

EL USO DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN COMO MATERIAL DOCENTE

Felipe Pedro Álvarez Rabanal, Mar Alonso-Martínez, Juan José del Coz Díaz, Alfonso Lozano Martínez-Luengas y Francisco José Suárez Domínguez

Universidad de Oviedo, España

alvarezfelipe@uniovi.es

alonsomar@uniovi.es

juanjo@constru.uniovi.es

alozano@uniovi.es

fransd@uniovi.es

Resumen

En este trabajo se explica el uso de los resultados de proyectos de investigación como herramienta para el profesorado como material docente. Actualmente, los docentes se implican en proyectos de investigación en los que se obtienen importantes avances y conocimientos que se divulgan por medio de artículos y conferencias. Los autores de este artículo utilizan los proyectos de investigación como material docente que aportará importantes ventajas al sistema. A través de un ejemplo práctico sobre estudiantes del Área de Ingeniería de la Construcción de diferentes titulaciones técnicas, en este artículo se identifican las ventajas y utilidades de estas herramientas.

Palabras clave: Construcción Sostenible; Proyectos de investigación; Docencia; Transferencia de conocimientos; Sesiones prácticas.

THE USE OF RESEARCH PROJECTS AS TEACHING MATERIAL

Abstract

The aim of this work is to show the use of research projects as teaching materials. Currently, lecturers develop research projects whose results are important contributions for science and industry. Knowledge from results of research projects are published by papers and conferences. The authors of this paper used the knowledge from research works to teach at the University in Construction and Civil majors. A practical example used in the Construction Engineering Area provides the advantages of this use.

Keywords: Sustainable construction; Research Projects; Teaching; Knowledge Transfer; Workshop.

Introducción

En la actualidad, los docentes universitarios se encuentran involucrados en multitud de proyectos de investigación en los que además de especializarse, contribuyen a la ciencia y la tecnología. A pesar de que habitualmente los resultados obtenidos en estos proyectos de investigación se divulgan a través de artículos de investigación y conferencias, existe un gran vacío de comunicación entre la actividad investigadora del personal docente y el material didáctico impartido en las aulas (Sancho Gil, 2001). Los autores de este trabajo utilizan los resultados de los proyectos como herramientas para la mejora del material docente.

La transferencia de conocimiento procedente de proyectos de investigación a la docencia posee importantes ventajas. En primer lugar, el alumno tiene acceso a las tecnologías más innovadoras, lo que le permite conocer técnicas, metodologías y productos que, en muchos casos, se encuentran en la frontera del conocimiento. En segundo lugar, el contenido impartido en las diferentes asignaturas posee una alta calidad, en muchos casos avalada por publicaciones internacionales, a las que el alumno tiene acceso de manera exclusiva diferenciando la titulación respecto a otras equivalentes impartidas en otras universidades. En tercer lugar, se ha comprobado que durante el proceso de aprendizaje de conceptos innovadores el alumno se encuentra mucho más motivado (Vázquez, 2009). En cuarto y último lugar, el profesorado es capaz de realizar clases de gran calidad puesto que explica los resultados de sus propios proyectos de investigación.

En este artículo, se explica, mediante un caso práctico, el proceso de transferencia de conocimientos procedentes de proyectos de investigación a alumnos de diferentes niveles de estudios de titulaciones superiores. Este estudio se engloba en el campo de la Ingeniería de la Construcción, concretamente en la construcción sostenible e industrializada. Esta mejora docente se aplicará a estudiantes de 3^{er} y 4^o de varios Grados de Ingeniería y a un curso Máster de Ingeniería Industrial. El profesorado utiliza los resultados de uno de sus proyectos de investigación sobre la construcción de fachadas vegetales ventiladas de manera modular e industrializada, un elemento

constructivo sostenible que posee importantes ventajas respecto a los cerramientos tradicionales. Los resultados obtenidos, así como las principales actividades realizadas, los contratiempos, la explicación de los hitos del proyecto y las aplicaciones del producto obtenido, entre otros, se transmiten al alumno en las sesiones prácticas de las correspondientes asignaturas. Asimismo, en este caso en concreto, existe un laboratorio experimental que el alumno puede visitar y comprender in situ.

La evaluación de las sesiones prácticas se realiza mediante test escritos que el alumno completa a través de la aplicación Moodle de la Universidad de Oviedo “Campus Virtual”. Los resultados obtenidos denotan un alto índice de satisfacción del alumnado, el cual se encuentra muy motivado por la novedad de los conocimientos impartidos, aportando una calidad añadida al curso.

1 Descripción de la metodología

El uso de los proyectos de investigación como material docente se aplica, principalmente a clases prácticas por dos motivos principales.

En primer lugar, se persigue que el alumno interactúe en profundidad con el desarrollo del proyecto y sus resultados. En las clases prácticas el alumno posee más tiempo para el trabajo autónomo y cooperativo (Palazón-Pérez et al., 2011), y el profesor no posee tanto protagonismo. Asimismo, el alumno puede conocer, en función del tipo de proyecto y en base a lo que el profesor les permita, cómo investigar, cómo se desarrolla un proyecto de investigación y qué resultados y conclusiones se obtienen, es decir, un enfoque de enseñanza basado en la solución de problemas (Bará, 2000). Este aspecto, se considera muy importante en la etapa final de Grado y Máster, puesto que algunos de esos estudiantes podrán ser investigadores a corto o medio plazo.

En segundo lugar, las clases prácticas son aquellas en las que el número de alumnos es más reducido, y por ello es factible una mayor participación activa del alumno. Desde el punto de vista del alumno y de su grado de involucración con la clase, se ha

comprobado que este se incrementa a medida que se reduce el número de alumnos por clase.

Respecto a la selección del proyecto de investigación utilizado para impartir las clases prácticas, es necesario considerar varios factores, tales como la adecuación del proyecto de investigación a la materia a impartir y el nivel del alumnado, el cual puede condicionar la obtención de resultados satisfactorios. A continuación, se recomiendan algunos aspectos a considerar a la hora de seleccionar el proyecto de investigación:

- El proyecto debe estar relacionado con la materia impartida en las clases expositivas de la asignatura. Se recomienda que al menos uno de los temas principales del temario se encuentre directamente relacionado con la temática principal del proyecto de investigación. Este aspecto suele suscitar en el alumno un interés añadido al ser para él una ayuda que puede complementar su estudio.
- Se recomienda que el proyecto sea reciente, con el fin de que la transferencia de conocimiento se encuentre lo más cercana posible al límite del conocimiento. De este modo, el estudiante puede acceder a material exclusivo y novedoso que le hará diferenciarse de otras titulaciones e instituciones.
- Es preferible que el proyecto haya finalizado, de manera que el docente e investigador pueda exponer la problemática surgida a lo largo del proyecto, las medidas adoptadas a lo largo del mismo y las principales conclusiones obtenidas. El profesor tendrá una visión global de todo el proyecto, y será esta idea ya madurada la que transmitirá al alumno.

Una vez seleccionado el proyecto de investigación, se debe organizar la materia que se va a impartir y que metodología se va a utilizar. Es importante simplificar y/o adaptar el proyecto de investigación al nivel de aprendizaje del grupo de alumnos, identificar tanto los conocimientos a transmitir como la aportación del alumno durante la clase y, finalmente, determinar el método de evaluación que se llevará a cabo.

Adicionalmente y, siempre y cuando sea posible, es interesante que el alumno visite las instalaciones en las que se llevaron a cabo las investigaciones (Justo y Távora, 2014). En aquellos casos en los que el proyecto conlleve la ejecución de ensayos, la elaboración de prototipos, la realización de pruebas, etc. es recomendable que el alumno visite el lugar de las pruebas y compruebe que los conocimientos impartidos son reales y cercanos.

Finalmente, el profesorado del área de Ingeniería de la Construcción de la Universidad de Oviedo ha comprobado que la transmisión al alumno de resultados de proyectos de investigación, así como los elementos de divulgación científica tales como artículos, conferencias, patentes, etc. causan entre los estudiantes gran interés. Tanto es así, que muchos de ellos realizan su trabajo fin de grado o máster orientados a la investigación en colaboración con nuestra Área de Conocimiento.

2 Aplicación: caso práctico

En este apartado se describe el uso de un proyecto de investigación llevado a cabo por el Área de Ingeniería de la Construcción de la Universidad de Oviedo, como material docente para clases prácticas de varios niveles de enseñanza en diferentes ingenierías.

2.1 Descripción del proyecto de investigación

El objetivo de este trabajo es conseguir los máximos beneficios ambientales integrando la vegetación en las construcciones con el objetivo de disminuir el efecto isla de calor en zonas de alta densidad urbana. Para ello se utiliza un sistema de fachada vegetal ventilada industrializada que disminuye los niveles de CO₂ en el entorno y mejora sustancialmente el comportamiento bioclimático en las edificaciones y su entorno de un modo sostenible. Para alcanzar los objetivos de este proyecto se planteó construir un demostrador sobre el que se pudiesen ejecutar e instrumentar los diseños

desarrollados en el proyecto. Este demostrador ha permitido realizar pruebas térmicas y acústicas para caracterizar las fachadas vegetales ventiladas industrializadas en condiciones exteriores no controladas. Para completar este estudio, se realizaron modelos numéricos que han permitido simular y optimizar el problema térmico de las fachadas vegetales diseñadas.

A continuación se enumeran los principales objetivos de este proyecto:

Objetivos globales del proyecto

- 1) Estudio de los vegetales más apropiados para su aplicación en fachadas vegetales ventiladas.
- 2) Estudio del comportamiento térmico y acústico, teniendo en cuenta la influencia del crecimiento de la planta.
- 3) Estudio numérico del problema.
- 4) Optimización numérica del problema y validación experimental.

Objetivos científicos del proyecto

- 1) Profundizar en el estudio teórico del problema térmico y acústico.
- 2) Implementación de las ecuaciones acopladas en programas de análisis FEM y MVF.
- 3) Modelización numérica del problema de transferencia de calor y de aislamiento acústico.

- 4) Abordar métodos numéricos de optimización del problema térmico y acústico en elementos porosos.

Objetivos tecnológicos del proyecto

- 1) Desarrollo de nuevos productos de uso masivo en construcción, integrados con cubiertas vegetales.
- 2) Determinar procedimientos de ensayo para la obtención de las propiedades térmicas y acústicas de los cerramientos vegetales.

Entre los principales resultados de este proyecto se encuentran:

- 1) Se desarrollaron modelos matemáticos de elementos finitos que modelizan los problemas térmicos de las nuevas fachadas desarrolladas.
- 2) Se modeló el conjunto de la fachada vegetal ventilada considerando la ley de crecimiento de las plantas seleccionadas.
- 3) Se seleccionó la especie vegetal más apropiada para cada fachada construida considerando las diferentes orientaciones de cada una de ellas y la climatología de la zona.
- 4) Se desarrolló un demostrador, denominado “Green Cross Lab”, en base a módulos industrializados con fachadas orientadas a cada uno de los cuatro puntos cardinales. En esta instalación se pueden llevar a cabo ensayos térmicos y acústicos para caracterizar las fachadas vegetales ventiladas en condiciones exteriores reales.



Figura 1. Demostrador “Green Cross Lab” en base a módulos industrializados.

El proyecto fue desarrollado entre el año 2010 y el año 2012 por el grupo de investigación GICONSIME (Grupo de Investigación en Construcción Sostenible, Simulación y Ensayo) de la Universidad de Oviedo, liderado por el catedrático del Área de Ingeniería de la Construcción Juan José del Coz Díaz.



Figura 2. Fachadas vegetales en función de su orientación geográfica.

2.2 Descripción de las titulaciones

El proyecto de investigación anteriormente descrito se emplea como recurso para impartir sesiones prácticas de 3 asignaturas, de 3 titulaciones distintas y 3 niveles diferentes, todas ellas impartidas por el Área de Ingeniería de la Construcción de la Universidad de Oviedo.

A continuación se describe brevemente cada una de ellas y la parte del temario al que se adecua el proyecto de investigación:

- **Construcción.** *Asignatura obligatoria de 3º de Grado en Ingeniería de Recursos Mineros y Energéticos.* En esta asignatura el alumno adquiere los conocimientos y las capacidades necesarias para realizar labores de diseño e ingeniería básica de construcciones y plantas industriales. En esta asignatura se persigue, entre otros, que el alumno adquiera nociones básicas sobre los principales elementos de construcción, así como sobre posibles soluciones constructivas que puedan darse en el entorno industrial y/o minero. En este contexto, durante las diferentes sesiones se concientia al alumnado de la importancia de la sostenibilidad en la construcción, por lo que el uso de fachadas vegetales encaja perfectamente en la materia impartida en la asignatura.
- **Edificación.** *Asignatura optativa de 4º de Grado en Ingeniería Civil.* En esta asignatura de último curso se persigue que el alumno obtenga una visión global sobre diferentes aspectos relacionados con la edificación, tanto industrial como residencial. Los principales contenidos objeto de estudio son, entre otros, el uso de la madera como material de construcción, montaje de estructuras de madera o de acero, puesta en obra del hormigón, elementos prefabricados y construcciones modulares, cubiertas, bio-construcción y edificaciones de consumo casi nulo. Las fachadas vegetales ventiladas e industrializadas son una solución constructiva que se adecua a varios de los contenidos de la asignatura y por ello, el estudio de las mismas en las sesiones prácticas resulta útil para los estudiantes.

- **Construcciones Industriales.** *Asignatura de Máster en Ingeniería Industrial.* En esta asignatura se abordan conceptos avanzados para el diseño y análisis de elementos estructurales, ejecución y control de obras de construcción, entre otras competencias. En relación a este temario, se imparten sesiones de construcción sostenible en las que se incorporan biomateriales, materiales sostenibles, y elementos constructivos eficientes y renovables en la construcción industrial más tradicional, es decir, se le inculca al alumno una nueva filosofía de construcción industrial incorporando criterios de sostenibilidad.

2.3 Transferencia de conocimiento a diferentes niveles: diferenciación y calidad

El proyecto de investigación que descrito en el apartado 2.1. es utilizado en las tres asignaturas detalladas en el apartado 2.2. desde diferentes puntos de vista. A cada una de las titulaciones se adaptan los conocimientos adquiridos a través del proyecto de investigación y a continuación se describe el uso de este proyecto concreto a 3 titulaciones diferentes.

2.3.1 Construcción en Grado en Ingeniería de Recursos Mineros y Energéticos

En primer lugar, en la asignatura de Construcción se persigue identificar la importancia de la construcción sostenible. El objetivo principal es dar a conocer un sistema constructivo para fachadas que es para el estudiante desconocido, con el fin de aportarle nuevos recursos y llevar a cabo una cierta labor de concienciación. La importancia de la construcción sostenible es, hoy en día, un concepto que se debe inculcar a las futuras generaciones de ingenieros. Por este motivo, en una sesión práctica de esta asignatura se explica a los estudiantes los conceptos básicos de construcción sostenible, qué es, por qué es importante, en qué repercute, cuánto cuesta, etc. Todos estos conocimientos han sido asimilados por el investigador y docente durante el desarrollo del proyecto de investigación, y son por tanto algo muy conocidos por él. Posteriormente, se explica un ejemplo claro de construcción sostenible como son las fachadas vegetales ventiladas desarrolladas en el proyecto. Asimismo, se les muestra

a los alumnos los resultados obtenidos en el proyecto y las principales conclusiones. En este sentido, cobra vital importancia identificar la eficiencia energética de este tipo de cerramientos, así como las situaciones en las que se ha verificado que este sistema constructivo no es útil. Es importante aportar al estudiante una visión realista de buenas y malas prácticas, transmitiéndole no sólo los éxitos alcanzados en el proyecto sino que también los fracasos del mismo.

En segundo lugar, una vez finalizada la clase expositiva, se organiza una visita a los laboratorios reales en los que el estudiante puede comprobar la aplicación del sistema in situ. En esta asignatura, cobra vital importancia la concienciación del alumno, la muestra de una nueva metodología constructiva y la aportación de un recurso eficiente, novedoso y diferenciador. Además de las instalaciones, el docente le transmite el esfuerzo necesario para alcanzar los resultados del proyecto y aquellos elementos de divulgación que son a la vez, indicadores de calidad: publicaciones en revistas científicas indexadas, premios o reconocimientos en prensa, patentes, conferencias, congresos, etc (Álvarez Rabanal et al., 2013 y Alonso-Martínez et al., 2014). Esto hace que el alumno valore la diferenciación del proyecto, cree interés en la mayoría de los estudiantes y, en general, el docente quede satisfecho con la transmisión y divulgación del conocimiento y el reconocimiento del alumnado.

Finalmente, en esta asignatura se planifica una sesión más de prácticas relacionada con el proyecto de investigación mediante el uso de un software de elementos finitos. En esta sesión se plantea a los estudiantes un problema de eficiencia térmica en base a la transmitancia térmica obtenida en las fachadas vegetales ventiladas. Con esta técnica, se transmite al alumno la utilidad de dicho software, así como la importancia del análisis numérico, cerrando de esta manera el círculo de la transmisión de conocimiento a través del proyecto de investigación.

2.3.2 Edificación en Grado en Ingeniería Civil

En primer lugar, en esta asignatura se persigue transmitir al alumno la necesidad de construir “bien” y “diferente”, tratando de inculcar el concepto de construcción sostenible. Entre otros, se imparten conceptos de bio-construcción, así como de ejecución de elementos constructivos tradicionales, montajes y puesta en obra de los mismos. En uno de los seminarios se explica el proyecto de investigación seleccionado, se exponen los materiales utilizados (bloques de hormigón ligero, paneles sándwich, vegetales, etc.), las características de los mismos y las ventajas e inconvenientes de su uso en obra de construcción.

En segundo lugar, se realiza un análisis teórico de la eficiencia energética de cada una de las fachadas ejecutadas. Para ello, se toman datos reales del proyecto de investigación adquiridos mediante una estación meteorológica, un medidor de radiación solar y varios sensores exteriores de temperatura y humedad colocados sobre la fachada. Asimismo, se adquieren también los valores de humedad y temperatura en la superficie interior de la fachada y se controla la calefacción en el interior del laboratorio, que se encuentra perfectamente aislado para que la transmisión de calor sea mayoritariamente a través de las fachadas. Con estos datos, se muestra al estudiante como manejar la normativa vigente actual para cálculo de eficiencia energética y se aplica, dicha legislación, a un caso real bien conocido.

En tercer lugar, se complementan las sesiones anteriores con una clase práctica de un programa de cálculo por elementos finitos con el que se resolverá el problema térmico de la fachada estudiada en el proyecto. Para ello, se modela geoméricamente la fachada vegetal ventilada, se definen los materiales que la componen y, aplicando las cargas y condiciones de contorno correspondientes, se resuelve el problema térmico. En esta clase práctica es importante transmitir al alumno la importancia de los modelos numéricos en el diseño de sistemas constructivos, así como la versatilidad de la simulación numérica para estudiar problemas reales y optimizarlos en base a ensayos experimentales previamente realizados.

2.3.3 Construcciones Industriales en Máster en Ingeniería Industrial

En esta asignatura de máster, se explica el proyecto de investigación con el fin de transmitirle al alumno un nuevo recurso para la construcción industrializada aplicando criterios de sostenibilidad. Las fachadas vegetales ventiladas son un sistema constructivo para cerramientos eficiente y sostenible. A través de esta clase práctica el alumno profundiza en la ejecución de estas fachadas, en el desarrollo del proyecto, incluyendo la construcción industrializada del laboratorio y, finalmente, conoce la instrumentación utilizada y las mediciones necesarias para evaluar la eficiencia energética de este tipo de fachadas.

Una vez que el alumno conoce las fachadas vegetales ventiladas, el proyecto de investigación y los resultados obtenidos en el mismo, este utilizará un software de elementos finitos para realizar un estudio estructural y térmico de la fachada. Finalmente, el alumno propone una aplicación del elemento estudiado al diseño de elementos de construcción industrializada, de manera que aproveche las ventajas e inconvenientes detectadas durante el proyecto de investigación.

En esta asignatura es importante detallar el procedimiento constructivo de la fachada, analizar su estabilidad estructural ante diferentes acciones externas y considerar la eficiencia térmica del cerramiento. De este modo, se consiguen abordar tres puntos clave en construcción industrializada y todo ello en base a un sistema ya desarrollado que los estudiantes deben optimizar.

3 Resultados

En este artículo se describe el uso de un único proyecto de investigación como herramienta para la transferencia de conocimientos en diferentes titulaciones universitarias: Ingeniería de los Recursos Mineros, Ingeniería Civil e Ingeniería Industrial. Esta práctica, extrapolado a otros proyectos de investigación permite al docente impartir temas actuales, en muchos casos en el límite del conocimiento. De las tres aplicaciones expuestas en este artículo se obtienen los siguientes resultados:

En primer lugar, por lo general el alumno resulta concienciado con la importancia de la investigación realizada, por lo que la transferencia de necesidad de desarrollo de nuevos productos se ve satisfecha.

En segundo lugar, desde el punto de vista del docente, las clases a impartir no requieren mucho tiempo de preparación puesto que es un tema que conoce en profundidad, y el material docente que utiliza es, en muchos casos, material ya desarrollado en el proyecto: documentos, informes, presentaciones, etc. Asimismo, el docente explica un tema que en muchos casos, ha desarrollado su propio grupo de investigación, por lo que es habitual que la calidad de las sesiones sea muy elevada, al igual que la motivación del profesor.

En tercer lugar, el conocimiento transmitido en las sesiones se adapta a los contenidos de la asignatura y, por ello, se convierte una herramienta de mejora para el alumno, que le ayudará a adquirir conocimientos mas avanzados.

En cuarto lugar, se ha comprobado cómo la explicación de los proyectos de investigación causa entre los estudiantes cierto interés en investigar. Tanto es así que, una vez finalizadas las asignaturas, cada vez son más los estudiantes que acuden al profesorado para realizar su trabajo fin de grado o máster en esta línea de trabajo.

Finalmente, un resultado importante desde el punto de vista de la institución universitaria, es la difusión del trabajo que se hace entre los alumnos, los cuales serán en el futuro profesionales en diferentes campos y conscientes de las tareas investigadoras que se llevan a cabo dentro de la Universidad.

Este último aspecto parece trivial, pero no lo es. Tradicionalmente docencia e investigación se encontraban completamente separado. A pesar de que el docente habitualmente investigaba, la transferencia de conocimiento no llegaba a las aulas puesto que temarios y contenidos eran inflexibles y repetitivos. En la actualidad, el

profesorado universitario acerca cada vez más sus investigaciones a los estudiantes manteniendo los conocimientos impartidos actualizados.

4 Conclusiones

Las principales conclusiones de este proyecto docente son las siguientes:

- El material docente impartido es exclusivo y de calidad puesto que se encuentra avalado por publicaciones científicas, conferencias, etc. Por lo tanto, el uso de los proyectos de investigación es una herramienta que permite diferenciar las promociones de alumnos entre sí, puesto que cada período de tres o cuatro años se actualizan los contenidos. Además, permite diferenciar las diferentes titulaciones, puesto que cada contenido innovador se adapta a la sesión y grado correspondiente. Finalmente, se aporta una diferenciación a la propia titulación, puesto que se imparte un material desarrollado por los propios docentes.
- Las clases impartidas resultan de gran calidad, puesto que el docente se encuentra motivado y compartiendo un contenido que conoce en profundidad. La motivación del profesor, junto a la adecuación del contenido tanto a la asignatura como al nivel, son cruciales para el éxito de la herramienta y de la asignatura.
- La motivación del alumno ante la asignatura se ve también aumentada respecto a otras materias más tradicionales y repetitivas. El alumno se ve motivado porque el contenido de la clase es innovador, exclusivo y de calidad. En este sentido, el alumno se siente diferenciado y valorado y el material le resulta, por lo general, muy interesante.
- La transferencia de conocimiento a través de proyectos de investigación pone en valor la actividad investigadora desarrollada en la Universidad. Este aspecto es importante, puesto que en muchas ocasiones la divulgación es exterior y los propios alumnos desconocen la actividad investigadora de sus profesores. Esto resulta muy

útil para la puesta en valor de la investigación realizada en las instituciones académicas.

- El uso de los proyectos de investigación y sus desarrollos y resultados como material docente resulta muy eficiente para el profesorado. Por un lado, dispone de mucho material y trabajo ya realizado previamente a lo largo del proyecto de investigación, por lo que su trabajo se simplifica a la adaptación y organización de dicho material al contenido de cada asignatura particular. Por otro lado, el profesor conoce en profundidad el proyecto y por tanto, los contenidos serán impartidos, por lo general, con seguridad y claridad. En conclusión, para el profesor resulta cómodo preparar estas clases, siendo además satisfactorio por estar transmitiendo el trabajo desarrollado por su equipo de investigación.

En resumen, son muchas las ventajas del uso de proyectos de investigación para impartir docencia. Se ha comprobado, en los casos en los que se ha aplicado esta técnica que los resultados son favorables. Tanto profesores como estudiantes resultan satisfechos con la experiencia. Es por ello, una técnica que ya comienza a ser habitual en el Área de Ingeniería de la Construcción de la Universidad de Oviedo.

Agradecimientos

Los autores de este artículo agradecen el apoyo prestado por el grupo de investigación GICONSIME de la Universidad de Oviedo, cuyo estudio ha sido cofinanciado con fondos FEDER mediante los proyectos FC-15-GRUPIN14-004 y PCTI-PC10-33 a través de la Fundación para el Fomento de la Investigación Científica Aplicada y la Tecnología del Principado de Asturias (FICYT).

Referencias Bibliográficas

ALONSO-MARTÍNEZ, Mar, ÁLVAREZ RABANAL, Felipe Pedro, DEL COZ DÍAZ, Juan José, LOZANO MARTÍNEZ-LUENGAS, Alfonso y NAVARRO MANSO, Antonio (2014). “Estudio experimental y numérico del comportamiento térmico de una fachada vegetal industrializada”. **V Congreso Latinoamericano sobre Patología de la Construcción, Tecnología de la Rehabilitación y Gestión del Patrimonio (REHABEND 2014)**, Libro de resúmenes, ISBN 978-84-616-8862-3, Santander (España).

ÁLVAREZ RABANAL, Felipe Pedro, DEL COZ DÍAZ, Juan José, ALONSO-MARTÍNEZ, Mar, NAVARRO MANSO, Antonio y ROCHA GARCÍA, Pablo (2013). “Vegetable ventilated facade system oriented towards four points of the compass: experimental study”. **4th European Conference on Energy Efficiency and Sustainability in Architecture and Planning (EESAP4)**. Proceedings of 4th European Conference on Energy Efficiency and Sustainability in Architecture and Planning, ISS/ISBN 978-84-9860-837-3, San Sebastián (España).

BARÁ, Javier, DOMINGO, Joan y VALERO, Miguel (2011). “Técnicas de Aprendizaje Cooperativo y Aprendizaje Basado en Proyectos”. Disponible en http://www.unizar.es/ice/images/stories/materiales/curso13_2011/AC_PBL.pdf. Consultado el: 15.06.2015. Universidad de Zaragoza, Zaragoza (España).

JUSTO ESTEBARANZ, Jesús y TÁVARA MENDOZA, Luis (2014). “Innovación docente en ingeniería: un proyecto integrador de aprendizajes de estudiantes y profesores”. [RIDU]: **Revista Digital de Investigación en Docencia Universitaria**, Vol. 1: 9-27. Área de Investigación de la Dirección de Calidad Educativa, Lima (Perú).

PALAZÓN-PÉREZ, Alfonso, GÓMEZ-GALLEGO, María, GÓMEZ-GALLEGO, Juan Cándido, PÉREZ-CÁRCELES, María Concepción. y GÓMEZ GARCÍA, Juan (2011). “Relación entre la aplicación de metodologías docentes activas y el aprendizaje

del estudiante universitario”. **Bordón**, Vol. 63(2): 24-40. Sociedad Española de Pedagogía, Madrid (España).

SANCHO GIL, Juana María (2001). “Docencia e investigación en la Universidad: una profesión, dos mundos”. **Educar**. Vol. 28: 41-60. Universitat Autònoma de Barcelona, Barcelona (España).

VÁZQUEZ, Stella Maris (2009). “Rendimiento académico y patrones de aprendizaje en estudiantes de ingeniería”. **Ingeniería y Universidad**, Vol. 13(1): 105-136. Universidad Pontificia Javeriana: Facultad de Ingeniería, Bogotá (Colombia).