quedaba mucho trabajo por hacer. Afortunadamente, en la mayoría de los casos supieron reaccionar, organizarse y trabajar como un *equipo*, posibilitando así la entrega a tiempo de los trabajos.

#### 4. Resultados

Tal y como afirman Tirado et al. (2007), las observaciones de los alumnos pueden ser una buena fuente de información para saber qué es lo que ocurre en el interior del aula, en tanto ellos son parte constitutiva, pero sobre todo porque son los directamente beneficiados o afectados por la acción docente. Los alumnos no sólo pueden reportar o ayudar a tener indicadores de lo que sucede en el aula, sino también pueden ofrecer sus apreciaciones y sugerencias, al evaluar o estimar el desempeño de sus profesores, emitiendo sus propias opiniones.

Con el objeto de hacer un balance global e identificar los puntos fuertes y débiles de la experiencia, de cara a plantear los planes de mejora futuros, se creó una encuesta final *anónima* para que fuese cumplimentada por todos los alumnos. Dicho cuestionario se centró principalmente en el grado de adecuación de los conocimientos previos aportados por la titulación necesarios para abordar la asignatura, así como en el aprendizaje desarrollado. También existían preguntas abiertas para que el alumno valorase cuáles fueron las “lecciones aprendidas (competencias adquiridas)” y “señalase aspectos positivos y negativos, para mejorar la calidad de la acción formativa”:

- De la Figura 2 se desprende que la mayoría de los alumnos de todas las titulaciones considera este modelo como positivo y útil en su aprendizaje. También se observa como los alumnos dicen sentirse “satisfechos” o “bastante satisfechos” con la metodología empleada en la asignatura.
- En su valoración cualitativa (Tabla 2), muchos alumnos muestran el interés que este tipo de vivencias tiene para su formación, ya que les permite “aproximarse”, en cierto modo, a lo que se pueden encontrar al finalizar sus estudios. De forma positiva valoran, sobre todo, la adquisición de una serie de competencias más allá de las puramente académicas, principalmente la de aprender a trabajar en equipo. También valoran positivamente el desarrollo de un proyecto que abarca varias disciplinas y del cual no tienen un conocimiento previo (aunque este último aspecto también es criticado negativamente). Como aspectos negativos, indican el exceso de trabajo que requiere esta metodología, así como algunos problemas de coordinación entre los grupos.

Figura 2. Resultados de las encuestas realizadas en el curso 2008/2009.

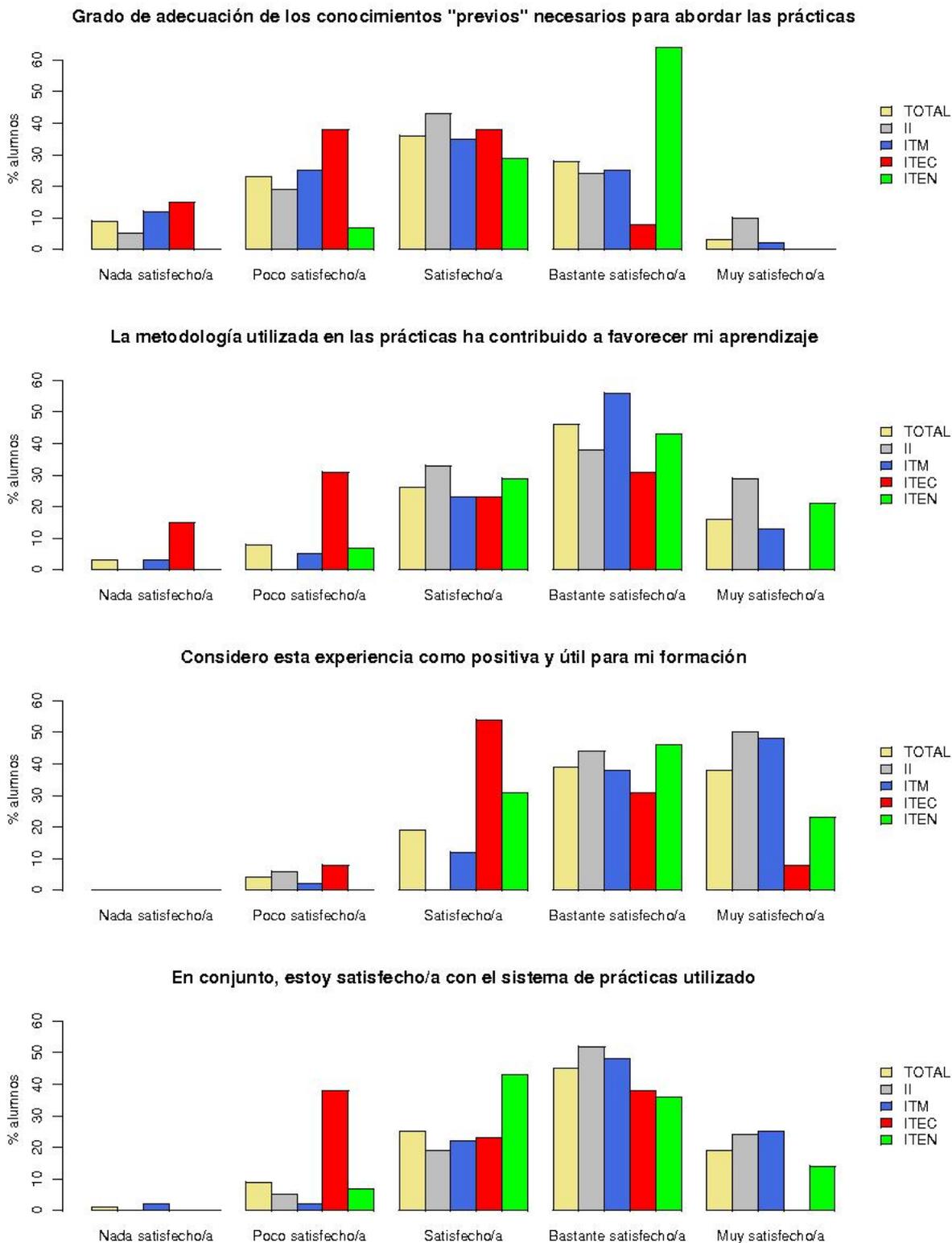


Tabla 2. Valoraciones de los alumnos.

COMPETENCIAS ADQUIRIDAS	ASPECTOS POSITIVOS	ASPECTOS NEGATIVOS
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Trabajar en equipo. Trabajar con personas de diferentes especialidades, ideas y formas de ser.</li> <li>• Realizar un proyecto que abarca varias áreas de conocimiento.</li> <li>• Proyectar algo de lo que no tenía conocimientos previos. Afrontar problemas de los que inicialmente no sabía nada.</li> <li>• Manejo de distintos programas de ordenador para el desarrollo del proyecto.</li> <li>• Aprender a buscar información.</li> <li>• Organización del trabajo.</li> <li>• Gestión del desarrollo de un proyecto.</li> <li>• Dirección y organización de grupos.</li> <li>• Gestión de recursos humanos.</li> <li>• Lo complicado que es distribuir el trabajo de forma uniforme de acuerdo con las capacidades y conocimientos de los miembros del grupo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se aprende muchísimo trabajando de esta forma, ya que necesitamos trabajar en equipo y abordar problemas de esta magnitud, tal y como nos los vamos a encontrar en el mundo laboral.</li> <li>• El trabajo en equipo puede ser entretenido, es muy dinámico y aporta muchos conocimientos de distintas áreas. Es mucho más divertido trabajar con compañeros y los resultados son mejores.</li> <li>• Te enseña como funciona la vida real, y a tener que solucionar problemas.</li> <li>• Visión amplia de lo que puede abarcar la profesión de Ingeniero.</li> <li>• Es una primera prueba de cómo realizar tu proyecto de fin de carrera. Te prepara muy bien para un futuro proyecto de fin de carrera.</li> <li>• Este método favorece mucho la mejora del autoaprendizaje y sobre todo el trabajo en grupo (tanto en reparto de tareas como toma de decisiones).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Carga de trabajo excesiva. Poca relación con los créditos de la asignatura. Es necesario dedicarse casi por completo a la asignatura.</li> <li>• Proyecto complejo del que no se tiene mucho conocimiento (aunque este aspecto también favorece el aprendizaje). Proyecto muy extenso.</li> <li>• La propiedad debería concretar más algunos aspectos del proyecto para no dar lugar a ambigüedades técnicas. Acotar más el tema del proyecto.</li> <li>• Poco tiempo para realizar el trabajo. Dificultad de intentar abordar en poco tiempo mucha información.</li> <li>• Dificultad de coordinación entre los grupos de I.I. y los grupos de I.T.I. Poca comunicación con el gerente. En muchas ocasiones, son más una molestia que una ayuda.</li> <li>• Que unos grupos de I.T.I. dependan del trabajo de otros grupos de I.T.I. dificulta el trabajo y lo acaba retrasando todo.</li> </ul>

## 5. Conclusiones

El modelo presentado, si bien tiene que mejorar en algunos aspectos, consigue, por un lado, que el grado de comprensión y asimilación de la materia por parte de los alumnos mejore y, por otro, la adquisición de otro tipo de competencias (trabajo en equipo, resolución de problemas, toma de decisiones, etc.), también fundamentales en la gestión de proyectos.

De hecho, a pesar de los problemas que fueron surgiendo durante el desarrollo de las prácticas, algo completamente normal, teniendo en cuenta que era la primera vez que los alumnos se enfrentaban a una situación como la planteada, la mayoría de los alumnos consideró positiva la experiencia para su aprendizaje.

No obstante, tal como se comentaba anteriormente, quedan algunas cuestiones susceptibles de mejora para afianzar los buenos resultados del proceso educativo

propuesto. A modo de ejemplo, el equipo docente ha identificado la necesidad de detectar y actuar con mayor rapidez sobre aquellos alumnos que, lejos de aportar, son un lastre para el equipo. También, por ejemplo, y de acuerdo con la valoraciones realizadas por los alumnos, parece necesario revisar la estimación de la dedicación de los alumnos a las distintas actividades de las asignaturas implicadas.

## Referencias

- Belzer K. (2001). Project management: still more art than science. A paper. Retrieved from: <http://www.pmforum.org/library/papers/2001/ArtthanScience.pdf>
- Bourne, L. & Walker, D.H.T. (2004). Advancing project management in learning organizations. *The Learning Organization*. 11 (3), 226-243.
- El-Sabaa, S. (2001). The skills and career path of an effective project manager. *International Journal of Project Management*. 19, 1-7.
- Ministerio de Ciencia e Innovación (2009). Orden CIN/311/2009, de 9 de febrero, por la que se establecen los requisitos para la verificación de los títulos universitarios oficiales que habiliten para el ejercicio de la profesión de Ingeniero Industrial. Boletín Oficial del Estado, de 18 de febrero de 2009, núm. 42, 17187-17191.
- Ministerio de Ciencia e Innovación (2009). Orden CIN/351/2009, de 9 de febrero, por la que se establecen los requisitos para la verificación de los títulos universitarios oficiales que habiliten para el ejercicio de la profesión de Ingeniero Técnico Industrial. Boletín Oficial del Estado, de 20 de febrero de 2009, núm. 44, 18145-18149.
- Pant, I. & Baroudi, B. (2008). Project management education: the human skills imperative. *International Journal of Project Management*. 26, 124-128.
- Tirado, F., Miranda, A. & Sánchez, A. (2007). La evaluación como proceso de legitimidad: la opinión de los alumnos. Reporte de una experiencia. *Perfiles educativos*. 29 (118), 7-24.

## Correspondencia (Para más información contacte con):

Ana González Marcos.  
Área de Proyectos de Ingeniería. Departamento de Ingeniería Mecánica.  
Universidad de La Rioja  
C/ Luis de Ulloa 20, 26004 Logroño, La Rioja (España).  
Phone: +34 941 299 519  
E-mail: ana.gonzalez@unirioja.es