

Proyecto cooperativo entre asignaturas de Ingeniería Electrónica

Vicent Girbés-Juan^a, Daniel Esperante^a, Julia Amorós^a, José M. Espí^a, Enrique Maset^a,
Diego Ramírez^a, David Calvo^a, José Mazorra^a e Isaac Suárez^a

a Departamento de Ingeniería Electrónica, Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ETSE), Universitat de València, Valencia 46100, España (e-mail: vicent.girbes@uv.es / isaac.suarez@uv.es).

How to cite: Girbés-Juan et. al. 2023. Aprendizaje global y multidisciplinar en Ingeniería Electrónica. En libro de actas: *IX Congreso de Innovación Educativa y Docencia en Red*. Valencia, 13 - 14 de julio de 2023. Doi: <https://doi.org/10.4995/INRED2023.2023.16637>

Abstract

This article proposes a teaching innovation based on a common thread between the different subjects involved in the third year of the Degree in Industrial Electronic Engineering at the University of Valencia. For this purpose, a common multidisciplinary and cooperative project has been designed that includes concepts taught in all the subjects of the course. The teaching project consists of using an air levitator prototype as a reference platform on which different activities have been proposed and carried out, independent of each other, but which are directly related to the levitation system. As a main result, it is expected that students have a global perspective of Electronic Engineering and understand that the concepts taught in the different subjects of the course are interrelated and complementary.

Keywords: Learning, projects, problems, multidisciplinary, cooperative, industrial electronics, competence, methodology.

Resumen

La innovación docente propuesta en el presente artículo tiene como objetivo el desarrollo de un hilo conductor entre las diferentes asignaturas involucradas en el tercer curso del Grado en Ingeniería Electrónica Industrial de la Universitat de València. Para ello, se ha diseñado un proyecto común multidisciplinar y cooperativo que engloba conceptos impartidos en todas las materias del curso. El proyecto docente consiste en utilizar un prototipo de levitador de aire como plataforma de referencia sobre la que se han propuesto y llevado a cabo diferentes actividades que podrían analizarse de forma independiente, pero que aquí se han integrado mostrando que todas contribuyen a diseñar y explicar el funcionamiento del sistema de levitación. Como principal resultado, se espera que los alumnos tengan una perspectiva global de la Ingeniería Electrónica y entiendan que los conceptos impartidos en las diferentes materias del curso están interrelacionados y son complementarios.

Palabras clave: aprendizaje, proyectos, problemas, multidisciplinar, cooperativo, electrónica industrial, competencias, metodología.

1. Introducción

La implantación de los nuevos grados universitarios en el contexto del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) supuso un reto y una oportunidad para mejorar las titulaciones del sistema universitario español, especialmente en carreras técnicas (Manchado et al. 2012). En muchos casos se hizo un gran esfuerzo para que los planes de estudios cubrieran todos los contenidos, competencias y objetivos de aprendizaje a través de módulos u otras estructuras organizativas similares (Manchado et al. 2012). El objetivo fundamental era que las asignaturas fueran independientes (sin solapamiento), pero complementarias (para cubrir todo el currículo). No obstante, la realidad es que, una vez implantados los nuevos planes de estudios, en la mayoría de las titulaciones las asignaturas se planifican e imparten de forma independiente y es difícil una coordinación eficaz entre el profesorado de las diferentes áreas y materias (Ortigosa et al. 2015). Como resultado, existen solapamientos en algunos casos y en otros hay lagunas o vacíos de contenido y/o competencias, lo cual resta tiempo y calidad a su formación (Ortigosa et al. 2015). Otra consecuencia negativa es el hecho de que el estudiantado no siempre es capaz de obtener una visión global de la titulación, con una perspectiva de conjunto, sino que tiene una visión individual y aislada de cada asignatura, sin entender que en realidad son materias complementarias que en muchos casos forman parte de un mismo plan de estudios con un objetivo de aprendizaje común.

El proceso de convergencia al EEES establece el uso de metodologías activas de aprendizaje, que desarrollen en el estudiante la capacidad de aprendizaje continuo y le permitan adquirir las capacidades, habilidades, valores y competencias demandadas en el mundo profesional. A nivel universitario existen diferentes propuestas para fomentar el aprendizaje autónomo y el trabajo cooperativo entre los estudiantes. Uno de estos métodos activos del aprendizaje es el denominado Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP). En Guo et al. 2020 se incluye una revisión del estado actual del ABP en la educación superior, mostrando los principales resultados y medidas de los estudiantes. En Chen y Yang 2019 los autores analizan los efectos del ABP en el rendimiento académico de los estudiantes y realizan un metaanálisis que investiga a los moderadores. Por otro lado, en Toledo et al. 2018 se demuestra que, aunque el ABP es una metodología difícil de aplicar en Educación Superior, los resultados obtenidos ponen de manifiesto las ventajas que ofrece este tipo de metodología y el alto nivel de satisfacción de los estudiantes participantes.

Otro de los métodos activos del aprendizaje es el denominado Aprendizaje Basado en Problemas. En Hernández y Lacuesta 2007 se muestra una experiencia multidisciplinar realizada mediante esta metodología. Partiendo de unos requisitos iniciales, los alumnos, agrupados en equipos de trabajo, identifican sus necesidades de formación, elaboran un plan de trabajo y buscan la consecución de los objetivos de su proyecto, siempre bajo la tutela del profesorado. Las capacidades más desarrolladas por los alumnos fueron el autoaprendizaje y el trabajo en equipo.

Por último, otra de las propuestas de metodología activa es el Aprendizaje Cooperativo (AC), que sirve de apoyo al proceso de enseñanza-aprendizaje para mejorar el rendimiento académico, buscando mejorar la adquisición de competencias y contribuir a la formación total e integral de los estudiantes. El AC se puede llevar a cabo mediante colaboración entre diferentes asignaturas o entre la universidad y las empresas del entorno (Hero y Lindfors 2019). Además, en algunos casos como en Estévez et al. 2019 se fusiona el AC con la gamificación, que también se utiliza en el contexto universitario para motivar a los estudiantes (Piles et al. 2021 y Adsuara et al. 2022)

La presente propuesta de innovación docente (PID) tiene como finalidad llevar a cabo un aprendizaje cooperativo entre las asignaturas de tercer curso del Grado de Ingeniería Electrónica Industrial (GIEI) de la Universitat de València (UV). Para ello, se propone un proyecto general del curso que se utiliza como

nexo entre las diferentes materias. Como hilo conductor se ha usado un sistema de levitación de aire, ya que es un proyecto multidisciplinar de ingeniería electrónica que incorpora aspectos de todas las asignaturas. Se han diseñado de forma coordinada nuevas actividades y se han llevado a cabo a lo largo del curso, de modo que en cada asignatura se ha aplicado una parte de sus prácticas de laboratorio (u otro tipo de actividad complementaria) para la resolución de un problema o subproceso del proyecto global. El objetivo es que los alumnos aprendan a enfocar las habilidades y conocimientos adquiridos desde un punto de vista más global. De esta manera, los estudiantes adquieren la perspectiva de cómo resolver un proyecto común, lo cual complementa (o mejora) la visión individual y aislada, que es la que normalmente tienen de las asignaturas. Cabe destacar también, que mientras los alumnos van cursando las asignaturas no tienen una perspectiva global de todas las materias de la titulación, sino que es al finalizarlas cuando sus conocimientos y capacidades les permiten analizar con mayor profundidad las interrelaciones entre las materias. Este PID permite poner el foco del alumno en esta interrelación durante el curso académico, mejorando la asimilación de conceptos, así como su percepción global del grado.

2. Objetivos

Las asignaturas que conforman las diferentes materias del GIEI se planificaban de forma independiente hasta el curso 2021-2022, sin tener en cuenta el resto de las materias de la titulación. Cada actividad y práctica de laboratorio se abordaba desde un punto de vista exclusivo de la materia de la asignatura, sin plantearse la interdisciplinariedad y complementariedad del temario. Con la metodología tradicional se resolvían problemas y se hacían prácticas de laboratorio sobre aplicaciones y ejemplos académicos aislados, a veces algo alejados de las aplicaciones y proyectos reales de la actividad profesional de un ingeniero electrónico industrial. Por ello, los alumnos no asimilaban que las diferentes materias están interrelacionadas entre sí, aunque puedan parecer muy distintas en cuanto a los fundamentos y herramientas estudiados. En este sentido, el presente trabajo, propone diseñar y llevar a cabo una innovación educativa para dar una visión de conjunto de la titulación y acercar al alumnado a la realidad de la ingeniería industrial englobando en la resolución de un proyecto concreto todos los conceptos impartidos en las asignaturas de tercer curso. De esta manera, se permite avanzar en los siguientes aspectos específicos relacionados con la enseñanza en el GIEI:

- Analizar una metodología de enseñanza-aprendizaje basada en un trabajo multidisciplinar que implique los conceptos impartidos en las diferentes materias del grado.
- Preparar material docente para aplicar esta medida de innovación educativa. Como por ejemplo redactar los guiones de laboratorio y adaptar o crear nuevo material (diseño de circuitos, montaje e interconexión de cables y placas, etc.).
- Mejorar la motivación del alumnado, acercándolo al mundo laboral y a la realidad de la ingeniería industrial, para que se dé cuenta de la importancia que tiene cada asignatura del plan de estudios de su titulación, especialmente la complementariedad de las asignaturas de 3º de GIEI.
- Mejorar la adquisición de conocimientos y habilidades específicos de cada asignatura, así como los resultados de aprendizaje globales de la titulación de ingeniería electrónica industrial.
- Verificar si el aprendizaje basado en proyectos mejora los resultados académicos del estudiantado, así como su motivación a la hora de afrontar el estudio de las asignaturas en general y de las prácticas de laboratorio en particular.

3. Desarrollo

La Tabla 1 recoge las diferentes asignaturas del tercer curso del GIEI. Se trata de asignaturas obligatorias impartidas en el primer y segundo cuatrimestre, que cuentan entre 40 y 50 alumnos distribuidos en un grupo de teoría y tres o cuatro grupos de laboratorio.

Tabla 1: Asignaturas de 3º de GIEI de la UV.

Código	Nombre	Cuatrimestre
34929	Dinámica y Control (DC)	1
34931	Oficina técnica (OT)	1
34932	Organización y Gestión de la Producción (OGP)	2
34934	Máquinas Eléctricas (ME)	2
34935	Sistemas Electrónicos Analógicos (SEA)	1
34936	Sistemas Electrónicos Digitales I (SED I)	1
34938	Sistemas Electrónicos de Instrumentación y Medida (SEIM)	1
34939	Electrónica de Potencia (EP)	2
34942	Sistemas Integrados de Fabricación (SIF)	2
34943	Control Digital (CD)	2

En particular, se propone emular el sistema de levitación de aire mostrado en la Figura 1. Dicho sistema se desarrolló en Espí et. al. 2017 y desde entonces se ha utilizado en la asignatura de Control Digital. Se trata de un módulo de prácticas muy completo que permite su uso como prototipo de sistema multidisciplinar, ya que incluye modelado dinámico y control de un motor, electrónica analógica y digital, acondicionamiento y adquisición de señales y etapa de potencia (ver detalles en Figura 2). Dado que todos estos aspectos tienen relación con las asignaturas del curso, cada materia implementará un módulo concreto relacionado con los conceptos que se imparten en las clases de teoría. Sin embargo, se buscará que todos los módulos estén interrelacionados entre sí para que los alumnos tengan una visión global del problema y entiendan que las actividades realizadas en cada asignatura son necesarias para resolver adecuadamente un problema genérico de ingeniería.

1. Transformador y Fuente de alimentación
2. Módulo de entradas y salidas
3. PLC con PID
4. Instrumentación
5. Levitador de aire
6. Caja de conexiones con microcontrolador

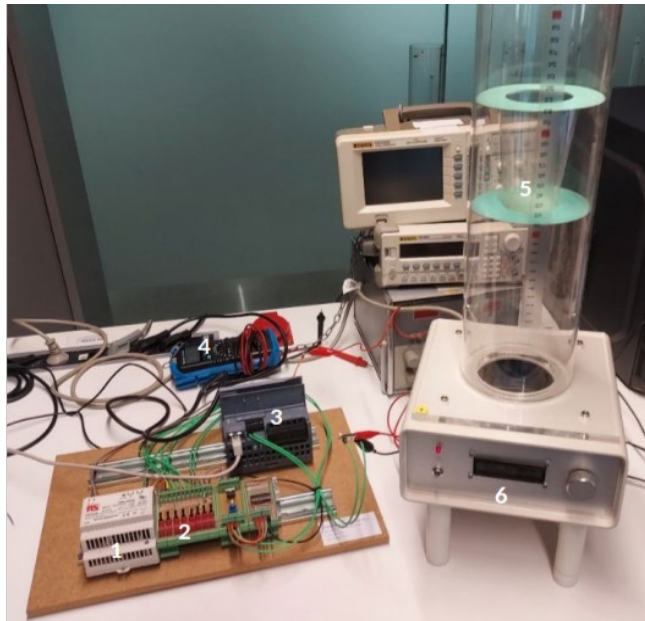


Figura 1. Sistema de levitación de aire, junto con PLC para realizar un control digital externo.

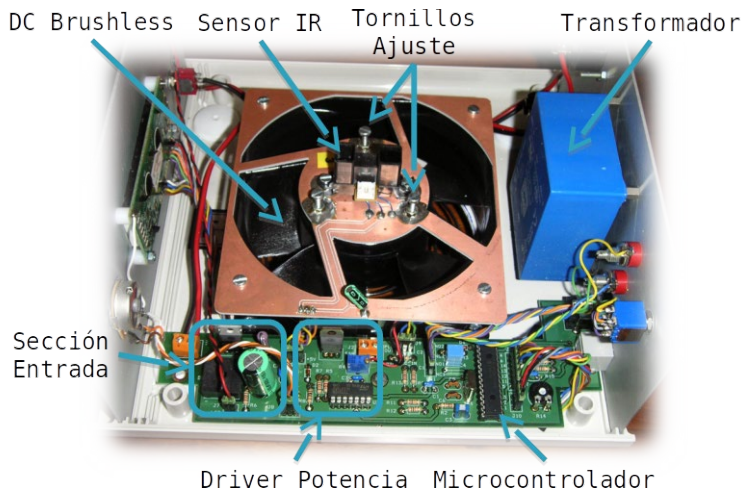


Figura 2. Elementos incluidos en la caja de control del levitador de aire.

Tal y como ya se ha descrito anteriormente, las prácticas de laboratorio que se realizan actualmente en el GIEI están planificadas de forma aislada y no tienen ninguna relación explícita con el resto de las asignaturas. Además, en algunos casos aislados tampoco se ofrece un enfoque claro y directo de su aplicabilidad a problemas cotidianos de ingeniería industrial, ya que las prácticas de laboratorio se plantean como ejercicios académicos donde el objetivo es que el alumnado entienda los conceptos teórico-prácticos, no tanto la aplicación a problemas reales. Con la idea de cambiar esta situación y mejorar la calidad del proceso de enseñanza-aprendizaje, el presente trabajo propone integrar varias prácticas de las asignaturas de 3º de GIEI dentro de un proyecto multidisciplinar. Así, se conseguirá que el alumnado tenga una visión de conjunto que les permita entender las interrelaciones que existen entre las diferentes materias estudiadas en su titulación, especialmente las del tercer curso.

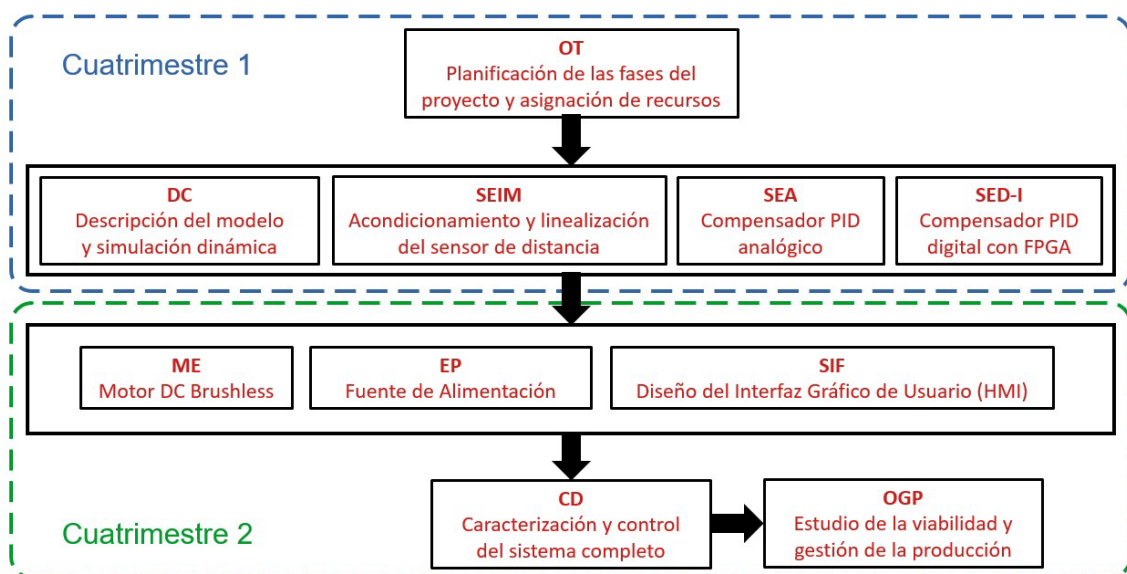


Figura 3: Diagrama de asignaturas de 3º del GIEI, junto con sus actividades.

En el diagrama de bloques de la Figura 3 se describen los diferentes subprocesos y tareas que se han abordado desde cada una de las asignaturas para implementar el sistema de levitación de aire. Tal y como se ha comentado, el proyecto engloba todas las asignaturas de tercer curso del GIEI, cuya implicación en la propuesta de innovación docente se explica a continuación:

1. **Oficina Técnica (OT):** En esta asignatura, orientada a la planificación y gestión de proyectos de ingeniería, se introduce el prototipo y se explica la metodología que se aplicará a lo largo del curso y en qué consistirán las prácticas o actividades relacionadas con el proyecto común. Además, se plantean laboratorios adaptados para resolver problemas de planificación con recursos ilimitados y también con recursos limitados, concretando en el proyecto del sistema de levitación de aire propuesto. El objetivo es que el alumnado entienda las diferentes fases del proyecto, qué áreas intervienen, qué recursos humanos y materiales son necesarios, además de conocer los plazos y el presupuesto del proyecto.
2. **Dinámica y Control (DC):** Aquí se propone hacer una descripción detallada del modelo (ecuaciones físicas que lo representan matemáticamente) y los componentes que intervienen en el proceso de control (sensor, actuador, driver, etc.), para obtener la función de transferencia que permita simular su comportamiento y analizar la respuesta de su salida (altura del sistema de levitación) frente a cambios en la entrada (tensión aplicada al ventilador). Además, en esta asignatura se resuelve un problema de diseño de un compensador analógico por métodos asintóticos para poder regular la altura del sistema de levitación.
3. **Sistemas Electrónicos de Instrumentación y Medida (SEIM):** En la etapa previa a la adquisición de señales para la retroalimentación del bucle de control es necesario hacer un tratamiento de la señal. Para ello se modeliza numéricamente el sensor de posición no lineal, diseñando un circuito basado en multiplicador analógico que linealiza la medida de la posición. También se verifica su funcionamiento mediante simulación, todo ello dentro de los métodos de linealización expuestos en la asignatura.

4. **Sistemas Electrónicos Analógicos (SEA):** Para esta asignatura se introducen dos sesiones de laboratorio en el contexto del proyecto docente. En la primera práctica el alumnado analiza por separado el efecto de cada una de las partes que forman un controlador PID (P: proporcional, I: integral, D: derivativo), que es un compensador ampliamente utilizado en la industria de procesos para controlar sistemas dinámicos. En la segunda sesión se diseña y monta un circuito con amplificadores operacionales para implementar un PID completo y ver su efecto a la salida frente a variaciones en la entrada.
5. **Sistemas Electrónicos Digitales I (SED I):** Las prácticas de esta asignatura se basan en la programación de FPGA (del inglés, “Field-Programmable Gate Array”). Se trata de un dispositivo programable que contiene bloques de lógica cuya interconexión y funcionalidad puede ser configurada en el momento, mediante un lenguaje de descripción especializado. Se propone una práctica de laboratorio en la que el alumnado hace la implementación de un compensador digital, verificando que es posible hacer control discreto con la tecnología de las FPGAs.
6. **Control Digital (CD):** En esta asignatura los alumnos hacen dos prácticas con el sistema de levitación, las cuales consisten en el diseño de compensadores digitales de la familia PID y su implementación discreta, basada tanto en microcontrolador como en PLC. Además de familiarizarse con el proceso del sistema de levitación de aire, el alumnado aprende a programar las interrupciones y rutinas de lectura y escritura para implementar un control digital.
7. **Máquinas Eléctricas (ME):** Esta asignatura se centra en el estudio de las máquinas eléctricas estáticas (transformadores) y rotativas (motores y generadores). Concretamente, la práctica de laboratorio propuesta consiste en el estudio del motor de corriente continua (motor DC), tanto con escobillas (“brushed”) como sin escobillas (“brushless”). El alumnado debe entender las características de cada motor y saber en qué aplicaciones es mejor usar cada uno. Para ello se realiza un modelado y simulación dinámica en el entorno MATLAB-Simulink. Además, en la práctica se realizan ensayos de caracterización para obtener los parámetros del motor DC brushless que se encarga de mover el ventilador que impulsa el sistema de levitación de aire.
8. **Electrónica de Potencia (EP):** Esta asignatura se centra en el estudio de dispositivos y circuitos capaces de transformar la energía disponible en un sistema (AC o DC), para adaptarla a las necesidades de las diferentes cargas. Aquí se propone una actividad práctica para profundizar en la parte que afecta a la alimentación del sistema levitador, diseñando y simulando un convertidor AC-DC (transformador de corriente alterna a corriente continua), para entender mejor cómo la electrónica de potencia es la responsable de proporcionar una alimentación estable y regulada capaz de alimentar toda la circuitería de control del sistema de levitación de aire.
9. **Sistemas Integrados de Fabricación (SIF):** Se usa un PLC (controlador lógico programable) y se diseña un interfaz gráfico de usuario (GUI) para el HMI (del inglés, “Human-Machine Interface”) que es una pantalla táctil industrial. Se consideran las entradas y salidas que se utilizan en la última práctica de laboratorio de la asignatura CD. Así, los alumnos son capaces de interactuar con el PLC a través del HMI para modificar los parámetros del proceso, además de comunicarse con el circuito electrónico de control y potencia, así como visualizar la respuesta de algunas variables en tiempo real.

10. **Organización y Gestión de la Producción (OGP):** Se plantean varias prácticas de laboratorio y resolución de problemas, donde el alumnado hace un estudio de mercado y viabilidad del producto, además de cálculos sobre planificación de la producción y gestión de stocks, todo relacionado con el proyecto del levitador de aire.

4. Resultados

Para la evaluación de la actividad de innovación docente se han realizado las siguientes medidas de seguimiento y validación de resultados:

- Evaluación del resultado de las actividades llevadas a cabo en cada uno de los módulos de forma individual por parte del profesorado.
- Análisis para saber si el alumnado ha entendido el papel que juega cada módulo o asignatura en el proyecto del levitador de aire en particular, y en la ingeniería electrónica industrial en general.
- Encuestas para conocer la motivación del alumnado y su opinión sobre la metodología de aprendizaje activo propuesto en el presente proyecto multidisciplinar.

En primer lugar, el profesorado involucrado en las actividades de innovación docente (responsables de asignaturas, profesores de laboratorio, etc.) ha analizado los resultados de la implantación del proyecto docente en sus asignaturas. Aunque existe margen de mejora, los resultados son satisfactorios y se han alcanzado los principales objetivos. Por un lado, las actividades propuestas se han integrado correctamente dentro de cada asignatura, sin desviarse mucho con respecto a cursos anteriores. Por otro lado, la coordinación entre el profesorado del tercer curso del GIEI se ha incrementado considerablemente. Se han hecho reuniones periódicas y se han propuesto e implantado actividades complementarias en cooperación. Como consecuencia, tanto el estudiantado como el profesorado que ha participado en el proyecto es capaz de entender mejor dónde se enmarca cada asignatura dentro del plan de estudios en general y de las asignaturas de tercero en particular.

Otro aspecto que destacar tras la implantación del proyecto de innovación docente es que una gran parte del profesorado que considera que la motivación del alumnado es superior a lo habitual. La implicación e interés por parte de los y las estudiantes se han visto reforzados por el hecho de que conocían el proyecto en el que estaban trabajando y entendían mejor el contexto en el que se desarrollaba la práctica, así como los objetivos de la actividad. Eso ha provocado que en la mayoría de los casos su actitud mejore a la hora de enfrentarse a los problemas y tareas que deben resolver. En general, los resultados han sido los esperados y la evaluación de las actividades relacionadas con el proyecto del levitador de aire ha sido mejor que la del resto de actividades evaluadas sin relación con la propuesta de innovación docente.

Por último, se ha realizado una encuesta de opinión a los estudiantes que han participado en el proyecto. Cada pregunta se podía valorar entre 1 y 10. En el análisis de resultados se considera negativo un valor inferior a 5, normal entre 5 y 6, mientras que un resultado positivo es igual o superior a 7 puntos. De los 40 alumnos matriculados en el tercer curso de GIEI han respondido a la encuesta un total de 24, cuyos resultados se muestran a continuación:

- a) **¿Consideras que las actividades son adecuadas (contenido y dificultad) y están bien planificadas (fecha y duración) dentro de la planificación del curso?** A esta pregunta respondió de forma positiva el 83.3 % del estudiantado (ver Figura 4a), siendo el valor medio de 7.54 sobre un máximo de 10. Esto confirma que la puesta en marcha de las actividades planificadas en el marco de esta innovación docente ha sido adecuada y el alumnado las ha asimilado correctamente.

- b) **¿Cuál ha sido tu nivel de motivación al realizar las actividades del proyecto del levitador de aire en comparación con el resto de las actividades, problemas y/o prácticas independientes?** En este caso el valor medio es de 6.96, aunque la moda se sitúa en 8. Al parecer algunos alumnos no tuvieron mayor motivación con las nuevas actividades propuestas en esta innovación docente con respecto a las tradicionales, concretamente el 4.2 % puntuaron este apartado por debajo de 5 puntos (ver Figura 4b). Quizás esto es consecuencia de que algunos alumnos no han recibido suficiente información sobre qué actividades se enmarcan en el proyecto de innovación docente y cuáles no. Otra posibilidad es que no han participado en las actividades de todas las asignaturas y eso ha hecho que no entiendan el contexto y objetivo de cada actividad, reduciendo así su motivación.
- c) **¿Crees que participar en las actividades del proyecto del levitador de aire te ha ayudado a entender mejor la interrelación y complementariedad de las diferentes materias (electrónica analógica, digital y de potencia, control, instrumentación, automatización, gestión de proyectos, etc.)?** Los resultados muestran que la mayor parte del alumnado sí que obtuvo una mejor visión de las relaciones entre asignaturas, ya que más de la mitad de los encuestados otorgaron 7 o más puntos, concretamente el 66.7 % (ver Figura 4c). En el otro extremo, parece ser que algunos alumnos no tuvieron esa percepción, ya que el 8.4 % puntuaron por debajo de 5. No obstante, el valor medio se sitúa en 7.25 puntos sobre 10, resultado que consideramos bueno y que se ajusta a las expectativas del proyecto.
- d) **¿Crees que participar en las actividades del proyecto del levitador de aire te ha dado una visión más global de la ingeniería electrónica?** Los resultados son similares a la pregunta anterior, aunque ligeramente mejores, situándose el valor medio en 7.79. Además, en este caso únicamente el 4.2 % respondió de forma negativa (ver Figura 4d). A pesar de no haber llegado a todo el estudiantado, pensamos que el resultado es satisfactorio e intentaremos mejorar en el futuro.
- e) **¿Crees que podrías extrapolar el proyecto del levitador a otro tipo de aplicaciones en el ámbito de la ingeniería electrónica industrial?** El valor medio se sitúa en 7.42 puntos, con un 75 % de respuestas positivas (ver Figura 4e). A partir de los resultados obtenidos parece que los participantes en las actividades formativas de esta innovación docente tienen la suficiente capacidad y seguridad en sí mismos para extrapolar el proyecto a otros ámbitos de su titulación. Esto es muy positivo porque uno de los objetivos de este proyecto era conseguir que los alumnos fueran capaces de interrelacionar actividades entre diferentes áreas desde un punto de vista multidisciplinar.
- f) **¿Te verías capacitado para realizar un proyecto multidisciplinar similar en un entorno profesional?** Aquí el alumnado respondió de forma más comedida, ya que el valor medio se sitúa en 6.88 puntos sobre 10, con un 66.7 % de respuestas positivas y una moda muy marcada en 8 puntos (ver Figura 4f). Parece que su nivel de seguridad es ligeramente inferior a la hora de aplicar en un entorno profesional los conocimientos y competencias adquiridos en las actividades relacionadas con el proyecto del levitador. La diferencia con respecto a la pregunta anterior es lógica, ya que en muchos casos los y las estudiantes se sienten intimidados por los proyectos de mayor envergadura a los que se enfrentarán en su vida profesional, frente a aquellos que abordan en un entorno más seguro y familiar como es el ámbito académico. No obstante, se seguirá trabajando para mejorar esta percepción y que poco a poco se vaya perdiendo el miedo al entorno industrial durante la fase universitaria, sin necesidad de esperar a tener un contrato laboral.

g) **¿Qué es lo que más te ha gustado de las actividades realizadas hasta la fecha?** Las respuestas a esta pregunta fueron variadas, aunque destacamos las siguientes: “Ámbito multidisciplinar”, “Que se correlacionen distintas materias”, “Que tocas varias disciplinas distintas y entre ellas la medición de datos”, “La realización experimental de las prácticas junto con la explicación teórica, ya que esto me ayuda a entender más el temario y el porqué de ciertas cosas”. Por lo tanto, consideramos que el objetivo propuesto inicialmente se ha alcanzado, ya que los estudiantes tienen la percepción de multidisciplinariedad, interrelación entre asignaturas y comprenden mejor la teoría a partir de las actividades experimentales propuestas en esta innovación docente.

h) **¿Tienes alguna sugerencia para el proyecto de innovación docente del levitador de aire de cara a futuros cursos?** La opinión generalizada es que la idea del proyecto multidisciplinar y cooperativo entre asignaturas les parece muy buena y les gustaría que se siguieran haciendo actividades de este tipo. Algunos proponen que se amplíen más estas actividades entre las diferentes asignaturas que participan en el proyecto multidisciplinar, de modo que todo quede integrado en un proyecto único.

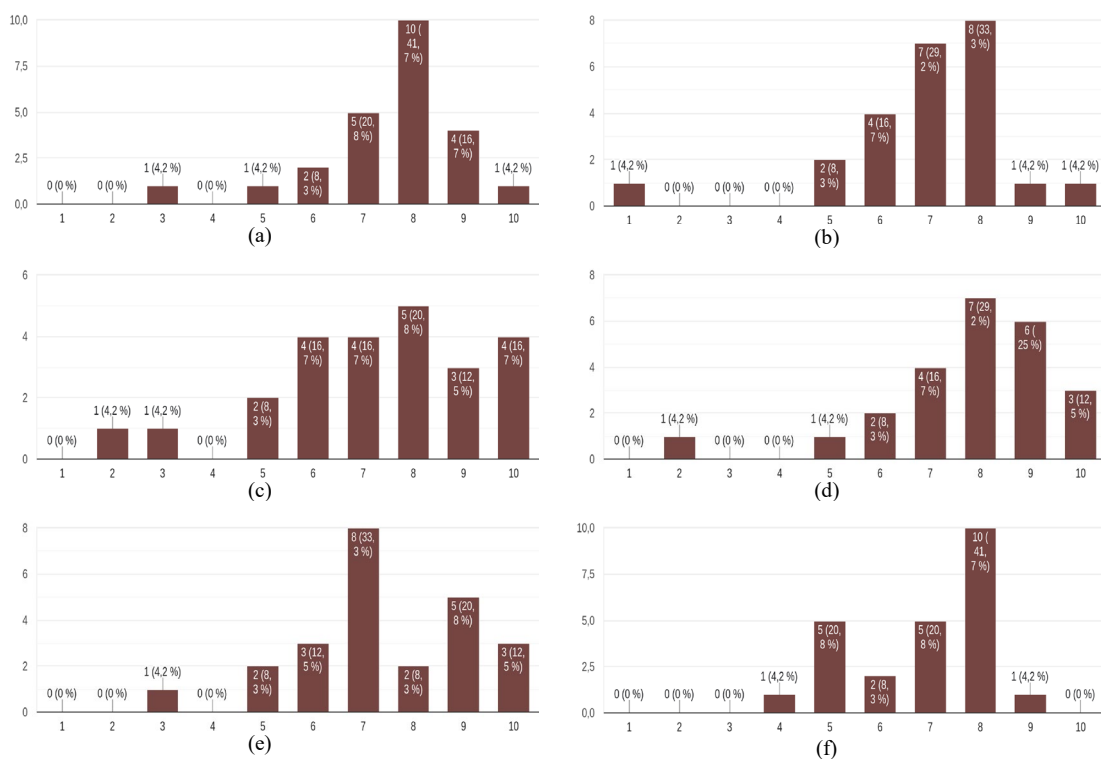


Figura 4: Respuestas a las preguntas (a)-(f) del alumnado participante en el proyecto.

5. Conclusiones

El principal impacto del presente trabajo de innovación docente, según la percepción del alumnado de tercer curso del Grado en Ingeniería Electrónica Industrial de la Universitat de València, ha sido la obtención de una visión más global y un conocimiento más profundo y significativo de los conceptos particulares estudiados en cada asignatura y los generales impartidos en el grado. Además, se han mejorado las competencias adquiridas por parte del alumnado a través de resultados de aprendizaje transversales que no se adquieren en las prácticas que se realizan normalmente. La motivación es otro de los factores que han mejorado, ya que la mayoría de los participantes opinan que su nivel de motivación en las actividades propuestas en esta innovación docente ha sido superior al del resto.

Por otro lado, tenemos el convencimiento de que la experiencia y metodología propuestos se podrían transferir de forma muy sencilla a otros grupos de estudiantes de cursos superiores (4º de GIEI). Además, el aprendizaje cooperativo multidisciplinar basado en proyectos que se plantea en esta innovación docente se podría implantar también en otras titulaciones de la rama industrial (o incluso en otras áreas), por ejemplo, en el Grado en Ingeniería Electrónica de Telecomunicación o en el Máster Universitario en Ingeniería Electrónica.

Por último, como trabajo futuro se propone seguir mejorando las actividades realizadas en el marco de esta iniciativa, además de ampliar con otras nuevas que se irán implantando poco a poco en los próximos cursos. También se planteará la opción de introducir el aprendizaje basado en proyectos con mayor profundidad, de modo que los estudiantes se agruparan al inicio del curso para planificar y llevar a cabo un proyecto diferente en base a sus inquietudes y preferencias. El mayor inconveniente de esta propuesta sería la gestión de recursos y conseguir que todas las asignaturas estuvieran coordinadas y pudieran evaluarse de forma independiente, ya que al realizar un único proyecto se debería garantizar que se alcanzan todos los objetivos y que el estudiantado adquiere todas las competencias de forma correcta.

6. Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por la Universitat de València a través del proyecto de innovación docente UV-SFPIE_PID-2077390.

7. Referencias

Adsuara, J. E., Fernández-Morán, R., Gómez-Chova, L., Laparra, V., Ruescas, Ana B., Fernández-Torres, M., Girbés-Juan, V., Amorós, J., Muñoz-Marí, J., y Pérez-Suay, A. (2022). Herramientas y recursos de motivación online para actividades en clase. *IN-RED 2022: VIII Congreso de Innovación Educativa y Docencia en Red* (pp. 1055-1065). Editorial Universitat Politècnica de València.

Chen, C. H., y Yang, Y. C. (2019). Revisiting the effects of project-based learning on students' academic achievement: A meta-analysis investigating moderators. *Educational Research Review*, 26, 71-81.

Espí, J. M., Castelló, J., y Gil, R. G. (2017). Air flow levitation system for in class and remote learning of control systems. *The International journal of engineering education*, 33(1), 74-83.

Estévez Gualda, J., García-Marín, A. P., Gómez Madueño, J., y Agrela Sáinz, F. (2019). Gamificación y aprendizaje cooperativo para la mejora de competencias en Ingeniería de Proyectos. *Revista de Innovación y Buenas Prácticas Docentes*, 8(4), 33-40.

Guo, P., Saab, N., Post, L. S., y Admiraal, W. (2020). A review of project-based learning in higher education: Student outcomes and measures. *International journal of educational research*, 102, 101586.

Hernández, A., y Lacuesta, R. (2007). Aplicación del aprendizaje basado en problemas (PBL) bajo un enfoque multidisciplinar: una experiencia práctica. *Conocimiento, innovación y emprendedores: camino al futuro* (p. 3). Universidad de la Rioja.

Hero, L. M., y Lindfors, E. (2019). Students' learning experience in a multidisciplinary innovation project. *Education+ Training*, 61(4), 500-522.

Manchado Pérez, E., y López Forniés, I. (2012). Coordinación por módulos de asignaturas en el Grado de Ingeniería de Diseño Industrial y Desarrollo de Producto de la Universidad de Zaragoza. *REDU. Revista de Docencia Universitaria*, 10(3), 195-207.

Ortigosa, E. M., Martín Garzón, E., Ortigosa, P. M., Casanova, J. O., y Romero, L. F. (2015). Control y mejora de la coordinación entre asignaturas de una titulación universitaria. *IN-RED 2015: I Congreso de Innovación Educativa y Docencia en Red* (pp. 1-9). Editorial Universitat Politècnica de València.

Piles, M., Laparra Pérez-Muelas, V., Pérez-Suay, A., Mateo-García, G., Gírbés-Juan, V., Moreno-Llácer, M., y Muñoz-Marí, J. (2021). Estrategia de enseñanza y aprendizaje de programación basada en la idea de 'hackathon'. *IN-RED 2021: VII Congreso de Innovación Educativa y Docencia en Red* (pp. 1552-1564). Editorial Universitat Politècnica de València.

Toledo Morales, P., y Sánchez García, J. M. (2018). Aprendizaje basado en proyectos: una experiencia universitaria. *Profesorado: Revista de curriculum y formación del profesorado*, 22(2), 429-449.