

*Una experiencia en Industria 4.0 en los  
grados del ámbito de la Ingeniería Industrial  
y la Ingeniería Civil de la ETSI de Algeciras*  
*An experience in Industry 4.0 in the  
Industrial Engineering and Civil Engineering  
degrees of the ETSI of Algeciras*

María Inmaculada Rodríguez-García, Javier González-Enrique, Juan Jesús Ruiz Aguilar,  
Ignacio J. Turias

UNIVERSIDAD DE CÁDIZ

[inma.rodriiguezgarcia@uca.es](mailto:inma.rodriiguezgarcia@uca.es), [javier.gonzalezhenrique@uca.es](mailto:javier.gonzalezhenrique@uca.es), [juanjesus.ruiz@uca.es](mailto:juanjesus.ruiz@uca.es), [ignacio.turias@uca.es](mailto:ignacio.turias@uca.es)

---

**Abstract**

*Se muestran algunos de los resultados obtenidos en un proyecto de innovación docente desarrollado en la ETSI de Algeciras. El objetivo fue fundamentalmente intentar aumentar la motivación e interés de los estudiantes acerca del uso de la programación como herramienta de solución de problemas dentro del marco de la Industria 4.0, siendo la docencia más dinámica y los estudiantes los verdaderos protagonistas del aprendizaje y de la innovación en el mundo real.*

*This work shows some of the results obtained in a teaching innovation project developed in the ETSI of Algeciras. The aim was mainly to increase the motivation and interest of students in the use of programming as a tool for solving problems within the framework of Industry 4.0 while proving that programming is a fundamental tool for solving a wide range of problems. The classroom turns more dynamic, making students the true protagonists of their learning and also innovation in the real world.*

---

Palabras clave: Innovación docente, programación, industria 4.0, matlab.

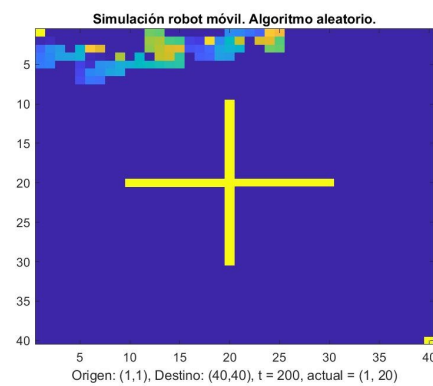
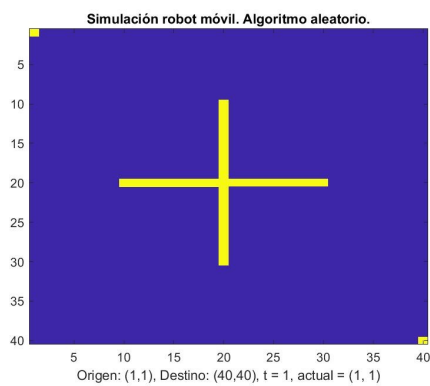
Keywords: Teaching innovation, programming, industry 4.0, matlab

## 1. Introducción y objetivos

La idea se desarrolló en la asignatura Fundamentos de Informática de primer curso de todos los Grados del ámbito de la Ingeniería Industrial. Los problemas se han resuelto por equipos coordinados por los profesores e investigadores participantes en este proyecto. Las soluciones se han implementado y probado en MATLAB, generándose un informe de cada solución de forma automática desde MATLAB junto con explicaciones específicas. En el desarrollo de este proyecto de innovación los estudiantes han obtenido destrezas como pensamiento crítico, creatividad, trabajo autónomo, e integra conocimientos adquiridos en las diferentes materias puesto que para programar soluciones innovadoras es necesario el conocimiento profundo de lo que se va a implementar. En el proyecto además se finalizó con unas presentaciones en clase para las que las habilidades comunicativas y otras competencias adquiridas durante la realización de los estudios fueron clave. El proyecto está centrado en resolver problemas dentro del marco de la Industria 4.0 (Blanchet 2014) cuya característica diferenciadora son las capacidades autónomas y, por tanto, inteligentes de las máquinas (Turing 2009), usando diferentes tecnologías que se han denominado facilitadoras o habilitadoras. De esta forma, se ha conseguido que el alumnado sea capaz de ver que la innovación industrial se encuentra muy ligada a la programación y a la utilización masiva de las TICs en lo que se viene denominando Industria 4.0 y que constituye de facto la revolución que tenemos en ciernes. De este modo, se ha conseguido igualmente dinamizar el aula, convirtiendo al alumnado en verdaderos protagonistas de su aprendizaje, a la vez que probar que la programación es una herramienta fundamental para la solución de muy diversos problemas del ámbito industrial. Las competencias digitales y en especial la computación inteligente y, por tanto, el desarrollo de la industria 4.0, puede ser de mucha utilidad para resolver problemas en diferentes campos y proporcionar nuevas soluciones. El concepto de Industria 4.0 procede de la denominada Revolución Industrial Digital, o Cuarta Revolución Industrial centrada en las capacidades autónomas de las máquinas. La capacidad autónoma es sinónimo de inteligencia, por tanto, se puede hablar de capacidades inteligentes de las máquinas capaces de interactuar entre sí y de adaptarse a nuevos escenarios. Para ello se ha establecido que existen una serie de diferentes tecnologías facilitadoras o posibilitadoras como son: Internet de las Cosas (*IoT, Internet of Things*), analítica de datos (*data analytics*), inteligencia artificial (*AI, Artificial Intelligence*), *Machine Learning*, robótica avanzada, visión artificial, procesamiento del lenguaje natural, procesamiento de señales, simulación, etc. con el objetivo de aumentar la productividad, eficiencia y flexibilidad de las máquinas (Brettel, M., Friederichsen, N., Keller, M. K., & Rosenberg, M. (2014)); (Greengard, S. (2021)); (Posada, J et al.) Se trata de reducir costes, no solo con el objetivo de ahorrar, sino de ofrecer soluciones inteligentes que reduzcan la demanda de recursos y de energía (Vijaykumar, S., Saravanakumar, S. G., & Balamurugan, M. (2015, dec)); Wang, S., Wan, J., Li, D., & Zhang, C. (2016), (objetivos 7 y 8 de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)). Las aplicaciones en las que se están aplicando conceptos relativos a esta cuarta revolución industrial van más allá de la propia industria, desplegándose sobre campos como los Puertos (*Smart Ports*), las ciudades (*Smart Cities*), la sanidad (*Smart Health*), el transporte (*Smart Transportation*), y un largo etcétera (Neirotti, P., De Marco, A., Cagliano, A. C., Mangano, G., & Scorrano, F. (2014)), (ODS 3, 11 y 13). Se plantea en este proyecto un acercamiento a problemas donde las distintas tecnologías facilitadoras pueden ser usadas con éxito y con ayuda de la programación y, por tanto, en este caso con los conocimientos adquiridos en la asignatura Fundamentos de Informática de primer curso de los títulos de grado del ámbito de la Ingeniería Industrial. El objetivo general de esta experiencia innovadora es incrementar la motivación y el interés de los estudiantes por la programación en Ingenierías no Informáticas como la Industrial y la Civil. Igualmente motivar a los estudiantes en la innovación y en el uso de tecnologías facilitadoras de la industria



presencia destacada en industrias y se está incrementando a pasos agigantados en la logística y el transporte. Su relevancia irá a más cuando su uso se combine con soluciones de *IoT*, Inteligencia Artificial o Realidad Aumentada. Estos robots incorporan nuevas capacidades con un incremento de sensores y de inteligencia para trabajar sin un supervisor humano y son capaces de trabajar autónomamente y de forma coordinada para automatizar un buen número de tareas logísticas y de producción. Como resultados podemos destacar todo el conjunto de competencias que se han visto reforzadas, tanto competencias técnicas como los conocimientos básicos y específicos de programación, así como ciertas competencias transversales que se han impulsado como la creatividad y el diseño. Como cada grupo presentó sus resultados también se han desarrollado la comunicación oral y escrita. Podríamos dar una lista de las competencias mejoradas con este proyecto: capacidad de análisis y síntesis, capacidad de organización y planificación, comunicación oral y escrita, conocimientos de programación, gestión de datos e información, resolución de problemas, gestión del tiempo, toma de decisiones, trabajo en un entorno formal, habilidades en las relaciones interpersonales, razonamiento crítico, aprendizaje autónomo, creatividad, motivación e iniciativa, entre otras. En esta experiencia, el estudiante tuvo que pasar por una fase previa de aprendizaje de nuevas técnicas. Esta fase es compleja puesto que el estudiante puede sentir que no está desempeñando exactamente aquello que se le va a evaluar en la asignatura. En esta fase, hubo una cierta cantidad de estudiantes que pudieron sentirse desmotivados por la complejidad inicial de los problemas. Es una fase clave, donde debe existir un acompañamiento más continuo por parte de su tutor. Es necesario apuntar dos de las principales dificultades encontradas: i) la dificultad intrínseca de la disciplina para los estudiantes, ii) el poco tiempo libre disponible por el alumnado de primer curso de una Ingeniería que dificulta mucho su participación en proyectos como este. En cualquier caso, se ha conseguido dinamizar el aula, convirtiendo al alumnado en verdaderos protagonistas de su aprendizaje, a la vez que probar que la programación es una herramienta fundamental para la solución de muy diversos problemas del ámbito técnico y científico. El alumnado desarrolla multitud de habilidades favoreciendo un más perfil flexible y versátil al tradicional.



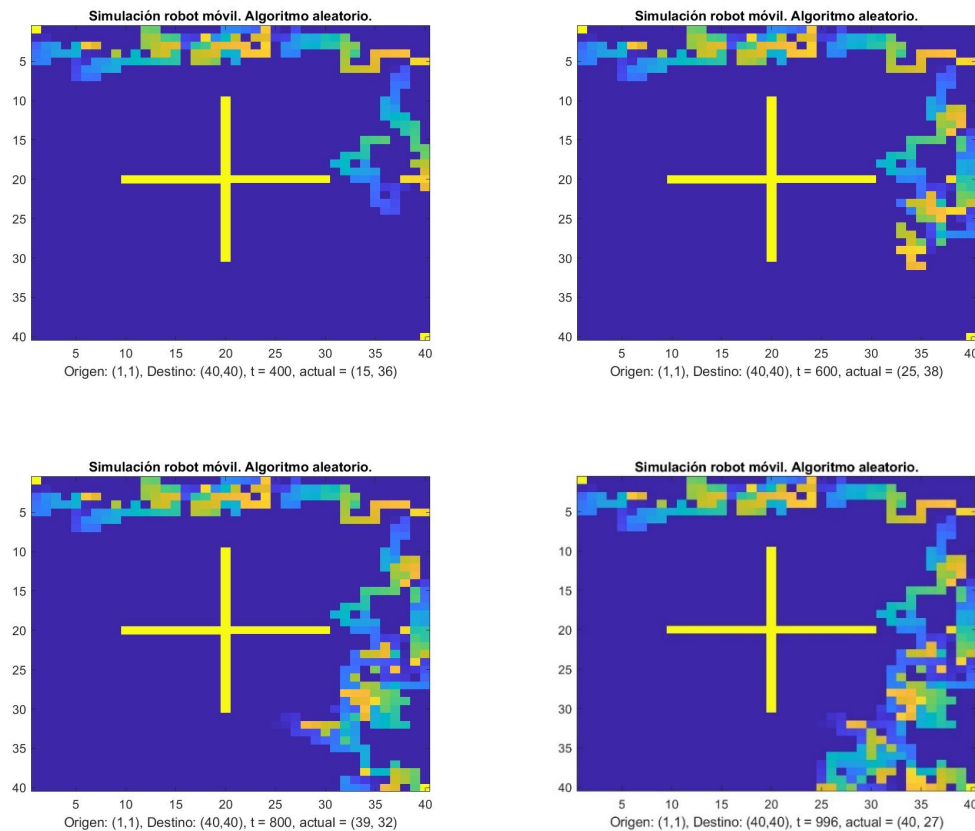


Figura 2: Caso Práctico Simulación y Robótica Autónoma: Robot Móvil.

Trayectoria de un robot móvil con algoritmo aleatorio de un paso en alguna de las 4 direcciones principales para llegar desde un punto origen (1,1) a un destino (40,40) en un entorno con obstáculos. En este caso, inicialmente el espacio de trabajo del robot contiene dos paredes en cruz (obstáculos en amarillo) y después de 1000 unidades de tiempo el robot consigue llegar al destino (fijado inicialmente en el punto (40,40)). La trayectoria del robot se dibuja en distintos colores. El robot se implementa sin memoria y puede pasar por puntos que ya haya pasado.

## 4. Conclusiones

Se desarrollaron dentro de este proyecto de innovación docente una serie de casos prácticos motivadores. Se utilizó MATLAB por su abundancia de funciones de alto nivel. Se formaron equipos de trabajo compuestos por profesores del departamento de Ingeniería Informática, de otros departamentos de Ingeniería, alumnado colaborador y alumnado de la asignatura Fundamentos de Informática de primer curso de los títulos de grado del ámbito de la Ingeniería Industrial. Se buscaron casos que fueran visualmente atractivos con objeto de fomentar el interés del alumnado por la programación. Los casos se han compilado en un curso OCW disponible en <http://ocw.uca.es>. De esta forma, se ha conseguido que el alumnado sea capaz de ver que la innovación industrial se encuentra muy ligada a la programación y que la programación es una gran herramienta para la innovación.

## Agradecimientos

Este trabajo de innovación docente forma parte del Proyecto de Innovación “Programación e Industria 4.0”, código sol-201800112670-tra de la convocatoria de la Universidad de Cádiz del curso académico 2019-2020.

## Referencias

-  [Blanchet, M. \(2014\).](#)  
*Industrie 4.0: the new industrial revolution. how europe will succeed...*
-  [Brettel, M., Friederichsen, N., Keller, M. K., & Rosenberg, M. \(2014\).](#)  
*How virtualization, decentralization and network building chttps://www.overleaf.com/projectchange the manufacturing landscape: An industry 4.0 perspective.*  
World Academy of Science, Engineering and Technology, International Journal of Mechanical, Aerospace, Industrial, Mechatronic and Manufacturing Engineering, 8, 37–44.
-  [Greengard, S. \(2021\).](#)  
*The Internet of Things.*  
The MIT Press.
-  [Neirotti, P., De Marco, A., Cagliano, A. C., Mangano, G., & Scorrano, F. \(2014\).](#)  
*Current trends in smart city initiatives: Some stylised facts.*  
Cities, 38, 25–36.
-  [Posada, J., Toro, C., Barandiaran, I., Oyarzun, D., Stricker, D., de Amicis, R., . . . Vallarino, I. \(2015\).](#)  
*Visual computing as a key enabling technology for industrie 4.0 and industrial internet.*  
IEEE Computer Graphics and Applications, 35(2), 26–40.
-  [Turing, A. M. \(2009\).](#)  
*Computing machinery and intelligence.*  
R. Epstein, G. Roberts, & G. Beber (Eds.). Parsing the turing test: Philosophical and methodological issues in the quest for the thinking computer (pp. 23–65).  
Dordrecht: Springer Netherlands.
-  [Vijaykumar, S., Saravanakumar, S. G., & Balamurugan, M. \(2015, dec\).](#)  
*Unique sense: Smart computing prototype for industry 4.0 revolution with IOT and bigdata implementation model.*  
Indian Journal of Science and Technology, 8(35).
-  [Wang, S., Wan, J., Li, D., & Zhang, C. \(2016\).](#)  
*Implementing smart factory of industrie 4.0: An outlook.*  
International Journal of Distributed Sensor Networks, 12(1), 3159805.