



**Aplicando STEAM e un ambiente de Ciudades Inteligentes con Internet de las Cosas como Metodología de Aprendizaje Basada en Proyectos**

**Applying STEAM in a Smart City Environment with Internet of Things as A Learning Methodology Based on Projects**

José Manuel Soto Hidalgo<sup>1</sup> & María Martínez Rojas<sup>2</sup>

---

Fecha de recepción: 19/09/2019; Fecha de revisión: 16/02/2019; Fecha de aceptación: 30/04/2019

**Cómo citar este artículo:**

Soto-Hidalgo, J.M. & Martínez-Rojas, M. (2019). Aplicando STEAM e un ambiente de Ciudades Inteligentes con Internet de las Cosas como Metodología de Aprendizaje Basada en Proyectos. *Revista de Innovación y Buenas Prácticas Docentes*, 8(2), 68-77.

Autor de Correspondencia: [jmsoto@uco.es](mailto:jmsoto@uco.es)

---

---

<sup>1</sup> Universidad de Córdoba (España), [jmsoto@uco.es](mailto:jmsoto@uco.es); CÓDIGO ORCID: 0000-0003-4412-5449

<sup>2</sup> Universidad de Málaga (España), [mmrojas@uma.es](mailto:mmrojas@uma.es); CÓDIGO ORCID: 0000-0002-7050-3629

**Resumen:**

Con este artículo se pretenden desarrollar competencias a través de un proyecto práctico donde los estudiantes tendrán que resolver un problema real aplicado a ciudades inteligentes mediante internet de las cosas. Se propone una metodología de aprendizaje basada en proyectos (PBL) donde, a través de un proyecto, los estudiantes crearán y diseñarán su propio prototipo a una solución a un problema planteado, por ejemplo: gestionar automáticamente el alumbrado de una calle o habitación. Los estudiantes tendrán que razonar, analizar dicho reto y crear soluciones innovadoras basadas en STEAM al problema planteado. Los estudiantes diseñarán y construirán un prototipo real y tangible de la solución adoptada utilizando los sensores/actuadores y microcontroladores que ellos consideren. Después integrarán el prototipo diseñado en una pequeña maqueta (construida por los estudiantes como actividad inicial) que simulará una Smart City e interconectarán el prototipo creado con el resto de prototipos haciendo uso de Internet of Things. Finalmente, se realizarán foros de debate, donde participarán todos los estudiantes y moderarán los profesores, sobre las distintas soluciones aportadas con el objetivo de obtener retroalimentación de las propuestas desarrolladas para proponer nuevos retos, encontrar nuevas soluciones a otros problemas o para refinar las anteriores.

**Palabras clave:** Competencias, Ciudades Inteligentes, Internet de las Cosas, PBL, STEAM.

**Abstract:**

This paper intends to develop competences through a practical project where students will have to solve a real problem applied to smart cities through the internet of things. A project-based learning methodology (PBL) where the students will create and design their own prototype to solve a given problem is proposed, for example: automatically manage the lighting of a street or room. Students will have to reason, analyze this challenge and create innovative solutions based on STEAM to the problem posed. Next, the students will design and build a real and tangible prototype of the solution adopted using the sensors/actuators and microcontrollers that they consider. They will integrate the prototype designed in a small model (built by the students as an initial activity) that simulates a Smart City and interconnect the prototype created with the rest of the prototypes using the Internet of Things. Finally, debate forums will be held, where all the students will participate and the professors will moderate, on the different solutions provided with the aim of obtaining feedback of the proposals developed to propose new challenges, find new solutions to other problems or to refine the previous ones.

**Key Words:** Competences, Internet of Things, PBL, Smart Cities, STEAM.

## 1. INTRODUCCIÓN

Las principales ideas que rigen el escenario del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) (EEES, 2018) han efectuado una reforma del sistema educativo centrada en el aprendizaje y el papel activo de los estudiantes, así como la integración de las tecnologías de la información y la comunicación en los sistemas educativos. En los últimos años, de cara al establecimiento de dicho marco europeo de educación, en el sistema universitario español se está buscando desarrollar sus principales ámbitos de aplicación, es decir, los procesos de enseñanza, investigación y servicios.

Dentro del ámbito de la enseñanza, en el contexto del EEES se plantean nuevas metodologías, tanto de evaluación como de aprendizaje, como alternativa a la clase magistral con el fin de situar al alumno como elemento activo del proceso de enseñanza-aprendizaje. Además, la formación se orienta a la adquisición de competencias, es decir, a dotar gradualmente al estudiante de las capacidades que deberá aplicar en el contexto profesional/académico propio de sus estudios para obtener resultados de forma eficiente, autónoma y flexible (Álvarez, 2009).

Las competencias integran, cuanto menos, conocimientos, habilidades y actitudes (Aristimuño, 2009). Cada titulación incluye competencias específicas (adscritas a su ámbito profesional o área de conocimiento) y transversales (más genéricas y compartidas por múltiples titulaciones). Existen varios proyectos que contemplan, analizan y proponen varias competencias, de los cuales, el proyecto Tuning (González & Wagenaar, 2003) contempla varias competencias transversales entre las que se pueden destacar la capacidad para el análisis y la síntesis, la capacidad para la resolución de problemas, la capacidad para la toma de decisiones, la capacidad para comunicarse en una lengua extranjera, la capacidad para usar las tecnologías de la información y de la comunicación y aplicarlas al ámbito propio, la capacidad de trabajo en equipo, la capacidad de iniciativa y espíritu emprendedor, la capacidad de liderazgo y la capacidad para generar nuevas ideas (creatividad e innovación), entre otras (Mayer, 1997, Sauve, 1997, Vanlehn, 1996).

En general, las competencias adscritas en los grados relacionados con ingenierías son de diversa índole, pero toman especial importancia aquellas competencias que potencien capacidades de análisis, de aplicación de la teoría a la práctica y de creatividad e innovación. No obstante, la competencia de innovación sigue estrechamente unida a la formación conjunta e integral en las áreas de Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas (término en inglés conocido como STEM y acrónimo de los términos en inglés Science, Technology, Engineering and Mathematics (Bybee, R., 2013). La educación STEM trata el aprendizaje conjunto de nuevos conceptos de Matemáticas, Ciencias y Tecnología dentro de un proceso práctico de diseño y resolución de problemas, tal y como se hace en Ingeniería en el mundo real. Sin embargo, el desarrollo de la competencia de innovación con STEM no queda completamente desarrollada. Para ello ha de incluirse en el aprendizaje cuestiones de arte y diseño. Este nuevo enfoque, donde se unen arte y diseño a la ecuación STEM, es conocido como STEAM (Science, Technology, Engineering, Math + Art/Design) (Xun, 2015).

Con este trabajo se pretende desarrollar una metodología de Aprendizaje Basado en Proyectos (National Academy Foundation and Pearson Foundation, 2015) (PBL, por sus siglas en inglés) para desarrollar competencias transversales y específicas en un entorno Smart City basándonos en descriptores de la titulación de grado de Ingeniería en Informática. El eje principal de este proyecto se centrará, en la propuesta de soluciones innovadoras como actividades académicas dirigidas, desarrollo de proyectos basados en STEAM y aplicados a un problema real focalizado en Smart City mediante Internet of Things. Concretamente, como punto de partida, se planteará un proyecto inicial con un problema real a resolver en un ambiente Smart City que los mismos alumnos definirán y donde tratarán de encontrar una solución basada en STEAM para posteriormente diseñar y construir un prototipo físico y real de su solución haciendo uso de tecnología Internet of Things. Se hará uso de piezas Lego, microcontroladores y combinaciones de sensores/actuadores para definir e interconectar los prototipos. Para este proceso será necesario aplicar los conceptos adquiridos en varias asignaturas de diseño de circuitos digitales, sistemas empotrados, redes y comunicaciones, interfaces y periféricos, conexión entrada/salida y lenguajes de programación, entre otros. Finalmente, para completar la adquisición y desarrollo de competencias propuesto, se realizarán foros de debate, videoconferencias y exposiciones grupales entre estudiantes de distintas universidades con el objetivo principal de analizar e identificar las distintas soluciones adoptadas en el entorno Smart City por los distintos estudiantes para el problema real planteado

## **2. DESARROLLO DE LA EXPERIENCIA DE INNOVACIÓN**

Este trabajo tiene como principal objetivo desarrollar una metodología de Aprendizaje Basado en Proyectos (PBL) en un ambiente Smart City con Internet of Things para adquirir competencias transversales y específicas. Se propone utilizar un entorno Smart City debido a que éste proporciona un escenario familiar donde los estudiantes pueden enfrentarse a desafíos sociales de la vida real donde puedan proponer, analizar y desarrollar soluciones innovadoras basadas en STEAM. Asimismo, se propone el uso de Internet of Things como solución tecnológica a la innovación propuesta ya que éste permite la interconexión digital de objetos cotidianos con internet, creándose así un entorno cooperativo donde interconectar distintas soluciones aportadas a un mismo problema.

El objetivo principal del trabajo lo podemos dividir en dos sub-objetivos: uno enfocado en el fomento de competencias transversales y otro en el desarrollo de competencias específicas. Se pretende por tanto:

Sub-objetivo 1:

- Centrar al alumno como un elemento activo del proceso de enseñanza y aprendizaje.
- Involucrar al alumnado y aumentar el interés del mismo por los contenidos de la Informática.
- Dotar al alumno de una capacidad de aplicar los contenidos teóricos a la práctica.
- Aprender a aprender. Con este proyecto se pretende que el alumno no pierda el interés por la constante actualización y aprendizaje de nuevas tecnologías.

- Potenciar el trabajo en equipo del alumnado, así como la expresión y comunicación oral.
- Impulsar la creatividad y desarrollar soluciones innovadoras a los desafíos sociales.
- Adquirir habilidades interdisciplinarias de STEAM para potenciar el avance tecnológico.
- Cooperar y compartir conocimientos en un entorno multicultural y distribuido.
- Proporcionarle un carácter crítico, comparativo y decisivo sobre una solución u otra.

#### Sub-objetivo 2:

- Adquirir un amplio conocimiento sobre Internet of Things.
- Dotar al alumno de un amplio conocimiento sobre los sensores/actuadores más comunes.
- Conocer la interconexión y comunicación de sensores/actuadores y su aplicación a Smart City.
- Aplicar técnicas de programación a microcontroladores.
- Gestionar operaciones de entrada y salida, tanto analógicas como digitales, de los principales microcontroladores.

### **2.1 Material y Métodos**

Nuestro principal objetivo es desarrollar una metodología de educación proactiva y cíclica que nos permita involucrar al alumnado en el desarrollo de competencias y retroalimentar el aprendizaje. La metodología se centra en un Aprendizaje Basado en Proyectos (PBL) donde se plantea resolver un problema en un entorno cotidiano y familiar para los estudiantes, un entorno Smart City con Internet of Things, de tal forma que se permita el desarrollo de varias competencias, tanto transversales como específicas.

La figura 1 presenta una ilustración gráfica de la metodología propuesta. Ésta se compone de 6 actividades principales como actividades académicas dirigidas, donde cada una de ellas aborda uno o varios de los objetivos planteados en el proyecto. Como actividad 0 o inicial, de manera opcional, los estudiantes construirán la estructura de una pequeña maqueta que simulará la Smart City donde trabajarán.

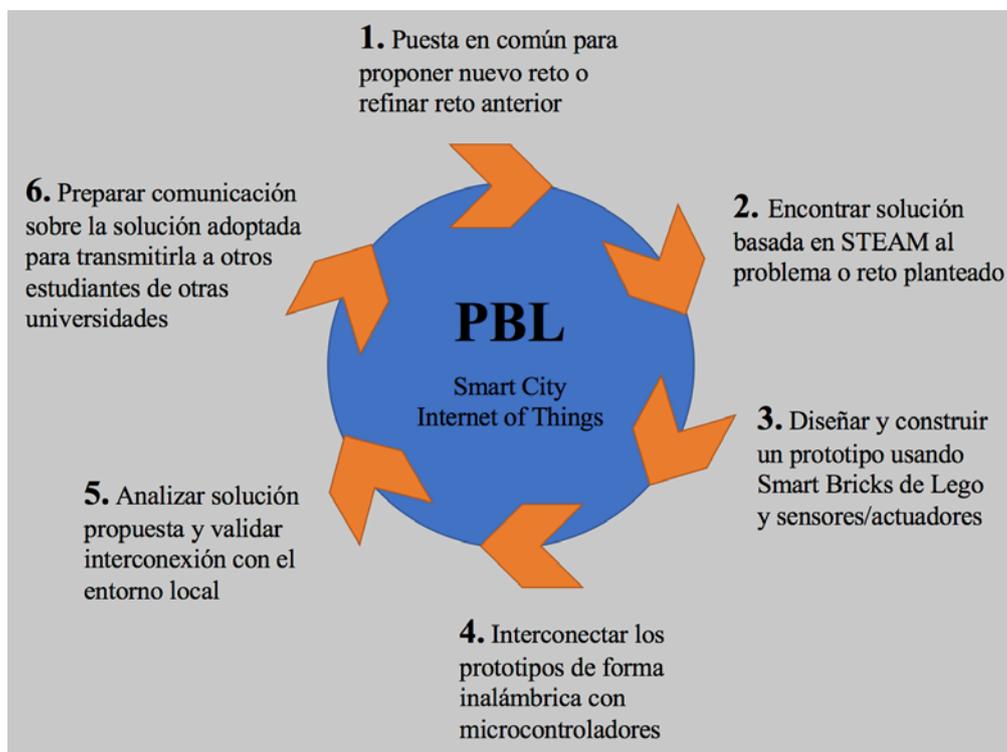


Figura 1. Ilustración gráfica de la metodología propuesta  
Fuente: Elaboración propia.

La metodología se desarrollará con un proyecto en el que inicialmente se planteará uno o varios retos para encontrar una solución a un problema real aplicado a Smart City. Por ejemplo, se podría plantear controlar automáticamente la luz de una calle de la ciudad dependiendo de la presencia de personas. Seguidamente, los estudiantes tendrán que razonar, analizar dicho reto y crear soluciones innovadoras basadas en STEAM al problema planteado. A continuación, los estudiantes diseñarán y construirán un prototipo real y tangible de la solución adoptada utilizando los sensores/actuadores, microcontroladores y demás material de laboratorio que ellos consideren. Después integrarán el prototipo diseñado en una pequeña maqueta (construida por los estudiantes como actividad inicial) que simulará una Smart City e interconectarán el prototipo creado con el resto de prototipos haciendo uso de Internet of Things. Posteriormente, los estudiantes realizarán una validación y análisis de la solución propuesta para exponerla y comunicarla al resto de estudiantes de las universidades involucradas en este proyecto. Finalmente, se realizarán foros de debate, donde participarán todos los estudiantes y moderarán los profesores, sobre las distintas soluciones aportadas con el objetivo de obtener retroalimentación de las propuestas desarrolladas para proponer nuevos retos, encontrar nuevas soluciones a otros problemas o para refinar las anteriores.

La metodología propuesta, junto con la realización de las distintas actividades, permitirá desarrollar tanto competencias específicas como transversales. En la actividad 0 o inicial, se desarrollará la capacidad de trabajo en equipo al construir conjuntamente una pequeña maqueta que simulará una Smart City. En la actividad 1 se desarrollará la capacidad para el análisis y la síntesis, así como la capacidad para la toma de decisiones al analizar el nuevo reto o refinar uno anterior. En la actividad 2 se fomentará la capacidad para la resolución de problemas, la capacidad de aplicar los conocimientos

teóricos a la práctica y la capacidad para generar nuevas ideas (creatividad e innovación) al tratar de encontrar una solución basada en STEAM al reto planteado. En la actividad 3 y 4 se perfeccionará la capacidad para usar las tecnologías de la información y de la comunicación y aplicarlas al ámbito propio, mientras que en la actividad 5 se desarrollará la capacidad para la toma de decisiones al validar la interconexión de los prototipos con los sensores y con el entorno local (maqueta de Smart City). Finalmente, en la actividad 6 se progresará en la capacidad de comunicación oral, la capacidad de trabajo en equipo y la capacidad de iniciativa y espíritu emprendedor.

El proyecto se va a desarrollar principalmente en la Universidad de Córdoba, aunque existirá una coordinación con las distintas universidades a través de los distintos profesores involucrados en este proyecto. Los estudiantes de las distintas universidades podrán seguir la metodología propuesta, desarrollando, en su Universidad y de forma independiente, las actividades 2, 3, 4 y 5, aunque siempre coordinados por los profesores de su Universidad. Sin embargo, las actividades 1 y 6 se realizarán de forma conjunta mediante sesiones de video-conferencia o difusión de videos entre todas las Universidades involucradas. Todas las actividades que proponemos y gracias al equipo que forma parte de este proyecto nos permitirán desarrollar tanto competencias transversales como competencias específicas entre distintas asignaturas de la titulación de Grado en Ingeniería Informática.

### **3. RESULTADOS**

La metodología propuesta se ha llevado a cabo como actividades académicas dirigidas en diversas asignaturas de la titulación del Grado y Máster en Informática de la Universidad de Córdoba. Concretamente, en las asignaturas de Interfaces y Periféricos, Sistemas Empotrados y Redes de Altas Prestaciones del Grado en Ingeniería Informática y la asignatura de Sistemas Ubicuos del Máster en Ingeniería Informática, aunque en el desarrollo de la metodología se han involucrado conocimientos adquiridos en otras asignaturas de la titulación como Programación, Redes, etc. Como reto inicial aplicado a Smart Cities con Internet of Things, tal y como se plantea en la metodología a seguir, se propuso el control automático de las luces de farolas en un parque dependiendo de la presencia de personas y de la luz exterior. Para ello se construyó, por un lado, una maqueta de ejemplo de tamaño 40x40 cm. (figura 2) la cual simulaba distintas zonas de un parque de una ciudad y por otro lado se llevaron a cabo diseños independientes de otras soluciones. Asimismo, algunos alumnos propusieron como reto soluciones para determinar el grado de sequía del estanque de un parque de la Smart City mediante el uso de sensores de nivel de agua y de humedad (figura 3). Además, tras el planteamiento inicial y foro de debate, otros estudiantes plantearon como reto una solución para determinar el grado de confort de una habitación en base a la temperatura y humedad (figura 4) asumiendo de esta forma un reto sobre el término conocido como Smart Home (casas inteligentes), el cual está directamente relacionado con el objetivo planteado en este trabajo y el cual nos permitió desarrollar igualmente competencias transversales y específicas.

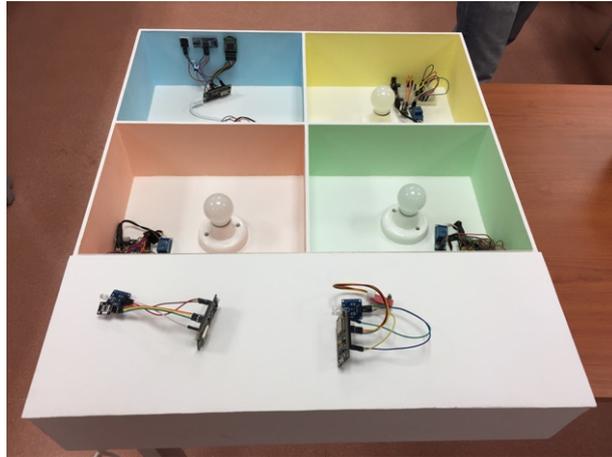


Figura 2. Ilustración de la maqueta para Smart City.  
Fuente: Elaboración propia.

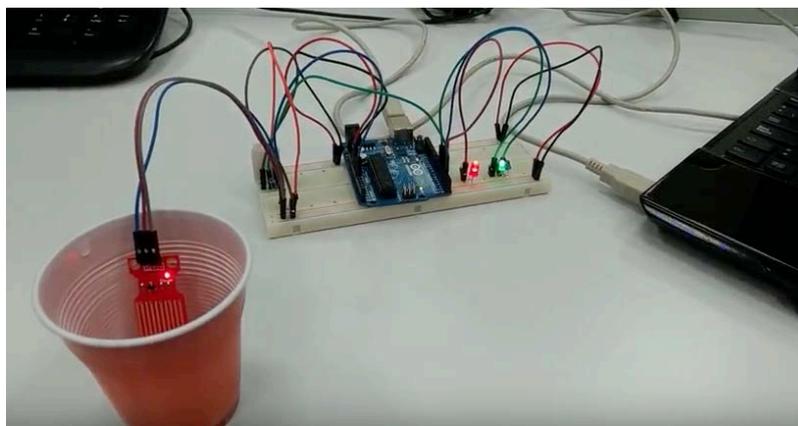


Figura 3. Solución Smart City para simular el nivel de sequía de un parque.  
Fuente: Aurora Esteban.

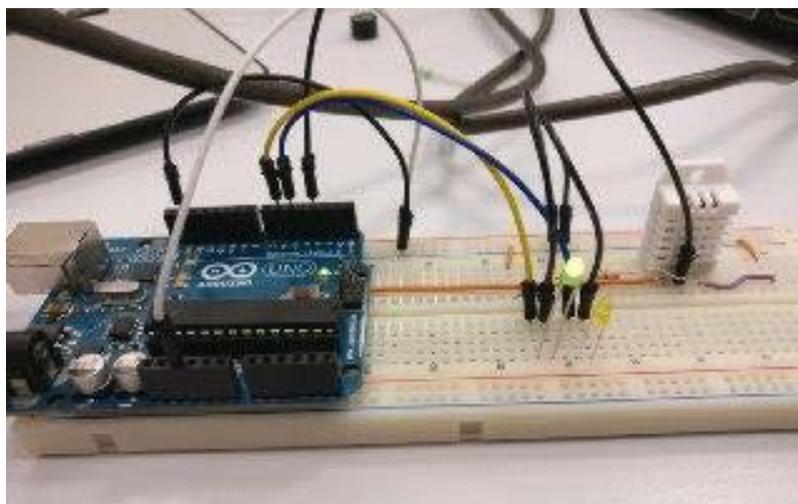


Figura 4. Solución Smart Home para simular el grado de confortabilidad de una habitación.  
Fuente: Rafael Reyes.

Los estudiantes analizaron el problema planteado, definieron reglas lógicas para el funcionamiento de las farolas, nivel de agua del estanque, grado de confort, etc. tales como, por ejemplo: si no hay luz exterior y hay personas entonces enciende la luz, si el nivel de agua es inferior al determinado entonces abre el grifo o si hay mucha humedad pon el aire acondicionado. Una vez realizado el análisis del problema planteado, los estudiantes propusieron soluciones y diseñaron prototipos para plasmar sus ideas como solución. Por un lado, unos estudiantes utilizaron como microcontrolador la Raspberry Pi 3B con entradas y salidas digitales conectados con sensores de luminosidad. Por otro lado, otros estudiantes utilizaron el microcontrolador ESP8266 y Arduino con sensores de proximidad y luminosidad. Todos ellos, integraron sus soluciones en la maqueta de forma exitosa, de tal forma que pudieron desarrollar la capacidad para el análisis y la síntesis, la capacidad para la resolución de problemas, la capacidad para la toma de decisiones, la capacidad de comunicación oral, la capacidad para usar las tecnologías de la información y de la comunicación y aplicarlas al ámbito propio, la capacidad de trabajo en equipo, la capacidad de iniciativa y espíritu emprendedor, la capacidad de liderazgo y la capacidad para generar nuevas ideas. Finalmente, se realizaron sesiones de debate entre las universidades participantes y algunos alumnos grabaron un video ilustrativo del funcionamiento su solución propuesta al problema planteado. Los vídeos se encuentran alojado en YouTube a través de los siguientes enlaces:

- <https://www.youtube.com/watch?v=IM50XwatWqI>
- <https://www.youtube.com/watch?v=bEvehfaMnik>

#### **4. CONCLUSIONES**

En este trabajo se ha presentado una metodología docente planteada desde un enfoque para un Aprendizaje Basado en Proyectos la cual nos ha llevado a la obtención de diferentes competencias transversales y específicas de la titulación de Graduado en Informática. La metodología se ha centrado en un proyecto práctico aplicado al concepto de Smart City y a un problema real a resolver en este entorno. El problema planteado ha consistido, a modo de simulación de una Ciudad Inteligente, en el control automático de la luz de farolas de un parque en base a la presencia de personas y a la luz ambiente. Como propuesta al problema planteado, los estudiantes han aportado soluciones creativas e innovadoras haciendo uso de microcontroladores, sensores, actuadores, etc., todos ellos interconectados de forma inalámbrica mediante el paradigma de Internet de las Cosas. Es más, en este trabajo se han desarrollado otros retos asociados no solo a ciudades inteligentes, sino a casas inteligentes, de tal forma que algunos estudiantes plantearon el reto de controlar de forma inteligente el grado de confortabilidad de una habitación en base a la temperatura y humedad existente.

Los estudiantes han razonado y analizado el problema planteado, han diseñado e implementado varios prototipos utilizando distintos sensores y microcontroladores y los han integrado en una maqueta que simulaba una Ciudad Inteligente haciendo uso del concepto Internet de las Cosas. Finalmente, se han realizado foros de debate sobre las distintas soluciones aportadas por los estudiantes y la integración de éstas en la maqueta de Smart City dando lugar a una elevada y activa participación del alumnado. Estos foros de debate han generado nuevas propuestas, mejoras de las existentes y nuevos retos. Todo el desarrollo de estas actividades como metodología de aprendizaje nos han permitido el desarrollo de diferentes competencias, tanto transversales como específicas. Concretamente, competencias de trabajo en equipo, análisis y síntesis, capacidad de aplicar los conocimientos teóricos a la práctica, educación ambiental y creatividad e innovación.

Esta propuesta sería fácilmente integrable en otras asignaturas proponiendo otros retos adecuados a los contenidos de cada asignatura que se involucre en el proyecto. En este caso en concreto, el trabajar en una Smart City real, aunque sea mediante un pequeño prototipo en maqueta, también genera conciencia sobre los problemas sociales y económicos y prepara a los estudiantes para que se conviertan en ciudadanos más proactivos y comprometidos. Hoy no podemos educar a los trabajadores de mañana, pero si podemos educarlos para que sean más innovadores y creativos.

## REFERENCIAS

- Álvarez, J. (2009). Evaluar el aprendizaje en una enseñanza centrada en las competencias, En J. Gimeno (Comp.). *Educación por competencias*.
- Aristimuño, A. (2009). Las competencias en la educación superior: demonio u oportunidad?", En III Congreso Internacional de Docencia Universitaria e Innovación, 3-8.
- Bybee, R. (2013). *The Case for STEM Education: Challenges and Opportunities*. NSTA Press.
- EEES (2018). Espacio de Educación Superior Europeo. Recuperado de: <http://www.eees.es/>.
- González, J. & Wagenaar, R. (2003). *Tuning Educational Structures in Europe. Informe final - fase uno*. Groningen: Universidad de Deusto.
- Mayer, J.D. (1997). *What is emotional intelligence? Emotional Development and Emotional Intelligence*. New York: Basic Books.
- National Academy Foundation and Pearson Foundation (2015) *Project-Based Learning: A Resource for Instructors and Program Coordinators*.
- Sauve, L. (1997). La educación ambiental: hacia un enfoque global y crítico, en Actas del Seminario de Investigación-formación edamaz (pp. 65-74). Montreal: Universidad de Quebec.
- Vanlehn, K. (1996) Cognitive skill acquisition, *Annual Review of Psychology*, 47(1), 513-539.
- Ge, X., Ifenthaler, D. & Spector, J.M. (2015). *Emerging Technologies for STEAM Education: Full STEAM Ahead*, Springer International Publishing.