

MEMORIA FINAL¹

Compromisos y Resultados

Proyectos de Innovación y Mejora Docente 2018/2019

Identificación del proyecto	
Código	sol-201800111587-tra
Título	Actualización y mejora de las Prácticas de Laboratorio de Física mediante el uso de <i>software</i> y <i>hardware</i> libre
Responsable	Manuel Domínguez de la Vega

1. Describa los resultados obtenidos a la luz de los objetivos y compromisos que adquirió en la solicitud de su proyecto. Incluya tantas tablas como objetivos contempló.

Objetivo nº 1	<i>Implementación de sistemas de medida basados en uso de sensores y placa Arduino en prácticas de laboratorio de Física</i>		
Título del indicador de seguimiento:	Número de montajes prácticas a las que se incorporen elementos sensores conectados a una placa Arduino, para automatizar el control y la toma de datos.		
Valor numérico máximo que puede alcanzar el indicador (lo estableció en la solicitud del proyecto):	10	Valor numérico alcanzado por el indicador tras la ejecución del proyecto:	10*
Actividades que había previsto en la solicitud del proyecto:	<ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Adquisición de placas, sensores y resto del material electrónico.</i> 2. <i>Configuración y prueba de circuitos de medida para cada una de las prácticas seleccionadas.</i> 3. <i>Desarrollo y optimización de programas de control y medida de las prácticas.</i> 4. <i>Prueba piloto en las prácticas de laboratorio de las asignaturas implicadas.</i> 5. <i>Desarrollo de una interfaz amigable (con programas escritos en Python o C/C++).</i> 		
Actividades realizadas y resultados obtenidos:	<ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Tal como se acredita en la memoria económica presentada, se adquirieron las placas, sensores y resto del material electrónico previsto, con la excepción de la celda de carga y el sensor de presión de alta precisión, debido a que hubo que hacer frente al pago de la seguridad social del becario, que inicialmente no estaba previsto en el presupuesto. Se utilizaron dispositivos alternativos.</i> 2. <i>Se configuraron y probaron con éxito los circuitos de medida de 10 prácticas de laboratorio, aunque no fueron exactamente las que estaban inicialmente previstas en el proyecto dado que, en</i> 		

¹ Esta memoria no debe superar las 7 páginas.

	<p>algunas de las previstas, el sistema de medida basado en Arduino y sensores de bajo coste no permitió realizar medidas fiables. Así, se sustituyeron por otras prácticas que inicialmente no se habían previsto automatizar (*).</p> <p>3. Una vez que se montaron los circuitos de medida con Arduino, éstos se optimizaron para obtener resultados fiables y repetitivos. Así, a modo de ejemplo, en las prácticas que requirieron del uso de un sensor de posición ultrasónico, fue necesario añadir sensores de temperatura y de humedad para determinar con precisión la velocidad del sonido en las condiciones experimentales, así como realizar una calibración de todos los sensores usados, como se describe en el artículo presentado con este proyecto.</p> <p>4. Se realizó una prueba piloto con estudiantes de primer curso del Grado en Química, usando la práctica del sistema masa-muelle (oscilador amortiguado). También se realizó una prueba piloto con estudiantes del Máster en Ingeniería Acústica, usando la práctica del tubo de resonancia como banco de pruebas.</p> <p>5. Con la inestimable ayuda del becario asociado al proyecto, Juan A. Herrera Rodríguez, estudiante del Grado en Ingeniería Informática, se desarrolló en lenguaje Python una interfaz de usuario común para todas las prácticas. En función del número y características de los parámetros de cada práctica de laboratorio, se personalizó cada interfaz a las necesidades de cada experimento.</p>
--	--

Objetivo nº 2		<i>Formar al profesorado participante en el uso de las placas Arduino y Raspberry Pi</i>	
Título del indicador de seguimiento:	Número de profesores con capacidad para el desarrollo autónomo de programas sencillos en el entorno de desarrollo integrado (IDE) de Arduino, para su aplicación en las prácticas de Física.		
Valor numérico máximo que puede alcanzar el indicador (lo estableció en la solicitud del proyecto):	10	Valor numérico alcanzado por el indicador tras la ejecución del proyecto:	8*
Actividades que había previsto en la solicitud del proyecto:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Seminario sobre el miniordenador Raspberry Pi. 2. Seminario de introducción al uso de la placa Arduino. 3. Autoformación de los profesores a través del seguimiento de tutoriales de Internet y recursos bibliográficos diversos (libros, artículos en revistas especializadas, etc.). 4. Reuniones periódicas para la puesta en común de los avances alcanzados en el desarrollo de los programas de control y medida de las prácticas. 		
Actividades realizadas y resultados obtenidos:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Se realizó un seminario sobre el miniordenador Raspberry Pi y otro de introducción al uso de la placa Arduino en las dos primeras reuniones del equipo de trabajo. En los mismos se presentaron una lista de páginas web y otros recursos disponibles online para la autoformación de los profesores. 2. Se asignaron cada una de las prácticas a adaptar a parejas de profesores, que se ocuparon del montaje, la adaptación al uso 		

	<p>de Arduino, el desarrollo del software en el IDE de Arduino y la puesta a punto del sistema de medida electrónico. En cada pareja de profesores se procuró hacer coincidir un miembro con experiencia en programación con otro que no la tenía.</p> <ol style="list-style-type: none"> 3. Algunos miembros del equipo de trabajo realizaron un curso de formación sobre la placa Raspberry Pi en Marzo/2019, ofertado por el área de innovación docente. 4. Se realizaron un total de 4 reuniones adicionales durante el curso para la puesta en común de los avances realizados en la adaptación de las prácticas al uso de Arduino/Raspberry Picada experimento. 5. El material desarrollado, así como los enlaces a los sitios web de interés para el proyecto, se incluyeron en un curso virtual, abierto en la plataforma Moodle, para facilitar el seguimiento del proyecto. <p>(*) Durante el desarrollo del proyecto, se incorporó al grupo de trabajo el Prof. Jorge L. Mena Lorenzo, visitante de la Universidad de Pinar del Río (Cuba), que colaboró muy activamente en el desarrollo de las prácticas relacionadas con el plano inclinado. Como fruto de esta colaboración, se ha enviado un artículo a la revista Physics Education (actualmente en revisión) y se tiene previsto llevar a cabo un proyecto de colaboración internacional en el ámbito educativo con el Prof. Mena Lorenzo, basado en la temática de nuestro proyecto de innovación docente.</p>
--	--

Objetivo nº 3		Editar un manual de prácticas de Física con software y hardware libre	
Título del indicador de seguimiento:	Grado de ejecución del entregable: manual de prácticas de laboratorio (conectadas a la placa Arduino y controladas a través del miniordenador Raspberry Pi)		
Valor numérico máximo que puede alcanzar el indicador (lo estableció en la solicitud del proyecto):	1	Valor numérico alcanzado por el indicador tras la ejecución del proyecto:	1*
Actividades que había previsto en la solicitud del proyecto:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Elaboración de un formato unificado de ficha de prácticas que englobe la configuración y montaje de las prácticas (para profesores) y el procedimiento experimental a seguir (para estudiantes). 2. Elaboración de fichas para cada práctica mejorada. 3. Reuniones del equipo de trabajo para la revisión conjunta de las fichas desarrolladas y la elaboración final del manual de prácticas. 4. Publicación en la Web del Departamento del manual de prácticas. 		
Actividades realizadas y resultados obtenidos:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tras numerosas discusiones y reajustes durante el desarrollo del proyecto, se elaboró un formato unificado de ficha que presenta dos partes bien diferenciadas. Por un lado, el primer apartado contiene el montaje de la práctica, incluyendo el de las placas Raspberry Pi y Arduino, así como los sensores utilizados en cada caso, su adaptación al sistema de medida experimental y su calibración (en caso necesario). En un segundo apartado de la ficha, se presenta el guion de la práctica 		

	<p><i>de laboratorio para los estudiantes, donde se indican las tareas a realizar por los mismos en el laboratorio y el trabajo posterior para la presentación de la siguiente memoria. A modo de ejemplo, se incluye en el Anexo III la ficha correspondiente al movimiento oscilatorio (sistema masa-muelle).</i></p> <p>2. <i>Con este formato acordado, se han elaborado las fichas de cada una de las 10 prácticas que se han automatizado con Arduino/Raspberry Pi.</i></p> <p>3. <i>El manual de prácticas final está pendiente de publicar en la página web del Departamento (*), dado que el gestor de nuestra página (Juan A. Ángel, técnico del laboratorio del Departamento) se encuentra actualmente fuera de España con una licencia por razones personales.</i></p>
--	--

2. Adjunte las tasas de éxito² y de rendimiento³ de las asignaturas implicadas y realice una valoración crítica sobre la influencia del proyecto ejecutado en la evolución de estos indicadores.

Durante este curso académico, sólo se han desarrollado los programas y puesto a punto los montajes experimentales con Arduino/Raspberry Pi. También se han realizado experiencias piloto con algunos montajes en las prácticas de los estudiantes de primer curso del Grado en Química y del Máster en Ingeniería Acústica. Para la aplicación de esta experiencia a las prácticas de los grados y másteres que impartimos de forma generalizada, sería necesario adquirir un conjunto de placas Raspberry Pi/Arduino suficiente (entre 10 y 15) para que todos los estudiantes de un grupo de prácticas pudieran realizarlas con este sistema de medida mejorado. Una vez que los montajes y las fichas de cada práctica han sido desarrollados, durante el curso 2019/2020 se tiene previsto aplicar, a modo de experiencia piloto avanzada, este montaje basado en Arduino a un solo puesto de trabajo, con el fin de determinar con mayor precisión el tipo de dificultades que se encuentran los estudiantes que utilizan este nuevo sistema y calibrar la mejora que supone con respecto a los sistemas de medida tradicionales. Sería necesario que el Departamento asumiera la inversión en equipamiento para poder generalizar el sistema de medida con Arduino/Raspberry Pi a todas las prácticas de laboratorio que se utilizan en los grados y másteres que impartimos.

Asignatura ⁴	Tasa de Éxito		Tasa de Rendimiento	
	Curso 2017/18	Curso 2018/19	Curso 2017/18	Curso 2018/19
Informe crítico sobre la evolución de las tasas de éxito y rendimiento				

² Tasa de éxito = Número de estudiantes aprobados / Número de estudiantes presentados.

³ Tasa de rendimiento = Número de estudiantes aprobados / Número de estudiantes matriculados.

⁴ Incluya tantas filas como asignaturas se contemplen en el proyecto.

3. Incluya en la siguiente tabla el número de alumnos matriculados y el de respuestas recibidas en cada opción y realice una valoración crítica sobre la influencia que el proyecto ha ejercido en la opinión de los alumnos.

Dado que nuestros nuevos sistemas de medida basados en Arduino/Raspberry Pi sólo se han aplicado, como primera experiencia piloto, a un par de prácticas de laboratorio realizadas por estudiantes del grado en Química y del Máster en Ingeniería Acústica, no disponemos de muestra estadística suficiente para completar este apartado. No obstante, la opinión inicial de los estudiantes del Grado en Química durante la realización y posterior obtención de resultados de la práctica basada en el uso de Arduino/Raspberry Pi que llevaron a cabo (Osciladores: sistema masa-muelle) es bastante positiva, dado que la encontraron más fácil de realizar que con la versión manual de la misma y obtuvieron resultados experimentales objetivamente más precisos que sus compañeros de grupo de prácticas. Queda como un objetivo de los integrantes del grupo de trabajo, con los resultados obtenidos en este proyecto, convencer a la dirección del Departamento de la conveniencia de adquirir las placas Arduino y Raspberry Pi necesarias para extender la automatización de las prácticas a la inmensa mayoría de los montajes experimentales, que se ponen a disposición de nuestros estudiantes en las prácticas de laboratorio de las asignaturas que actualmente impartimos. En este sentido, se ha solicitado un nuevo proyecto de innovación docente para el curso 2019/2020 con el fin de seguir avanzando en la aplicación de esta plataforma de software y hardware libre a nuestros sistemas experimentales de medida en el ámbito docente.

Opinión de los alumnos al inicio del proyecto				
Número de alumnos matriculados:				
<i>Valoración del grado de dificultad que cree que va a tener en la comprensión de los contenidos y/o en la adquisición de competencias asociadas a la asignatura en la que se enmarca el proyecto de innovación docente</i>				
Ninguna dificultad	Poca dificultad	Dificultad media	Bastante dificultad	Mucha dificultad
Opinión de los alumnos en la etapa final del proyecto				
<i>Valoración del grado de dificultad que ha tenido en la comprensión de los contenidos y/o en la adquisición de competencias asociadas a la asignatura en la que se enmarca el proyecto de innovación docente</i>				
Ninguna dificultad	Poca dificultad	Dificultad media	Bastante dificultad	Mucha dificultad
<i>Los elementos de innovación y mejora docente aplicados en esta asignatura han favorecido mi comprensión de los contenidos y/o la adquisición de competencias asociadas a la asignatura</i>				
Nada de acuerdo	Poco de acuerdo	Ni en acuerdo ni en desacuerdo	Muy de acuerdo	Completamente de acuerdo
En el caso de la participación de un profesor invitado				
<i>La participación del profesor invitado ha supuesto un gran beneficio en mi formación</i>				
Nada de acuerdo	Poco de acuerdo	Ni en acuerdo ni en desacuerdo	Muy de acuerdo	Completamente de acuerdo
Valoración crítica sobre la influencia que ha ejercido el proyecto en la opinión de los alumnos				

4. Marque una X bajo las casillas que correspondan en la siguiente tabla. Describa las medidas a las que se comprometió en la solicitud y las que ha llevado a cabo.

Compromiso de compartición / difusión de resultados en el entorno universitario UCA adquirido en la solicitud del proyecto				
1. Sin compromisos	2. Compromiso de impartición de una charla o taller para profesores	3. Adicionalmente fecha y centro donde se impartirá	4. Adicionalmente programa de la presentación	5. Adicionalmente compromiso de retransmisión o grabación para acceso en abierto
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Descripción de las medidas comprometidas en la solicitud				
Lugar y fecha: Fac. de Ciencias, 15-30/Julio/2019. Programa(tentativo) de la presentación: 1. La placa <i>Arduino</i> y el miniordenador <i>Raspberry Pi</i> 2. Conectando sensores y actuadores a la placa <i>Arduino</i> 3. Desarrollo de programas de control y medida con <i>Arduino</i> 4. Algunos ejemplos de prácticas de laboratorio de Física mejoradas con la plataforma				
Descripción de las medidas que se han llevado a cabo				
Debido a problemas familiares del responsable de este proyecto de innovación docente (Manuel Domínguez de la Vega), se suspendió la sesión de presentación de resultados en la Facultad de Ciencias (prevista inicialmente para el 26/julio/2019). En su lugar, se han realizado presentaciones de los resultados del proyecto en las reuniones de coordinación del profesorado, preparatorias del comienzo del curso 2019/2020, que se han venido celebrando durante el mes de septiembre en las distintas titulaciones de grado de la Facultad de Ciencias afectadas (Grados en Química, Biotecnología, Ingeniería Química, Enología y Matemáticas).				