

## ENTORNO VIRTUAL DE APRENDIZAJE PARA LA ADQUISICIÓN DE COMPETENCIAS EN PROGRAMACIÓN DE MICROCONTROLADORES

**Borja Bordel<sup>1\*</sup>, Ramón Alcarria<sup>2</sup>, Tomás Robles<sup>1</sup>, Diego Martín<sup>1</sup>, Carlos Miguel Nieto<sup>1</sup>, Francisco Javier Ruiz Piñar<sup>1</sup>, Ángel Fernández del Campo<sup>1</sup>, Diego Sánchez de Rivera<sup>3</sup>, Álvaro Sánchez Picot<sup>3</sup>**

1: GIE Redes y Servicios de Comunicaciones  
ETSI. Telecomunicación

Universidad Politécnica de Madrid

e-mail: bbordel@dit.upm.es, {tomas.robles, diego.martin.de.andres, carlos.miguel, fco.javier.ruiz.pinar, angel.fernandez.delcampo}@upm.es

2: GIE INNGEO

E.T.S.I. Topografía, Geodesia, Cartografía

Universidad Politécnica de Madrid

e-mail: ramon.alcarria@upm.es

3: Ingeniería de Sistemas Telemáticos

ETSI. Telecomunicación

Universidad Politécnica de Madrid

e-mail: d.sanchezderivera@alumnos.upm.es, asanchez@dit.upm.es

**Resumen.** *El nacimiento de nuevos paradigmas tecnológicos como el Internet de las Cosas ha aumentado la necesidad de que los alumnos universitarios adquieran competencias digitales profundas. Existe sin embargo un problema para adquirir dicho conocimiento, ya que precisa de plataformas específicas con las que los alumnos, en general, sólo trabajan un breve tiempo, no logrando la profundidad requerida en el dominio de las competencias digitales. Además, existen titulaciones en la que no existe soporte de infraestructuras que permita aplicar estas enseñanzas, a pesar de que se trata de competencias cada vez más básicas. Por ello, el presente proyecto pretende desarrollar un entorno virtual de aprendizaje para la adquisición de competencias en programación de microcontroladores, basado en la arquitectura Arduino.*

**Palabras clave:** Competencias transversales, Elaboración material docente, Simuladores/Laboratorios virtuales, Aprendizaje Experiencial, Aprendizaje informal, Autoaprendizaje-Aprendizaje Autónomo

### 1. Introducción

El nacimiento de nuevos paradigmas tecnológicos como el Internet de las Cosas [1] (que prometen revolucionar la economía en lo que ya se está llamando cuarta revolución industrial) ha aumentado la necesidad de que los alumnos adquieran competencias digitales profundas. Con la reducción del tamaño de los dispositivos, cada vez más ingenieros se ven en la necesidad de trabajar directamente sobre microcontroladores [2] (telecomunicación, aeronáuticos, industriales, topógrafos etc.).

Existe sin embargo un problema para adquirir dicho conocimiento, ya que precisa de plataformas específicas con las que los alumnos, en general, sólo trabajan un breve tiempo, no logrando la profundidad requerida en el dominio de las competencias digitales. Por otro lado, este tipo de competencias, de índole eminentemente práctica,

no son fácilmente adquiribles mediante el estudio o la comprensión de texto: se requiere un aprendizaje experiencial [3].

Finalmente, existen titulaciones en las que no existe soporte de infraestructuras que permita aplicar estas enseñanzas, a pesar de que se trata de competencias cada vez más básicas.

Por ello, el presente proyecto pretende desarrollar un entorno virtual de aprendizaje para la adquisición de competencias en programación de microcontroladores, basado en la arquitectura Arduino [4] (la más empleada y extendida en la actualidad). El entorno permitirá desde pruebas sencillas hasta desarrollos mayores que permitan replicar escenarios de Internet de las Cosas.

El proyecto planteado tiene ramificaciones al implicar el desarrollo de nuevos materiales docentes adaptados al nuevo tipo de aprendizaje, tutoriales y manuales de usuario, que permitan el trabajo autónomo del alumno. Con esta aproximación, no solo se trabajan las competencias específicas previstas, sino que se refuerzan fuertemente algunas de las competencias transversales de la Universidad Politécnica como:

- Uso de las TIC (se trata de la más evidente, dada la naturaleza del proyecto)
- Análisis y síntesis (los alumnos se enfrentarán a problemas reales, de forma segura y desasistida, que deberán abordar y analizar mediante la experiencia)
- Creatividad (pueden desarrollar sus propias aplicaciones de forma autónoma)

## **2. Metodología y trabajos realizados**

La metodología de trabajo se ha basado en un ciclo de vida en cuatro fases. A saber:

- Fase 1: Construcción del entorno de simulación (5 meses de desarrollo). Incluye las labores de búsqueda de librerías y aplicaciones de soporte necesarias, el establecimiento del diseño software, el desarrollo de la interfaz gráfica a nivel MOCK UP [5], la implementación de la programación, la conexión de la programación con una primera interfaz gráfica sencilla, las pruebas funcionales, la integración final y la creación de manuales, sitios web, wikis, registros de software, y otras tareas menores.
- Fase 2: Diseño de la experiencia educativa piloto (1 mes). Se realizó una selección de las asignaturas más adecuadas, teniendo en cuenta la planificación del curso 207/18. Se crearán, también, los manuales de prácticas y manuales correspondientes. Finalmente tendrá lugar un periodo de formación de docentes en el uso del entorno virtual.
- Fase 3: Durante esta fase de desarrollarán las acciones docentes en las que se implantará el aprendizaje experiencial, como metodología de innovación. Principalmente se integrará en prácticas de laboratorio o como complemento al método expositivo y al aprendizaje formal tradicional (2 ó 3 meses)
- Fase 4: Al final del proceso se realizarán las labores de medida y valoración de los indicadores de logro, y la consecución de objetivos y la mejora en la calidad prevista. Se generarán las publicaciones correspondientes para difundir la experiencia.

Con todo lo anterior, y haciendo uso de los diversos programas de emulación de arquitecturas de microcontroladores similares a los empleados en la plataforma Arduino, se ha obtenido un simulador y entorno virtual de programación con microcontroladores, basado en la plataforma Arduino, que permite a los estudiantes de una manera sencilla poder trabajar competencias de alto nivel (diseñar, evaluar, etc.) relacionadas con nuevos paradigmas tecnológicos.

Una vez finalizado el desarrollo del entorno virtual, se ha procedido a diseñar una experiencia docente piloto, en la que se comprobará la adquisición de competencias digitales por parte de los alumnos mediante un aprendizaje experiencia e informal, gracias a la utilización del entorno diseñado.

Para ello se realizarán encuestas previas y posteriores a los trabajos, intentado siempre buscar diferentes perfiles de alumnos (idealmente diferentes niveles, alumnado propio y extranjero, diferentes titulaciones y Escuelas etc.). También se obtendrán, del propio entorno, estadísticas de uso que permitan dilucidar la metodología de aprendizaje a la que tienden los alumnos de forma libre.

En general, se considerarán los siguientes indicadores para valorar la consecución de objetivos y mejora de la calidad:

- Mejora en las competencias de programación de microcontroladores entre los alumnos
- Obtención de un conocimiento más profundo (gracias a la experimentación constante) en las áreas académicas relacionadas con el proyecto
- Mejora en la calidad de los trabajos y proyectos relativos a la Internet de las Cosas (mejora en las calificaciones, especialmente)
- Mejora en la percepción y motivación del alumnado, en relación con la asignaturas tecnológicas, especialmente en titulaciones no estrictamente TIC

### **3. Resultados y conclusiones**

Aunque sería preceptivo esperar hasta obtener todos los datos sobre el uso del entorno de simulación propuesto, así como hasta que se haya evaluado correcta y completamente la adquisición de competencias por parte de los estudiantes, ciertos resultados preliminares han sido obtenidos.

En concreto se han obtenido primeros evidencias de un aumento en la profundidad del conocimiento y el aprendizaje adquirido por los alumnos, en los ámbitos de uso de microcontroladores.

Del mismo modo, también se ha detectado un aumento del interés por la adquisición de las competencias tecnológicas más punteras, que ya se han consolidado a nivel de investigación.

## **REFERENCIAS**

- [1] Xia, F., Yang, L. T., Wang, L., & Vinel, A. (2012). Internet of things. *International Journal of Communication Systems*, 25(9), 1101.
- [2] Mazidi, M. A., Mckinlay, R. D., Causey, D., & Microcontroller, P. I. C. (2009). *Embedded Systems*. New Delhi, Personal Education.
- [3] Ariza, M. R. (2014). El aprendizaje experiencial y las nuevas demandas formativas. *Antropología Experimental*, (10).
- [4] Gibb, A. M. (2010). *New media art, design, and the Arduino microcontroller: A malleable tool*. Master's Thesis. Pratt University. Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike.
- [5] Dai, F., & Reindl, P. (1996). Enabling digital mock-up with virtual reality techniques- vision, concept, demonstrator.