



### **Memoria del proyecto Diseño y fabricación de instrumentación low-cost para las prácticas de Química en las titulaciones impartidas en la ETSII**

Creada por JORGE RAMIREZ GARCIA

## **1. CONSECUION DE OBJETIVOS / ACTUACIONES**

### **1.1. De los objetivos y actuaciones previstas en la solicitud de su Proyecto, describa cómo ha sido la consecución de ambos:**

Con este proyecto de IE pretendíamos aprender y montar la estructura de hardware, software, y conocimientos necesarios para permitir que los alumnos pudieran diseñar y crear instrumentación de laboratorio de bajo coste. Este objetivo principal encierra dos objetivos secundarios: 1) la utilización de los nuevos dispositivos creados en prácticas de laboratorio de Química en las asignaturas de la ETSII, con el consiguiente abaratamiento de costes y optimización de la sesión práctica, ya que cada grupo pequeño de alumnos puede disponer de un instrumento, y 2) sentar las bases para la creación de una asignatura tipo Ingeniería, para que pueda ser impartida en el futuro.

Estos objetivos se han conseguido completar satisfactoriamente. Con los medios disponibles gracias al proyecto, se ha adquirido una impresora 3D, material plástico para la impresora (PLA), varias tarjetas Arduino y los componentes electrónicos necesarios para construir diferentes dispositivos. Nos hemos centrado en la creación de un Fotómetro de pequeño tamaño y fácil uso, y el instrumento realizado ya está siendo utilizado en algunas prácticas por alumnos de 3er curso del Grado en Ingeniería Química y de 4º curso del grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales.

En detalle, se han completado con éxito todas las fases que se habían previsto en la propuesta del proyecto:

1. Se ha seleccionado un (espectro)Fotómetro (fotómetro que permite la medida en tres longitudes de onda diferentes) como el instrumento que se ha creado en esta experiencia piloto. Se han adquirido los componentes y hardware necesarios para su creación.
2. Se han obtenido las ecuaciones teóricas necesarias para poder transformar las señales medidas por el instrumento en medidas de absorbancia y emisión fluorescente, que son las magnitudes que comúnmente se utilizan en este tipo de experimentos.
3. Se ha diseñado toda la parte mecánica y electrónica del instrumento mediante CAD. Las piezas estructurales se han diseñado en Google Sketch-up y se han imprimido en la impresora 3D adquirida. Los circuitos impresos se han diseñado en Altium Circuitmaker y se han mandado fabricar a una empresa de China (ITEAD Studio).
4. Se ha programado la interfaz de usuario en Matlab. Se ha elaborado toda la documentación (manuales, tutoriales) para el uso del nuevo instrumento y también un manual que permita la creación de nuevos instrumentos en el futuro. Toda esta documentación ha formado parte de un Proyecto de Fin de Carrera (Ana Isabel Zamorano, Ingeniería Química).

## **3. RESULTADOS E IMPACTO**

### **3.1. Relacione los productos concretos y tangibles desarrollados (aplicaciones, material didáctico, informes, guías, etc.):**

Se han creado 10 Fotómetros que se están utilizando actualmente en el laboratorio. Se han diseñado de modo que las 10 tarjetas Arduino (una por instrumento) puedan ser reutilizadas fácilmente en otros proyectos.

Se ha creado en Matlab un programa de control e interfaz de usuario con el instrumento creado, que permita calibrar, medir y analizar los resultados obtenidos.

Se han elaborado manuales y tutoriales tanto para el uso del instrumento creado, como para ayudar en la elaboración de nuevos instrumentos en el futuro.

Se ha completado un Proyecto de Fin de Carrera (alumna Ana Isabel Zamorano, becaria del presente proyecto de IE).

Se ha elaborado un borrador de guía docente para una futura asignatura Ingeniería basada en el conocimiento adquirido y en las actividades realizadas en el presente proyecto.

### **3.2. Describa el impacto del PIE con resultados o evidencias obtenidas en los ámbitos que sean oportunos**

#### **3.2.1 Mejora resultados aprendizaje:**

Los alumnos que realizan prácticas tienen tendencia a utilizar los instrumentos de laboratorio como cajas negras. El uso de instrumentos creados por otros alumnos o por ellos mismos, con elementos sencillos y fácilmente desmontables, pueden contribuir a que los alumnos puedan comprender mejor los fundamentos del experimento realizado y los mecanismos teóricos y prácticos que contribuyen a la realización de las medidas. Creemos que este acercamiento puede enriquecer enormemente su aprendizaje.

#### **3.2.3. Mejora en el uso de metodologías:**

La creación de instrumentos de laboratorio precisa de conocimientos en muy diversas áreas: mecánica, electrónica, química, diseño, etc. Los alumnos de la ETSII tienen una formación multidisciplinar que les permite abordar sin problema todos estos aspectos. La combinación de todo esto con las aplicaciones de software libre y hardware libre disponibles actualmente, permite que los alumnos puedan fomentar su creatividad y realizar proyectos de complejidad.

#### **3.2.8 Transferencia de productos, servicios, métodos,... a otros centros UPM:**

La metodología y documentos técnicos creados en el presente proyecto se van a hacer públicos en Internet. Otros centros de la UPM pueden hacer uso libremente y crear sus propios fotómetros o utilizar el diseño como inspiración para crear otros instrumentos nuevos.

## **4. DIFUSION**

### **4.1 Especifique las acciones de difusión realizadas (congresos, jornadas, artículos, capítulo libro, libro completo, etc):**

- Jorge Ramírez, Ana Zamorano, "Diseño de instrumentos low-cost con Arduino", Seminario "Temas actuales de didáctica de la Química", Instituto de Ciencias de la Educación (ICE, UPM) Madrid, 27 de mayo de 2015
- I. Díaz, A.I. Zamorano, J. Ramírez y Y. Torroja, "Diseño y fabricación de instrumentos low-cost con Arduino", III Congreso de Innovación Docente en Ingeniería Química, Alicante 21-23 de Enero de 2016.
- Se está preparando una publicación para enviarla al *Journal of Chemical Education*.

## **6. VALORACION SERVICIOS**

**6.1 Valore de 1 a 10 la atención recibida por el Servicio de IE: 10**

**6.2 Valore de 1 a 10 los servicios y recursos disponibles en el Portal de IE: 10**

### **ADJUNTOS**

#### **Ficheros adjuntos:**

 [PFC - Ana Isabel Zamorano.pdf](#)