

Taller de Desarrollo de Sistemas Electrónicos Basados en Microcontrolador Utilizando la Metodología Aprendizaje-Servicio

Camilo Quintáns Graña
 Dept. Tecnología Electrónica
 Universidad de Vigo
 Vigo, España
 quintans@uvigo.es

José Fariña Rodríguez
 Dept. Tecnología Electrónica
 Universidad de Vigo
 Vigo, España
 jfarina@uvigo.es

Resumen— En las materias de las enseñanzas universitarias se está incluyendo la metodología ApS (Aprendizaje-Servicio) para promover la responsabilidad social universitaria. En este trabajo se presenta un proyecto en el que se desarrolla un taller para el aprendizaje de los microcontroladores. Bajo la premisa de aprender enseñando, alumnos de la asignatura Sistemas Electrónicos Digitales del Grado en Ingeniería Industrial en Electrónica y Automática de una universidad presencial comparten una experiencia ApS con alumnos de otro centro educativo (receptor del servicio), cuyos alumnos tienen un perfil distinto. En este caso, se han elegido como destinatarios los alumnos de los Grados de Ingeniería de un centro universitario con modalidad de educación semipresencial y a distancia.

Palabras clave— *Aprendizaje-Servicio, Educación, Educación a Distancia, Electrónica, Microcontroladores.*

I. INTRODUCCIÓN

Desde que la enseñanza universitaria incorporó el sistema de competencias como objetivos de aprendizaje a alcanzar por los estudiantes, las denominadas competencias transversales han ido ganando importancia y su aplicación ha cobrado más sentido al considerar la formación integral de los estudiantes no solo como futuros profesionales, si no, también, como futuros ciudadanos involucrados socialmente. En este contexto, en las distintas universidades se está trabajando para institucionalizar el uso de la metodología ApS (Aprendizaje-Servicio) como una de las estrategias docentes dentro del marco de la responsabilidad social universitaria [1].

Aunque existen diversas definiciones, existe un cierto consenso en definir ApS como una metodología de enseñanza-aprendizaje activa y reflexiva, gracias a la cual el alumnado pone en práctica conocimientos de forma voluntaria, y desarrolla habilidades y actitudes mediante la realización de un servicio a la sociedad [2]. Por tanto, esta metodología combina en la misma proporción dos elementos fundamentales, que son: el aprendizaje a través de la experiencia (intencionalidad pedagógica) y el servicio a la sociedad (intencionalidad solidaria). Esta metodología no se debe confundir con otras actividades, como pueden ser el voluntariado (mucho servicio y poco aprendizaje) o las prácticas laborales (mucho aprendizaje y poco servicio).

Habitualmente se realizan proyectos ApS en el entorno de las enseñanzas básicas y medias [4], sobre todo por medio de acciones solidarias [4], pero no tanto en los niveles de la educación universitaria. Incluir la metodología ApS en el currículum universitario puede ser relativamente fácil en cuanto a la prestación de un servicio, ya que los alumnos tienen una cualificación alta y están preparados para prestar ayuda a la comunidad de muy distintas formas. Sin embargo,

la parte en la que tienen que aprender es más difícil de realizar. Por ello, en muchas ocasiones los proyectos ApS se relegan al entorno de los Trabajos de Fin de Grado o de Máster (TFG o TFM) [5]. En este caso, se suelen realizar trabajos con un alto grado de sofisticación en los que los alumnos ponen en práctica muchos conocimientos ya adquiridos en las asignaturas, y también otros nuevos. Además, en el proceso de desarrollo del trabajo, el mayor contacto se suele tener con el tutor, ya que las tareas que implican estos trabajos están guiadas por él. De este modo, los aprendizajes del proyecto relacionados directamente con la prestación del servicio suelen quedar relegados a la parte del peticionario, donde se hacen las especificaciones de lo que se necesita a partir de los requisitos que se establecen con la entidad receptora del servicio. Además, estaría las fases de depuración, prueba y puesta en marcha que, también, se harían en contacto con los receptores del servicio. Bajo este punto de vista, los proyectos ApS de ingeniería suelen ser TFG o TFM orientados a la realización de un producto.

Por tanto, queda como reto incorporar la metodología ApS dentro del currículum propio de las asignaturas troncales de los grados universitarios. Para lo cual, es necesario identificar necesidades en el entorno que impliquen la puesta en práctica de contenidos propios de las asignaturas y que hagan que los alumnos los aprendan. Debido a las dificultades que esto implica, se ha decidido optar por realizar un proyecto del tipo aprender enseñando.

Concretamente, en este trabajo se presenta un proyecto ApS de Electrónica Aplicada que consiste en realizar un taller de desarrollo de sistemas electrónicos basados en microcontrolador, que se realiza dentro de la materia SED (Sistemas Electrónicos Digitales) de 4º curso del Grado en Ingeniería Industrial en Electrónica y Automática de la Universidad de Vigo.

Para llevar a la práctica el proyecto se ha identificado una necesidad en el entorno en la que las personas receptoras del servicio deben aprender contenidos similares de los que tienen que aprender los alumnos que proporcionan el servicio. Concretamente se identificaron como destinatarios del servicio a alumnos de la UNED (Universidad Nacional de Educación a Distancia) que cursan estudios de ingeniería en el CA (Centro Asociado) de Pontevedra, el cual está en el entorno de la escuela de la universidad presencial en la que realizan los mismos estudios los alumnos que prestan el servicio.

Aplicando la metodología ApS, en este proyecto los alumnos que prestan el servicio pueden poner en valor sus conocimientos anteriores, afianzarlos y aprender otros nuevos

cuando se los transmiten a otras personas de diferentes ideas y perfiles. En este caso, lo hacen interactuando con alumnos de otra universidad, que, si bien comparten contenidos, las metodologías de enseñanza-aprendizaje y los perfiles personales son muy diferentes. La universidad que recibe el servicio tiene una modalidad de educación a distancia, mientras que la que lo ofrece la tiene presencial. Y los alumnos que reciben el servicio ya están inmersos en el mercado laboral y tienen una media de edad que dobla a la de los alumnos que prestan el servicio.

II. CONFIGURACIÓN DEL PROYECTO APS

Para explicar cómo se configura el proyecto, en esta sección se explica, primero, cuál es el perfil de los alumnos receptores del servicio, del que se deriva la necesidad detectada en el entorno. Después, se detallan los objetivos y requisitos que se deben cumplir para encajar la actividad en la metodología ApS. A continuación, se justifica cómo la prestación del servicio encaja dentro de las competencias de la materia que cursan los alumnos que prestan el servicio. Y, finalmente, se puede ver como la actividad encaja, también, dentro de los objetivos generales de la agenda 2030.

A. Características del Centro que recibe el servicio

El CA de la UNED en Pontevedra cumple la importante misión de acercar la universidad a toda la población independientemente de su situación personal, geográfica, de edad, profesional, etc. En este sentido, las actividades complementarias de formación cumplen una parte importante de esta misión.

En cuanto a las enseñanzas formales, por ejemplo, de los grados de las titulaciones técnicas, la mayor parte de la dedicación del alumno lo constituye su trabajo autónomo, en el que estudia los materiales didácticos preparados para cada asignatura y puede complementarlos realizando, por ejemplo, trabajos de simulación por ordenador. Además, dispone de un apoyo de atención personalizada de tutorías, bien sea con el equipo docente ubicado en la Sede Central o con los tutores de los Centros Asociados. Este apoyo puede ser a distancia, o de forma presencial, sobre todo en los propios Centros Asociados, que disponen de tutorías presenciales para un gran número de asignaturas, en su mayor parte, de primero y segundo cursos. La otra parte presencial en la Sede Central se puede dar en el periodo de realización de prácticas de laboratorio, pero no se dan en todas las asignaturas. Por tanto, la mayor carga presencial se tiene en los primeros cursos y se desempeña en los Centros Asociados, tanto para las tutorías como para las prácticas de laboratorio.

B. Necesidad detectada en el centro que recibe el servicio

Debido a las características especiales de la enseñanza a distancia y semipresencial, los estudiantes de los grados de ingeniería hacen un esfuerzo extra debido a la dificultad de aprendizaje propio de las enseñanzas técnicas y que requieren de una parte práctica de laboratorio que no siempre se puede atender de la misma forma que en las universidades presenciales. Por ejemplo, las actividades prácticas presenciales en los centros asociados suelen limitarse a los dos primeros cursos de carrera, en los demás, los estudiantes deben acudir a la Sede Central de la UNED.

En concreto en los grados de ingeniería del ámbito eléctrico y electrónico, las asignaturas propias del área de Tecnología Electrónica se imparten en tercer y cuarto curso, siendo las de éste último de carácter optativo en su mayoría.

Por ello, el apoyo en los Centros Asociados suele ser muy reducido. La parte práctica de estas asignaturas se suele realizar mediante simulación, o mediante laboratorios remotos [6], y, solo en algún caso, también se realizan prácticas presenciales en los laboratorios de la Sede Central. En concreto, en lo que respecta a la enseñanza de los circuitos microcontroladores, los alumnos cursan varias asignaturas con contenidos de electrónica digital, y una de microprocesadores y microcontroladores, pero no incluye prácticas presenciales que utilicen un hardware.

Debido a estas características, se ha considerado que los estudiantes, por un lado, tienen suficientes conocimientos básicos de electrónica y, por otro, que encontrarían útil la realización de un taller de desarrollo de aplicaciones con microcontroladores. Este taller debe ser práctico, presencial y debe incluir montajes de circuitos reales con aplicación directa de los conocimientos, también, de las áreas afines, como son los circuitos eléctricos y los sistemas de control.

C. Objetivos y requisitos del proyecto ApS

A continuación, se describe cómo encajan los objetivos de la actividad dentro de los requisitos que debe cumplir como metodología ApS [2]:

1) *Tiene que existir una necesidad real en el entorno*: los alumnos receptores de otro centro educativo reciben una formación complementaria en su curriculum.

2) *Tiene que haber un servicio que dé como resultado un aprendizaje recogido en la guía de la materia*: enseñar lo “supuestamente” aprendido facilita el aprendizaje. Es decir, el alumno cree tener conocimientos básicos ya consolidados, pero, al tomar el rol de docente, reconoce que no es así, y le surge la necesidad de poner blanco sobre negro para de verdad reconocer hasta dónde puede llegar. De este auto-reconocimiento surge un verdadero aprendizaje. Y con respecto a los conocimientos que debe adquirir en el proceso del desarrollo del propio proyecto que se plantea en la actividad ApS, la labor de acompañamiento refuerza la responsabilidad de alcanzar una comprensión más honesta, puesto que el alumno se ve recompensado cuando demuestra sus capacidades ayudando a los demás. Como consecuencia, la mejora de la autoestima ayuda a afianzar los conocimientos nuevos.

3) *Se requiere la participación activa por parte del alumnado*: el profesor actúa orientando las tareas de preparación de las actividades. Por tanto, debe velar para conseguir una implicación eficaz del alumnado, de forma que los éxitos o fracasos que consiga los haga suyos. Esto es importante porque, en general, los resultados de la actividad ApS dependen de la implicación emocional que inevitablemente se desarrolla en paralelo con la actividad.

4) *Exige una cuidadosa organización*: Se debe establecer un protocolo y unas normas de conducta (formación previa) que ayude a los alumnos a desarrollar las actividades con otras personas. Esto significa que el alumno, además de sentirse con libertad a la hora de exhibir sus capacidades y poner en valor su trabajo, debe percibir que está amparado por la estructura propia de la actividad. Esto le supone confianza y seguridad.

5) *Necesidad de reflexión sobre la experiencia*: los alumnos deben conseguir, además de unos resultados de

aprendizaje, unas conclusiones, las cuales afianzan los resultados, los concreta y simplifica, por lo que sirven de resumen de la actividad.

6) *Modo de relación igualitario entre las personas que prestan el servicio y las que lo reciben:* Ambas partes hacen un intercambio: los alumnos implicados en esta metodología deben tener claro su rol.

7) *Se requiere trabajo en red:* las actividades crearán una red de trabajo entre equipos que prestan el servicio y los que lo reciben, y entre ellos mismos.

8) *Los aprendizajes tienen que ser significativos:* los equipos proveedores deben aplicar los conocimientos previos y aprender otros nuevos a partir de las situaciones reales provocadas por su puesta en práctica con los equipos receptores.

D. Contribución del servicio a la adquisición de competencias

Además de los contenidos tecnológicos, la materia de los alumnos que proporcionan el servicio debe tener asignadas la formación en competencias generales y transversales de la titulación que encajan con la metodología ApS.

Por tanto, es importante para el proyecto ApS justificar cómo el servicio contribuye a la adquisición de competencias de la materia que cursan los estudiantes que prestan el servicio. A continuación, se señalan los puntos clave de las competencias que tiene la materia de SED, desde la que se presta el servicio, y se justifica su relevancia en el proyecto.

Competencia general 3: Conocimiento en materias básicas y tecnológicas que dote a los estudiantes de versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones y los capacite para el aprendizaje de nuevos métodos y teorías.

Justificación: Los estudiantes que prestan el servicio tienen que adaptar los contenidos de SED a un perfil de estudiantes distinto. A pesar de estar haciendo unos estudios con una parte común muy importante, deben adaptarse a una metodología nueva, y a un perfil de alumno con una formación profesional previa en la mayoría de los casos, una mayor experiencia vital, etc.

Competencia general 4: Capacidad para resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, creatividad, razonamiento crítico y capacidad para comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas en el campo de la Electrónica Industrial e Automática de la ingeniería industrial.

Justificación: Proponer una actividad entre iguales es un reto para los alumnos, ya que rompe con la clásica relación asimétrica entre docente y discente. Este reto, sumado al hecho de que los alumnos desarrollan los materiales didácticos de las actividades, provoca necesariamente una respuesta creativa y razonada. También es relevante el hecho de que se establece una relación de confianza entre perfiles distintos de estudiantes pero que comparten objetivos comunes, lo cual ayuda a potenciar las habilidades comunicativas.

Competencia específica 21: Conocimiento de los fundamentos y aplicaciones de la electrónica digital y microprocesadores.

Justificación: Los alumnos de cuarto ya cuentan con unos conocimientos previos fuertes en la materia, ya que tienen una asignatura previa de 9 ECTS en tercero, esto facilita el aprendizaje significativo, ya que aplicarán muchos

conocimientos previos a situaciones más complejas (a nivel de sistema).

Competencia específica 24: Capacidad para diseñar sistemas electrónicos analógicos, digitales y de potencia.

Justificación: los alumnos desarrollarán un prototipo de sistema electrónico complejo que incorporará elementos de esos ámbitos.

Competencia transversal 2: Resolución de problemas.

Justificación: Para el desarrollo del taller es necesario que resuelvan un caso práctico, ya que se utiliza la metodología de aprendizaje basada en proyectos. En este caso, además de preparar el desarrollo de los contenidos para lograr el objetivo de que el prototipo alcanzado sea operativo, deben de considerar que esos contenidos son para enseñar a otros alumnos. Por tanto, el objetivo de que funcione el prototipo ya no es suyo, sino que es para los alumnos que reciben el servicio. Esto conlleva una responsabilidad e implicación que va más allá de resolver problemas puntuales en el proceso de desarrollo de las tareas.

Competencia transversal 9: Aplicar conocimientos.

Justificación: esta competencia se justifica con la específica 21. También es importante señalar que es una materia terminal.

Competencia transversal 14: Creatividad.

Justificación: el proyecto que se propone es semi-guiado, por lo que combina una parte estructurada previamente con otra que es variable, donde el alumno puede aplicar alternativas nuevas. Esto último puede resultar enriquecida al combinarse con la visión más madura del perfil del estudiante que recibe el servicio.

Competencia transversal 17: Trabajo en equipo.

Justificación: Esta competencia se ejercita doblemente, ya que se forman pequeños grupos de trabajo tanto en las fases de preparación como de ejecución. Primero, entre los profesores y los estudiantes que proporcionan el servicio. Y, después, entre los estudiantes que proporcionan el servicio y los que lo reciben.

E. Objetivos 2030

En general todas las instituciones de enseñanza están involucradas en los objetivos globales de la agenda 2030, por ello, se debe identificar cuáles de esos objetivos se relacionan con los resultados de aprendizaje que se derivan de las competencias indicadas anteriormente. En este caso se han identificado los siguientes tres objetivos de la agenda 2030:

4.- Garantizar una educación de calidad inclusiva y equitativa, y promover las oportunidades de aprendizaje permanente para todos.

8.- Fomentar el crecimiento económico sostenido, inclusivo y sostenible, el empleo pleno y productivo, y el trabajo decente para todos.

9.- Desarrollar infraestructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible, y fomentar la innovación.

III. DESARROLLO DEL PROYECTO APS

El proyecto ApS se ha desarrollado siguiendo las siguientes fases:

1) *Formación en la metodología ApS del profesorado encargado*: el objetivo es entender bien en qué consiste la metodología y en cómo se puede llevar a la práctica. Es importante identificar el rol de los actores de las distintas partes implicadas: entidad receptora del servicio y destinatarios de la misma, alumnos que realizan la actividad y equipo docente. En este caso la Vicerrectoría de Responsabilidad Social, Internacionalización y Cooperación de la Universidad de Vigo ha llevado a cabo las acciones formativas para el profesorado.

2) *Elección del tipo de actividad, asignatura en la que encaja y receptor del servicio*: se trata de identificar necesidades en el entorno y oportunidades de aprendizaje para los alumnos. En esta fase se deben hacer reuniones con los representantes de la entidad para que el diseño contemple en paralelo lo que se desarrolla en el centro origen y en el centro receptor.

3) *Diseño de la actividad a realizar*. Desde el punto de vista de los docentes, es importante no perder de vista en esta fase que los alumnos son los que desarrollarán la actividad, y que el papel del docente es el de apoyar al alumno en las tareas antes de las sesiones presenciales. En este sentido, se debe insistir en que la parte de trabajo preparatorio también la deben de realizar los alumnos.

4) *Integración de la nueva metodología en la guía docente de la asignatura*: Al igual que cualquier otra metodología, se debe asociar con unos objetivos de aprendizaje y con un porcentaje de la evaluación.

5) *Presentación de la actividad a los alumnos*: Explicar brevemente en qué consiste la actividad, donde se realizará, cuando y qué ventajas tiene para los alumnos. Se debe abrir un plazo para presentarse los alumnos voluntariamente.

En este punto ya se debe saber dónde y quienes realizarán la actividad, y, sobre todo, cuando. Es importante que, una vez los alumnos se hayan presentado y el diseño de la actividad se haya perfilado, se tenga un calendario claro con las responsabilidades de cada uno.

6) *Fase de publicidad en el Centro receptor*: se debe publicitar en el centro receptor del servicio para que los alumnos se puedan inscribir en el taller. En este punto es imprescindible el apoyo del personal administrativo del centro receptor.

7) *Reunión con los participantes en el Centro que presta el servicio*: se debe abordar la preparación de las sesiones presenciales, es decir, el aula que se va a usar, los medios necesarios, etc.

Finalmente, se deben tener en cuenta dos aspectos importantes. El primero es el seguro escolar, el cual debe cubrir las contingencias que puedan surgir fuera del centro. El segundo es la posibilidad de tener que firmar un contrato de colaboración entre las dos entidades.

En este punto, ya está todo preparado para acoger la actividad, solo falta desarrollarla y ensayarla, como se verá en la siguiente sección.

IV. DESARROLLO DEL TALLER DE MICROCONTROLADORES

A. Descripción general

El taller se enmarca dentro de las actividades de laboratorio de la asignatura SED, en las cuales se realizan dos

proyectos semi-guiados, uno basado en microcontrolador y otro en FPGA [7]. En este caso, se oferta la actividad con carácter voluntario para un grupo de, aproximadamente, cinco estudiantes, como máximo, los cuales pueden compensar un total de 26 horas de las prácticas de laboratorio (8 presenciales y 18 de trabajo autónomo) realizando el taller que sigue la metodología ApS. Además, se debe concretar a qué prácticas corresponden esa dedicación. En este caso, se corresponde con los contenidos técnicos de las prácticas dos a la cinco del curriculum que siguen todos los alumnos. Finalmente, se indica cómo se reparten esas horas dentro de las actividades del taller ApS. En este caso, el taller se desarrolla en dos sesiones presenciales de cuatro horas cada una en el laboratorio y/o aula de informática del centro que recibe el servicio.

- En la primera, se aborda la introducción a la arquitectura del microcontrolador y su juego de instrucciones, se introduce el entorno de programación y se trabaja con dos ejemplos. Uno en el que se simula y depura un algoritmo sencillo. Y otro en el que se adquiere una señal analógica generada desde un potenciómetro.
- En la segunda sesión, se trabaja con un motor de corriente continua con el objetivo de controlar su velocidad por medio de un bucle cerrado de control. En esta parte se realizan módulos nuevos de programa y se utilizan otros ya probados que se integran en el sistema complejo. Por tanto, se sigue una metodología incremental.

Las actividades a realizar por parte del profesorado son:

- Seguimiento de la preparación de la documentación asociada a cada sesión y supervisión de los materiales y recursos necesarios.
- Diseño de los mecanismos de evaluación.
- Orientación de los alumnos sobre las características especiales de la actividad.
- Acompañamiento en el proceso.
- Análisis de los resultados y conclusiones.

Las actividades a realizar por parte del alumnado que proporciona el servicio son:

- Propuesta de tareas adaptadas al ámbito y duración de la actividad.
- Adaptación y elaboración de los contenidos de la documentación de las tareas planificadas para cada sesión.
- Seguimiento de las sesiones y resolución de dudas y cuestiones. Generación de informes de resultados.

B. Evaluación

Es importante detallar cómo es la evaluación de los estudiantes que participan en la actividad ApS. La evaluación de SED se divide en una parte de prácticas y otra de teoría. A su vez, éstas se dividen en una parte de microcontrolador y otra de FPGA. En este caso se ha establecido que todos los alumnos tengan el mismo proceso de evaluación de teoría, y solo en la parte práctica de microcontroladores, los alumnos que participan en la actividad ApS tienen una evaluación distinta. En el caso de los alumnos de la actividad ApS se les

evalúa con un seguimiento de las tareas para preparar las sesiones del taller. Y en el caso de los demás se les evalúa a través del seguimiento de las tareas realizadas en el laboratorio y del informe de resultados que presentan.

C. Contenidos del taller y secuenciación

En general se estudia el funcionamiento práctico de distintos periféricos del microcontrolador PIC18F25k20, además del entorno de desarrollo y del lenguaje ensamblador. Como objetivo global que sirva para desarrollar las tareas se plantea regular la velocidad angular de un motor de cc con un sistema de control digital en bucle cerrado.

En la Fig. 1 se muestra una fotografía del montaje real del sistema y en la Fig. 2 se puede su diagrama de bloques. Los principales elementos que forman el sistema son, además del microcontrolador: un visualizador alfanumérico para visualizar las variables del sistema, por ejemplo, la consigna de velocidad y la velocidad real; un potenciómetro a través del cual se introduce la consigna del sistema; un sensor de barrera óptica para medir la velocidad de giro contando los pulsos por unidad de tiempo; y, por último, un circuito amplificador para acoplar la salida de control del microcontrolador al motor, el cual tiene un rango de funcionamiento de 12 V y 0.5 A, y 127 vueltas por segundo.

Para los alumnos receptores del servicio, el taller se desarrolla en tres semanas. Es importante seleccionar las fechas de forma que la actividad encaje con las demás actividades académica de los alumnos receptores del servicio. En la primera se les facilitan los materiales para preparar la primera sesión presencial, que se realiza en la segunda semana. A principios de la tercera semana se les facilita los siguientes materiales para preparar la segunda sesión presencial. Por ello, se han elegido las tardes de los viernes para las sesiones presenciales, así, lo lunes se les envían los materiales. A continuación, se detallan los contenidos de las dos sesiones presenciales.

1) Sesión 1: (4 horas, semana 1)

a) *Introducción a la arquitectura del microcontrolador:* Diagrama de bloques básico de un microcontrolador con arquitectura Harvard; Diagrama de bloques del microcontrolador PIC18F45k20; Diagrama de bloques de la memoria de programa y de datos; Instrucciones básicas.

b) *Introducción al entorno de programación:* Ejemplo de programa y depuración con simulador. (parte I)

c) *Introducción a la placa de desarrollo:* Esquemas y layout de la placa; Los puertos de E/S (LEDs y pulsador); Inicialización de los puertos, utilización del pulsador; Ejemplo de programa y depuración por hardware. (parte II)

d) *Funcionamiento del convertidor digital-analógico:* Ejemplo 1: Potenciómetro->ADC->LEDs; Ejemplo 2: inicialización del I2C y Display. Representación de la consigna en la pantalla. Conversión a BCD.

2) Sesión 2: (4 horas, semana 2)

a) *Actuación sobre un motor de cc, programación del módulo PWM y montaje del driver:* Estructura y funcionamiento del módulo PWM; Rutina de inicialización del PWM; Montaje del hardware.

b) *Programación de interrupciones:* Esquema general de las fuentes de interrupción; Ejemplo con interrupción por el temporizador TMR3 y activación de los LEDs a 1 Hz; Preparar rutina de inicialización del temporizador.

c) *Medida de velocidad con sensor óptico de barrera y contador:* Montaje y comprobación con osciloscopio; Preparar rutina de inicialización del contador.

d) *Bucle de control PI: Diagrama de flujo y código de la rutina; Programa completo:* terminar la rutina de interrupción con las llamadas a todas las subrutinas.

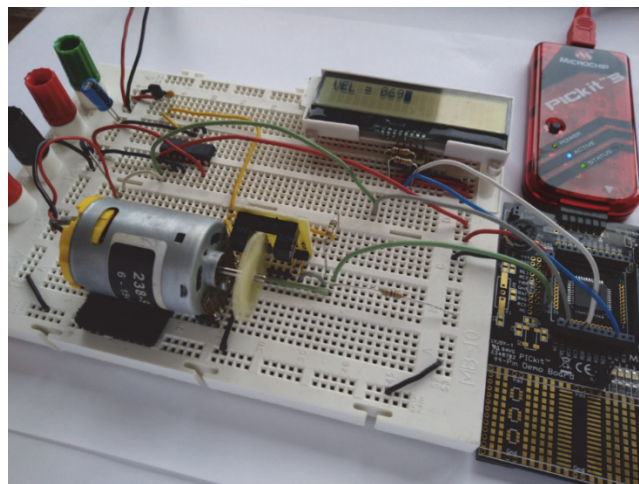


Fig. 1. Fotografía general del montaje final del sistema electrónico de control discreto de velocidad.

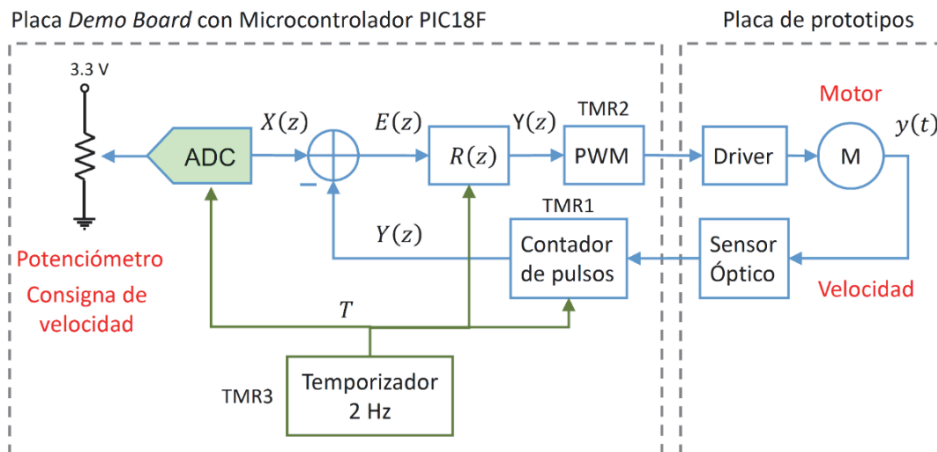


Fig. 2. Diagrama general del sistema discreto de control de velocidad.

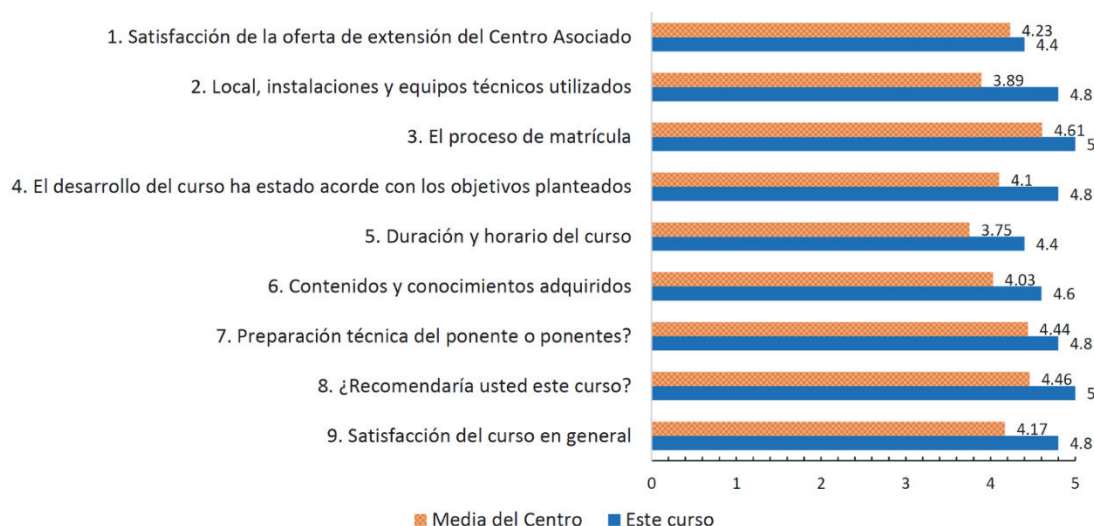


Fig. 3. Resultados de la encuesta de satisfacción realizada por el Centro receptor a los alumnos receptores del servicio.

V. RESULTADOS

Las actividades enmarcadas en el taller se realizaron con normalidad, tal y como se habían programado. Al terminar la actividad el Centro pasó a los alumnos una encuesta igual que a las demás actividades que se realizan en él. La Fig. 3 muestra los resultados de dicha encuesta, en un baremo de 0 a 5, los cuales se presentan en comparación con la media de los demás cursos que se realizan en el Centro durante el mismo año académico. A la vista de los resultados, se puede decir que, en general, el taller ha sido valorado positivamente con una nota por encima de la media.

En la pregunta 2 hay bastante diferencia entre la valoración del taller y la media del Centro, a pesar de que las aulas y equipamientos generales suelen ser los mismos para todas las actividades. Esta diferencia se puede deber a los materiales específicos llevados exprofeso (placa de desarrollo, placa de prototipos, etc.), además de la instrumentación que se trasladó desde el laboratorio (osciloscopio digital, polímetro, etc.). Por tanto, se podría decir que la satisfacción con los materiales preparados específicamente para el taller ha sido alta.

Por otro lado, caben destacar: la valoración positiva de los conocimientos adquiridos, el grado de desempeño de los objetivos planteados y el hecho de que todos recomendarían realizar el taller.

Además, desde la perspectiva de la metodología ApS, tiene especial relevancia la pregunta 7, la cual revela que los alumnos que han recibido el servicio califican de muy preparados a los ponentes, los alumnos que proporcionan el servicio. Esto significa que el objetivo de que los alumnos hayan aprendido con la actividad ApS se ha cumplido, ya que han realizado las tareas de enseñar de forma competente.

Finalmente, en la Tabla I se muestra un resumen de los resultados académicos de los alumnos que se presentaron a la evaluación.

En la fila 1 se comparan los resultados de los alumnos evaluados con la actividad ApS con lo de los alumnos que hicieron las actividades normales de laboratorio. Y en la fila 2, también se comparan los resultados de los dos grupos de alumnos por separado, aunque, en este caso, han realizado las mismas actividades y han tenido la misma forma de evaluación. Se puede concluir que el perfil de los alumnos

voluntarios es más alto que los del grupo, porque han mantenido una diferencia positiva en las notas.

También se observa que la nota media en la evaluación final, así como el índice de aprobados sobre presentados es muy superior en los alumnos voluntarios que presentaron el servicio.

Se puede deducir que, al tratarse de una actividad voluntaria, en general, se apuntaron alumnos con un perfil bueno, en el sentido de que llevaban los estudios al día. Por tanto, se podría decir que los alumnos asumieron con responsabilidad el reto de, no solo aprender los contenidos, si no, también, el de ser capaces de enseñárselos a los demás.

TABLA I. RESULTADOS DE LOS ESTUDIANTES PRESENTADOS A LA EVALUACIÓN

| | Notas obtenidas en la parte práctica (filas 1 y 2) y evaluación global (filas 3 y 4) | Estudiantes que prestaron el servicio | Estudiantes que no prestaron el servicio | Todos los estudiantes del grupo |
|---|--|---------------------------------------|--|---------------------------------|
| 1 | Nota media bloque μ C | 10 | 8.4 | 8.8 |
| 2 | Nota media bloque FPGA | 9.8 | 8.7 | 8.9 |
| 3 | Aprobados | 100% | 33% | 53% |
| 4 | Nota media de la evaluación final | 7.3 | 4.8 | 5.2 |

VI. CONCLUSIONES

En este trabajo se ha presentado la configuración y el desarrollo de una actividad educativa que utiliza la metodología Aprendizaje-Servicio. En esta actividad los alumnos de Sistemas Electrónicos Digitales de 4º curso del Grado en Ingeniería Industrial en Electrónica y Automática han prestado un servicio realizando un taller de desarrollo de sistemas electrónicos basados en microcontrolador. Los receptores del servicio han sido alumnos de otra universidad que tienen una modalidad educativa a distancia y semipresencial y, por tanto, aunque comparten contenidos, tanto las metodologías de enseñanza-aprendizaje como los perfiles personales de los estudiantes son muy diferentes.

En general se puede concluir que se han alcanzado los objetivos del trabajo. En el propio contenido técnico del desarrollo del proyecto se ha seguido el programa establecido. La evaluación recibida de los alumnos receptores del servicio ha sido positiva, incluso ha estado por encima de la media de otras actividades realizadas en el centro. Y los resultados académicos de los alumnos voluntarios que han prestado el servicio también están por encima de la media del global de la asignatura.

A continuación, se incluyen algunas de las reflexiones extraídas de esta experiencia.

A través del desarrollo del proyecto, los alumnos han tomado conciencia de que cuando se preparan bien las cosas los resultados acompañan y que cuando son personas las involucradas, aún es más importante la realimentación positiva que se recibe del resultado del trabajo realizado.

Enseñar y aprender con alumnos de otra edad y experiencia hace que cambie la perspectiva de lo que significa el conocimiento, que se vuelve más atemporal, sin plazos, y con un sentido más universal en el que el intercambio con personas diferentes es la base para el enriquecimiento personal y profesional.

Estar en la universidad y relacionarse con personas de otras instituciones prestando un servicio hace que los alumnos amplíen la perspectiva en su horizonte del día a día, ya que toman conciencia de que su esfuerzo sirve como preparación previa para ejercer su profesión.

Para finalizar, decir que los alumnos han tomado conciencia de que el esfuerzo ayuda a conseguir resultados que de otra manera sería imposible y de que se aprende de verdad cuando se es capaz de enseñar y, así, conseguir que otras personas aprendan.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean expresar, en primer lugar, su gratitud a la Vicerrectoría de Responsabilidad Social, Internacionalización y Cooperación de la Universidad de Vigo

por promover la creación de proyectos ApS y llevar a cabo las acciones necesarias para formar al profesorado en esta metodología.

En segundo lugar, también desean agradecer la disponibilidad y ayuda prestada por el Centro Asociado de la UNED en Pontevedra, receptor del servicio, para desarrollar la actividad ApS.

Por último, pero no menos importante, desean expresar su gratitud a los alumnos que de forma voluntaria desarrollaron la actividad para prestar el servicio.

REFERENCIAS

- [1] CRUE/Comisión de Sostenibilidad, "Institucionalización del Aprendizaje-Servicio como estrategia docente dentro del marco de la Responsabilidad Social Universitaria para la promoción de la Sostenibilidad en la Universidad," León, 2015, [En línea]. Disponible: <https://www.crue.org/Documentos%20compartidos/Recomendaciones%20y%20criterios%20tecnicos/2.%20APROBADA%20INSTITUCIONALIZACION%20ApS.pdf>
- [2] Puig, J.M.: Batlle, R.: Bosch, C. E Palos, J. (2007): Aprendizaje servicio. Educar para la ciudadanía. Barcelona: Octaedro.
- [3] Programa ARCE - Proyecto DOS MARES, "Guía para el Asesoramiento de Proyectos de Aprendizaje-Servicio," [En línea]. Disponible: <http://www.zerbikas.es/producto/guia-para-el-asesoramiento-de-proyectos-de-aprendizaje-servicio/>
- [4] J. María Puig, Xus Martín and Roser Batlle, Guías zerbikas 1, "Cómo iniciar un proyecto de aprendizaje y servicio solidario," Centro Promotor del Aprendizaje y Servicio Solidario en Euskadi, [En línea]. Disponible: <http://www.zerbikas.es/wp-content/uploads/2015/07/1.pdf>
- [5] I. Plaza, C. Medrano, R. Igual, A. Serrano, E. Sainz y M. Ubé, "Aprendizaje-servicio como innovación estratégica en la enseñanza de la electrónica," Actas del XIII Congreso en Tecnologías, Aprendizaje y Enseñanza de la Electrónica, pp. 542-547, La Laguna, junio, 2018.
- [6] Aitor Villar-Martínez, Luis Rodríguez-Gil, Ignacio Angulo, Pablo Orduña, Javier García-Zubía y Diego López-De-Ipiña, "Improving the Scalability and Replicability of Embedded Systems Remote Laboratories Through a Cost-Effective Architecture", IEEE Access, vol. 7, 2019.
- [7] C. Quintáns, J. Fariña y J.J. Rodríguez-Andina, "Hands-On Learning of Digital Systems Through Semi-Guided Projects," IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje, vol. 12, pp. 132-140, agosto, 2017.