

---

## Metodología de desarrollo de competencias y aprendizaje basado en proyectos en un entorno de Ciudades Inteligentes mediante Internet de las Cosas

*Methodology of competency development and project-based learning in an environment of Smart Cities through the Internet of Things*

**José Manuel Soto Hidalgo<sup>1</sup>, María Martínez Rojas<sup>2</sup>, Juan Carlos Gámez Granados<sup>1</sup>, y Jesús Alcalá Fernández<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Universidad de Córdoba, España

<sup>2</sup>Universidad de Málaga, España

<sup>3</sup>Universidad de Granada, España

### Resumen

En este artículo se presenta una metodología para desarrollar competencias en base a la resolución de un problema real aplicado a Ciudades Inteligentes mediante Internet de las Cosas. Se propone una metodología de aprendizaje basado en proyectos, centrada en el desarrollo de un proyecto práctico donde los estudiantes crearán y diseñarán su propio prototipo como solución a un problema planteado: la gestión automática del alumbrado de una ciudad. Los estudiantes tendrán que razonar, analizar y crear soluciones al problema planteado para diseñar y construir un prototipo real y tangible de la solución adoptada utilizando los sensores/actuadores y microcontroladores que consideren necesarios. El prototipo diseñado por cada estudiante se integrará en una pequeña maqueta (construida por los estudiantes) que simulará una Ciudad Inteligente y se interconectará con el resto de prototipos haciendo uso del concepto de Internet de las Cosas. Finalmente, se realizarán foros de debate sobre las distintas soluciones aportadas con el objetivo de obtener retroalimentación para proponer nuevos retos, encontrar nuevas soluciones a otros problemas a abordar, y refinar soluciones anteriores.

*Palabras clave:* STEAM, PBL, competencias, metodología, ciudades inteligentes.

---

#### Suggested citation:

Soto Hidalgo, J. M., Martínez Rojas, M., Gámez Granados, J. C., y Alcalá Fernández, J. (2018). Metodología de desarrollo de competencias y aprendizaje basado en proyectos en un entorno de Ciudades Inteligentes mediante Internet de las Cosas. In López-García, C., & Manso, J. (Eds.), *Transforming education for a changing world*. (pp. 10-19). Eindhoven, NL: Adaya Press. <https://doi.org/10.58909/ad18343633>

## **Abstract**

This paper presents a methodology to develop competencies based on the resolution of a real problem applied to Smart Cities through the Internet of Things. A project-based learning methodology is proposed, focused on the development of a practical project in which students will create and design their own prototype as a solution to a given problem: the automatic management of a city's lighting. Students will have to reason, analyze and create solutions to the problem posed to design and build a real and tangible prototype by the adopted solution using the sensors / actuators and microcontrollers that they consider necessary. The prototype designed by each student will be integrated in a small model (built by the students) that simulates a Smart City and will be interconnected with the rest of the prototypes using the Internet of Things concept. Finally, discussion forums will be held on the basis of the different solutions provided by the students with the aim of obtaining feedback to propose new challenges, find new solutions to other problems to be addressed, and to refine the previous ones.

*Keywords:* STEAM, PBL, competences, methodology, smart cities.

## **Introducción**

Las principales ideas que rigen el escenario del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) (European Commission, 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 (Aristimuño, 2004).

Las competencias integran, cuanto menos, conocimientos, habilidades y actitudes (VanLehn, 1996). 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, 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.

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 y síntesis, 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 (Bybee, 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. A este nuevo enfoque de educación, si se unen conceptos de arte y diseño se le conoce como STEAM (Science, Technology, Engineering, Math + Art/Design) (Xun, 2015).

Con este trabajo se pretende desarrollar una metodología de Aprendizaje Basado en Proyectos (Foundation, 2015) (PBL, por sus siglas en inglés) para desarrollar competencias transversales en un entorno de Ciudad Inteligente basándonos en descriptores de la titulación de grado de Ingeniería en Informática. El eje principal del proyecto como metodología se centrará, en la propuesta de soluciones innovadoras basadas en STEAM como actividades académicas dirigidas aplicadas a un problema real: control automático de luces en una ciudad. El problema planteado está focalizado, por un lado, en Ciudades Inteligentes, aportando al estudiante problemas con contexto (es diseñador y usuario a la vez) y por otro, en Internet de las Cosas, permitiendo la integración de diversas tecnologías de forma inalámbrica.

El trabajo se estructura de la siguiente forma: en la sección 2 se definen y describen las competencias transversales a desarrollar según la metodología propuesta en la sección 3. En la sección 4 se analizan los resultados obtenidos con esta metodología y en la sección 5 se reflejan las principales conclusiones.

## **Competencias Transversales**

Las competencias transversales son aquellas que son comunes a la mayoría de las profesiones y que se relacionan con la puesta en práctica integrada de aptitudes, rasgos de personalidad, conocimientos y valores adquiridos.

A continuación, se detallan las competencias como habilidades a desarrollar según la metodología propuesta: Trabajo en equipo, la cual se mostrará en la sección 2.1, auto-motivación, que se mostrará en la sección 2.2, capacidad de análisis y síntesis (sección 2.3), capacidad de aplicar los conocimientos a la práctica (sección 2.4), educación ambiental (sección 2.5) y creatividad e innovación (sección 2.6).

### ***Trabajo en equipo***

Trabajar en equipo no significa solamente 'trabajar juntos'. Como se indica en (Liu, 2017), un equipo es un grupo de personas que se comunican, con diferentes trasfondos, habilidades y aptitudes, que trabajan juntas para lograr objetivos claramente identificados. Por lo que trabajar en equipo se define como integrarse y colaborar de forma activa en la consecución de objetivos comunes con otras personas.

El dominio de esta competencia está estrechamente relacionado con una buena socialización e interés interpersonal elevado, fuertes valores sociales que lleven a creer en la integridad, honestidad y competencia de los otros. Además de capacidad de comunicación interpersonal, madurez para afrontar diferencias de criterio e interés por compartir ideas e información.

### ***Automotivación***

La motivación se refiere al ensayo mental y preparatorio de una acción para animar a otro (motivación) o a uno mismo (automotivación) a ejecutarla con interés y diligencia (Mayer, 1997). Motivar es disponer el ánimo de alguien para que proceda de un determinado modo. La persona automotivada dispone del ánimo necesario para desempeñar las tareas que tiene encomendadas, empeñándose en desarrollar sus capacidades y superar sus límites. Tal y como indica Liu (2017), una persona automotivada, además de hacer un autoanálisis correcto, objetivo y realista, percibe la realidad del entorno con las mismas características de objetividad y realismo.

### ***Capacidad de Análisis y Síntesis***

El análisis constituye aquel proceso mediante el cual es posible separar las cosas en sus componentes más elementales, en tanto que la síntesis consiste en el procedimiento inverso que permite la construcción de un nuevo elemento a partir de sus diferentes integrantes. En ambos casos, siguiendo a (Liu, 2017), se precisa establecer un objetivo para el que aplicar la capacidad; poseer un conocimiento básico que permita destacar aquellas características relevantes en la determinación de los componentes que guíe el análisis o la síntesis; detectar las propiedades de las partes y las relaciones entre ellas; y componer las partes de un modo diferente al original. Además, en ocasiones, se requiere tomar decisiones sobre cómo hacer la descomposición o la composición; y la propia secuencia en la que se analiza o sintetiza es relevante, por lo que estarían implicados otros aspectos como la planificación de una estrategia.

### ***Capacidad de aplicar los conocimientos teóricos a la práctica***

Para aplicar los conocimientos adquiridos a la práctica, es preciso ejecutar procesos de transferencia (esto es, utilizar los conocimientos adquiridos en una situación para realizar una tarea nueva). Se consigue, así, utilizar los conocimientos teóricos adquiridos a situaciones y problemas extraídos de la vida real. Según (VanLehn, 1996), dicha transferencia tendrá lugar cuando concurren las siguientes circunstancias: detección de la similitud entre la situación real con el conocimiento aprendido; recuperación del conocimiento

apropiado de forma deliberada y espontánea; realización de un proceso de correspondencia entre el nuevo problema y el ejemplo conocido; aplicación del principio para el que se ha establecido la correspondencia; y generalización, de forma que el nuevo problema pueda servir de ejemplo.

### ***Educación Ambiental***

La educación ambiental ha cobrado una creciente relevancia como actitud de apreciación, respeto y conservación del medio físico natural. Esta competencia está directamente relacionada con la concepción de que el medio ambiente está amenazado, deteriorado por la contaminación, la erosión, el uso excesivo, por tanto, es necesario adquirir habilidades para resolver problemas asociados a las amenazas a las que se éste encuentra expuesto (Sauvé, 1996).

Asimismo, la educación ambiental se concibe como entorno de una colectividad humana, medio de vida compartido con sus componentes naturales y antrópicos. Esta concepción implica una participación más sociológica y política, donde la vía de la investigación-acción para la resolución de problemas comunitarios, requiere de estrategias formativas propias para poderse desarrollar adecuadamente.

### ***Creatividad e Innovación***

La creatividad por sí sola, es la capacidad de crear e idear algo nuevo y original, mientras que la innovación por su lado, es el arte de convertir las ideas en productos, procesos y servicios nuevos y mejorados que el mercado reconozca y valore. La innovación es producir, asimilar y explotar con éxito una novedad, de manera que aporte soluciones inéditas a los problemas y permita responder a las necesidades de las personas, de las empresas y la sociedad en general (Liu, 2017).

Según (Méndez, 2008; Liu, 2017), la creatividad se considera que es una especie de imaginación que construye, y por lo tanto, requiere pensamiento divergente pero también convergente, que permite el acto de inventar, y el ingenio, la capacidad de encontrar soluciones novedosas; pero ante todo, la voluntad para cambiar y transformar la realidad existente. Por su parte, la innovación se reconoce en la aplicación exitosa de actitud y pensamiento, traducidos en ideas novedosas que se convierten en útiles e incrementan la productividad. La creatividad y la innovación son herramientas diferentes, pero que trabajan en conjunto para combinar ideas de manera única. En este caso, al trabajar con problemas reales puede incentivar la capacidad de innovación.

## **Metodología**

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 propuesta se centra en un Aprendizaje Basado en Proyectos (PBL) donde se plantea resolver un problema en un entorno de Ciudad Inteligente, habilitando el desarrollo de varias competencias, tanto transversales como específicas.



**Figura 1.** Esquema gráfico de la metodología propuesta

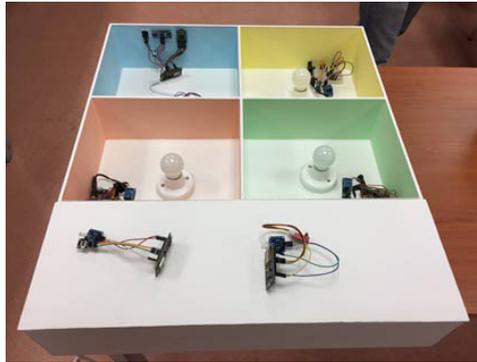
La Figura 1 muestra un esquema gráfico de la metodología propuesta. Ésta se compone de 6 actividades principales como actividades académicas dirigidas (AAD), donde cada una de ellas desarrolla una o varias competencias transversales. Como actividad base o inicial, los estudiantes construirán la estructura de una maqueta que simulará la Ciudad Inteligente.

La metodología se desarrollará asociada a un proyecto en el que inicialmente se planteará un reto para encontrar una solución a un problema real aplicado a Ciudades Inteligentes. Por ejemplo, el control automático de la luz de las farolas de un parque de una ciudad dependiendo de la presencia de personas y de la luz exterior. 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 y microcontroladores que ellos consideren. Después integrarán el prototipo diseñado en una pequeña maqueta (construida como actividad inicial) e interconectarán el prototipo creado con el resto de prototipos haciendo uso de la tecnología aplicando el concepto Internet de las Cosas. Posteriormente, los estudiantes realizarán una validación y análisis de la solución propuesta para exponerla y comunicarla al resto de estudiantes. 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.

## Resultados

La metodología propuesta se ha llevado a cabo como actividades académicas dirigidas en diversas asignaturas de la titulación del Grado en Informática de la Universidad de Córdoba. Concretamente, en las asignaturas de Interfaces y Periféricos, Sistemas Embebidos y Redes de Altas Prestaciones, aunque en el desarrollo de la metodología se han involucrado conocimientos adquiridos en otras asignaturas de la titulación.

Como reto inicial aplicado a Ciudades Inteligentes con Internet de las Cosas, tal y como se plantea en la metodología a seguir, se ha propuesto 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 una maqueta de ejemplo de tamaño 40x40 cm. la cual simulaba distintas zonas de un parque de una ciudad.



**Figura 2.** Esquema gráfico de la metodología propuesta

Los estudiantes analizaron el problema planteado, definieron reglas lógicas para el funcionamiento de las farolas, tales como, por ejemplo: si no hay luz exterior y hay personas entonces enciende la luz. 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 con entradas y salidas digitales la RaspberryPi 3B con sensores de luminosidad. Por otro lado, otros estudiantes utilizaron el microcontrolador ESP8266 con sensores de proximidad y luminosidad. Todos ellos, integraron sus soluciones en la maqueta de forma exitosa, de tal forma que pudieron desarrollar las competencias transversales mencionadas en la sección 2 y que en las siguientes subsecciones se detallan.

### *Trabajo en Equipo*

En el desarrollo de esta competencia en este trabajo, los alumnos participaron y colaboraron activamente en las tareas del equipo compartiendo conocimientos y adoptando soluciones conjuntas al reto plantado. De esta forma se fomentó la confianza, la cordialidad y la orientación a la tarea conjunta. Además, se contribuyó en la consolidación y desarrollo del equipo, favoreciendo la comunicación, el reparto equilibrado de tareas y la cohesión entre los alumnos.

### *Automotivación*

El alumno afrontó sus propias capacidades y limitaciones que dispone, empeñándose en desarrollarlas y superarlas para ocuparse con interés y cuidado en la realización de la solución adoptada al reto planteado: control automático de la luz de las farolas del parque. El alumno tuvo también consciencia de los recursos personales y limitaciones para aprovecharlos en el óptimo desempeño y transmitió su propia motivación a través de su entusiasmo y constancia al equipo de trabajo.

### ***Capacidad de Análisis y Síntesis***

El alumno se planteó el diseño de la solución adoptada en varias fases realizando un análisis de éstas. Primero analizó las características más relevantes de cada fase, así como las relaciones entre ellas, para finalmente plantearse una síntesis global para llegar a la obtención de la solución final.

Inicialmente analizó distintas reglas lógicas que éste aplicaría como solución al encendido automático de luces en función de la presencia de personas y de la luz ambiente. Seguidamente, analizó varios sensores y microcontroladores para determinar cuáles usar y finalmente, sintetizó todo lo estructurado en el desarrollo de su prototipo como solución al reto planteado.

### ***Capacidad de aplicar los conocimientos teóricos a la práctica***

En este caso, el alumno ubicó los conocimientos adquiridos en la teoría de varias asignaturas cursadas en el grado de Ingeniería Informática. De tal forma que el alumno aplicó el conocimiento que percibió en la asignatura de Sistemas Digitales sobre componentes electrónicos para determinar qué circuitería adicional puede requerir cada sensor para integrarse con el microcontrolador, plasmó también los conocimientos adquiridos en las asignaturas de Arquitectura de Computadores y Estructura y Tecnología de Computadores para saber cómo comunicar los datos obtenidos de los sensores con el microcontrolador. Finalmente, puso de manifiesto el conocimiento obtenido en asignaturas de Programación y lo aplicará para programar el microcontrolador con la lógica propuesta para el control automático de las luces de las farolas.

### ***Educación Ambiental***

El alumno se concienció del cuidado del entorno natural, así como del ahorro energético y soluciones que se pueden aportar para mejorar nuestro medio de vida. La propuesta de control automático de luces de farolas sensibilizó al alumnado sobre el ahorro energético que las Ciudades Inteligentes pueden suponer.

### ***Creatividad e Innovación***

En este caso, las soluciones aportadas por el alumno presentaron dotes de creatividad e innovación al idear una solución nueva y original al problema planteado y convertir la idea en un prototipo tangible y funcional.

## **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. La metodología se ha centrado en un proyecto práctico aplicado al concepto de Ciudad Inteligente 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, se 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.

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 Ciudad Inteligente 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.

### *Agradecimientos*

Este trabajo ha sido parcialmente financiado por el Plan de Innovación y Buenas Prácticas Docentes 2017-2018 de la Universidad de Córdoba bajo el proyecto nº 2017-1-5027.

## **Referencias**

- Aristimuño, A. (2004). *Las competencias en la educación superior: ¿demonio u oportunidad?* Montevideo, Uruguay: Departamento de Educación, Universidad Católica del Uruguay.
- Bybee, R. W. (2013). *The Case for STEM Education: Challenges and Opportunities*. NSTA press.
- European Commission. (16 de abril de 2018). *E. Commission. Europe 2020*. Obtenido de [http://ec.europa.eu/europe2020/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/europe2020/index_en.htm)
- Foundation, N. A. (2015). *Project-Based Learning: A Resource for Instructors and Program Coordinators*.
- González, J. y. (2003). *Tuning Educational Structures in Europe*. Informe final - fase uno., 2004-2007.
- Liu, D. a.-C. (2017). Human resource systems, employee creativity, and firm innovation: The moderating role of firm ownership. *Academy of Management Journal*, 1164-1188.
- Mayer, J. a. (1997). *What is emotional intelligence? Emotional Development and Emotional Intelligence*. Basic Books: New York.
- Méndez, J. M. (2008). Evaluar el aprendizaje en una enseñanza centrada en competencias. *Educación por competencias, ¿qué hay de nuevo?*, 206-234.

Sauvé, L. (1996). La educación ambiental: hacia un enfoque global y crítico. *Actas del Seminario internacional de investigación-formación EDAMZ*.

VanLehn, K. (1996). Cognitive skill acquisition. *Annual Review of Psychology*, 513-539.

Xun, G. a. (2015). *Emerging Technologies for STEAM Education: Full STEAM Ahead*. Springer.

---

**Jose Manuel Soto-Hidalgo**, es Ingeniero en Informática y Doctor, ambos por la Universidad de Granada en 2004 y 2014 respectivamente. Desde 2007 es miembro del departamento Ingeniería Electrónica y de Computadores de la Universidad de Córdoba donde actualmente es profesor Contratado Doctor. Ha coordinado y/o participado en 16 proyectos de innovación educativa, ha dirigido más de 30 Trabajos Fin de Grado y es autor de más de 20 publicaciones relacionadas con metodologías docentes.

---

**María Martínez-Rojas**, es Ingeniera de Edificación por la Universidad de Sevilla (2010) obtuvo el título de Doctora por la Universidad de Granada en 2015. Ha sido miembro del departamento Ciencias de la Computación e Inteligencia Artificial de la Universidad de Granada (desde 2010 hasta 2013) y Construcciones Arquitectónicas (desde 2013 hasta 2015). Actualmente, es investigadora postdoctoral en la Universidad de Málaga e imparte docencia en la escuela de Ingenierías Industriales. Ha participado en varios proyectos de innovación educativa y ha presentado varias publicaciones relacionadas con metodologías docentes.

---

**Juan Carlos Gámez Granados** es Ingeniero en Informática, Máster en Tecnologías Multimedia y Doctor, todo por la Universidad de Granada en 2000, 2012 y 2017 respectivamente. Desde 2005 es miembro del departamento Ingeniería Electrónica y de Computadores de la Universidad de Córdoba. Es asesor académico desde 2014. Ha coordinado y/o participado más de 10 Proyectos de Mejora de la Calidad Docente, ha dirigido más de 20 Trabajos Fin de Grado y es autor de numerosas publicaciones relacionadas con metodologías docentes.

---

**Jesús Alcalá Fernández** es Ingeniero y Doctor en Informática por la Universidad de Granada desde los años 2002 y 2006 respectivamente. Entre los años 2005-2007 fue profesor ayudante doctor del departamento de Informática de la Universidad de Jaén y desde 2007 es profesor del departamento de Ciencias de Computación e Inteligencia Artificial de la Universidad de Granada, siendo profesor titular desde 2012. Ha coordinado y/o participado en más de 10 proyectos de innovación docente y ha dirigido más de 10 TFG/TFMs. Es autor de más de 80 publicaciones entre revistas internacionales, capítulos de libro y conferencias.

---