

(C-198)
**DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN DE
INTELIGENCIA AMBIENTAL COMO RECURSO
DOCENTE.**

Juan Antonio López Riquelme

Nieves Pavón Pulido

Juan Suardíaz Muro

Basil M. Al-Hadithi



(C-198) Desarrollo de una aplicación de Inteligencia Ambiental como recurso docente.

Autor/res/ras: Juan Antonio López Riquelme*, Nieves Pavón Pulido**, Juan Suardíaz Muro*, Basil M. Al-Hadithi***.

Afiliación Institucional: *Universidad Politécnica de Cartagena, **Universidad de Huelva, ***Universidad Politécnica de Madrid.

Indique uno o varios de los siete Temas de Interés Didáctico:

- Metodologías didácticas, elaboraciones de guías, planificaciones y materiales adaptados al EEES.
- Actividades para el desarrollo de trabajo en grupos, seguimiento del aprendizaje colaborativo y experiencias en tutorías.
- Desarrollo de contenidos multimedia, espacios virtuales de enseñanza- aprendizaje y redes sociales.
- Planificación e implantación de docencia en otros idiomas.
- Sistemas de coordinación y estrategias de enseñanza-aprendizaje.
- Desarrollo de las competencias profesionales mediante la experiencia en el aula y la investigación científica.
- Evaluación de competencias.

Resumen.

En este trabajo se presenta un proyecto de investigación en docencia universitaria que acerca el concepto emergente de Inteligencia Ambiental a los estudiantes de una asignatura de segundo ciclo de la titulación de Ingeniería Informática denominada Nuevas Tecnologías de la Información, impartida en la Universidad de Huelva. Para ello, los estudiantes deben desarrollar un trabajo práctico que pueda utilizarse en otras asignaturas como herramienta docente.

El proyecto consigue, por tanto, un doble objetivo: que los alumnos trabajen sobre un caso real que sirva además como herramienta docente para otras materias, tanto en la Universidad de Huelva como en las universidades a las que pertenecen los miembros del equipo que solicitaron el proyecto, es decir, la Universidad Politécnica de Cartagena, la Universidad de Sevilla y la Universidad Politécnica de Madrid.

Keywords: Innovación, Redes de Sensores Inalámbricos, Nuevas Tecnologías de la Programación, Proyecto Fin de Carrera.

Abstract.

This work describes a research project focused on teaching innovation. In this project, future Computer Science engineers (from the University of Huelva), address an interesting emergent issue: Ambient Intelligence, in the subject New Programming Trends. The students have to carry out a practice work that will be used by other students as a learning tool in other subjects.

Therefore, the project achieves two significant objectives: students face a real problem and the solution can be used in

other matters, both at the University of Huelva and at the rest of universities which the project applicants belong to, specifically at the Polytechnic University of Cartagena, at the University of Seville and at the Polytechnic University of Madrid.

Introducción y objetivos.

En la Universidad de Huelva se está haciendo un notable esfuerzo en innovación docente a través de la concesión anual de ayudas para la realización de proyectos de investigación en docencia universitaria.

Durante el curso 2010-2011 se han desarrollado diversos proyectos que implican no sólo a la Universidad de Huelva sino a otros centros universitarios, tanto a nivel nacional como internacional, con el fin de transferir los resultados obtenidos mediante la creación de equipos de innovación docente multidisciplinares.

Este trabajo describe uno de estos proyectos desarrollado por un equipo multidisciplinar en áreas tan diversas como las nuevas tecnologías de la programación, las redes inalámbricas de sensores y los sistemas de control inteligente. Las universidades participantes son: la Universidad de Huelva (coordinación), la Universidad Politécnica de Cartagena, la Universidad de Sevilla y la Universidad Politécnica de Madrid.

Durante los últimos cursos académicos, el equipo de innovación perteneciente a la Universidad de Huelva ha desarrollado un laboratorio virtual basado en un robot de servicio real para llevar a cabo tareas docentes (incluyendo proyectos fin de carrera), y de investigación [1].

Fundamentalmente, en el ámbito educativo, el laboratorio se ha utilizado en la asignatura de Programación Concurrente de segundo curso del primer ciclo de Ingeniería Técnica en Informática (especialidades de Sistemas y Gestión).

Los buenos resultados obtenidos en la mejora de las competencias desarrolladas por los estudiantes han despertado interés en varios equipos docentes de otras universidades por lo que durante el curso 2010-2011 se ha propuesto la realización conjunta de un laboratorio de prácticas que permite el diseño e implementación de una herramienta educativa aplicable a diversas asignaturas de diferentes titulaciones. Los encargados de diseñar, implementar y probar la herramienta son dos alumnos de proyecto fin de carrera y el conjunto de estudiantes matriculados en la asignatura Nuevas Tecnologías de la Programación que se imparte en el 5º curso de Ingeniería Informática en la Universidad de Huelva. De este modo, el alumnado adquiere un compromiso con su propio trabajo ya que la finalidad del mismo es que sea utilizado por otros estudiantes.

La Inteligencia Ambiental [2] ha sido el tema seleccionado para el diseño e implantación de este laboratorio, ya que se trata de una tecnología emergente que permite que grupos docentes heterogéneos colaboren activamente para desarrollar una misma herramienta educativa válida en diversas asignaturas que tratan aspectos tan distintos como las redes inalámbricas de sensores [3], los sistemas de control inteligentes o las nuevas tecnologías de la programación, entre otros.

Concretamente, la Inteligencia Ambiental permite que los ciudadanos interactúen con pequeños dispositivos electrónicos conectados entre sí de una forma novedosa. Estos dispositivos colaboran para proporcionar servicios distribuidos a los usuarios de modos muy diversos en ámbitos tan diferentes, como el hogar, el trabajo o durante el tiempo de ocio, mejorando la calidad de vida de las personas. También se pueden encontrar ejemplos de aplicación en otros campos, como la vigilancia, la agricultura o el cuidado de enfermos.

En los últimos años, las redes inalámbricas de sensores y actuadores se han posicionado como una tecnología novedosa que resuelve favorablemente ciertas desventajas que presentaban las instalaciones de monitorización cableadas. Por tanto, dichas redes están siendo muy utilizadas en estos casos de estudio y resulta interesante que los estudiantes adquieran conocimientos en este ámbito, bien a través de modificaciones en los planes de estudio vigentes, o a través de actividades complementarias como las que se han propuesto en el proyecto de investigación en docencia universitaria cuyas líneas básicas de desarrollo se describen en este trabajo.

Líneas básicas de actuación definidas en el proyecto de innovación.

El proyecto de innovación solicitado se ha construido en torno a la asignatura Nuevas Tecnologías de la Programación.

Para ello, los estudiantes de dicha asignatura han colaborado en el diseño e implementación de un conjunto de aplicaciones remotas que pueden servir como herramienta docente en otras asignaturas no necesariamente relacionadas con la Ingeniería Informática.

Por ejemplo, las herramientas desarrolladas pueden utilizarse en Domótica o en Agricultura de Precisión, por ejemplo, manteniendo el esquema básico de la aplicación e insertando dicha aplicación en un curso virtual web con los contenidos específicos de la materia en cuestión.

A la hora de seleccionar el problema a resolver por los alumnos de Nuevas Tecnologías de Programación, se ha optado por el concepto de Inteligencia Ambiental, ya que para desarrollar adecuadamente las aplicaciones relacionadas con los sistemas ubícuos se requiere la integración de elementos hardware y software. Concretamente, el desarrollo de una arquitectura distribuida para este tipo de sistemas es un elemento crucial y supone la aplicación de técnicas novedosas de programación para llevar a cabo la implementación eficaz de los componentes que forman parte de la misma.

A través de este proyecto se ha conseguido acercar este concepto a los estudiantes de Nuevas Tecnologías de la Programación, ya que se ha propuesto el desarrollo de un trabajo práctico aplicado a un caso real de estudio reutilizable posteriormente en otras asignaturas como herramienta docente, en concreto, se ha previsto su aplicación en las asignaturas siguientes:

- Diseño de Circuitos y Sistemas Electrónicos e Instrumentación Electrónica, dentro del plan de estudios de Ingeniería Técnica Industrial, impartido en la Universidad Politécnica de Madrid.
- Tendencias en el diseño de sistemas Electrónicos y Electrónica Industrial, impartidas en la Universidad Politécnica de Cartagena.

De este modo, los alumnos contribuyen no sólo en su formación, sino que se integran en un sistema de mejora docente de otras asignaturas mediante la reutilización de su trabajo. Esto fomenta el interés del alumnado, no sólo por adquirir las competencias básicas propuestas en la guía docente de la asignatura sino también otras competencias que permiten el desarrollo de aptitudes tales como la responsabilidad, la capacidad de trabajo en equipo y la valoración del propio trabajo.

Por otra parte, el soporte hardware y la programación de bajo nivel se ha resuelto mediante el desarrollo de dos proyectos fin de carrera, uno realizado en la Universidad de Huelva y el otro en la Universidad Politécnica de Cartagena, lo que demuestra que diversos equipos docentes con estudiantes que necesitan adquirir competencias distintas pueden colaborar, complementarse y coordinarse de un modo fructífero.

Metodología.

Como se ha comentado en el apartado anterior, la Inteligencia Ambiental proporciona numerosos casos de estudio útiles. Concretamente, el caso real que se ha propuesto consiste en el desarrollo de una interfaz remota que permita controlar el riego y mantenimiento de una planta por control remoto.

El sistema hardware está formado por un conjunto de dispositivos inalámbricos (motes) que cooperan entre sí para proporcionar información sobre el estado del sistema y permite activar el riego cuando el usuario remoto lo indica (ver Figura 1). La arquitectura del sistema distribuido se implementa utilizando tres niveles:

- Nivel de comunicación: Una aplicación se comunica con el mote sumidero a través de un puerto serie virtual. El mote sumidero se encarga de distribuir y recoger los datos provenientes del conjunto de motes trabajadores que componen el sistema. Los datos proporcionados por y hacia el mote sumidero se reciben y envían usando los puertos definidos en la biblioteca middleware de código abierto YARP (Yet Another Robotic Platform) [4].
- Nivel proxy o representante: Un cliente recibe los datos del nivel de comunicación usando la biblioteca middleware YARP y los almacena adecuadamente en una base de datos para su posterior recuperación o los envía nuevamente a través de la red YARP. Las consignas se pueden recibir a través de YARP o mediante un fichero de texto actualizado con dichas consignas.
- Nivel de aplicación remota: Una aplicación remota interactúa con el cliente, bien a través de la red YARP o mediante el acceso a la base de datos actualizada en el nivel proxy.

Las aplicaciones del último nivel pueden insertarse fácilmente en un curso virtual utilizado como herramienta de formación en diversas asignaturas. Por ejemplo, un estudiante de una asignatura de Redes Inalámbricas de Sensores puede estudiar los contenidos correspondientes a la materia y visualizar un ejemplo real de aplicación de estos dispositivos. Por otro lado, un/a alumno/a de una asignatura de Informática Aplicada a la Ingeniería Agraria tiene la posibilidad de utilizar el sistema real para estudiar cómo se aplica la tecnología al mantenimiento preciso de los cultivos.

El alumnado de la asignatura se ha dividido en grupos de trabajo y cada equipo ha seleccionado un esquema de diseño software distribuido para desarrollar el nivel de aplicación remota:

- Esquema de comunicación basado en Microsoft .Net.
- Esquema de comunicación basado en la biblioteca middleware de código abierto YARP (Yet Another Robotic Platform).
- Esquema de comunicación basado en HTML, Javascript y PHP.

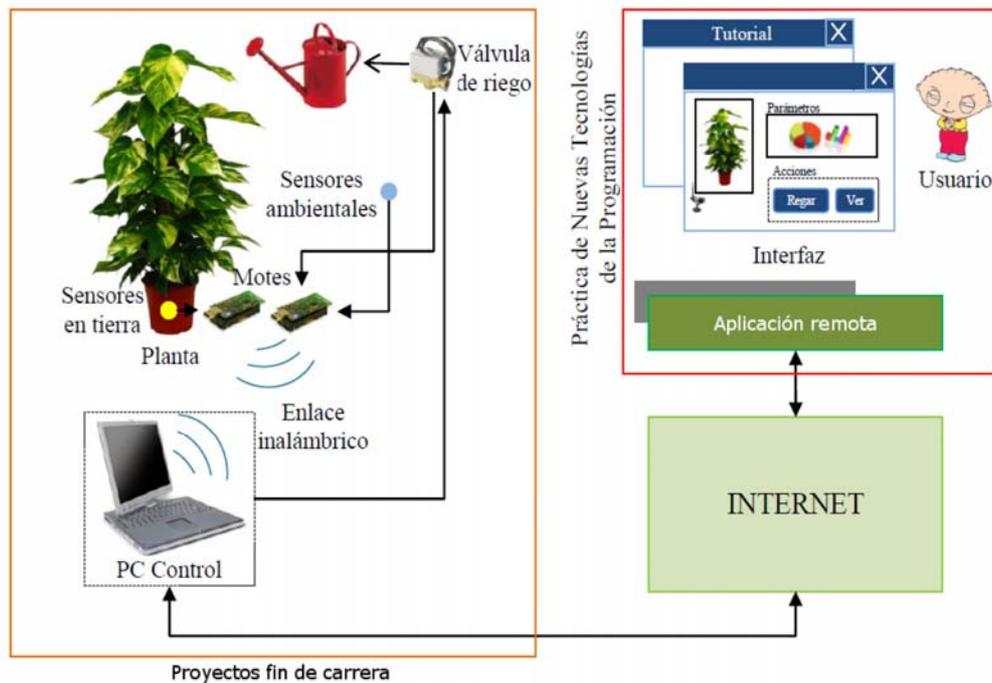


Figura 1. Esquema global de la aplicación a desarrollar por los alumnos.

Los niveles de comunicación y proxy se han desarrollado en el contexto de un proyecto fin de carrera realizado por un alumno de la Universidad de Huelva que ha obtenido una beca para colaborar con el proyecto de innovación.

La adecuación electrónica de los componentes hardware que componen el sistema se ha llevado a cabo en la Universidad Politécnica de Cartagena en el ámbito de otro proyecto fin de carrera.

La Figura 2 muestra los hitos relevantes del proyecto en una línea temporal.

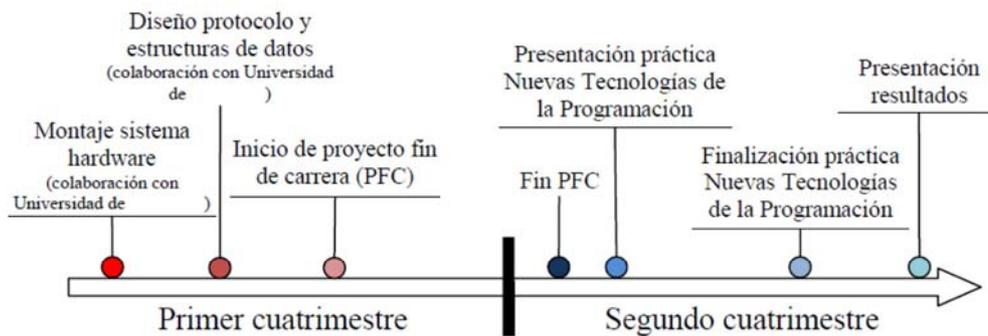


Figura 2. Representación gráfica de los hitos relevantes del proyecto

Resultados y competencias adquiridas por el alumnado.

Desde un punto de vista didáctico se ha conseguido un doble objetivo. Por un lado, los estudiantes que realizan los proyectos fin de carrera aplican los conceptos teórico-prácticos aprendidos durante su proceso de formación. El trabajo sobre un caso real les permite no sólo asimilar más profundamente los contenidos adquiridos durante la carrera sino que también les acerca a un trabajo semejante al que podrían desarrollar en el mundo empresarial.

Por otra parte, en el caso de la asignatura Nuevas Tecnologías de la Programación los alumnos han desarrollado las competencias exigidas en la guía ECTS de la asignatura, así como otras competencias que necesitarán en un entorno empresarial.

El esquema docente seguido tras poner en práctica el proyecto de innovación objeto de este artículo ha proporcionado los siguientes resultados.

- El trabajo práctico realizado en la asignatura Nuevas Tecnologías de la Programación ha permitido evaluar de forma continua el esfuerzo del alumnado y el trabajo en equipo.
- Se ha desarrollado un conjunto de aplicaciones remotas que interactúan con una red de sensores inalámbricos en tareas de monitorización. Dichas aplicaciones pueden utilizarse junto con tutoriales adaptados para que el sistema de riego pueda utilizarse como ejemplo en diferentes asignaturas.
- Los alumnos han tenido que cumplir un conjunto de especificaciones para que las aplicaciones desarrolladas tanto en la asignatura como en los proyectos fin de carrera sean compatibles. En este punto, los estudiantes han aprendido el valor del trabajo en equipo y la responsabilidad que ello conlleva en cuanto al cumplimiento de plazos y la necesidad de ofrecer productos finales que satisfagan los objetivos planteados.
- Los estudiantes han afianzado los conocimientos aprendidos en las sesiones teóricas y son conscientes de la importancia de un adecuado proceso de Ingeniería del Software que asegure la calidad y confiabilidad del software en un contexto distribuido.

Con el fin de analizar el resultado de la aplicación del proyecto de innovación desde el punto de vista de los estudiantes, se ha utilizado una encuesta que han realizado, voluntariamente, 7 de los 15 alumnos matriculados en la asignatura.

El contenido de la encuesta se describe en la Tabla 1. Como puede observarse, se han planteado varias cuestiones generales y específicas acerca de la organización de la asignatura y del desarrollo de la actividad planteada en el proyecto de innovación. Además se ha permitido la posibilidad de que los propios alumnos analicen y valoren el conjunto de competencias que a su juicio han adquirido durante el curso. La Figura 3 muestra las puntuaciones de los estudiantes a cada cuestión planteada usando una calificación entre 0 y 10, donde 0 significa *Nada de acuerdo* y 10 *Muy de acuerdo*. Obsérvese que los estudiantes han valorado, en media, la cuestión 1 con más de 6 puntos, lo que demuestra que la actividad ha despertado interés incluso para aquellos alumnos menos interesados en el contexto de la Ingeniería Informática de Sistemas.

Cuestión	Número
Puntúa globalmente la actividad realizada.	1
La asignatura resulta interesante y he aprendido cosas nuevas que no he estudiado en la carrera.	2
Valoro más el trabajo en equipo y considero que es necesario en el desarrollo de prácticas de envergadura.	3
No conocía el concepto de Inteligencia Ambiental pero el trabajo ha despertado mi interés.	4
Creo que lo que he aprendido en la asignaturas de Nuevas Tecnologías de la Programación es útil en el ámbito laboral.	5
COMPETENCIAS ADQUIRIDAS	
Mejora de la capacidad de trabajo en equipo.	6
Mejora en las habilidades relacionadas con el diseño de software en general.	7
Mejora de las habilidades relacionadas con el diseño de software específico en entornos distribuidos.	8
He aprendido nuevos lenguajes de programación.	9
He aprendido nuevos frameworks de desarrollo de aplicaciones.	10
Me he acercado al concepto de middleware.	11
Capacidad de análisis y síntesis.	12
Capacidad de organización y planificación.	13
Aumento del sentido de la responsabilidad.	14

Tabla 1.

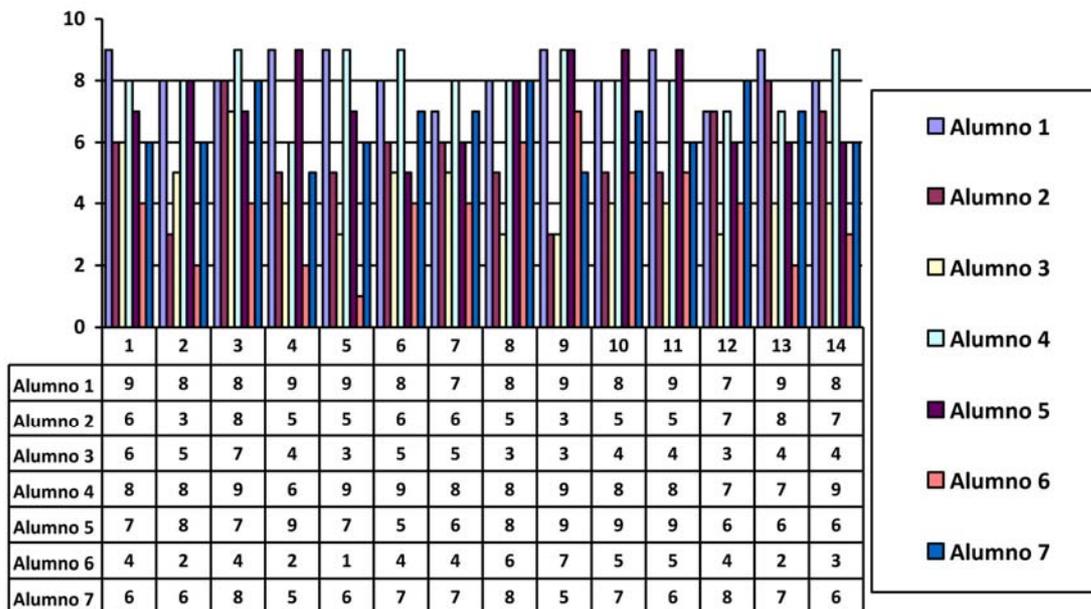


Figura 3. Puntuaciones ofrecidas por cada alumno a la encuesta planteada.

Conclusiones.

Tras analizar lo expuesto en las secciones anteriores se puede concluir que:

- Es posible llevar a cabo una correcta coordinación entre equipos de profesores de distintas universidades para conseguir una herramienta educativa que facilite las labores docentes en asignaturas tan diversas como Nuevas Tecnologías de la Programación, Redes Inalámbricas de Sensores o Informática aplicada a la Ingeniería Agraria.
- Los alumnos no sólo se benefician de la aplicación de sus conocimientos teóricos en un contexto práctico real, sino que además contribuyen en la generación de instrumentos que facilitan la labor docente y el aprendizaje de otras asignaturas.
- Los estudiantes pueden desarrollar habilidades relacionadas con la comunicación entre compañeros, la adecuación a los requerimientos de un problema complejo y la interacción en un ámbito similar al que encontrarían en el mundo laboral.
- El diseño del sistema distribuido para la monitorización de los dispositivos electrónicos del sistema de control de riego y las aplicaciones de acceso remoto a dicho sistema son reutilizables como ejemplos didáctico para posibles cursos sobre Inteligencia Ambiental.

Bibliografía y Referencias.

- [1] Pavón N.; Ferruz J.; "BENDER 3.0, una Plataforma Robótica Remota para Aplicaciones Docentes: Aplicación a Programación Concurrente". Revista Iberoamericana de Automática e Informática Industrial (RIAI). CEA-IFAC, Vol. 7, Núm. 1, Enero 2010, 54-63.
- [2] Hagra, H.; Callaghan, V.; Colley, M.; Clarke, G.; Pounds-Cornish, A.; Duman, H.; Creating an ambient-intelligence environment using embedded agents. IEEE on Intelligent Systems. Vol 19, Num 6, 12-20.
- [3] Akyildiz, I.F., Su, W., Sankarasubramanian, Y., Cayirci, E., 2002. "Wireless sensor networks: a survey". Comput. Networks 38, 393-422.
- [4] Manual oficial del middleware YARP. <http://eris.liralab.it/yarp/specs/dox/min/latex/refman.pdf>