

## **Mención Honorífica:**

**Aprendizaje basado  
en la implementación colaborativa  
de proyectos tecnológicos para el desarrollo  
de competencias emprendedoras  
bajo el concepto *Learn by Doing***

### **Coordinadora:**

Lidia Sánchez González  
*Dpto. de Ing. Mecánica, Informática y Aeroespacial*  
**lidia.sanchez@unileon.es**

### **Colaboradores:**

Rubén Ferrero Castro  
*Dpto. de Ing. Mecánica, Informática y Aeroespacial*  
**rferc@unileon.es**

Javier Alfonso Cendón  
*Dpto. de Ing. Mecánica, Informática y Aeroespacial*  
**javier.alfonso@unileon.es**

Miguel Ángel Conde González  
*Dpto. de Ing. Mecánica, Informática y Aeroespacial*  
**miguel.conde@unileon.es**

Ramón Ángel Fernández Díaz  
*Dpto. de Ing. Mecánica, Informática y Aeroespacial*  
**ramon.fernandez@unileon.es**

## 1. INTRODUCCIÓN Y JUSTIFICACIÓN

El Espacio Europeo de Educación Superior otorga gran importancia a la empleabilidad, indicando que los títulos deben preparar para el acceso al ejercicio profesional (González, 2008). Unas personas tienen más empleabilidad que otras, lo cual depende del propio individuo, de las empresas y de las tendencias del mercado.

En el Grado en Ingeniería Informática, las encuestas de nuevo ingreso muestran que la práctica totalidad de los estudiantes espera conseguir un trabajo como programador o informático, empleado por cuenta ajena en una empresa (León, 2014). No hay un porcentaje, aunque sea mínimo, que planea crear su propia empresa. En este campo, que cambia a velocidades vertiginosas, es común ver en las noticias cómo pequeñas empresas (incluso un grupo de amigos) que desarrollan aplicaciones que triunfan entre los usuarios, se convierten en empresas muy rentables, o bien que son vendidas a los gigantes de las comunicaciones. A pesar de que la mayoría de los estudiantes conocen estos casos, no se ven a sí mismos capaces de conseguirlo.

En esta experiencia se ha diseñado una metodología con el fin de que los estudiantes adquieran las competencias necesarias para aumentar su empleabilidad, fomentando la proactividad, basándonos en las competencias conocidas de trabajo en equipo, desarrollo efectivo de la comunicación oral y escrita, que sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo de forma profesional, que puedan elaborar y defender argumentos y resolver problemas en su área de estudio, que tengan la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética. Para ello hemos aplicado la metodología basada en proyectos la cual ha sido utilizada de forma exitosa para otros aspectos de la ingeniería, como la dirección de proyectos de ingeniería (Crespo, Alba-Elías, González-Marcos, Ordieres-Meré, & Castejón-Limas). Este modelo se ha aplicado con éxito en la asignatura de Arquitecturas Específicas y Empotradas, optativa de 4º en la titulación de Grado en Ingeniería Informática desde que comenzó a impartirse en el curso 2014/15.

La adquisición de competencias se produce en su mayor parte con la práctica. El objetivo general de aprendizaje consiste en una meta a alcanzar, la cual se pueda evaluar con criterios de fiabilidad y validez. Esta evaluación de competencias tiene gran importancia ya que influye en la formación inicial y continua, la cual es necesaria para el ejercicio de una profesión. Las competencias académico-profesionales se construyen tanto en la Universidad como en el mundo laboral, los cuales frecuentemente no están coordinados. En general, la mayoría del conocimiento factual (saber) se adquiere durante la formación universitaria y el conocimiento procedimental (saber hacer) se consigue en el desarrollo del trabajo (González, 2008).

La experiencia desarrollada es una acción innovadora en el campo de la enseñanza ya que se expone a los alumnos ante una situación real de futuro empleo

donde deberán desarrollar un proyecto completo en todas sus fases e implementarlo físicamente, al menos a nivel de prototipo. En ella, los alumnos se enfrentan a todos los problemas de la planificación, búsqueda y elección de materiales, desarrollo, implementación, modificaciones, etc, que aparecen en los proyectos reales, desde el principio hasta el final. Se ofrece a los alumnos la posibilidad de *aprender haciendo*.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. General**

El objetivo general consiste en desarrollar una metodología con el fin de que los estudiantes adquieran las competencias necesarias para aumentar su empleabilidad y aportar el contexto necesario para crear ideas innovadoras que posibiliten el autoempleo.

### **2.2. Resultados de aprendizaje**

Se pretende con esta experiencia inculcar en los estudiantes una filosofía autodidacta y de continua formación, muy necesaria dentro de cualquier sector de la ingeniería, así como que adquieran competencias en la gestión de proyectos completos, resolución de problemas, prototipado rápido, etc, fomentando actitudes proactivas y estimulando su motivación hacia los proyectos innovadores y el autoempleo.

En la asignatura optativa de Arquitecturas Específicas y Empotradas se ha aplicado el aprendizaje basado en proyectos (Crespo, Alba-Elías, González-Marcos, Ordieres-Meré, & Castejón-Limas), (Blumenfeld, Soloway, Marx, Krajcik, Guzdial, & Palincsar, 1991), (Jun, 2010) para la adquisición y evaluación de competencias de la asignatura y para aumentar la empleabilidad de los estudiantes. Dicha asignatura se ha impartido dos cursos académicos con unos 15 alumnos matriculados cada año. Para ello, la asignatura se ha organizado de la siguiente manera:

- Inicialmente, se realizan unas prácticas guiadas, supervisadas por los profesores de la asignatura, en las que se introducen a los alumnos los conceptos de sistemas empotrados. En ellas los estudiantes construyen y programan sistemas sencillos utilizando la plataforma Arduino y Raspberry Pi, lo que les permite tener un primer contacto con estos sistemas y aprender su funcionamiento básico descubriendo las posibilidades de uso de los mismos.
- A continuación, se realiza el montaje de un dispositivo. En el curso 2014/2015 los alumnos construyeron, configuraron, calibraron y realizaron la puesta en marcha de dos impresoras 3D, mientras que en el curso

2015/2016, en esta parte de la experiencia el trabajo se orientó hacia el montaje de dos escáneres 3D.

- Por último, se propone a los estudiantes que desarrollen en grupos de 2-4 personas un sistema empotrado plenamente funcional. Deben diseñarlo, fabricarlo, montarlo y programarlo. El sistema final ha de ser un prototipo autónomo, esto es, debe estar incluido en un soporte que se pueda transportar y utilizar en cualquier ámbito.

Para alcanzar el objetivo general, se definen una serie de resultados de aprendizaje a conseguir, los cuales aparecen en la guía docente de la asignatura:

- Saber trabajar en equipo.
- Saber analizar y resolver problemas.
- Saber interpretar resultados y datos relevantes.
- Saber comunicarse vía oral y escrita.
- Saber aplicar los conocimientos de forma profesional.
- Saber elaborar y defender argumentos.
- Saber emitir juicios sobre temas de diversa índole.

### **3. METODOLOGÍA**

La metodología docente seguida implica crear el contexto necesario para poder conseguir los resultados de aprendizaje anteriores. Para ello, los profesores han de:

- Coordinar el uso de laboratorios buscando colaboración con otras áreas y profesores.
- Preparar materiales docentes que sirvan de guía a los estudiantes para desempeñar con éxito sus tareas.
- Supervisar el desarrollo de los proyectos en todo momento para poder orientar a los estudiantes y favorecer la consecución de sus objetivos.
- Colaborar en la búsqueda de soluciones, en la toma de decisiones y ayudar en la adopción de las soluciones consensuadas por los grupos.

La metodología se basa en el modelo integrado de efectividad del trabajo en equipo, IMO, desarrollado para entornos organizacionales no académicos pero aceptado en el ámbito académico como marco conceptual válido y de alto valor (Viles Diez, Zárraga-Rodríguez, & Jaca García, 2013). Este modelo representa el trabajo en equipo como un conjunto de procesos condicionados por unos factores previos que dan lugar a unos resultados. Además, incorpora el carácter cíclico y dinámico ya que los resultados se convierten en nuevas entradas del proceso.

El modelo mencionado se ha adaptado y completado para incluir otras competencias y la empleabilidad de los estudiantes, motivando su proactividad, y fomentando el trabajo en equipo y el autoempleo.

Los **factores previos** del modelo son los que condicionan el desarrollo de las competencias en cada alumno (Viles Diez, Zárraga-Rodríguez, & Jaca García, 2013). Se basan en tres niveles:

- **A nivel de Grado:** la coordinación entre profesores, el clima de participación, los sistemas de formación y los recursos disponibles.
- **A nivel de asignatura:** el entorno, la figura del coordinador/profesor, la información disponible, la composición del equipo y los criterios de evaluación/reconocimiento.
- **A nivel de equipo:** las normas internas, los roles y tareas desarrolladas.

Los **mediadores** son los procesos que aparecen durante el desarrollo de la experiencia e influyen en el desempeño de las competencias. Se dividen en dos grupos (Viles Diez, Zárraga-Rodríguez, & Jaca García, 2013):

- **Procesos operativos:** describen funciones e interacciones que aparecen durante el trabajo en equipo y cómo se gestionan para realizar tareas del equipo. Serían la participación, gestión de conflictos, resolución de problemas, comunicación interna y externa, colaboración y liderazgo.
- **Estados emergentes:** son los procesos que capturan tendencias motivacionales, relaciones entre los miembros del equipo y reacciones afectivas.

Los **resultados** son los que se alcanzan con la realización de las actividades propuestas.

El modelo contiene bucles de retroalimentación ya que los resultados obtenidos en cada actividad, la interacción entre equipos y con los profesores, condiciona el desarrollo de la actividad y la evaluación de las competencias.

### 3.1. Recursos

#### 3.1.1. Humanos

Como la experiencia tiene un carácter multidisciplinar, han colaborado diversos profesores en las distintas etapas de la misma:

- Los profesores D. Miguel Ferrero García y Dña. Ángela Díez Díez del Departamento de Ingeniería Eléctrica y de Sistemas y Automática han colaborado cediéndonos el laboratorio B1 y todo su material para poder realizar los montajes de los dispositivos. En dicho laboratorio tienen material muy diverso, taladros, herramientas de todo tipo, mesas de trabajo, etc.

- El Oficial de Laboratorio del Departamento de Ingeniería Eléctrica y de Sistemas y Automática D. Gabriel Gutiérrez Aller ha colaborado con los montajes realizados.
- El alumno Luis Ramos Rodríguez por aportar su experiencia adquirida durante el desarrollo de su Trabajo Fin de Grado en el que construyó una fresadora.
- Los profesores D. José Vallepuga Espinosa, D. Gonzalo Baladrón Gaitero y D. Ismael Castro Patán, del Departamento de Tecnología Minera, Topográfica y de Estructuras, han proporcionado un espacio, el laboratorio G6, donde poder desarrollar los proyectos, trabajar en grupo, permitir el acceso libre a los alumnos, etc.
- El profesor D. Jaime Cifuentes Rodríguez del Departamento de Tecnología Minera, Topográfica y de Estructuras ha colaborado cediendo una impresora 3D para el montaje y uso de los estudiantes.
- Los profesores D. Javier Alfonso Cendón y D. Miguel Ángel Conde González del Departamento de Ingenierías Mecánica, Informática y Aeroespacial han aportado su experiencia en aprendizaje basado en proyectos y aprendizaje por competencias.
- Los profesores D. Rubén Ferrero Castro, Dña. Lidia Sánchez González y D. Ramón Ángel Fernández Díaz, docentes en la asignatura en la que se ha realizado la experiencia.

### ***3.1.2. Estructurales***

Para el desarrollo de la asignatura y la experiencia descrita, se han utilizado espacios de la Escuela de Ingenierías Industrial e Informática:

- Laboratorio B1 para el montaje de impresoras 3D y escáner 3D. Dispone de varias mesas de trabajo equipadas con tomas de corriente y herramientas de todo tipo (taladros, estañadores, polímetros, lijás, llaves fijas, etc).
- Laboratorio G6 para la impresión de piezas en 3D, escaneo de piezas, montaje de componentes de los proyectos, trabajo en grupo, etc. Dicho laboratorio se ha habilitado para el libre acceso a los alumnos, previa petición de la llave en Conserjería.
- Laboratorios F5 y F6 para el uso de equipos informáticos. Estos laboratorios están dotados de diversos equipos informáticos, tomas con IP pública, etc.

### ***3.1.3. Documentales***

La asignatura proporciona en su guía docente una bibliografía recomendada. Sin embargo, la que los estudiantes han encontrado más útil ha sido la recogida en la plataforma *Moodle*:

- Prácticas guiadas para su iniciación en el uso de plataformas como Arduino o Raspberry Pi.
- Diversos manuales de montaje de impresoras 3D, escáner 3D, desarrollo y montaje de sistemas, etc.

Se ha tratado de fomentar durante el transcurso de la experiencia la cultura del conocimiento abierto y los desarrollos colaborativos, por lo que otra gran fuente de documentación ha sido los repositorios y blogs especializados en la red, donde se comparte todo tipo de información y documentación.

### **3.1.4. Económicos**

Mediante el presupuesto de Actividad Académica del área de Arquitectura y Tecnología de Computadores, se han adquirido los componentes necesarios para el montaje y utilización de una impresora 3D y un escáner 3D. Además, se ha ido dotando de material necesario en el día a día para el desarrollo de los proyectos: kits de Arduino, Raspberry Pis, herramientas básicas, bobinas de filamento para la impresión, componentes como módulos de radiofrecuencia, bluetooth, *shields*, etc.

## **3.2. Actividades**

### **3.2.1. Descripción**

Las actividades realizadas a lo largo de dos cursos académicos (2014/15 y 2015/16) en la asignatura de Arquitecturas Específicas y Empotradas se han categorizado en tres grupos:

#### a) Actividades de adquisición de los conocimientos básicos

Los estudiantes realizan, bajo la supervisión de los profesores de la asignatura, un conjunto de prácticas guiadas para desarrollar pequeños sistemas basados en Arduino y Raspberry Pi. En ellas, se realizan montajes y se programan para conseguir pequeños dispositivos autónomos.

Los alumnos tienen que redactar unos informes con los montajes realizados, problemas encontrados, soluciones adoptadas, etc. Son el reflejo de las experiencias en el laboratorio.

Como trabajan en grupo, se les indica cómo deben comunicarse, tomar decisiones consensuadas, coordinar el trabajo, etc.

#### b) Actividades de montaje

Los estudiantes construyen, bajo la supervisión de los profesores de la asignatura, un dispositivo a partir de las piezas que lo componen. En el curso 2014/15 se realizó el montaje de dos impresoras 3D (ver Fig. 3.1) y en el curso 2015/16 se realizó el montaje de dos escáner 3D (ver Fig. 3.2).

Aunque existen manuales para su implementación, los estudiantes tienen que resolver, con la ayuda del profesor, situaciones inesperadas: erratas en los manuales, rotura de componentes, calibración, etc.



Fig 3.1 Distintos momentos del montaje de las impresoras 3D

Para ello, han de buscar soluciones, en ocasiones orientadas por el profesor, para solventar los problemas encontrados. Tienen que sopesar las distintas soluciones propuestas, argumentando cuál es la más idónea mediante el análisis de ventajas e inconvenientes. Además, requieren saber expresar su punto de vista adecuadamente para obtener la aprobación del grupo.

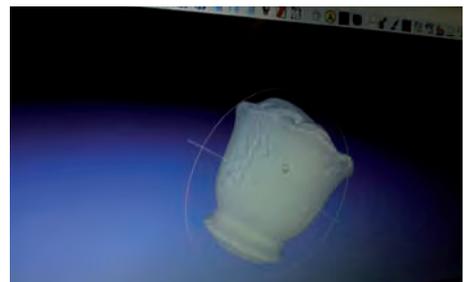


Fig 3.2 Distintos momentos del montaje de los escáner 3D

En ocasiones también tienen que resolver conflictos derivados del trabajo en grupo, como la coordinación de tareas, la asunción de responsabilidades, las decisiones erróneas, los errores individuales, etc. Se les orienta sobre cómo proceder durante las distintas situaciones generadas, tanto en la parte de conocimiento de los temas de la asignatura, cooperación, tolerancia y capacidad de liderazgo (Montoya Estrada, 2012).

### c) Actividades de desarrollo de un proyecto

Los estudiantes diseñan, planifican y desarrollan en su totalidad un sistema empotrado utilizando las herramientas vistas en clase. El sistema ha de ser completo y funcional y tiene que realizar alguna tarea por sí mismo.

La elección del tema la realizan libremente los alumnos, algunos autónomamente y otros tras la orientación de los profesores de la asignatura. En clase se les proponen unos temas y les sirve o bien para escoger alguno, o bien para darles nuevas ideas que elaboran ellos posteriormente.

El sistema desarrollado tiene todas las partes necesarias para su funcionamiento de forma autónoma: alimentación propia, interfaz necesaria para su instalación, configuración, operación, etc. También se valora el aspecto final. La idea es que consigan un prototipo lo más parecido a lo que sería el producto final.

Entre los proyectos presentados se encuentran:

- Un dispositivo para reconocer rostros montado en una Raspberry como control de acceso.
- Un coche teledirigido usando Arduino, conexiones Bluetooth e imprimiendo las ruedas con la impresora 3D.
- Un guante que mediante el movimiento de los dedos y la mano permite interactuar con una Raspberry utilizando distintos sensores (flexores y sensores de presión/fuerza) y Arduino. Permitía tanto reproducir las funciones de un ratón, como escribir pudiendo elegir un conjunto de letras con cada dedo, usar teclas de acceso rápido para el navegador, etc. La comunicación se hacía por Bluetooth.
- Un sistema hardware y software para jugar al LaserTag utilizando Arduino e infrarrojos para simular los disparos.
- Un dispositivo para monitorizar el consumo de energía eléctrica en una vivienda.
- Un sistema domótico inalámbrico con control vía web.



Fig. 3.3 Alguno de los trabajos desarrollados en el curso 2014/2015: un coche teledirigido, un guante para hacer la labor del ratón del ordenador, un juego del LaserTag.

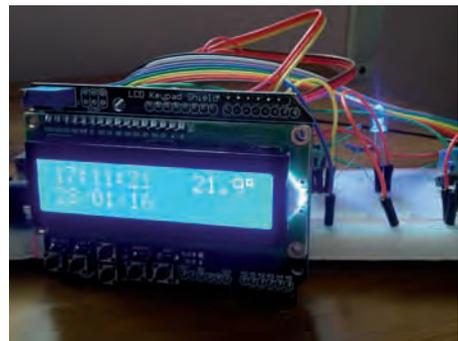
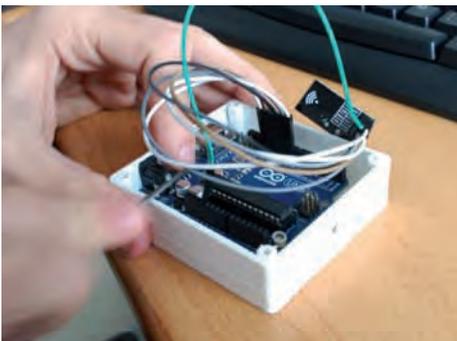
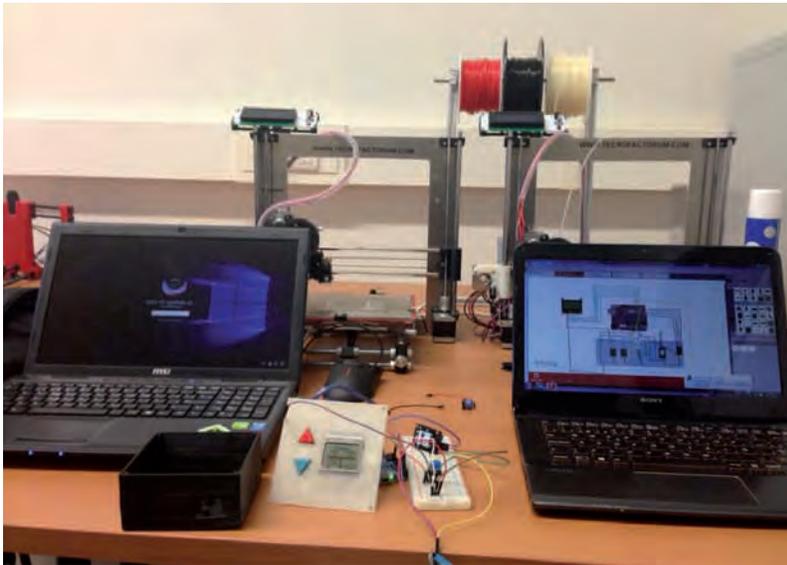


Fig. 3.4 Alguno de los sistemas de control domótico desarrollados en el curso 2015/2016.

### ***3.2.2. Implementación***

En cada actividad, se pretenden conseguir unos resultados de aprendizaje:

- **Actividad “Adquisición de conocimientos básicos”.** Se realiza en el laboratorio F5. A través del desempeño de esta actividad, el estudiante:
  - \* RA1: Sabe trabajar en equipo.
  - \* RA2: Sabe analizar y resolver problemas.
  - \* RA3: Sabe interpretar resultados y datos relevantes.
  - \* RA4: Sabe comunicarse vía oral y escrita.
  - \* RA6: Sabe elaborar y defender argumentos.
- **Actividad “Montaje”.** Se realiza en el laboratorio B1. Desarrollando esta actividad, el estudiante:
  - \* RA1: Sabe trabajar en equipo.
  - \* RA2: Sabe analizar y resolver problemas.
  - \* RA3: Sabe interpretar resultados y datos relevantes.
  - \* RA4: Sabe comunicarse vía oral y escrita.
  - \* RA5: Sabe aplicar los conocimientos de forma profesional.
  - \* RA6: Sabe elaborar y defender argumentos.
- **Actividad “Desarrollo de un proyecto”.** Esta actividad se realiza en el laboratorio G6. Mediante la consecución de la misma, el estudiante:
  - \* RA1: Sabe trabajar en equipo.
  - \* RA2: Sabe analizar y resolver problemas.
  - \* RA3: Sabe interpretar resultados y datos relevantes.
  - \* RA4: Sabe comunicarse vía oral y escrita.
  - \* RA5: Sabe aplicar los conocimientos de forma profesional.
  - \* RA6: Sabe elaborar y defender argumentos.
  - \* RA7: Sabe emitir juicios sobre temas de diversa índole.

### 3.2.3. Cronograma

La asignatura es del primer semestre, por lo que las actividades desarrolladas se realizan siguiendo esta planificación:

Periodo	Actividad
Septiembre-Octubre	Adquisición de conocimientos básicos
Noviembre	Montaje
Noviembre-Enero	Desarrollo de un proyecto
Enero	Evaluación

### 3.2.4. Seguimiento y evaluación

Para motivar a los estudiantes y que sean conscientes de la importancia que el profesorado otorga a esta metodología, todas las actividades realizadas en la asignatura constituyen la evaluación continua de la misma. Así, todas las tareas son entregables y no solo supervisadas durante su realización sino evaluadas como resultados finales.

Además, el sistema de evaluación forma parte del enunciado de las tareas a realizar con lo que los alumnos conocen no solo qué tienen que hacer sino qué se va a valorar, cómo se va a realizar esa evaluación, cómo se deben planificar para ir alcanzando cada hito, cómo se pondera cada actividad e incluso información sobre el rango de puntuaciones según el grado de desempeño.

## 4. EVALUACIÓN

El sistema de evaluación mide el grado de adquisición y desempeño de las competencias indicadas. Por tanto, no se evalúa solo el resultado final, sino todo el proceso. Para ello es necesario hacer un seguimiento durante todo el desarrollo de la asignatura, lo que permite no solo valorar toda la experiencia sino realizar una retroalimentación del desempeño de los estudiantes para que tengan oportunidad de mejora.

Una de las técnicas más habituales para obtener evidencias que permitan evaluar las competencias adquiridas está basado en la observación directa. Los cuestionarios o entrevistas también se emplean para determinar el grado de desempeño del alumno (Viles Diez, Zárraga-Rodríguez, & Jaca García, 2013).

En la experiencia aquí descrita hemos usado ambas:

- **Observación directa:** comunicación entre los estudiantes y los profesores durante el desarrollo de las sesiones presenciales así como la interacción por medios electrónicos.
- **Cuestionarios:** para medir el nivel de desempeño en los procesos media-

dores durante la realización de las actividades. Mide tanto los procesos operativos como los estados emergentes anteriormente citados.

#### 4.1. Observación directa

Durante el desarrollo de las actividades anteriormente indicadas, se han definido los siguientes aspectos a valorar por parte del profesorado durante su interacción con los alumnos, relacionados con los resultados de aprendizaje:

- ¿Sabe trabajar en equipo?
  - \* ¿Participa en la toma de decisiones?
  - \* ¿Cómo gestiona los conflictos?
  - \* ¿Realiza las tareas encomendadas y coopera con sus compañeros?
- ¿Sabe analizar y resolver problemas?
  - \* ¿Entiende el problema planteado?
  - \* ¿Comprende la lógica del problema?
  - \* ¿Aporta soluciones que se puedan implementar?
  - \* ¿Es creativo?
  - \* ¿Identifica las dificultades del problema?
  - \* ¿Se anticipa a las dificultades?
- ¿Sabe interpretar resultados y datos relevantes?
  - \* ¿Entiende los resultados obtenidos?
  - \* ¿Comprende la relación entre los datos iniciales y los obtenidos?
  - \* ¿Distingue entre la información importante y la trivial?
- ¿Sabe comunicarse vía oral y escrita?
  - \* ¿Es capaz de transmitir sus ideas?
  - \* ¿Sabe plasmar en papel sus aportaciones?
- ¿Sabe aplicar los conocimientos de forma profesional?
  - \* ¿Utiliza una metodología?
  - \* ¿Considera aspectos relevantes en el desempeño profesional?
- ¿Sabe elaborar y defender argumentos?
  - \* ¿Sabe argumentar sus opiniones?
  - \* ¿Sabe sintetizar sus aportaciones facilitando su entendimiento?
- ¿Sabe emitir juicios sobre temas de diversa índole?

- \* ¿Considera aspectos éticos o sociales durante el desarrollo de su proyecto?
- \* ¿Aporta información de actualidad para mejorar los resultados?

Estas cuestiones son tenidas en cuenta por los profesores y con una retroalimentación directa en el día a día, son incorporadas por los estudiantes en su desempeño diario.

## 4.2. Cuestionarios

Los cuestionarios realizados han sido de dos tipos: encuestas y evaluación.

### 4.2.1. Encuesta a los alumnos

Para valorar el desempeño de los equipos de trabajo, se han utilizado cuestionarios sobre las actividades desarrolladas y las operaciones que conllevan. Las preguntas del cuestionario han sido:

- ¿Has realizado actividades similares en asignaturas anteriores?
- Cuando se propusieron las actividades, ¿pensaste que serías capaz de realizarlas?
- ¿Seguiste alguna metodología/herramienta para realizar el proyecto?
- ¿Cuánto consideras que ayudaste, con tus aportaciones e intervenciones, a la consecución del objetivo final? (100 si crees que lo hiciste todo tú y 0 si no hiciste nada)
- De los integrantes de tu grupo, ¿quién aportó más ideas y solucionó más problemas?
- ¿Tuvisteis que negociar en un momento dado qué decisión tomar?
- Si negociasteis, describe cómo fue: ¿hubo posturas comprensivas, se dialogó, etc?
- En tu opinión, ¿quién se encargó de coordinar el reparto de tareas?
- De las ideas propuestas para las distintas fases, ¿qué idea te pareció la más útil/original/reseñable?
- Si hubieras decidido tú qué miembros componían tu grupo, ¿habrías elegido a todos los que lo formaban?
- ¿Crees que todos los miembros de tu grupo colaboraron en la consecución del objetivo?
- ¿Consideras que algún miembro de tu grupo fue imprescindible para el montaje (que no coincida con el líder/coordinador)?
- En general, ¿trabajaste a gusto con los miembros de tu grupo?

- ¿Surgió algún conflicto durante el montaje?
- Si hubo un conflicto, ¿cómo se resolvió?
- Respecto al otro grupo de montaje, ¿existió competitividad por ver quién lo hacía mejor/acababa antes?
- ¿Venías a clase motivado y “con ganas”?
- ¿Dedicaste voluntariamente a la actividad más horas de las que estaban planificadas en la asignatura por vuestro nivel de implicación en la tarea?
- El día que conseguisteis que funcionara correctamente, ¿qué sensación experimentaste?
- Considerando todas las actividades que has realizado durante la carrera, ¿qué puntuación le darías a la práctica de montaje de la impresora 3D de 0 a 10?
- ¿Le recomendarías la asignatura a un compañero tuyo?
- ¿Qué has aprendido?
- ¿Qué opinión te merece la actividad?

#### ***4.2.2. Autoevaluación***

Cada alumno ha tenido que realizar una encuesta de autoevaluación sobre el desempeño de las competencias.

*Puntúate de 0 a 10:*

- Aportación (0-100)
- ¿Actuaste como líder?
- ¿Ayudaste a la coordinación/organización?
- ¿Propusiste ideas?
- ¿Fuiste imprescindible?
- ¿Crees que los miembros de tu grupo trabajaron a gusto contigo?
- ¿Crees que tuvieron algún conflicto contigo?

#### ***4.2.3. Evaluación por parte del grupo***

Para todos los compañeros de su equipo de trabajo, cada estudiante tiene que responder a las mismas preguntas que tuvo que realizar para su autoevaluación.

*Puntúa a los miembros de tu equipo de 0 a 10:*

- Aportación (0-100)

- ¿Actuó como líder?
- ¿Ayudó a la coordinación/organización?
- ¿Propuso ideas?
- ¿Le elegirías en tu grupo de trabajo si tú decidieras qué miembros tiene tu grupo?
- ¿Fue imprescindible?
- ¿Trabajaste a gusto con él? (cuando tuviste que negociar con él, tomar decisiones, ¿tuvo una actitud comprensiva?)
- ¿Tuviste algún conflicto con él?

## **5. RESULTADOS CUANTITATIVOS Y CUALITATIVOS (ESPERADOS Y OBTENIDOS)**

A modo de resumen, nos gustaría indicar que:

- Se han alcanzado los objetivos propuestos en su totalidad. La metodología se ha adecuado perfectamente.
- Se podría resaltar que los resultados obtenidos han superado ampliamente los esperados.

Durante las actividades de montaje, los integrantes de un grupo preguntaban y observaban cómo lo hacía el otro grupo. Hubo muy buena actitud por parte de ambos grupos ya que cuando unos solucionaban un problema, avisaban al otro grupo, consiguiendo de esta manera que el aprendizaje y el desarrollo fuera colaborativo compartiendo los conocimientos adquiridos con los compañeros y desempeñando un comportamiento profesional. Cuando se encontraban con un problema, todos ayudaban, independientemente del grupo al que pertenecían. Hay que resaltar las soluciones creativas que proporcionaron ante distintas situaciones, como la rotura de piezas o los errores cometidos. Consiguieron resolver todos los problemas ideando soluciones. Durante estos periodos, los alumnos adquieren capacidades de proactividad frente a los problemas inesperados, propios en los proyectos de ingeniería.

La actitud de los alumnos, su compromiso con la asignatura, ha sido elevadísimo. No solo ha sido la impresión mediante la observación directa, sino también el resultado de las encuestas: el 100% trabajó a gusto con los miembros de su equipo y venía a clase motivado; cerca del 70% le dedicó voluntariamente más horas a la actividad; el 100% recomendaría la asignatura a un compañero; las opiniones sobre la metodología fueron todas muy positivas.

Cabe destacar que el año 2014/15, cuando se realizó el montaje de dos impresoras 3D, una por cada grupo, la dinámica de los grupos fue distinta: un grupo tenía un claro líder (los alumnos lo identificaron en las encuestas), mientras que

en el otro todos compartieron el liderazgo (según las encuestas). Durante la experiencia del curso 2015/2016 los alumnos experimentaron un cambio muy significativo en su actitud y motivación por la asignatura y por los conocimientos adquiridos, motivados por la nueva experiencia de enfrentarse a un proyecto “real” por sí mismos y poder construirlo.

Durante las primeras prácticas guiadas los alumnos se limitaban a seguir los guiones y entregar las tareas con poca resolución para salvar algunos problemas que aparecían durante los ejercicios y que no estaban reflejados en la documentación. Con el paso de las sesiones y sobre todo con el inicio del montaje de los equipos y más aún durante la ejecución de los proyectos, los alumnos fueron adquiriendo la responsabilidad de que tenían que sacar los proyectos adelante y motivándose con ellos. Los alumnos han acabado la experiencia muy implicados en sus proyectos, han resuelto infinidad de problemas por ellos mismos de forma autónoma y autodidacta, aplicando los conocimientos adquiridos para buscar las mejores soluciones y conseguir finalmente su objetivo. Se ha visto un cambio claro de actitud por parte de los alumnos en función del método empleado, siendo mucho más receptivos y mostrando mucha más motivación ante los métodos más prácticos, basados en la adquisición de conocimientos mediante la experiencia.

En la evaluación, los estudiantes valoraron positivamente el trabajo de sus compañeros de grupo, considerando que ayudaron tanto en la coordinación como proponiendo ideas y realizando las distintas tareas.

## **6. CONCLUSIONES**

La experiencia presentada muestra una metodología para conseguir que los estudiantes adquieran las competencias necesarias para aumentar su empleabilidad y su autoempleo, basándonos en un conjunto de competencias conocidas.

A partir de modelos existentes, se propone un procedimiento para la adquisición de competencias donde se identifican los fundamentos sobre los que se adquieren las competencias y que permiten su evaluación. Este modelo se ha empleado satisfactoriamente en la asignatura de Arquitecturas Específicas y Empotradas de 4º de Grado en Ingeniería Informática por dos cursos consecutivos.

El trabajo presentado es una acción innovadora en el campo de la enseñanza ya que se expone a los alumnos ante una situación real de futuro empleo donde deberán desarrollar un proyecto completo en todas sus fases e implementarlo físicamente, al menos a nivel de prototipo. Los alumnos tienen que afrontar todos los problemas de la planificación, búsqueda y elección de materiales, desarrollo, implementación, modificaciones, etc, característicos de los proyectos reales.

## 7. PROYECCIÓN FUTURA

La metodología aquí expuesta se puede aplicar a cualquier asignatura que tenga un componente práctico. En cursos sucesivos se plantea seguirla en asignaturas tanto de Grado (Computación Grid y Supercomputación) como de Máster (Informática forense y auditoría).

Además, el trabajo aquí expuesto se prevé publicarlo en congresos como TEEM 2016 (*International Conference Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality*), IJEE (*International Journal of Engineering Education*), CINAIC 2017 (Congreso Internacional sobre Aprendizaje, Innovación y Competitividad) o SIIE 2016 (Simposio Internacional de Informática Educativa) que se lleva a cabo en el CEDI 2016.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

Blumenfeld, P. C., Soloway, E., Marx, R. W., Krajcik, J. S., Guzdial, M., & Palincsar, A. (1991). Motivating project-based learning: Sustaining the doing, supporting the learning. *Educational psychologist*, 26 (3-4), 369-398.

Crespo, E., Alba-Elías, F., González-Marcos, A., Ordieres-Meré, J., & Castejón-Limas, M. Project Management Learning in a Collaborative Distant Learning Context - An Actual On-going Experience. *Proceedings of the 3rd International Conference on Computer Supported Education* (págs. 105-110). Noordwijkerhout: ScitePress.

González, M. R. (2008). El enfoque por competencias en el EEES y sus implicaciones en la enseñanza y el aprendizaje. *Tendencias Pedagógicas* (13), 79-105.

Jun, H. (2010). Improving undergraduates' teamwork skills by adapting project-based learning methodology. *5th International Conference on Computer Science and Education (ICCSE)* (págs. 652-655). IEEE.

León, O. d. (1 de Noviembre de 2014). *Informe de los alumnos de nuevo ingreso en el Grado en Ingeniería Informática para el curso 2014/15*. Recuperado el 26 de Enero de 2016, de Seguimiento de títulos: <http://seguimiento.calidad.unileon.es/descargas/NI-2014-2015-0709-115-7-29-2014-11-12-10-00-00.pdf>

Montoya Estrada, J. O. (2012). Metodología para medir y evaluar individualmente el trabajo en equipo. *Ingeniería y Sociedad* (4), 1-13.

Viles Diez, E., Zárrega-Rodríguez, M., & Jaca García, C. (2013). Herramienta para evaluar el funcionamiento de los equipos de trabajo en entornos docentes. *Intangible Capital*, 9 (1), 281-304.