

Aprendizaje basado en proyectos mediante la resolución de una necesidad empresarial por un grupo de estudiantes multidisciplinar

1° S. Satorres Martínez

Ingeniería Electrónica y Automática
Universidad de Jaén
 Jaén, España
 satorres@ujaen.es

2° D. Martínez Gila

Ingeniería Electrónica y Automática
Universidad de Jaén
 Jaén, España
 dmgila@ujaen.es

3° P. Cano Marchal

Ingeniería Electrónica y Automática
Universidad de Jaén
 Jaén, España
 pcano@ujaen.es

4° A. Kakko

HEIBus Project Manager
JAMK University of Applied Sciences
 Jyväskylä, Finlandia
 Anneli.Kakko@jamk.fi

5° J. Gómez Ortega

Ingeniería Electrónica y Automática
Universidad de Jaén
 Jaén, España
 juango@ujaen.es

6° J. Gámez García

Ingeniería Electrónica y Automática
Universidad de Jaén
 Jaén, España
 jggarcia@ujaen.es

Resumen—Este trabajo presenta una nueva metodología de aprendizaje basado en proyectos centrada en la resolución de un caso de estudio propuesto por una empresa. La metodología está basada en uno de los modelos diseñados en el marco del proyecto europeo KA2 Erasmus + “Smart HEI-Business collaboration for skills and competitiveness”, proyecto HEIBus. Formado por un consorcio de 5 universidades europeas y 7 empresas con actividad internacional, el proyecto HEIBus se ha centrado en el desarrollo e implementación de nuevos modelos de cooperación universidad-empresa. La resolución de casos de estudio propuestos por empresas, mediante grupos de estudiantes multidisciplinarios, es el modelo de cooperación estudiante universitario-empresa implementado en el HEIBus. Este modelo se ha adaptado a una metodología de aprendizaje basado en proyectos que será de aplicación en asignaturas del Departamento de Ingeniería Electrónica y Automática de la Universidad de Jaén.

Palabras clave—Aprendizaje basado en proyectos, cooperación universidad-empresa, multidisciplinar.

I. INTRODUCCIÓN

Los expertos han pronosticado que en el futuro mercado laboral habrá un aumento en la demanda de trabajadores cualificados, con unas competencias técnicas y transversales que les permitan adaptarse a los diferentes tipos de trabajo y a las necesidades de cada sector. En este sentido, las universidades deberían proporcionar graduados dispuestos a trabajar en un entorno global, multicultural y en constante evolución. Las metodologías docentes tradicionales, basadas en atender y recibir la información de un modo unidireccional, no siempre responden a estas necesidades. Por ese motivo, y cada vez más, se están implantando nuevas metodologías docentes y de aprendizaje.

Entre las nuevas metodologías de aprendizaje destaca el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP o PBL, Project-based learning) [1]. Mediante el ABP los estudiantes adquieren un

rol activo en el que no sólo memorizan o recogen información, sino que aprenden haciendo. El método consiste en la realización de un proyecto, habitualmente en grupo, que debe ser analizado previamente por el profesor para asegurar de que el alumno tiene todo lo necesario para resolverlo, y que en su resolución desarrollará todas las competencias que se desea.

Otro aspecto clave para mejorar la docencia a nivel universitario es la cooperación universidad-empresa. Se ha demostrado que esta cooperación beneficia a ambas partes [2]. Por un lado, los estudiantes ponen en práctica los conocimientos teóricos aprendidos, ganando a su vez experiencia laboral. Por otro lado, la empresa se involucra en el proceso de aprendizaje, aportando casos de estudio, además de tener la posibilidad de captar a los mejores estudiantes para formarlos acorde a sus necesidades.

Este trabajo va encaminado a la implementación de una nueva metodología docente con la que se fusionarán los dos aspectos anteriormente mencionados para mejorar la docencia universitaria: el aprendizaje basado en proyectos y la cooperación universidad-empresa. Dicha metodología ha sido diseñada en el proyecto europeo HEIBus, acrónimo de Smart HEI-Business collaboration for skills and competitiveness [3], [4] y será puesta en práctica en distintas asignaturas del Departamento de Ingeniería Electrónica y Automática, al que están adscritos los autores con afiliación a la Universidad de Jaén.

La estructura de este artículo es la siguiente: en la Sección II se detalla el modelo propuesto en el proyecto HEIBus, para incrementar la cooperación entre estudiantes universitarios y empresas. Se trata del modelo “multidisciplinary Real Life Problem Solving (RLPS)”. La Sección III presenta un caso de estudio, propuesto por una empresa de automatización, que ha sido utilizado en uno de los proyectos RLPS implementados.

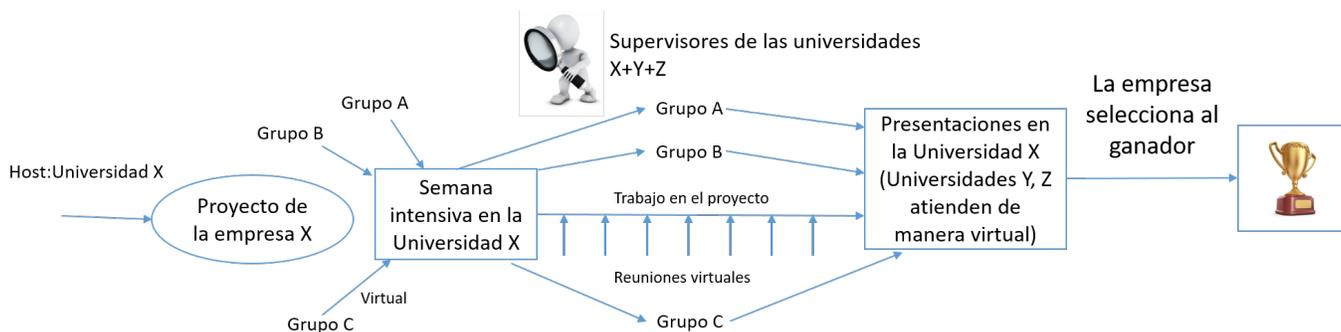


Fig. 1. Modelo RLPS implementado en el proyecto HEIBus

Se detallará la necesidad de la empresa y cómo se podría adaptar el modelo RLPS para su aplicación en distintas asignaturas para llevar a cabo un ABP. La Sección IV presenta los resultados alcanzados en el proyecto HEIBus por los distintos grupos de estudiantes y cómo la empresa se benefició de estos resultados. El artículo finaliza con las conclusiones descritas en la Sección V.

II. MODELO REAL LIFE PROBLEM SOLVING

Una de las principales aportaciones del proyecto HEIBus ha sido la propuesta e implementación de modelos de cooperación entre estudiantes universitarios y empresa, profesorado universitario y empresa y de cómo la empresa se ha involucrado en la docencia universitaria. En el caso de estudiantes universitarios y empresa, se desarrolla un modelo específico que se denomina “multidisciplinary Real Life Problem Solving (RLPS)”. El RLPS es una propuesta ampliada y mejorada de un estudio que se realizó en un proyecto europeo previo, gestionado por uno de los socios del HEIBus, el proyecto RePCI [5]. En el modelo desarrollado en RePCI participaban grupos de estudiantes de Ingeniería Mecánica de dos universidades europeas distintas para resolver un caso de estudio propuesto por una empresa. Finalizada la implementación, la empresa elegía una solución ganadora. Con el proyecto HEIBus esta idea se amplía tomando una vertiente multidisciplinar en la que prima el trabajo virtual (Fig. 1).

De este modo, la idea principal del modelo RLPS es que estudiantes de diferentes nacionalidades y programas educativos forman grupos para resolver un caso de estudio, denominado proyecto, propuesto por una de las empresas del consorcio. Este modelo ofrece a los estudiantes de ingeniería la oportunidad de involucrarse en una experiencia práctica que permitirá no sólo aumentar los conocimientos teóricos en ciertas materias, sino que también entrenará capacidades tales como el trabajo grupal o el desarrollo de un proyecto en un entorno multilingüe.

En cada uno de los proyectos RLPS participan tres universidades y una empresa. Los proyectos RLPS comienzan con una semana intensiva de trabajo en uno de los países de las universidades del consorcio. La universidad en cuestión, denominada “host”, será la encargada de organizar la semana de trabajo, contactar con una empresa para ofrecer un caso

de estudio, seleccionar a los estudiantes de su universidad que participarán en el proyecto y seleccionar al menos dos profesores que actuarán como supervisores de los grupos de estudiantes. Por otra parte, el resto de universidades también seleccionarán a sus estudiantes y profesorado supervisor.

Los estudiantes seleccionados se organizan en tres grupos de seis miembros (2 estudiantes por universidad). Dos de estos grupos serán presenciales mientras que el tercero será virtual. La diferencia fundamental entre los grupos presenciales y el virtual es que, los primeros, viajan al país de la universidad “host” durante la semana intensiva de trabajo. El grupo virtual sólo se reúne mediante Skype o cualquier plataforma de comunicación que permita chats, compartir documentos y videoconferencias.

En la semana intensiva de trabajo los alumnos asisten a conferencias, visitas a empresas y mantienen reuniones de coordinación con el objetivo de tener una planificación del trabajo a realizar durante la ejecución del proyecto. Durante un máximo de tres meses los alumnos trabajan desde sus universidades manteniendo reuniones periódicas e informando tanto a la empresa como a los supervisores de los avances alcanzados. El proyecto concluye con una presentación de resultados y la empresa se encarga de seleccionar al grupo que mejor ha abordado el problema.

En el transcurso de los tres años de duración del proyecto HEIBus se han realizado dos rondas de RLPS con tres casos de estudio en cada ronda. La primera ronda de proyectos fue organizada por las universidades: JAMK University of Applied Science (Finlandia) en colaboración con ITAB Shop Concept Finland, Technical University of Cluj-Napoca (Rumania) en colaboración con Automates ACM y la Universidad de Jaén (España) en colaboración con el Centro Tecnológico del Plástico, Andaltec. En el caso de la segunda ronda los organizadores fueron: Esslingen University of Applied Sciences (Alemania) en colaboración con FESTOOL GmbH, Universidad de Miskolc (Hungría) en colaboración con Robert Bosch Power Tool Kft. y la Universidad de Jaén (España) en colaboración con la empresa Integración Sensorial y Robótica (ISR).

Los seis RLPS desarrollados han sido muy beneficiosos tanto para empresas como universidades. Algunas de las soluciones propuestas han sido implementadas a nivel comercial

y han generado publicaciones científicas [6], [7], [8], [9] y ponencias en conferencias internacionales [10], [11].

III. CASO DE ESTUDIO: EL PROYECTO ISR

El proyecto ISR fue propuesto, a petición de la Universidad de Jaén, por la empresa Integración Sensorial y Robótica (ISR) y ha sido llevado a cabo en la segunda ronda de RLPS del proyecto HEIBus. Debido a su temática y a la cercanía con la empresa y a su buena predisposición, este proyecto ha sido seleccionado para su utilización como experiencia piloto en tres asignaturas de distintos Grados de la Escuela Politécnica Superior de Jaén. Se presenta, a continuación, en qué consiste el proyecto y la propuesta de adaptación para su utilización en las asignaturas seleccionadas a modo de Aprendizaje Basado en Proyectos.

A. Descripción del proyecto ISR

La empresa ISR [12] nació en el año 2016 como una spin-off de la Universidad de Jaén. Ubicada dentro del contexto del Grupo universitario de Investigación en Robótica y Automática de dicha universidad, la empresa cuenta con una amplia experiencia en el desarrollo de nuevas soluciones tecnológicas y de productos basados en la integración sensorial y en la automatización avanzada, ya sean para la industria, en general, como para el sector AGRO. Es dentro de esta última línea de negocio es donde se ubica el proyecto ISR.

Por tanto, la empresa ISR propone un proyecto cuyo objetivo es el desarrollo de un sistema de monitorización local con acceso y almacenamiento remoto que permita disponer de información, en tiempo real, de un determinado cultivo. Tal y como se muestra en la Fig. 2, será necesario diseñar y fabricar una tarjeta electrónica para la adquisición de datos de los distintos sensores, un encapsulado para contener a toda la electrónica y protegerla de los factores medioambientales y el desarrollo de aplicaciones software para el acceso y envío de datos.

El sistema estará basado en Raspberry Pi y en cuanto a la sensorística a utilizar se establecen unos mínimos, siendo necesario incluir sensores de: humedad y temperatura ambiente, humedad y temperatura de suelo y radiación solar. Adicionalmente será posible incluir visión por computador (cámara 2D trabajando en el espectro visible). En este caso será necesario implementar algoritmos de visión por computador para detectar el estado de un fruto u otro tipo de información de utilidad.

La conectividad para el almacenamiento remoto debe de ser mediante Wi-Fi y la alimentación mediante fuente de alimentación conectada a la red. También es posible incluir una modificación adicional sustituyendo la alimentación a red por fuente de alimentación más baterías. De esta forma el sistema de monitorización de variables agronómicas podría funcionar de manera autónoma. Teniendo en cuenta lo anterior se establecen los siguientes tres niveles de implementación:

- Básico. Sólo incluye sensores de humedad y temperatura I2C, pudiendo además incorporar una cámara de visión por computador.

- Avanzado. Incluye todo lo anterior además de sensores analógicos de humedad de suelo.
- Completo. Incluye lo de las versiones anteriores además de sensores analógicos de voltaje, sensores de corriente I2C, baterías, cargador solar y panel solar.

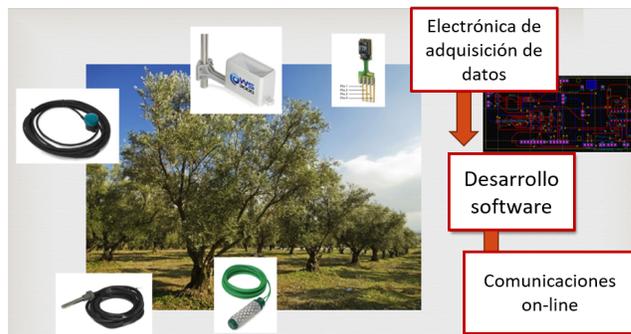


Fig. 2. Objetivos del proyecto ISR

B. Proyecto ISR adaptado al ABP

Los proyectos RLPS, definidos en el HEIBus, se caracterizan principalmente por ser:

- Multilingües. Los grupos de estudiantes están formados por miembros de distintos países.
- Multidisciplinares. Los integrantes del grupo pertenecen a distintos planes de estudio.
- Virtuales. La mayor parte del tiempo se trabaja de manera remota.

Básicamente, las características anteriores vienen condicionadas por el tipo de grupo de estudiantes, la temática del proyecto y el modo de implementación del mismo. Al adaptar un RLSP a una o varias asignaturas de grado, la característica multilingüe permanecerá si en el grupo hay algún estudiante de intercambio. La temática del proyecto define si es necesaria o no la característica multidisciplinar. En el caso que nos ocupa, el proyecto ISR, es absolutamente necesaria. De hecho, esta característica ha sido concluyente a la hora de decidir qué asignaturas se incorporarían en esta experiencia. Finalmente, la característica virtual deja de estar presente ya que todos los integrantes del grupo pertenecen a la Universidad de Jaén y realizan todas las actividades de manera presencial.

1) *Constitución de los grupos:* Una vez definidos por la empresa el objetivo del proyecto y los resultados esperados, un grupo de profesores, que han formado parte del proyecto HEIBus, evalúan la viabilidad en la implementación del mismo y proponen un grupo de asignaturas donde podría ponerse en práctica. Esta fase requiere de reuniones con la empresa para que lo que se desarrolle sea de utilidad para ellos y además sea factible de realizar en un semestre o en un curso académico.

En el caso del proyecto ISR, será necesario que los miembros del grupo, una vez finalizado el mismo, adquieran los siguientes resultados de aprendizaje:

- Entender la estructura general de un sistema de visión por computador.

- Comprender los fenómenos involucrados en el proceso de captación de imágenes.
- Conocer las técnicas algorítmicas utilizadas en cada una de las etapas de un sistema de visión por computador.
- Aplicar, de forma práctica, el acondicionamiento de sensores.
- Saber interpretar las características técnicas que proporcionan los fabricantes de sensores, de los distintos circuitos de acondicionamientos integrados así como de tarjetas y sistemas de adquisición de datos.
- Programar, configurar y manejar tarjetas de adquisición de datos.
- Diseñar y evaluar interfaces persona computador que garanticen la accesibilidad y usabilidad a los sistemas, servicios y aplicaciones informáticas.
- Conocer y aplicar los principios fundamentales y técnicas básicas de los sistemas inteligentes y su aplicación práctica.

En base a estos resultados se ha realizado una selección de asignaturas, dando prioridad a las que tengan un carácter optativo. Se ha optado por este tipo de asignatura ya que los grupos de estudiantes son más reducidos y las competencias y resultados de aprendizaje son más específicos.

Por tanto, las asignaturas que podrían participar en la experiencia piloto serían:

- Sistemas de Percepción Industrial. Optativa de 4º curso, 2º cuatrimestre del Grado en Electrónica Industrial.
- Sistemas de Adquisición de Datos. Optativa de 4º curso, 1ª cuatrimestre del Grado en Electrónica Industrial.
- Inteligencia ambiental. Optativa de 4º curso, 2º cuatrimestre del Grado en Ingeniería Informática.

Debido a que el número de grupos y de estudiantes por grupo definido en el proyecto HEIBus se consideró adecuado, se formarían tres grupos de seis estudiantes. En cada grupo habría dos estudiantes de cada una de las tres asignaturas implicadas. Además, en todas las asignaturas que potencialmente participarían se contempla, como parte de la evaluación de las mismas, la realización de trabajos, casos o ejercicios prácticos. El trabajo que los alumnos realizarían en el proyecto serviría para calificar este ítem. La Fig. 3 muestra un resumen de cómo se constituirían los grupos de estudiantes.

Es importante destacar que sería necesario un seguimiento y tutorización del trabajo realizado por los estudiantes. En este caso, el grupo de profesores supervisores estaría formado por los docentes de las asignaturas implicadas.

2) *Actividades a desarrollar:* De la experiencia previa en gestión de RLPS se enumeran un conjunto de actividades que sería interesante realizar durante la ejecución del proyecto.

- Seminarios. En el periodo de docencia de las asignaturas implicadas sería interesante organizar seminarios realizados por el personal de la empresa y/o el profesorado de las asignaturas, con objeto de ayudar a los estudiantes a asimilar y reforzar los conocimientos teóricos que necesitarán para ejecutar el proyecto. También, sería conveniente una reunión inicial de lanzamiento donde

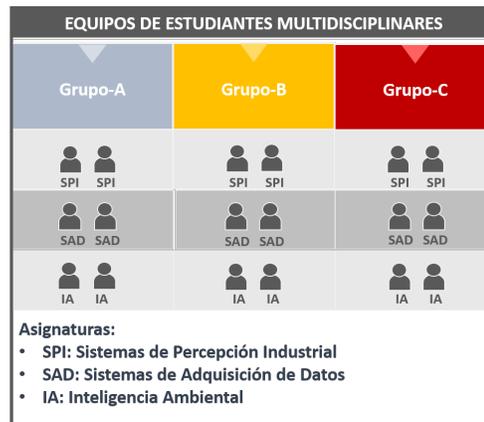


Fig. 3. Constitución de los grupos

la empresa explicase los objetivos del proyecto y los resultados esperados.

- Talleres. En ocasiones, si la temática del proyecto es muy específica o compleja, pueden organizarse talleres prácticos en los que los miembros del grupo trabajen con equipos bajo la supervisión del profesorado.
- Reuniones de seguimiento con supervisores. Sería interesante presentar un informe cada dos semanas de los avances alcanzados. De esta manera el seguimiento por parte de los docentes será más efectivo.
- Reuniones de seguimiento con empresa. Al menos una vez al mes sería conveniente informar a la empresa de los logros alcanzados y de los puntos bloqueantes del proyecto.

3) *Planificación temporal:* La distribución temporal de las asignaturas seleccionadas condiciona la duración total del proyecto. Puesto que una asignatura se imparte en el primer semestre y las otras dos en el segundo, la duración del proyecto será de un curso académico. Se presenta, a continuación, una propuesta de planificación temporal:

- Antes del comienzo de curso, los profesores de las asignaturas implicadas mantendrán reuniones con la empresa para concretar todos los detalles del proyecto.
- Al inicio del curso, los profesores realizarán una reunión informativa para explicar la propuesta a los alumnos de cuarto curso. Esto puede ser muy favorable para las asignaturas implicadas ya que puede incrementar el número de alumnos con interés en participar en esta experiencia.
- En las primeras semanas de clase se conformarán los grupos de trabajo.
- Al final del primer semestre, los alumnos de las asignaturas incluidas en este semestre presentarán los resultados parciales del proyecto. En el caso del proyecto ISR sería la adquisición de información de todos los sensores salvo el de visión por computador.
- A final del segundo semestre, se presentará el resultado final del proyecto y la empresa seleccionará una solución ganadora.

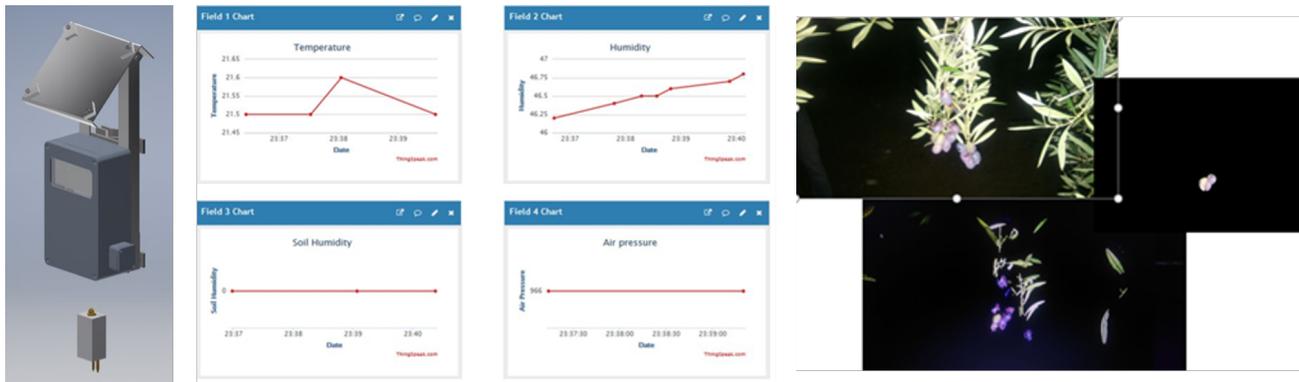


Fig. 4. Resultados del proyecto ISR. De izquierda a derecha: diseño CAD de la carcasa; monitorización de temperatura y humedad ambiente, humedad de suelo y presión atmosférica; procesado de imagen para detección de fruto.



Fig. 5. Opinión del alumnado involucrado en los RLPS del HEIBus

IV. RESULTADOS

Se detallan en esta sección los resultados alcanzados en el proyecto ISR, incluido en las implementaciones de RLPS realizadas en el HEIBus. También se recoge un análisis de la opinión del alumnado implicado en los seis proyectos RLPS desarrollados en dos rondas.

A. RLPS. Proyecto ISR

Dos de los tres grupos de estudiantes involucrados en el proyecto ISR desarrollaron una solución integral que incluía sensores digitales y analógicos, visión por computador y lo necesario para que el sistema funcionase de manera autónoma. Las aplicaciones software para el acceso y envío de datos estaban basadas en la plataforma ThingSpeak [13]. Uno de los grupos participó de manera presencial en la semana intensiva de trabajo, realizada en octubre del 2018 en la Universidad de Jaén, y el otro se trataba del grupo virtual. La Fig. 4 muestra algunos de los resultados alcanzados. Los alumnos entregaron, a nivel de diseño mecánico, la carcasa en la que se debería contener la electrónica del prototipo. La adquisición de datos, incluida la electrónica asociada, fue implementada en su totalidad, también las aplicaciones software para monitorización de variables agronómicas. La Fig.4 (izquierda) muestra

un diseño mecánico de carcasa y la Fig. 4 (centro) la monitorización de temperatura y humedad ambiente, humedad de suelo y presión atmosférica. Estas variables están directamente correlacionadas con el crecimiento del fruto e indirectamente con la calidad del aceite de oliva elaborado a partir de dicho fruto [14].

El grupo restante se centró en la visión por computador. El cultivo seleccionado fue el olivar, debido a su importancia estratégica a nivel comercial en la provincia de Jaén. Fundamentalmente se trabajó en la adquisición y procesado de imagen, con el objetivo de extraer los frutos de una rama y proceder, posteriormente, a su evaluación. Esta aplicación podría tener gran interés para el sector, ya que un uso potencial podría ser el de informar al agricultor del estado del fruto para de esta forma decidir el momento óptimo de su recolección. Algunas imágenes de extracción del fruto se muestran en la Fig. 4 (derecha). Los algoritmos implementados extraían los frutos de manera adecuada, pero sólo bajo unas condiciones de iluminación controladas. Esta limitación hace que no puedan ser implementados en campo y que requieran de una adaptación.

B. Opinión del alumnado

Un total de 108 participantes en los seis proyectos RLPS implementados en el HEIBus fueron encuestados y los resultados se muestran en la Fig. 5. Lo que más valoraron fue estar involucrados en la resolución de un caso de estudio real (83.3%). También consideraron bastante interesante estar en un equipo internacional y multidisciplinario que le permitiese establecer relaciones con estudiantes de otros países (74.1% y 72.2%, respectivamente). Un 59.3% consideró que había mejorado su conocimiento de la lengua inglesa y un 46.3% valoró que el contacto con la empresa le había ayudado a comprender qué capacidades son necesarias para la incorporación en el mundo laboral. Trabajar de manera remota fue una experiencia positiva para el 40.07%. Un 37% y un 35.2% respectivamente consideraron importante el contacto con personal universitario de otros países y personal de la empresa. Sólo un 27.8% valoró que los proyectos tenían una alta complejidad técnica.

V. CONCLUSIONES

Este artículo presenta una propuesta de APB basado en la resolución de un caso de estudio ofrecido por una empresa, mediante un grupo de estudiantes multidisciplinar. El modelo desarrollado es una adaptación de un modo de cooperación entre estudiantes universitarios y empresa, realizado en el marco del proyecto europeo KA2 Erasmus + “Smart HEI-Business collaboration for skills and competitiveness (HEIBus)”. Este modo de cooperación se denomina “multidisciplinary Real Life Problem Solving (RLPS)” y fue testeado con la implementación de seis proyectos, en el transcurso de los tres años de duración del proyecto. Los resultados alcanzados y el grado de satisfacción de los estudiantes implicados, profesorado universitario y empresas colaboradoras han motivado la adaptación del modelo para su utilización en asignaturas de Grado y Máster.

La descripción detallada de un proyecto RLPS, así como los resultados obtenidos en una de sus implementaciones, se muestran en el artículo. También, se detallan que pasos habría que seguir para poder implementarlo en un grupo de asignaturas. El grupo de asignaturas viene condicionado por la temática del caso de estudio, por lo que las propuestas presentadas podrían ser de utilidad en otras asignaturas.

En el próximo curso académico se espera realizar una implementación en las asignaturas mencionadas. Basándonos en la experiencia previa alcanzada con el proyecto RLPS de ISR, se espera conseguir resultados similares, o incluso mejorados en ciertos aspectos.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido realizado en el marco del proyecto europeo Erasmus + Knowledge Alliances 2 (KA2) “Smart HEI-Business collaboration for skills and competitiveness (HEIBus)” y financiado mediante el proyecto DPI2016-78290-R. Los autores agradecen a la empresa Integración Sensorial y Robótica (ISR) la propuesta del caso de estudio así como su cooperación. También, agradecen a los profesores contactados

por su predisposición a la implantación de la metodología propuesta en sus asignaturas.

REFERENCIAS

- [1] Boss, S., Krauss, J., “Project-Based Learning: Strategies and Tools for Creating Authentic Experiences. International Society for Technology in Education,” ISBN-10: 156484773X, 2019.
- [2] Vincent-Lancrin, S., Urgel, J., Kar, S. and Jacotini, G., “Measuring Innovation in Education 2019: What Has Changed in the Classroom?,” Educational Research and Innovation, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/9789264311671-en>, 2019.
- [3] Smart HEI-Business collaboration for skills and competitiveness (HEIBus) [on line] <http://www.heibus.eu/>. Último acceso en marzo de 2020.
- [4] Kakko, A., Matilainen, J., Satorres Martínez, S., “Smart HEI-business collaboration for skills and competitiveness,” Proceedings of the 45th SEFI Annual Conference 2017 - Education Excellence for Sustainability, SEFI 2017, pp. 331-338, Azores (Portugal), 2017.
- [5] Kakko, A., “Reshaped Partnerships for Competitiveness and Innovation Potentials in Mechanical Engineering,” Proceedings of the 44th SEFI Annual Conference 2017 - Education Excellence for Sustainability, SEFI 2016, Tampere (Finland), 2016.
- [6] Kmetz-Balázs, B., Magyar-Ferenc, J.S., “Biodegradable Toothbrush,” Design of Machines and Structures, Vol. 8, No. 2, pp. 19–29, 2018.
- [7] Rusu, C., Besoiu, S., Kacso-Vidrean, L., Lapusan, C., “New approaches in on-line evaluation of photovoltaics systems efficiency by implementing IoT monitoring solutions,” Applied Mathematics, Mechanics, and Engineering, vol. 62, issue IV, November, 2019.
- [8] Majoros, P., Szabó, F., “The “perfect” mixing machine”, Design of Machines and Structures, Vol. 9, No. 2, pp. 25–37, 2019.
- [9] Lajos, B., Kelemen, L., “Designing pneumatic circuit of a cheese slider,” Design of Machines and Structures, vol. 8, no. 1, pp. 5–1, 2018.
- [10] Satorres Martínez, S., Éstevez, E., Kakko, A., Matilainen, J., Gómez Ortega, J., Gámez García, J., “Bridging the gap between Higher Education Institutions and companies. The HEIBus cooperation models,” Proceedings of the 13th International Technology, Education and Development Conference, INTED2019, pp. 8114-8122. ISBN: 978-84-09-08619-1, 2019.
- [11] Kakko, A., “Smart collaboration for skills and competitiveness in engineering education,” Proceedings of the 47th SEFI Annual Conference 2019 - New Notions of Interdisciplinarity in Engineering Education, 2019.
- [12] Sensorial and Robotic Integration, ISR company [on line] <https://isr.es/isr-eng/>. Último acceso en marzo de 2020.
- [13] ThingSpeak for IoT projects [on line] <https://thingspeak.com/>. Último acceso en marzo de 2020.
- [14] Navarro Soto, J., Satorres Martínez, S., Martínez Gila, D., Gómez Ortega, J., Gámez García, J., “Fast and reliable determination of virgin olive oil quality by fruit inspection using computer vision,” Sensors, vol. 18, núm. 11, pp. 1-13. DOI: <https://doi.org/10.3390/s18113826>, Noviembre 2018.