



**UNIVERSIDAD
DE SALAMANCA**

Informe final Proyecto de Innovación Docente ID2013/298

**“Adquisición de competencias en mecatrónica mediante
el aprendizaje basado en mini-proyectos”**

**Participantes: Raúl Rengel Estévez
Beatriz García Vasallo
María Jesús Martín Martínez**

**Departamento de Física Aplicada
Escuela Politécnica Superior de Zamora, Campus Viriato
Facultad de Ciencias**

Datos del proyecto de innovación docente

TÍTULO: Adquisición de competencias en mecatrónica mediante el aprendizaje basado en mini-proyectos

REFERENCIA: ID2013/298

PDI RESPONSABLE:
RAÚL RENGEL ESTÉVEZ

CENTRO EN EL QUE SE HA LLEVADO A CABO EL PROYECTO:
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ZAMORA.

MIEMBROS DEL EQUIPO:
RAÚL RENGEL ESTÉVEZ
BEATRIZ GARCÍA VASALLO
MARÍA JESÚS MARTÍN MARTÍNEZ

DURACIÓN:
CURSO ACADÉMICO 2013/14

SUBVENCIÓN CONCEDIDA: 250 €

Objetivos

El presente proyecto tenía como principal objetivo abordar, mediante el aprendizaje basado en mini-proyectos, la adquisición de competencias de mecatrónica (disciplina que aúna la Mecánica y la Electrónica) en la asignatura “Electrónica de los sistemas mecánicos”, del cuarto curso del grado en Ingeniería Mecánica impartido en la Escuela Politécnica Superior de Zamora. En el caso de las ingenierías, esta metodología parece particularmente interesante dada la propia naturaleza de la carrera profesional asociada. En el aprendizaje basado en proyectos (ABP), cuyo eje fundamental gira precisamente en torno a la mejora en la adquisición de competencias, los estudiantes asumen un mayor protagonismo en el proceso de aprendizaje, con una mayor autonomía, responsabilidad y grado de libertad a la hora de enfocar las tareas propias de cada materia. El profesor pasa a ser un mentor y guía del proceso, encargado de orientar adecuadamente a los estudiantes, tanto en relación a la

identificación de los problemas que surjan en el desarrollo de los proyectos como respecto a la búsqueda de fuentes de información necesarias para su consecución.

En esta acción de innovación docente, el aprendizaje basado en proyectos ha sido planteado en una escala más reducida y controlada, al ser el primer año en que se impartía la asignatura. Para ello se ha optado por desarrollar, en el último tramo de la asignatura, pequeños proyectos de 3 o 4 semanas de duración, lo que nos ha permitido disponer de flexibilidad para asegurar la impartición de todos los contenidos así como controlar de manera adecuada la evolución del aprendizaje de los alumnos.

Estos objetivos se han llevado a cabo de manera satisfactoria gracias a una serie de actuaciones concretas que pasamos a describir a continuación.

Actuaciones realizadas

Para alcanzar los objetivos propuestos en el proyecto hemos ejecutado una serie de actuaciones:

Desarrollo de nuevos materiales docentes

La asignatura “Electrónica de los sistemas mecánicos”, del 4º curso del Grado en Ingeniería Mecánica, ha sido impartida por primera vez en este curso 2013-2014. Dado que se trataba de una asignatura sin equivalente en los antiguos planes de estudio, y sin relación directa con otras asignaturas del área en la mayor parte de contenidos y en la forma de abordarlos, ello ha supuesto la necesidad de diseñar y desarrollar nuevos materiales docentes específicamente adaptados a esta nueva materia.

En primer lugar, hemos elaborado la página web de la asignatura en la plataforma Studium. A esta página se han ido incorporando contenidos progresivamente a lo largo del cuatrimestre, incluyendo toda la información necesaria para que los alumnos pudieran seguir adecuadamente la asignatura: desde los materiales de elaboración propia (transparencias, videotutoriales, etc.) hasta enlaces a archivos con ejemplos de código, páginas de descargas de software, documentos relacionados con la materia, etc. También ha servido como canal de comunicación con los alumnos a través de los foros.

Otro ejemplo de elaboración de materiales docentes propios es el videotutorial de Fritzing (programa utilizado para el diseño de esquemas de circuitos), que hemos realizado y subido a la plataforma YouTube (puede accederse a él de manera abierta en el siguiente enlace <http://www.youtube.com/watch?v=COOY8p7KUqI>). Dado que en el desarrollo de la asignatura no teníamos tiempo para explicar el funcionamiento básico de Fritzing, optamos por elaborar un videotutorial mediante el programa CamStudio. Este software gratuito permite realizar capturas en video de las acciones que se realizan en el ordenador, así como audio a través de micrófono, lo que lo convierte en una herramienta ideal para elaborar este tipo de materiales. El resultado así obtenido sirve además para futuros cursos, en los que se irán ampliando este tipo de recursos docentes.

The image shows a screenshot of the Studium web interface. At the top, there is a header with the Studium logo and the text 'CAMPUS VIRTUAL' and 'Escuela Politécnica Superior de Zamora'. Below the header, there is a navigation menu on the left with categories like 'Personas', 'Actividades', and 'Administración'. The main content area is titled 'Diagrama de temas' and contains a list of topics and resources. The right sidebar has sections for 'Novedades' and 'Eventos próximos'. The overall layout is clean and organized, typical of a learning management system.

Figura 1. Página web de la asignatura en Studium

Asimismo, hemos realizado una serie de transparencias de los diferentes temas de la asignatura, que han estado accesibles a los alumnos para un mejor seguimiento de la materia.

Trabajo autónomo en el laboratorio

Por otra parte, previamente a la realización de los proyectos finales de asignatura, se han planteado por el equipo docente una serie de tareas en el laboratorio encaminadas a

dotar a los alumnos de las competencias básicas necesarias para poder abordar la tarea encomendada, así como para adquirir los conocimientos mínimos necesarios sobre programación de microcontroladores.

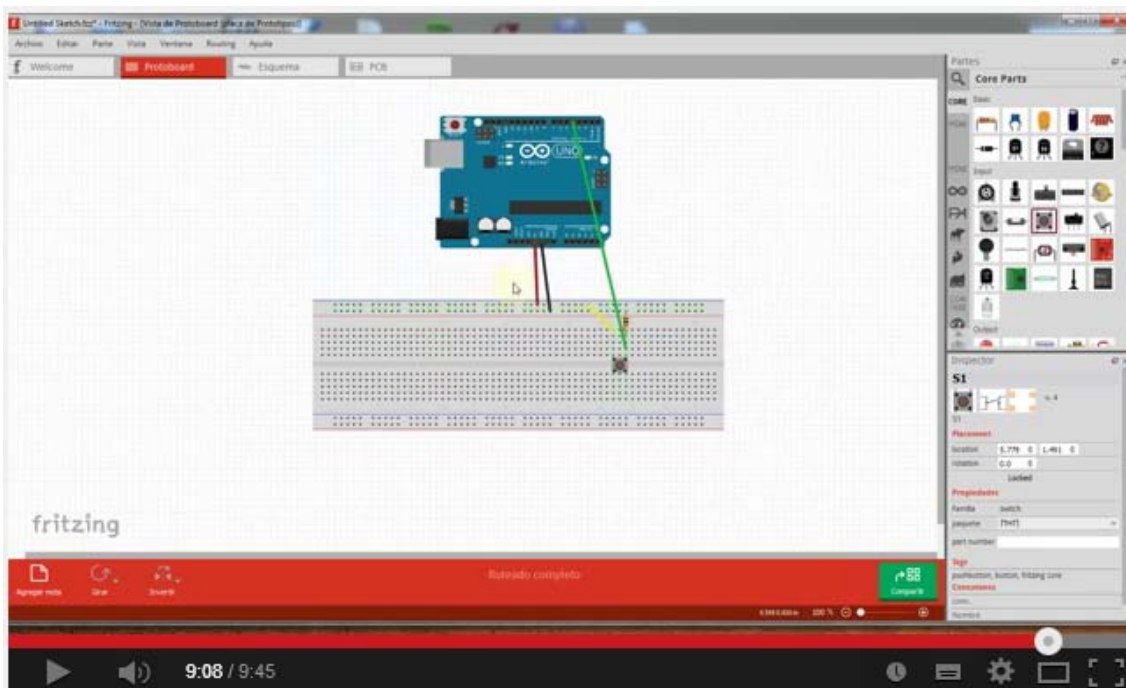


Figura 2. Fotograma del videotutorial de Fritzing

En este punto es necesario hacer un inciso. El número de alumnos era de 15, lo que constituía un tamaño de grupo muy adecuado para poder realizar el proyecto de innovación planteado. Por otra parte, casi ninguno de ellos tenía conocimientos previos de programación, lo que suponía un condicionante importante a la hora de planificar el desarrollo de las actividades de la asignatura. Por ello, se optó por una aproximación inicial centrada en el aprendizaje práctico de las instrucciones básicas para el control de operaciones sencillas de entrada/salida, mediante la realización secuencial de ejercicios sencillos. La realización de estos ejercicios tuvo lugar en el laboratorio, en grupos de trabajo de 2 alumnos. Estos ejercicios consistían básicamente en realizar el montaje de circuitos sencillos empleando para la programación de los controladores código ya existente y comentado que los alumnos debían analizar paso a paso, con el fin de desentrañar su funcionamiento del modo lo más autónomo posible. Esta parte inicial estaba muy controlada por el equipo docente, que supervisaba de manera cercana el trabajo de cada grupo, resolviendo sus dudas y dando explicaciones adicionales a las indicadas en los comentarios del código. Simultáneamente al desarrollo de

este trabajo, se propuso a los alumnos un primer proyecto que debían realizar, consistente en un dado electrónico controlado por microcontrolador activado por un pulsador (en este primer caso, el mismo proyecto para todos los grupos). Este doble trabajo (aprendizaje de los rudimentos más básicos y estructuras de control sencillas del lenguaje de programación del microcontrolador junto con el desarrollo del proyecto del dado electrónico) se llevó a cabo en aproximadamente 3 semanas, una vez transcurrida la primera parte de la asignatura, de carácter más teórico. A la conclusión del trabajo, además de demostrar a los profesores in situ el correcto funcionamiento del dado electrónico, los alumnos debían entregar el código del ejercicio debidamente comentado de manera individual.

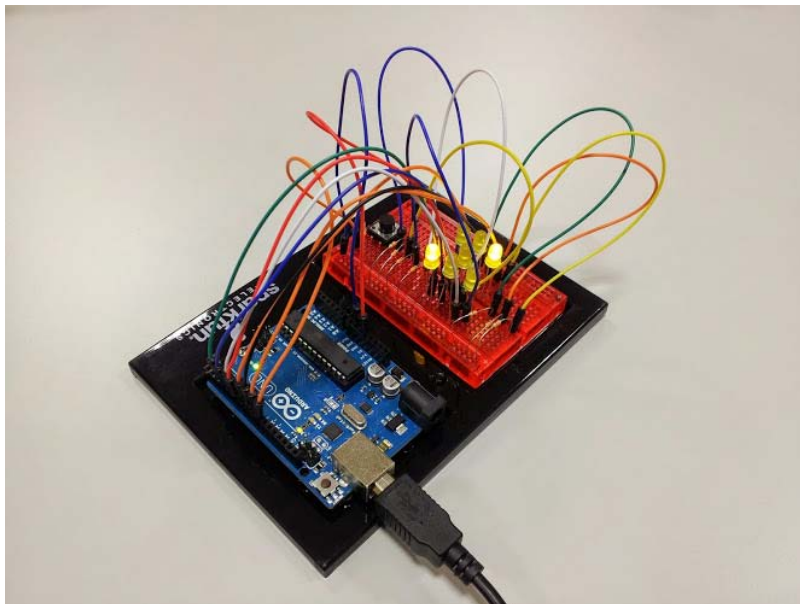


Figura 3. Dado electrónico desarrollado en el proyecto

Posteriormente, durante aproximadamente otras 3 semanas se continuó el trabajo en el laboratorio con la misma metodología, probando y aprendiendo el funcionamiento de diferentes elementos (servomotores, sensores LDR, pantallas LCD, motores DC, relés, etc.) mediante ejemplos de código cuya complejidad aumentaba progresivamente, y que los alumnos abordaban por sí mismos sin un conocimiento detallado previo de las estructuras o instrucciones del código correspondiente: es decir, era tarea de los alumnos dilucidar qué hacía cada parte del código, cómo funcionaban las instrucciones y qué efecto tenían sobre los diferentes elementos de cada circuito. Tras esta etapa, en la parte final de la asignatura se abordó la realización de un proyecto por cada grupo que necesariamente debía incorporar el uso de sensores y actuadores.

Proyectos finales de la asignatura

Las últimas 4 semanas del periodo docente del cuatrimestre, aproximadamente, se dedicaron a la planificación y desarrollo de los proyectos finales. Para ello se procedió de la siguiente manera: se indicó a los alumnos una serie de elementos que podían utilizar para realizar los proyectos, como por ejemplo tarjetas de identificación RFID, motores paso a paso, lectores de huellas digitales, pantallas de cristal líquido, servomotores, sensores de luz, etc. Con estos elementos, que incluían los empleados hasta la fecha en el laboratorio más otros adicionales, los alumnos debían elaborar unas propuestas previas que debían ser supervisadas por el equipo docente: en algunos casos, los profesores sugirieron a los alumnos posibles temas para desarrollar el proyecto o alternativas a las propuestas iniciales. Una vez concretadas las ideas de acuerdo con los profesores, se determinaron los proyectos a realizar y los materiales necesarios, correspondiendo un proyecto diferente a cada pareja de alumnos.

Los proyectos en concreto que se han realizado son: **control de acceso a un parking, cerradura inteligente con apertura mediante huella digital, prototipo de casa domótica, reloj de cuco digital, montacargas con control digital, control remoto de motores con mando a distancia, cinta clasificadora con etiquetas RFID, y control de elementos de un vehículo (luces, limpiaparabrisas, etc.) mediante microcontrolador.** La mayor parte de ellos fueron resultado de las ideas directas de los alumnos a partir de los elementos disponibles, con asesoría por parte del equipo docente para terminar de definir los proyectos y dotarlos del alcance y entidad adecuados al desarrollo temporal de la tarea.

En el desarrollo de los proyectos los alumnos trabajaron de manera autónoma por parejas, siendo guiados por los profesores en cuanto a la forma de planificar los algoritmos, resolver dudas del código o abordar aspectos de implementación de los prototipos y los circuitos electrónicos correspondientes.

Al finalizar el proyecto, los alumnos en primer lugar debían hacer una demostración del funcionamiento de cada prototipo en el propio laboratorio. Asimismo, debían documentar exhaustivamente todos los aspectos relacionados con el desarrollo y funcionamiento del prototipo, mediante fotografías y vídeos, esquemas circuitales, comentarios del código, etc. Con todos esos elementos tuvieron que elaborar un informe detallado explicando las

características de cada proyecto, que entregaron antes de la fecha prevista para el examen final.

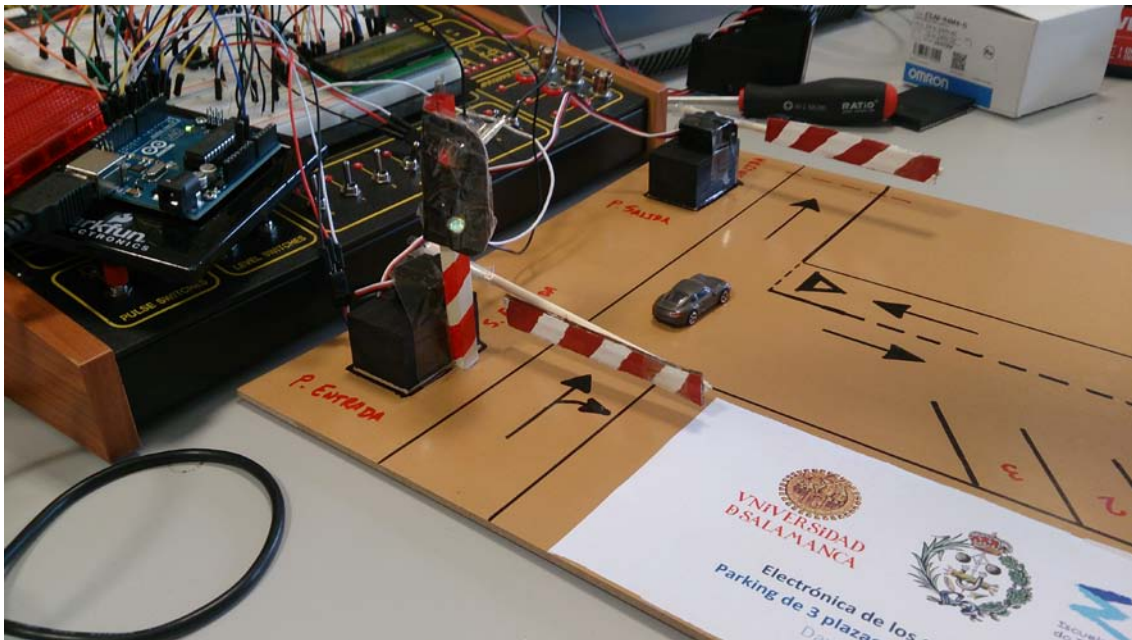


Figura 4. Proyecto de control de acceso a un parking: vista general del prototipo (fotografía de los alumnos David Cuadrado y Eduardo Sánchez)

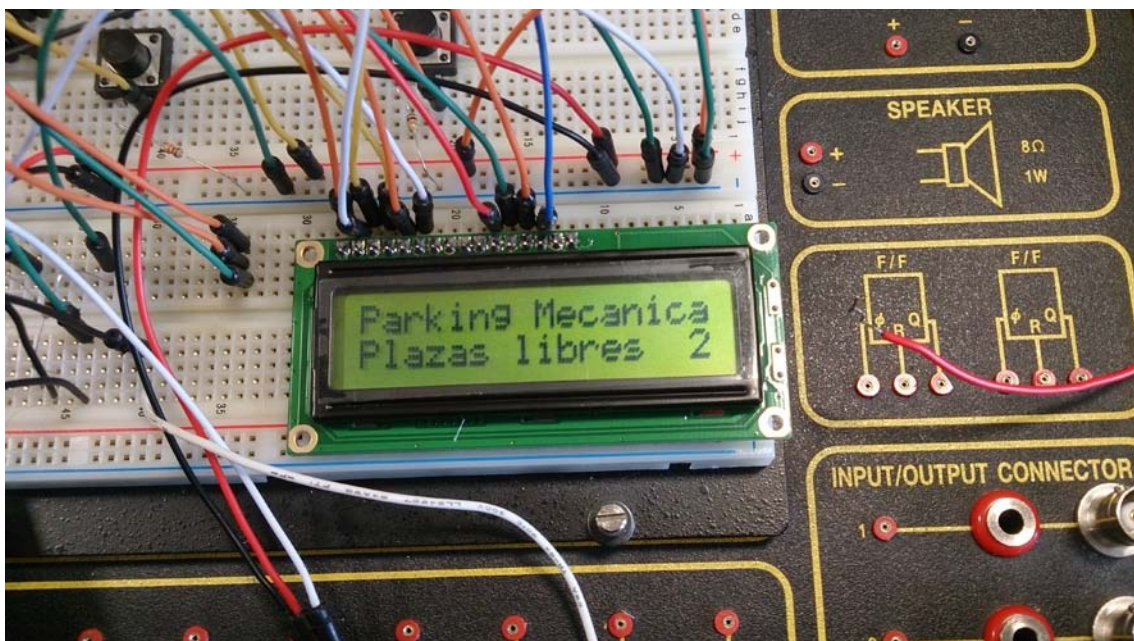


Figura 5. Proyecto de control de acceso a un parking: pantalla informativa (fotografía de los alumnos David Cuadrado y Eduardo Sánchez)

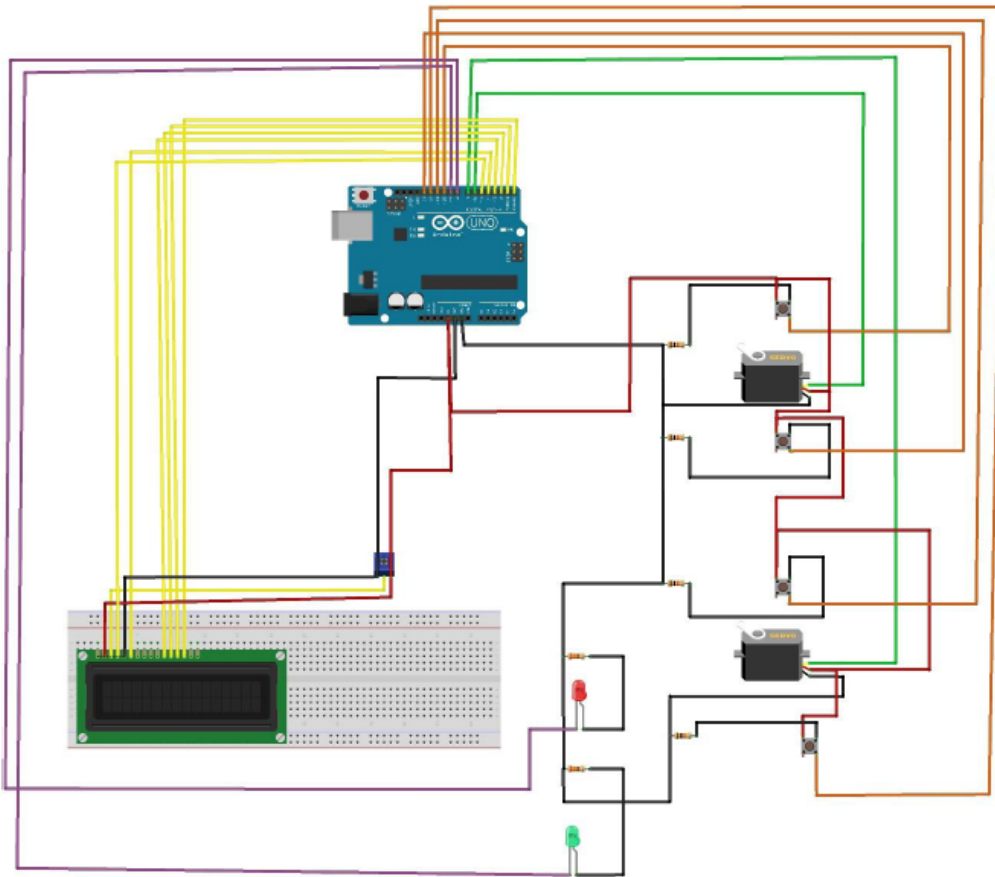


Figura 6. Proyecto de control de acceso a un parking: esquema de conexionado (alumnos David Cuadrado y Eduardo Sánchez)

Resultados y conclusiones

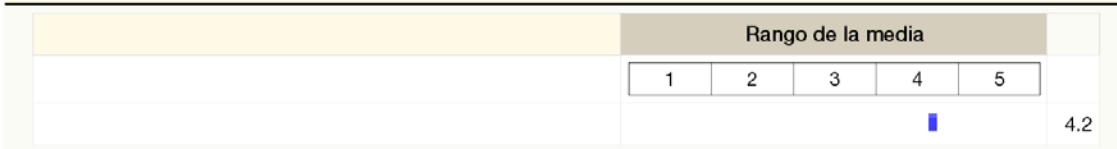
En primer lugar, debemos señalar que el desarrollo general de la asignatura ha sido muy satisfactorio. Los alumnos se han involucrado muy intensamente en todas las actividades de laboratorio, con altos niveles de concentración y dedicación, y particularmente en el último tramo de la asignatura, en el que se han desarrollado los proyectos, el grado de implicación ha sido muy superior al que solemos encontrar habitualmente en otras disciplinas. En estos factores creemos que ha influido muy positivamente el planteamiento general que hemos propuesto, donde se daba gran protagonismo a los estudiantes y un enfoque eminentemente práctico a la materia. En cuanto a la opinión de los alumnos al respecto, al concluir la docencia de la asignatura hemos realizado una encuesta anónima general a los estudiantes sobre el planteamiento y desarrollo de la asignatura. Cada pregunta debía valorarse de 1 a 5 (en escala de Likert) siendo 1 “muy en desacuerdo”, 2 “en desacuerdo”, 3 “indiferente”, 4 “de acuerdo” y 5 “muy de acuerdo”. Los resultados los mostramos en la Figura 7.

Encuesta: Electrónica Sistemas Mecánicos

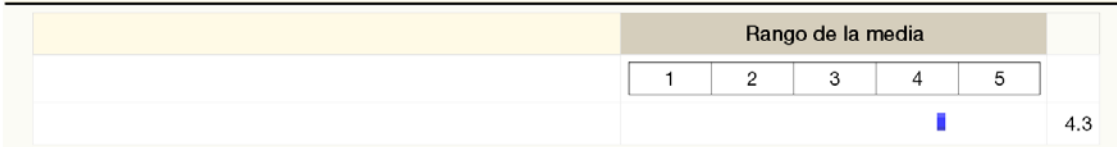
Valoración : 1-5 :

- 1 - muy en desacuerdo
- 2 - en desacuerdo
- 3 - indiferente
- 4 - de acuerdo
- 5 - muy de acuerdo

1. La metodología seguida en la asignatura, basada en gran parte en el trabajo autónomo en el laboratorio, me parece adecuada



2. La distribución temporal de la asignatura (teoría/prácticas) me parece adecuada



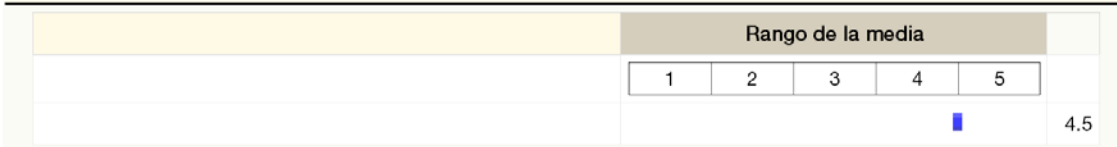
3. El método de aprendizaje basado en la realización de pequeños proyectos me ha parecido interesante



4. Prefiero un método de trabajo basado en el desarrollo autónomo de proyectos en laboratorio frente a la enseñanza tradicional basada en teoría más prácticas dirigidas



5. Cursar esta asignatura ha despertado mi interés por la mecatrónica



6. Si tuviera que volver a cursar esta asignatura, lo haría con el mismo profesor



7. En general, mi experiencia con esta asignatura ha sido satisfactoria



Figura 7. Respuesta de los alumnos a la encuesta sobre la actividad

Como podemos observar, en general la respuesta de los alumnos ha sido muy positiva. Tanto la metodología (4,2) como la distribución temporal (4,3) han recibido muy buenas calificaciones, así como la preferencia por el trabajo autónomo en el laboratorio frente a metodologías docentes más tradicionales (4,2). Prácticamente de manera unánime los alumnos están muy de acuerdo con que el planteamiento de los proyectos como método principal de aprendizaje es interesante (4,8) y también el desarrollo de la asignatura ha incrementado notablemente su interés por la mecatrónica (4,5). En general, la valoración global de la asignatura es muy satisfactoria (4,7).

Entre los aspectos a mejorar, siguiendo las sugerencias de los alumnos sería conveniente, en la parte inicial del trabajo en laboratorio relacionado con la programación de los microcontroladores, crear más materiales docentes (tutoriales) o impartir una breve introducción de carácter magistral. Esta parte supuso quizá la mayor dificultad para los alumnos, dado que como hemos comentado con anterioridad en su inmensa mayoría no tenían conocimientos previos de programación. Sin embargo, consideramos que el planteamiento realizado, si bien supone más esfuerzo inicial para los alumnos, redundará en un mejor aprovechamiento práctico del conocimiento adquirido, ya que en la parte final de la asignatura se pudo comprobar cómo eran capaces de desarrollar programas más complejos con menos ayuda de la esperada. Ello no es óbice para que en próximos cursos se siga mejorando y ampliando el material a disposición de los alumnos, aunque consideramos que el planteamiento global, a la vista de los resultados (todos los alumnos lograron por otra parte superar la asignatura de manera solvente) debe mantenerse dada su especial adecuación en esta materia.

Justificación económica

La subvención concedida para el presente proyecto de innovación se ha empleado en su totalidad para la adquisición de componentes empleados tanto en las clases de laboratorio como en los proyectos finales de la asignatura desarrollados por los alumnos. Así, se han adquirido diferentes sensores y actuadores (lector y tarjetas RFID, lector de huellas digitales, motores paso a paso, pantallas LCD, joystick-potenciómetro, tarjetas controladoras de motores, sensor de ultrasonidos, etc.) junto con otros elementos adquiridos a cargo del Departamento de Física Aplicada. Algunos de los proyectos desarrollados (controlador de parking, montacargas, clasificadora RFID) se conservarán en el laboratorio de Electrónica de la

Escuela Politécnica Superior de Zamora para su uso en demostraciones en jornadas de puertas abiertas en futuros cursos.