

La enseñanza de las estructuras en el Grado de Arquitectura. Metodología e innovación docente a través de las TIC

Teaching structures on Architecture degrees. ICT-based methodology and teaching innovation

Dr. Jonathan RUIZ-JARAMILLO. Profesor Ayudante Doctor. Universidad de Málaga (jonaruizjara@uma.es).

Dr. Antonio VARGAS-YÁÑEZ. Profesor Asociado. Universidad de Málaga (antoniovy@uma.es).

Resumen:

La docencia de las estructuras en el Grado de Arquitectura se ha basado tradicionalmente en la lección magistral de contenido teórico junto a ejercicios resueltos en clase por el profesor. Esta docencia, muy estática y con mínima participación del alumno, iba además acompañada de una tasa de suspensos elevada. Centrada en el cálculo a mano de modelos poco reales, no resulta atractiva desde el punto de vista pedagógico, algo que se manifiesta en el escaso porcentaje de asistencia, generando además un aprendizaje poco profundo cuyos conceptos se olvidan en poco tiempo tras superar la asignatura. El siguiente artículo presenta las innovaciones adoptadas en las asignaturas de Estructuras II y Estructuras IV en el Grado de Arquitectura de la Universidad de Málaga, con cuya aplicación se ha conseguido elevar tanto el índice de aprobados como el porcentaje de asistencia, buscando estrechar además, por medio del uso de las

TIC, la relación del estudiante con estas materias. Así, se han utilizado metodologías del tipo docencia invertida o *flipped learning* y ABP, empleando para ello diversas herramientas TIC que, adicionalmente, han permitido comprobar el seguimiento de la asignatura a efectos de valorar los resultados de la evaluación continua.

Los resultados obtenidos ponen de manifiesto la tendencia ascendente en el índice de aprobados, así como en la calidad de estos, consiguiéndose asimismo un incremento en el número de alumnos que se presentan en primera convocatoria. Se puede concluir que el uso de la metodología enunciada conlleva una mayor implicación y motivación del estudiante con la materia, favoreciendo el trabajo continuo semanal, logrando con ello un mejor aprendizaje.

Descriptor: docencia, técnica didáctica, TIC, ABP, *flipped classroom*, estructuras.

Fecha de recepción de la versión definitiva de este artículo: 31-01-2018.

Cómo citar este artículo: Ruiz-Jaramillo, J. y Vargas-Yáñez, A. (2018). La enseñanza de las estructuras en el Grado de Arquitectura. Metodología e innovación docente a través de las TIC | *Teaching structures on Architecture degrees. ICT-based methodology and teaching innovation*. *Revista Española de Pedagogía*, 76 (270), 353-372. doi: <https://doi.org/10.22550/REP76-2-2018-08>
<https://revistadepedagogia.org/>

ISSN: 0034-9461 (Impreso), 2174-0909 (Online)

revista española de pedagogía
año LXXVI, n° 270, mayo-agosto 2018, 353-372



Abstract:

The teaching of structures on architecture degrees has traditionally been based on didactic lectures covering theoretical content with exercises solved in class by the lecturer. This very passive teaching style which involves minimal student participation, was accompanied by a high failure rate. Based around calculating unrealistic models by hand, this method is unattractive from a pedagogical perspective, something reflected in low attendance rates. It also creates superficial learning in which concepts are quickly forgotten after finishing the module. This article presents the innovations adopted in the Structures II and Structures IV modules from the Architecture degree at the University of Malaga, which have made it possible to raise the pass rate and attendance, and also aim

to give students a closer link to this content through the use of ICT. To do this, flipped learning and PBL methodologies were used along with various ICT tools that also made it possible to check how students follow the module with the aim of evaluating the results of continuous assessment.

The results obtained show a rising trend in the pass rate with an improvement in the quality of the passes and an increase in the number of students who sit the exam in the first assessment period. It can be concluded that the use of the methodology described above leads to students being more involved and motivated by the subject, favouring continuous weekly work, and thus achieving better learning.

Keywords: teaching, teaching methods, ICT, PBL, flipped classroom, structures.

1. Introducción

La enseñanza de las estructuras en la titulación de Grado en Arquitectura, debido a su importante contenido teórico, se ha basado tradicionalmente, casi en exclusiva, en la lección magistral. En esta, el contenido más puramente teórico era complementado por ejercicios que eran resueltos de manera mecánica por el profesor en la pizarra. Además de lo anterior, cabe destacar el enfoque que en la mayoría de las ocasiones se hace de las prácticas y ejercicios sin una clara traslación a la realidad o con poca aplicación directa a la práctica profesional en la que el alumno debe insertarse una vez terminados sus estudios. Sin embargo, son precisamente estas asignaturas técnicas las que deberían tener una mayor aplicación sobre la realidad (Monedero-Moya, 1998).

Este sistema, centrado en el cálculo a mano y utilizando modelos poco realistas, generaba una tasa de rendimiento del 35%, además de una tasa de asistencia del 25% (Justo Moscardo, 2013). Esta metodología se encontraba tan arraigada que, inclusive tras la entrada del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) y la aparición de los nuevos planes de estudio de Bolonia, la mayoría de las iniciativas desde el punto de vista de la innovación educativa en esta materia se han centrado únicamente en la revisión de materiales teóricos y prácticos a disposición de los alumnos. Esto es, la elaboración/publicación de los apuntes de la asignatura o su traslación a presentaciones de diapositivas (Pomares Torres et al., 2016).

Aun siendo este procedimiento la metodología aplicada más habitualmente, con el tiempo se han ido desarrollado paulatinamente diferentes caminos de innovación. Uno de los más habituales ha sido la búsqueda de la transversalidad subyacente en los contenidos entre materias afines, fomentando un aprendizaje colaborativo y transversal junto a otras asignaturas. Así, en el caso de la enseñanza en el Grado de Arquitectura, la lógica del diseño arquitectónico permite que puedan plantearse transversalidades mediante la creación de talleres conjuntos entre asignaturas proyectuales y técnicas tales como proyectos, estructuras y construcción, bien sea de forma vertical entre cursos diferentes (Pérez Carramiñana et al., 2010), bien entre asignaturas de un mismo curso.

Otra de las vías exploradas ha consistido en la vinculación entre la labor docente desarrollada en el aula y la investigación, permitiendo a los alumnos aprender experimentando con nuevas soluciones y sistemas estructurales, bien sea a través del diseño y cálculo de modelos (Escrib Pallarés, 1994), bien a través de la propia interacción constructiva mediante la fabricación de prototipos y maquetas (Pérez-Sánchez, Piedecausa-García, Mateo Vicente, y Palma Sellés, 2015). En este sentido, resulta interesante el desarrollo de modelos interactivos para modelar el comportamiento de estructuras reales tales como Pasco o Mola Structural Kit o los torneos de rotura de maquetas estructurales de pórticos, vigas y emparrillados como los organizados por el Laboratorio de Materiales de Construcción de la Escuela Politécnica Superior de la Universidad San Pablo CEU o, a nivel internacio-

nal, los organizados por The Institution of Structural Engineers (Lonnman, 2000).

Sin embargo, aún a pesar del gran interés, eficacia y resultados de las metodologías comentadas, el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) es aquel que presenta una mayor potencialidad y aplicabilidad, especialmente desde el punto de vista de los planes de estudios de la *generación Bolonia*. En efecto, el ABP comienza a implantarse en los nuevos planes de estudio aprovechando el marco creado por el EEES, con el objeto fundamental de elevar la tasa de rendimiento de las asignaturas técnicas creando además un entorno en el que se incremente el interés del estudiante por estas materias.

Para ello, el proceso se inicia con la propuesta de un problema a los alumnos. Estos, generalmente en grupos, deben proceder a su resolución, generándose el aprendizaje durante el análisis, comprensión y trabajo realizado para resolver el ejercicio planteado. De esta forma, es el problema lo primero que el alumno ha de abordar, no la teoría, a la que tendrá que acudir para solucionar las dificultades que vayan surgiendo durante el proceso (Barrows y Tamblyn, 1980). El trabajo es desarrollado por los estudiantes de forma autónoma, aunque contando con el apoyo del tutor, que se convierte en guía del proceso. En el diseño del problema hay que tener en cuenta que estos no deben ser de respuesta única, buscando con ello que los alumnos identifiquen qué es aquello que necesitan aprender para resolverlo. Así, en función de sus conocimientos, pueden aplicar diferentes estrategias reflexionando paulatinamente sobre su efectividad (Hmelo-Silver, 2004).

Los principales objetivos que pueden conseguirse mediante la aplicación de esta metodología son una mejora en la estructuración del conocimiento para su aplicación a entornos y casos reales; el desarrollo de un proceso efectivo de razonamiento aplicado; generar una mayor autonomía del estudiante a través del aprendizaje auto-dirigido; una mejora en las competencias asociadas al trabajo colaborativo; aumento de la motivación por la materia (Barrows, 1986). La consecución de estos objetivos está asociada a una serie de mecanismos que facilitan la adquisición del conocimiento tales como la activación y estructuración de conocimientos previos o la forma de elaboración de la información (R. Schmidt, 1983). Este tipo de metodología desencadena procesos que implican un aprendizaje profundo a través de una determinada codificación que provoca que este sea recuperado posteriormente con mayor facilidad, cuando el sujeto se enfrenta a situaciones análogas. Esta última cuestión no es baladí, puesto que una de las principales problemáticas asociadas a la enseñanza de las estructuras es la continuidad de lo aprendido. En efecto, en la mayor parte de los casos, el alumno, tras realizar el correspondiente examen de evaluación y aprobar, tiende a olvidar progresiva y rápidamente la mayor parte de la materia estudiada.

2. La tecnología aplicada a la docencia

Es claro que la enseñanza, especialmente la universitaria, no podía dejar a un lado la creciente tecnificación que, de manera exponencial, se ha ido insertando en nuestras vidas desde los últimos años del siglo XX. Su influencia en el ámbito de

la docencia universitaria se ha producido en dos líneas principales. Por una parte, la tecnificación de los procesos de enseñanza. Por otra, el habitual e imprescindible uso del ordenador aplicado a los diferentes procesos de la creación arquitectónica, incluyendo desde aquellas facetas más vinculadas al diseño hasta las técnicas asociadas al cálculo de estructuras, instalaciones o verificación del cumplimiento de determinadas prestaciones de la edificación. En todo este proceso, la propia formación del docente en la aplicación de las TIC a la enseñanza es fundamental (Tejedor Tejedor y García-Valcárcel Muñoz-Repiso, 2006).

2.1. Tecnología aplicada al aula

En lo referente a la tecnificación de la enseñanza, el proceso presenta una doble vertiente. En la primera de ellas, la tecnología tiene una influencia directa sobre la docencia presencial a través de la propia tecnificación del espacio. La entrada en el aula de ordenadores y proyectores implicó la desaparición progresiva de las clásicas transparencias y del retroproyector, condenando además a la obsolescencia el uso de diapositivas tradicionales. Todo ello fue reemplazado por las diapositivas tipo PowerPoint, algo que redujo el habitual uso de la pizarra en las explicaciones a porcentajes mínimos.

Con ello, esta aparente revolución digital en el aula condujo a que el profesor acompañase su discurso mostrando un número excesivo de diapositivas a los estudiantes. Estos quedaban convertidos en meros receptores pasivos de información lo que, en poco tiempo, llevó a acuñar expresiones del tipo «muerte por PowerPoint», indicando con ello el aburrimiento que esta metodología generaba en la

audiencia. La tradicional curva de atención indicaba que esta, si no había cambios significativos en la forma o el discurso del profesor, tiende a mantenerse entre 10 y 15 minutos con un tipo de docencia tradicional (Stuart y Rutherford, 1978). La introducción de estas nuevas herramientas ha hecho que, lejos de mejorar y prolongar la atención del alumnado, por el contrario, la cota de máxima atención no solo tiende a mantenerse estable, sino incluso a decaer. Efectivamente, al menos antes los estudiantes se «entretenían» tomando apuntes (Wilson y Korn, 2007). Esto ha tenido como inexorable e ineludible consecuencia un importante efecto secundario: la drástica reducción del nú-

mero de alumnos que asiste regularmente a las clases presenciales.

En los últimos años, la tecnificación del aula ha continuado ligada a la introducción de elementos tecnológicos tales como pizarras digitales interactivas, aunque no es esta la única línea de actuación. Finalmente, estas son iniciativas que intentan mejorar la interactividad del profesor con el alumnado mediante la modificación de la dinámica de las clases, por lo que a las incorporaciones estrictamente tecnológicas se añaden otras que afectan a la propia concepción del espacio docente, que van desde actuaciones sobre el mobiliario (Imagen 1) hasta la configuración de sus límites (Campos Calvo-Sotelo, 2009, 2010).

IMAGEN 1. Incorporación de pizarras digitales y modificación del mobiliario de las aulas durante el curso 2016-2017 en la ETS de Arquitectura de la Universidad de Málaga. La imagen de la izquierda muestra la rígida disposición anterior de bancas en el aula.



Fuente: Elaboración propia.

2.2. Tecnología aplicada a procesos productivos

En línea con lo anterior, en el campo de la ingeniería y la arquitectura se ha genera-

lizado y extendido el uso de herramientas y aplicaciones informáticas específicas y procedimientos de cálculo que agilizan y simplifican el trabajo de profesionales y técnicos.

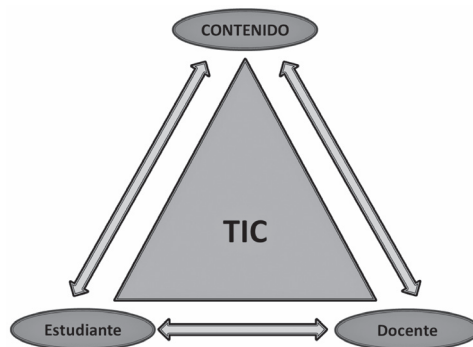
Así, la *softwarización y appción* del entorno laboral y personal, es decir, la inclusión de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en todos los ámbitos de nuestra vida, presenta una incidencia directa en la actividad docente. Esta tiende a modificar su metodología de enseñanza para introducir estos procedimientos y sistemas, generalmente aplicados al cálculo, algo que, paradójicamente, introduce una distorsión. El uso mayoritario de programas de cálculo por ordenador hace que el alumno aprenda a utilizar un determinado software olvidándose de la base teórica que lo sustenta, desprendiéndose por tanto de la capacidad para analizar el problema inicial, así como de la imprescindible habilidad interpretativa que necesitan los resultados, siendo estos aceptados de una manera acrítica.

De esta forma, surge la dicotomía de enseñar procedimientos de análisis y cál-

culo basados en programas de ordenador, formando al estudiante en tecnologías que aplicará posteriormente durante su vida profesional con la necesidad de crear a su vez una base sólida de conocimiento teórico imprescindible para la comprensión de los fenómenos sobre los que se trabaja.

Es en este doble marco donde cobra sentido la integración de las TIC en la docencia universitaria. La formidable cotidianidad de su uso hace que su introducción como herramientas de apoyo a la pedagogía y a los sistemas de enseñanza en el aula para motivar al alumnado y dinamizar las tareas docentes pueda realizarse de forma natural. Su implicación, por tanto, no se focaliza exclusivamente en lo referente al empleo de herramientas a través del campus virtual de las asignaturas, sino que afectaría también al propio uso de aplicaciones que desarrollen los contenidos y vinculen el aprendizaje con la realidad profesional.

GRÁFICO 1. Relación entre las TIC y los diferentes factores implicados en el proceso de enseñanza-aprendizaje.



Fuente: Elaboración propia.

La paulatina inserción de las TIC ha supuesto un apoyo fundamental en la apli-

cación y desarrollo de las diferentes metodologías docentes que venimos comen-

tando (Escardibul y Mediavilla, 2016). Esta no se ha limitado exclusivamente a la mera publicación *on-line* de los diferentes contenidos de las asignaturas. Por el contrario, son numerosos los ejemplos que enfatizan el efecto positivo del uso de las TIC como herramientas de aprendizaje (De Pablos Pons y Jiménez Cortés, 2007; Pérez-Sánchez, Piedecausa-García, Pérez Sánchez, Mora García y Céspedes López, 2016; Salinas, 2004; Vélez Flores, 2015). Entre todas ellas, una de las más interesantes resulta la aplicación de las TIC al ABP (Badia y García, 2006; Farnos, 2011). Efectivamente, son múltiples y diversas las posibilidades que nos plantea el uso de las TIC para desarrollar el proceso enseñanza-aprendizaje a través de la metodología del aprendizaje basado en problemas (Gráfico 1). Estas tecnologías permiten por una parte establecer relaciones fluidas y dinámicas entre estudiante y docente y entre estos y el contenido de la materia a impartir. Asimismo, en función del tipo de herramientas cuyo uso se plantee, dan soporte independiente tanto a docentes como a los estudiantes.

3. Innovación educativa en la docencia de las estructuras: aplicación a la asignatura Estructuras II

3.1. Descripción de la metodología empleada

Esta asignatura, debido al proceso gradual de implantación del nuevo plan de estudios de graduado en Arquitectura, comienza a impartirse en el curso 2012/2013. Esta es equivalente, en cuanto a créditos (horas de docencia presencial y programa), a la asignatura del plan de

estudios precedente, siendo la única distinción entre ambas la innovación docente que se describirá a continuación, puesto que la docencia de la anterior se basaba exclusivamente en la lección magistral. En cuanto a los contenidos, el programa docente desarrolla la obtención de esfuerzos en estructuras de barras, tanto en estructuras articuladas (cerchas) como en estructuras reticuladas (pórticos). La asignatura cuenta con 6 ECTS, lo que equivaldría a 150 horas de trabajo del alumno, siendo 60 horas presenciales y 90 no presenciales. Dado que el semestre se estructura en 15 semanas, el trabajo semanal no presencial del estudiante es de 6 horas.

A nivel metodológico, respecto a su homóloga en el plan de estudios anterior, en la que la docencia se basaba de manera exclusiva en la lección magistral, se implementa una innovación pedagógica. Esta consiste, por una parte, en la introducción de un sistema de evaluación continua, que permite y facilita el seguimiento semanal del contenido de la asignatura. Así, a través del campus virtual, el alumno semanalmente debe responder unos cuestionarios online. Estos sirven, por una parte, de repaso y refuerzo del contenido teórico y, adicionalmente, permiten el seguimiento y evaluación de los ejercicios y problemas de aplicación de la teoría (Ruiz-Jaramillo, Mascort-Albea y Vargas-Yáñez, 2015). En consecuencia, hay un grupo de cuestionarios directamente vinculados al contenido teórico, conjuntamente con otros que, aun presentando un funcionamiento similar, permiten el seguimiento y evaluación de los problemas y ejercicios semanales asociados a la teoría (Imagen 2).

IMAGEN 2. Ejemplo de cuestionario práctico con límite de tiempo incluido en el campus virtual de la asignatura.

Comenzar de nuevo

Los estudiantes verán este cuestionario en una ventana segura

Nota: Sus estudiantes no pueden acceder en este momento a este cuestionario

1

Puntos: 1

Indicar qué barras de la siguiente estructura tienen un momento de empotramiento perfecto (las respuestas erróneas puntúan negativamente)

Selecciona al menos una respuesta. Piensa que podrían ser correctas más de una.

AD

BE

FG

CG

DE

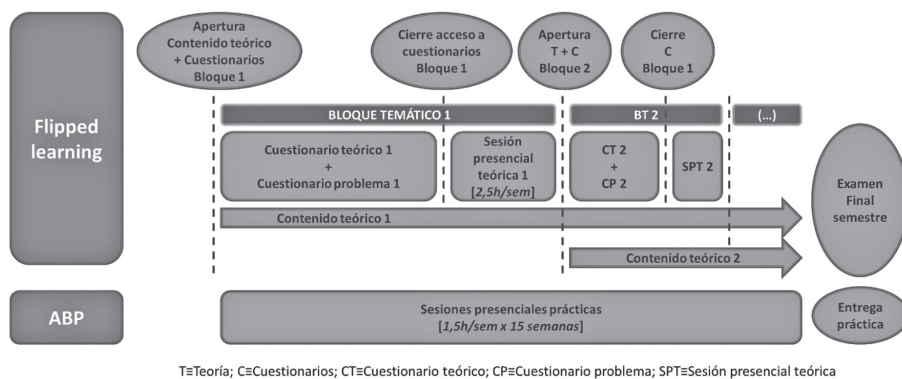
EF

Fuente: Elaboración propia.

Con respecto a la temporización durante el semestre, con el objeto de fomentar un seguimiento continuo de la asignatura, el

acceso tanto a los diferentes contenidos, como a los cuestionarios y ejercicios relacionados con este, se programa semanalmente.

GRÁFICO 2. Esquema de la distribución temporal semanal de las actividades programadas a lo largo del semestre y metodología empleada.



Fuente: Elaboración propia.

Así, el alumno puede realizar los ejercicios de un tema únicamente durante una semana concreta. Posteriormente, tendrá acceso al contenido teórico, pero no podrá responder los cuestionarios. La distribución comentada puede verse en el Gráfico 2.

Por tanto, todos los bloques teóricos de la asignatura se basan en la aplicación de la metodología denominada *flipped classroom* o docencia invertida. En esta, el estudiante acude a la clase presencial habiendo repasado previamente los contenidos previstos para esta. Así, una vez en clase, el profesor hace hincapié y/o profundiza sobre las cuestiones que considere especialmente relevantes, las de mayor dificultad o bien aquellas que los propios estudiantes enfatizan por su mayor interés o complejidad (Mok, 2014; Uzunboyly, 2015).

Esta metodología implica que, a diferencia de lo que venía sucediendo con la lección magistral apoyada por pizarra o diapo-

sitivas, el estudiante debe tomar un papel activo en su aprendizaje, dado que debe preparar los temas antes de las clases teóricas, algo que le facilitará su comprensión y le permitirá obtener un provecho máximo (Hall y Dufrene, 2016; Ozdamli y Gulsum, 2016; S. M. P. Schmidt y Ralph, 2016).

La distribución de horas según las actividades presenciales y no presenciales previstas (Tabla 1) pone de manifiesto que, reservando 2 horas semanales de trabajo no presencial para la preparación del examen final, son 4 las horas que el estudiante debería dedicar semanalmente a la preparación de las clases teóricas y estudio de la materia. En esta planificación debe tenerse en cuenta que un alumno que siga adecuadamente el curso podría reducir la estimación de 30 horas realizadas para la preparación del examen final, dado que esta debería consistir en el repaso/revisión de lo aprendido/trabajado durante las 15 semanas de duración del semestre.

TABLA 1. Programación de la dedicación del estudiante a las diferentes actividades a lo largo del semestre, considerándose, a efectos del cómputo y estimación de horas, una duración convencional del semestre de 15 semanas.

| | | | |
|---|--------|-------------------------------------|---|
| Asignatura | 6 ECTS | 150 horas de trabajo del estudiante | 60 horas presenciales 90 horas no presenciales |
| 1 ECTS → 25 horas de trabajo del estudiante | | | |

| Actividades presenciales | | Actividades no presenciales | |
|---|---------------------|---|------------------|
| Docencia en grupo grande (teoría) | 2.5 h/sem. (37.5 h) | Preparación examen final | 2 h/sem. (30 h)* |
| Docencia en grupo reducido (práctica) | 1.5 h/sem. (22.5 h) | Preparación clases presenciales (Cuestionarios teóricos + ejercicios) | 4 h/sem. (60 h) |
| (*) Estas 30 horas previstas finalmente equivaldrían a 3 días de trabajo de preparación del examen, a razón de dos sesiones de 5 horas por día. | | | |

Fuente: Elaboración propia.

Son múltiples las experiencias de aplicación de esta metodología a la enseñanza en diversas disciplinas (Barreras Gómez, 2016; Gómez García, Castro-Lemus y Toledo Morales, 2015; Wasserman, Quint, Norris y Carr, 2017), aunque, a pesar de ello, no es habitual su aplicación a la docencia de la arquitectura. Los estudios más recientes indican que el uso de esta metodología está especialmente indicado para aquellas profesiones con un alto contenido técnico que debe aplicarse posteriormente a la vida profesional (Baytiyeh, 2017), lo que indica que su empleo es especialmente adecuado para la docencia de las estructuras.

Dado que el alumno debe disponer de toda la información y recursos con anterioridad a la clase teórica, para que su aplicación sea posible, este sistema está ligado indisolublemente al uso de las TIC (Mendoza, 2015). Estas, no solamente se conforman como un conjunto de herramientas que permiten el acceso a la información, también propician que el estudiante evalúe su progreso y rendimiento en la asignatura, lo que posibilita que estas actividades puedan ser incorporadas a nivel de evaluación continua, formando parte de la calificación final del curso.

Respecto al *flipped learning*, una de las cuestiones que no se debe pasar por alto es su estrecha vinculación con la docencia *e-learning* (Anderson y Garrison, 2010), siendo esta el soporte para gran parte de la metodología empleada en los cursos a distancia o a través de plataformas de internet (Masive Open Online Course (MOOC)). Asimismo, es posible considerar este tipo de docencia como una de las herramientas capaces de complementar el ABP (Tawfik y Lilly, 2015). En efecto,

en el caso de la asignatura Estructuras II que estamos analizando, su aplicación en el aprendizaje de la teoría supone un suplemento a la metodología ABP utilizada en el trabajo práctico que se desarrolla a lo largo del semestre.

De esta forma, como complemento a la docencia más teórica, en los bloques prácticos se introduce la realización de una práctica de curso en la que los estudiantes deben aplicar los conocimientos aprendidos durante los bloques teóricos de una manera global.

Para ello, se propone que, tomando como base un proyecto de vivienda unifamiliar desarrollado en cursos precedentes, se integre el sistema estructural de manera que queden contenidas las dos tipologías estructurales sobre las que versa el contenido de la asignatura, procediendo posteriormente a obtener los esfuerzos en las diferentes barras de la estructura.

Este trabajo permite que el alumno tenga una visualización nítida de la utilidad práctica de los contenidos de la asignatura a través de su aplicación a la resolución de los problemas de diseño de una estructura real. Es desarrollado por los estudiantes durante las sesiones prácticas semanales en las que los profesores revisan los trabajos y resuelven las dudas que van surgiendo. El tipo de trabajo, su extensión y alcance, permite que este pueda ser desarrollado durante las 22.5 horas (1.5 horas por 15 semanas) de trabajo práctico presencial en el aula, de manera que el alumno no consume tiempo no presencial en este trabajo. De esta forma, observando la planificación de la dedicación semanal del estudiante (Tabla 1), puede decirse que esta se encuentra

suficientemente dimensionada en el global del curso.

El desarrollo de este trabajo se encuentra, por tanto, basado en la aplicación de la metodología del ABP, dado que la práctica enfrenta directamente a los estudiantes a un problema planteado por ellos mismos (un proyecto de arquitectura) sobre el que deben trabajar, ajustándolo para dar respuesta a los requerimientos del enunciado. Inicialmente, no cuentan con las competencias necesarias para su resolución, las cuales se van a ir adquiriendo durante los sucesivos avances tanto del propio trabajo, como de las clases de teoría, vincu-

lando de esta forma ambos bloques. La realización de la práctica tiene, por tanto, en cuenta el procedimiento y los principios básicos del ABP (Justo Moscardo, 2013).

3.2. Evaluación

Desde el punto de vista de la evaluación, a las pruebas anteriores sigue un examen final en el que el estudiante debe resolver ejercicios de teoría y práctica similares a los que ha venido desarrollando durante el resto del curso. La valoración y porcentaje en la nota final de cada una de estas pruebas se indica en la Tabla 2.

TABLA 2. Valoración y porcentaje en la nota final de cada una de las actividades de evaluación de la asignatura Estructuras II de la titulación graduado en Arquitectura.

| Actividad de evaluación | Valoración | % nota final |
|---|------------|--------------|
| Cuestionarios de teoría (semanales) | 0.5 | + 5.0 % |
| Cuestionarios de problemas (semanales) | 1.0 | + 10.0 % |
| Examen parcial (estructuras articuladas) | 0.5 | + 5.0 % |
| Participación (en clase, foros campus virtual, etc.) | 0.5 | + 5.0 % |
| Práctica de diseño estructural (diseño y cálculo de una vivienda unifamiliar) | 0.5 | 5.0 % |
| Examen final (condición: mínimo de 3.5 puntos) | 10 | 95.0 % |
| | 13.0 | 100 % |

Fuente: Elaboración propia.

Para aprobar, las únicas pruebas obligatorias son la entrega de la práctica de curso, así como el examen final. De esta forma, el alumno que no desea seguir la evaluación continua, no se ve penalizado por ello, pudiendo aprobar obteniendo, en su caso, la máxima calificación. Ahora bien, es necesario señalar que, al efecto de que pueda alcanzarse el aprobado, es condición

necesaria que se obtenga un mínimo de 2.5 puntos en dicho examen final, equivalente a un 19.2% respecto del total de la valoración del curso. Este requisito implica que el alumno debe demostrar que ha adquirido unos conocimientos y competencias mínimas en cada uno de los bloques temáticos.

El resto de pruebas son voluntarias, suponiendo su calificación un valor añadi-

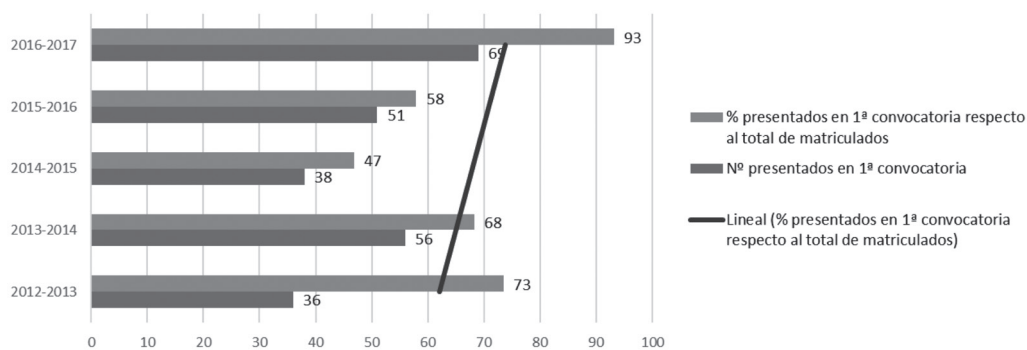
do a las obtenidas en las pruebas obligatorias. Así, los cuestionarios de evaluación semanal que incluyen ejercicios teóricos y prácticos (por ejemplo, la obtención de diagramas de esfuerzos a estima), la participación activa y de interés en clase y en foros, así como la realización de un examen parcial al finalizar uno de los bloques de contenidos de la asignatura, se plantean como puntos extra que el estudiante suma y que suponen un aliciente para llevar el curso semanalmente. Efectivamente, como se puede comprobar, obteniendo la calificación mínima en el examen final (2.5 puntos), dado que con el resto de ejercicios semanales y la práctica es posible sumar hasta 3.0 puntos respecto a la nota de este, las actividades de evaluación continua permiten superar la asignatura incluso sus-

pendiendo el examen final. De la misma forma, hacen que sea relativamente sencillo la obtención de notable o sobresaliente.

3.3. Resultados obtenidos

Desde el punto de vista de los resultados académicos, la aplicación de esta metodología tiene el doble objetivo de incrementar la tasa de éxito en primera convocatoria, dando así prevalencia a la evaluación continua, además de elevar la tasa de éxito global. En este sentido, podemos afirmar que el porcentaje de alumnos que se presenta en primera convocatoria muestra una tendencia de incremento progresivo (Gráfico 3). Efectivamente, puede comprobarse que el porcentaje de presentados en la última convocatoria ha sido del 93%.

GRÁFICO 3. Porcentaje de presentados en la primera convocatoria ordinaria en la asignatura Estructuras II. Se muestra la línea de tendencia en el porcentaje de presentados en 1ª convocatoria.



Fuente: Elaboración propia.

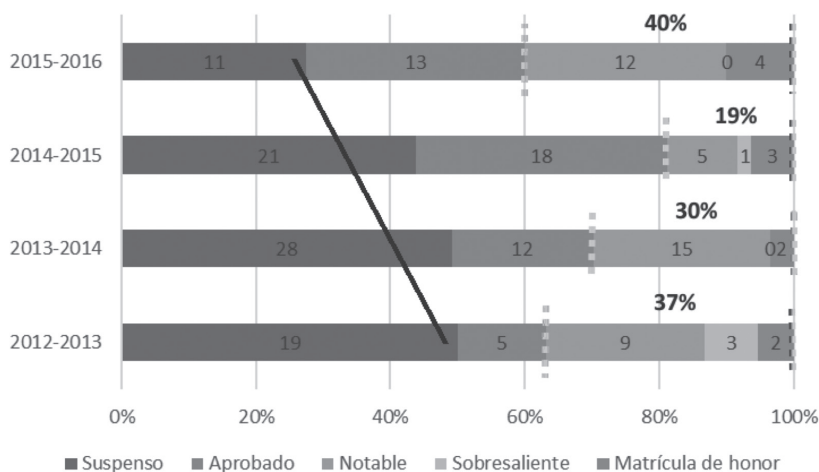
Junto a esta tendencia en el incremento del número de presentados por curso en primera convocatoria, si se analiza el porcentaje total de aprobados por curso, en el Gráfico 4 se muestra como este pre-

senta un incremento sustancial desde el 50% del primer curso en que se impartió la asignatura, hasta situarse en torno al 73% en 2015-2016.

Por otra parte, en relación a las calificaciones, en el propio Gráfico 4 se puede comprobar como el valor medio de los que superan la asignatura con una calificación superior a la de aprobado es del 31%. Si comparamos la tendencia en ambos gráficos, es posible observar como en aquellos cursos en los que el número de presentados es mayor (es decir, aquellos en los que un mayor número de alumnos

ha seguido la asignatura), el porcentaje de alumnos que obtienen una calificación de notable o superior igualmente se incrementa. Con esto, es posible concluir que con la metodología planteada, no solo se produce un menor número de suspensos; por el contrario, se incrementa la tasa de éxito, aumentando además el porcentaje de los que obtienen una calificación superior al aprobado.

GRÁFICO 4. Porcentaje por curso de las distintas calificaciones obtenidas en la asignatura Estructuras II. Se muestra la línea de tendencia del porcentaje de suspensos. Se indica el porcentaje de alumnos que han superado la asignatura con una calificación superior a la de aprobado.



Fuente: Elaboración propia.

4. Innovación educativa en la docencia de las estructuras: aplicación a la asignatura Estructuras IV

4.1. Descripción de la metodología empleada

Una metodología similar a la descrita anteriormente viene aplicándose en la asignatura Estructuras IV correspondiente a la misma titulación. Ahora bien,

aunque sigue una metodología similar a la descrita anteriormente, presenta algunas diferencias. El objetivo de plantear procedimientos diferentes es que, dado que estos se aplican sobre asignaturas de contenido técnico similar, ello permite realizar una comparación entre los resultados obtenidos en la aplicación de ambas metodologías.

Específicamente, la materia de esta se centra en el diseño y dimensionamiento

de estructuras de acero y hormigón armado a partir de los esfuerzos de cálculo solicitantes de estas. Este aprendizaje se fundamenta en el conocimiento de las prescripciones recogidas en las diferentes normativas vigentes en la legislación española y europea sobre cálculo estructural.

Así, en el caso que nos ocupa, la docencia se estructura semanalmente en torno a la lección magistral, en la que la teoría y práctica se integran, fomentando la participación del estudiante durante la sesión. Posteriormente, en la clase práctica, se proponen ejercicios que complementan cada uno de los temas que deben ser resueltos por los alumnos durante la clase. A diferencia del caso anterior, no se utiliza de una manera directa la metodología de *flipped classroom* dado que, aunque el alumno dispone de la información con anterioridad a la clase teórica, no se realiza un seguimiento a través de los cuestionarios de la preparación previa de la materia.

Los recursos TIC se utilizan en este caso como apoyo al contenido teórico. Así, con el objeto de incorporar en la dinámica habitual de la asignatura el trabajo no presencial del estudiante, se han elaborado una serie de actividades cuyo contenido varía en función de la materia a la que va asociada. De esta forma, se han planteado desde los más habituales cuestionarios *on-line* de evaluación de teoría o de respuesta vinculada a la resolución de ejercicios, hasta las presentaciones tipo SCORM. Estas últimas son presentaciones interactivas en formato vídeo en las que pueden incluirse cuestionarios o actividades que sirven de repaso o refuerzo al aprendizaje del contenido que se está visionando (González-Barbone y Anido-Ri-

fón, 2008; Papazoglakis, 2013). Estas presentaciones tienen la ventaja adicional de que pueden visionarse en cualquier plataforma, por lo que son fácilmente accesibles, por ejemplo, a través de dispositivos móviles como teléfonos o tabletas.

Además de contar con estos recursos *on-line* para el repaso libre de la materia, también se han desarrollado vídeos explicativos de repaso de conceptos/resolución de ejercicios (Guo, Kim y Rubin, 2014).

Como complemento a los bloques teóricos, los alumnos, organizados en grupos de 3, deben realizar una práctica de curso en la que aplican progresivamente los conceptos que se van exponiendo en clase. El desarrollo de esta práctica permite aplicar la metodología ABP comentada anteriormente. Cada uno de los grupos de trabajo debe funcionar como una pequeña consultora a la que se le encarga el cálculo de la estructura del proyecto elegido entre el conjunto propuesto por el profesor. En concreto, durante el curso 2016-2017, como motivo del trabajo, se escogió un conjunto de viviendas paradigmáticas de la arquitectura del siglo XX construidas con estructura de acero. El seguimiento de las prácticas se realiza parcialmente de manera presencial durante las clases de grupo reducido, así como durante las horas de tutoría, y de manera continua y no presencial a partir de herramientas TIC, como los foros particularizados para cada grupo.

4.2. Evaluación

En este caso, la evaluación se lleva a cabo a través de las diferentes pruebas realizadas durante el curso. La valoración y porcentaje en la nota final de cada una de estas pruebas se indica en la Tabla 3.

TABLA 3. Valoración y porcentaje en la nota final de cada una de las actividades de evaluación de la asignatura Estructuras IV de la titulación graduado en Arquitectura

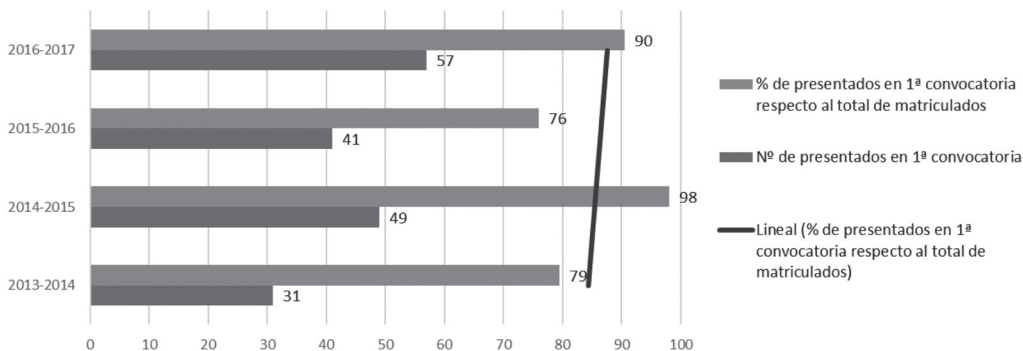
| Actividad de evaluación | Valoración | % nota final |
|--|------------|--------------|
| Examen parcial sobre «Estructuras de Acero» | 1.5 | 15.0 % |
| Examen parcial sobre «Estructuras de hormigón» | 1.5 | 15.0 % |
| Práctica de diseño estructural (planteamiento estructural, obtención de acciones y obtención de combinaciones y envolventes) | 1.0 | 10.0 % |
| Examen final (condición: mínimo de 1.0 punto en cada uno de los bloques de contenido) | 6 | 60 % |
| | 10.0 | 100 % |

Fuente: Elaboración propia.

Es aquí donde estriba la diferencia más relevante respecto a la metodología aplicada en la asignatura Estructuras II. En este caso, la evaluación continua se centra en el desarrollo de dos exámenes parciales durante el semestre, cada uno de los cuales versa sobre uno de los bloques del temario. La calificación obtenida en estos exámenes, cuyo peso en la calificación final es del 15%, se mantiene hasta la 2ª convocatoria ordinaria (septiembre),

cuestión que se incorpora como motivación adicional para que el alumno realice un esfuerzo por seguir la asignatura semanalmente. Por otra parte, al igual que ocurre con la asignatura Estructuras II, se establece que el estudiante debe alcanzar una calificación mínima en el examen final, de manera que se demuestre que ha alcanzado unos conocimientos y competencias mínimas en cada uno de los bloques temáticos.

GRÁFICO 5. Porcentaje de presentados en la primera convocatoria ordinaria en la asignatura Estructuras IV.



Fuente: Elaboración propia.

4.3. Resultados obtenidos

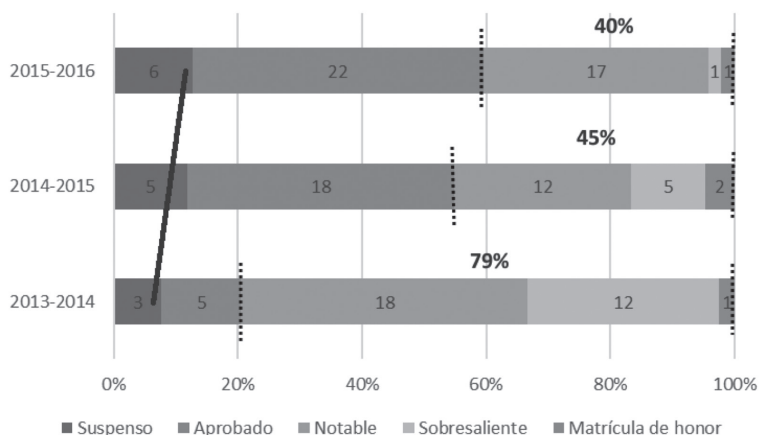
Si analizamos el número de estudiantes presentados en 1ª convocatoria en los diferentes cursos en que lleva impartándose esta asignatura (Gráfico 5), se puede comprobar como la progresión es ligeramente ascendente, aunque en ninguno de los cursos puede considerarse como especialmente baja.

Desde el punto de vista de las calificaciones, en el Gráfico 6 se muestran tanto el porcentaje de suspensos en los cursos completados desde el inicio de la asignatura, como los porcentajes del resto de ca-

lificaciones (aprobados, notables, sobresalientes y matrículas de honor), indicando además el porcentaje de alumnos que obtienen un notable o calificación superior.

Como puede comprobarse, se produce un ligero incremento del porcentaje de suspensos, pasando del 7.7% en el curso 2013-2014, al 12.8% en el curso 2015-2016. De la misma forma, se observa un decrecimiento en el número de alumnos que obtienen superior al aprobado, que pasa del 79% al 40%, incrementándose, por tanto, el porcentaje de estudiantes que superan la asignatura con la calificación de aprobado.

GRÁFICO 6. Porcentaje por curso de las distintas calificaciones obtenidas en la asignatura Estructuras IV. Se muestra la línea de tendencia del porcentaje de suspensos. Se indica el porcentaje de alumnos que han superado la asignatura con una calificación superior a la de aprobado.



Fuente: Elaboración propia.

5. Destinatarios de la innovación: el punto de vista del alumnado

Desde el punto de vista de la aplicación de las TIC, con el objeto de valorar la opinión del alumno respecto a las innovaciones incorporadas en las respectivas

asignaturas, en las encuestas de opinión del alumnado se ha incluido una pregunta relativa al uso de los diferentes recursos y medios utilizados tanto durante las lecciones presenciales, como en las diferentes actividades planteadas a través del cam-

pus virtual. De las diferentes respuestas se infiere que se valoran muy positivamente todas las innovaciones implementadas tales como vídeos, presentaciones SCORM o cuestionarios online, aunque la inclusión de gran cantidad de contenido en el campus puede, en ocasiones, ser percibida como desorganización de este. Por otra parte, resulta interesante como las presentaciones de diapositivas no se valoran especialmente, valorándose sin embargo el uso de un medio analógico como la pizarra.

Respecto a la aplicación del ABP, las encuestas de opinión que los alumnos responden en ambas asignaturas arrojan un resultado prácticamente idéntico: suponen un alto grado de motivación para el estudiante, que ve cómo los conocimientos que va adquiriendo pueden aplicarse a situaciones reales. Ahora bien, la opinión de estos es que el esfuerzo que representa el desarrollo del trabajo práctico no tiene un reflejo representativo en la calificación final, dado que su peso en la evaluación es bastante inferior al correspondiente al examen final.

6. Conclusiones

Los resultados obtenidos permiten concluir que la metodología de evaluación continua implementada mediante las evaluaciones semanales, unida a la aplicación del *flipped classroom*, además de facilitar el seguimiento de la asignatura durante el semestre, permite alcanzar con sencillez los mínimos exigidos para superar la asignatura, no incrementándose por ello la carga de trabajo del estudiante. Esto se manifiesta, por una parte, en el

incremento del número de alumnos que se presenta en 1ª convocatoria. Además, desde el punto de vista de los resultados, queda patente un aumento tanto del número absoluto de aprobados por curso, como del porcentaje de alumnos que obtienen una calificación superior a notable. Es decir, respecto al empleo de una metodología más estática o tradicional, la aplicación de la docencia invertida unida a la evaluación continua a través de las TIC y el ABP implica un mayor número de aprobados, siendo estos además de mayor calidad.

Este incremento en el rendimiento viene además acompañado por la propia percepción del alumno en cuanto a la mejora del aprendizaje por efecto de las innovaciones realizadas. Así, la utilización de la metodología ABP aplicando los conocimientos que se van adquiriendo sobre una estructura real implica un alto grado de motivación, aunque, a su juicio, la dedicación exigida debería conllevar el incremento de su peso en la calificación final. Por otra parte, la aplicación de las TIC incrementa la motivación del estudiante respecto a la asignatura, si bien durante las clases presenciales resulta de mayor interés el uso de recursos, como la pizarra, que la innovación tecnológica que suponen las presentaciones con diapositivas.

Con esto, podemos concluir con una reflexión: inmersos en la multiplicidad de cambios que lleva aparejada la velocidad en que transcurren nuestras vidas, ¿el cansancio de las pantallas nos llevará a combinar nuestra dependencia de ellas con un regreso a «actividades antiguas, manuales y lentas, de la época de nuestras abuelas?» (Bueno, 2017)¹.

Notas

- ¹ El presente documento se ha elaborado en el marco del proyecto de innovación educativa denominado «Nuevos marcos de docencia: TICs aplicadas al aprendizaje basado en problemas en la enseñanza de titulaciones técnicas» (PIE15-166) financiado por la Universidad de Málaga y desarrollado durante los cursos 2015-2016 y 2016-2017.

Referencias bibliográficas

- Anderson, T. y Garrison, D. R. (2010). *El e-learning en el siglo XXI. Investigación y práctica*. Barcelona: Octaedro.
- Badia, A. y García, C. (2006). Incorporación de las TIC en la enseñanza y el aprendizaje basados en la elaboración colaborativa de proyectos. *Revista Universidad Y Sociedad Del Conocimiento*, 3 (2), 42-54.
- Barreras Gómez, M. A. (2016). A flipped-classroom experience in Didactics of Foreign Language. *Educatio Siglo XXI*, 34 (1), 173-195.
- Barrows, H. (1986). A Taxonomy of problem-based learning methods. *Medical Education*, 20, 481-486.
- Barrows, H. y Tamblyn, R. (1980). *Problem-Based Learning: An Approach to Medical Education*. New York: Springer.
- Baytiyeh, H. (2017). The International Journal of Information and Learning. Technology The flipped classroom model: when technology enhances professional skills. *The International Journal of Information and Learning Technology Industrial and Commercial Training Iss International Journal of Information and Learning Technology*, 34 (1), 51-62.
- Bueno, J. (2017). *La sociedad que seremos*. Madrid: Cadena Ser. Recuperado de http://cadenaser.com/programa/2017/06/07/hoy_por_hoy/1496816341_747703.html
- Campos Calvo-Sotelo, P. (2009). La Educación, un hecho espacial. El «Campus Didáctico» como arquitectura para el Espacio Europeo de Educación Superior. *La Cuestión Universitaria*, 5, 98-120.
- Campos Calvo-Sotelo, P. (2010). 10 principios for an innovative model for the 21st century university: «the educational campus.» *Aula: Revista de Pedagogía de La Universidad de Salamanca*, 16, 187-200.
- De Justo Moscardo, E. (2013). *Diseño y evaluación de un programa para el aprendizaje de estructuras de edificación mediante ABP*. Sevilla: Universidad de Sevilla.
- De Pablos Pons, J. y Jiménez Cortés, R. (2007). Buenas prácticas con TIC apoyadas en las políticas educativas: claves conceptuales y derivaciones para la formación en competencias ECTS. *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa*, 6 (2), 15-28.
- Escardibul, J. O. y Mediavilla, M. (2016). El efecto de las TIC en la adquisición de competencias. Un análisis por tipo de centro educativo. **revista española de pedagogía**, 74 (264), 317-335.
- Escrig Pallarés, F. (1994). *La cúpula y la torre = the dome and the tower*. Sevilla: Fundación Centro de Fomento de Actividades Arquitectónicas.
- Farnos, J.D. (2011). Aprendizaje basado en proyectos con herramientas TIC. *Innovación y conocimiento*. Recuperado de <https://juandomingofarnos.wordpress.com/2011/03/02/aprendizaje-basado-en-proyectos-con-herramientas-tic/>
- Gómez García, I., Castro-Lemus, N. y Toledo Morales, P. (2015). Las flipped classroom a través del smartphone: efectos de su experimentación en educación física secundaria. *Prisma Social: Revista de Investigación Social*, 15, 296-351.
- González-Barbone, V. y Anido-Rifon, L. (2008). Creating the first SCORM object. *Computers & Education*, 51 (4), 1634-1647. doi: 10.1016/j.compedu.2008.04.004
- Guo, P. J., Kim, J. y Rubin, R. (2014). How Video Production Affects Student Engagement: An Empirical Study of MOOC Videos. En *Proceedings of the first ACM conference*

- on Learning (pp. 41-50). Atlanta: ACM. doi: 10.1145/2556325.2566239
- Hall, A. A. y Dufrene, D. D. (2016). Best Practices for Launching a Flipped Classroom. *Business and Professional Communication Quarterly*, 79 (2), 234-242. doi: 10.1177/2329490615606733
- Hmelo-Silver, C. E. (2004). Problem-Based Learning: What and How Do Students Learn? *Educational Psychology Review*, 16 (3), 235-266.
- Lonnman, B. (2000). Structural models in design education: Visualising Form and Behaviour. *Architectural Theory Review*, 5 (2), 27-43. doi: 10.1080/13264820009478398
- Mendoza, V. Í. (2015). Flipped Classroom y la adquisición de competencias en la enseñanza universitaria online. *Opción*, 31 (5), 472-479.
- Mok, H. N. (2014). Teaching Tip: The Flipped Classroom. *Journal of Information Systems Education*, 25 (1), 7-11.
- Monedero-Moya, J. J. (1998). *Bases teóricas de la evaluación educativa*. Málaga: Aljibe.
- Ozdamli, F. y Gulsum, A. (2016). Flipped Classroom Approach. *World Journal on Educational Technology*, 8 (2), 98-105.
- Papazoglakis, P. P. (2013). The Past, Present and Future of SCORM. *Economy Informatics Journal*, 13 (1), 16.
- Pérez-Sánchez, J. C., Piedecausa-García, B., Mateo Vicente, J. M. y Palma Sellés, P. (2015). Elaboración y exposición de maquetas constructivas como metodología docente. En *XIII Jornadas de Redes de Investigación en Docencia Universitaria: Nuevas estrategias organizativas y metodológicas en la formación universitaria para responder a la necesidad de adaptación y cambio* (pp. 975-985). Alicante: Instituto de Ciencias de la Educación.
- Pérez-Sánchez, J. C., Piedecausa-García, B., Pérez Sánchez, V. R., Mora García, R. T. y Céspedes López, M. F. (2016). Herramientas online de interacción docente en las asignaturas Construcción de Estructuras I y II. En *XIV Jornadas de Redes de Investigación en Docencia Universitaria: Investigación, innovación y enseñanza universitaria: enfoques pluridisciplinares* (pp. 1521-1532). Alicante: Instituto de Ciencias de la Educación.
- Pérez Carramiñana, C., Mateo García, M., Maciá Mateu, A., Sirvent Pérez, C. D., Ruiz Cáceres, J. Á. y Piedecausa-García, B. (2010). Proyecto re-Sahara: taller cooperativo entre las asignaturas de Proyectos I, Estructuras II y Construcción III de la titulación de Arquitectura. En M. T. Tortosa Ybáñez, J. D. Álvarez Teruel y N. Pellín Buades (Eds.), *VIII Jornadas de Redes de Investigación en Docencia Universitaria: nuevas titulaciones y cambio universitario* (pp. 2324-2333). Alicante: Universidad de Alicante.
- Pomares Torres, J. C., Baeza, F. J., Navarro Menargues, M., Castro López, R., Irlés Más, R., García Santos, J. I. y Baeza Cardona, V. (2016). Red de investigación en docencia de cálculo de estructuras I en el grado de arquitectura técnica. En *Investigación e Innovación Educativa en Docencia Universitaria. Retos, Propuestas y Acciones* (pp. 1880-1896). Alicante: Universidad de Alicante, Vicerrectorado de Calidad e Innovación Educativa, Instituto de Ciencias de la Educación (ICE).
- Ruiz-Jaramillo, J., Mascort-Albea, E. y Vargas-Yáñez, A. (2015). Analogue-digital teaching: application of new technologies to learning and continuous evaluation in technical subjects in engineering and architecture higher education. En L. Gómez Chova, A. López Martínez e I. Candel Torres (Eds.), *8th International Conference of Education, Research and Innovation (ICERI 2015)* (pp. 7050-7056). Sevilla: IATED Academy.
- Salinas, J. (2004). Innovación docente y uso de las TIC en la enseñanza universitaria. *Revista Universidad Y Sociedad Del Conocimiento*, 1 (1).
- Schmidt, R. (1983). Interaction, acculturation, and the acquisition of communicative competence. En N. Wolfson y E. Judd (Eds.), *Sociolinguis-*

- tics and language acquisition* (pp. 137-174). Rowley: Newbury House.
- Schmidt, S. M. P. y Ralph, D. L. (2016). The Flipped Classroom: A Twist On Teaching. *Contemporary Issues in Education Research - First Quarter*, 9 (1).
- Stuart, J. y Rutherford, R. J. D. (1978). Medical student concentration during lectures. *The Lancet*, 312 (8088), 514-516. doi: 10.1016/S0140-6736(78)92233-X
- Tawfik, A. A. y Lilly, C. (2015). Using a Flipped Classroom Approach to Support Problem-Based Learning. *Technology, Knowledge and Learning*, 20 (3), 299-315. doi: 10.1007/s10758-015-9262-8
- Tejedor Tejedor, F. J. y García-Valcárcel Muñoz-Re-piso, A. (2006). Competencias de los profesores para el uso de las TIC en la enseñanza. análisis de sus conocimientos y actitudes. **revista española de pedagogía**, 64 (233), 21-43.
- Uzunboylu, H. (2015). Flipped classroom: a review of recent literature. *World Journal on Educational Technology*, 7 (2), 142.
- Vélez Flores, M. A. (2015). *Impacto de las tecnologías de información en la docencia en la Educación Superior*. León: Universidad de León.
- Wasserman, N. H., Quint, C., Norris, S. A. y Carr, T. (2017). Exploring flipped classroom instruction in Calculus III. *International Journal of Science and Mathematical Education*, 15 (3), 545-568.
- Wilson, K. y Korn, J. H. (2007). Attention During Lectures: Beyond Ten Minutes. *Teaching of Psychology*, 34 (2), 85-89.

Biografía de los autores

Jonathan Ruiz-Jaramillo es Doctor Arquitecto por la Universidad de Sevilla en 2012 y tiene un Máster en Peritación y Reparación de Edificios por la Universidad de Sevilla. Actualmente, trabaja como Profesor Ayudante Doctor en el Departamento de Arte y Arquitectura de la Universidad de Málaga.

Antonio Vargas-Yáñez es Doctor Arquitecto por la Universidad de Málaga en 2014 y tiene un Máster en Medioambiente y Arquitectura Bioclimática por la Universidad Politécnica de Madrid. Actualmente, trabaja como Profesor Asociado en el Departamento de Arte y Arquitectura de la Universidad de Málaga.

sumario *

table of contents **

Estudios Studies

Xavier Úcar

Metáforas de la intervención socioeducativa:
implicaciones pedagógicas para la práctica
*Metaphors for socio-educational intervention:
pedagogical implications for practice*

209

**Inmaculada Asensio Muñoz, Elvira Carpintero
Molina, Eva Expósito Casas y Esther López Martín**

¿Cuánto oro hay entre la arena? Minería de datos
con los resultados de España en PISA 2015
*How much gold is in the sand? Data mining with
Spain's PISA 2015 results*

225

**Francisco José Fernández-Cruz, M^a José
Fernández-Díaz y Jesús Miguel Rodríguez-Mantilla**

Diseño y validación de un instrumento
de medida del perfil de formación docente en
tecnologías de la información y comunicación

*Design and validation of an instrument to measure
teacher training profiles in information
and communication technologies*

247

Notas Notes

**María Teresa Caro Valverde,
María Isabel de Vicente-Yagüe Jara
y María Teresa Valverde González**

Percepción docente sobre costumbres
metodológicas de argumentación informal
en el comentario de texto
*Teacher perception of methodological habits
for informal argumentation in text commentary*

273

Ana Rodríguez-Meirinhos y Esther Ciria-Barreiro

Revisión de intervenciones para mejorar
las habilidades pragmáticas en niños y
niñas con problemas de conducta y atención
*Review of interventions to improve pragmatic language
skills in children with behaviour and attention problems*

295

* Todos los artículos están publicados en inglés en la página web de la revista: www.revistadepedagogia.org.

** All the articles are published in English on the web page of the journal: www.revistadepedagogia.org.

**Pilar Pineda-Herrero, Anna Ciraso-Cali
y Mary Armijos-Yambay**

Competencias para la empleabilidad
de los titulados en Pedagogía, Psicología
y Psicopedagogía: un estudio comparativo
entre empleadores y titulados

*Employability and competences of Pedagogy,
Psychology, and Educational Psychology graduates:
A comparative study of employers and graduates*

313

**Isabel Vilafranca Manguán, Raquel Cercós Raichs
y Jordi García Ferrero**

Los «padres» pedagógicos de Europa. Discursos
educativos fundacionales para la integración
europea, cien años después de la Gran Guerra
*The pedagogical founding fathers of Europe: foundational
education discourses for European integration,
one hundred years after the First World War*

335

Jonathan Ruiz-Jaramillo y Antonio Vargas-Yáñez

La enseñanza de las estructuras en el Grado
de Arquitectura. Metodología e innovación
docente a través de las TIC

*Teaching structures on Architecture degrees.
ICT-based methodology and teaching innovation*

353

Reseñas bibliográficas

Gargallo López, B. (Coord.) *Enseñanza
centrada en el aprendizaje y diseño por
competencias en la Universidad.
Fundamentación, procedimientos y*

*evidencias de aplicación e investigación
(Vicent Gozálviz). Ballester, L. y Colom, A.
Epistemologías de la complejidad y educación
(Carlos Alberto Pabón Meneses). Monarca, H.
y Thoilliez, B. (Coords.) La profesionalización
docente: debates y propuestas (Francisco Esteban
Bara). Balduzzi, E. Narrazione educativa e
generatività del perdono (Mauricio Bicocca).*

373

Informaciones

XVI Conferencia Internacional de la Red
Internacional de Filósofos de la Educación 2018
sobre «Educación, diálogo y esperanza»;
ECER 2018 sobre «Inclusión y Exclusión,
¿Recursos para la Investigación Educativa?»;
XV Congreso Internacional de Organización
de Instituciones Educativas (CIOIE) sobre
«Las tendencias nacionales e internacionales
en organización educativa: entre la estabilidad
y el cambio»; Los ebooks monográficos de la
revista española de pedagogía.

Una visita a la hemeroteca (Gabriel Álvarez
López). **Una visita a la red** (David Reyero).

389

Instrucciones para los autores

Instructions for authors

399

Solicitud de originales

Call for papers

403



Teaching structures on Architecture degrees. ICT-based methodology and teaching innovation

La enseñanza de las estructuras en el Grado de Arquitectura. Metodología e innovación docente a través de las TIC

Jonathan RUIZ-JARAMILLO, PhD. Assistant Professor. Universidad de Málaga (jonaruizjara@uma.es).

Antonio VARGAS-YÁÑEZ, PhD. Lecturer. Universidad de Málaga (antoniovy@uma.es).

Abstract:

The teaching of structures on architecture degrees has traditionally been based on didactic lectures covering theoretical content with exercises solved in class by the lecturer. This very passive teaching style which involves minimal student participation, was accompanied by a high failure rate. Based around calculating unrealistic models by hand, this method is unattractive from a pedagogical perspective, something reflected in low attendance rates. It also creates superficial learning in which concepts are quickly forgotten after finishing the module. This article presents the innovations adopted in the Structures II and Structures IV modules from the Architecture degree at the University of Malaga, which have made it possible to raise the pass rate and attendance, and also aim to give students a closer link to this content through the use of ICT. To do this, flipped learning and PBL methodologies were used along with various ICT tools that also made it possible to check how students follow the module with the aim of evaluating the results of continuous assessment.

The results obtained show a rising trend in the pass rate with an improvement in the quality of the passes and an increase in the number of students who sit the exam in the first assessment period. It can be concluded that the use of the methodology described above leads to students being more involved and motivated by the subject, favouring continuous weekly work, and thus achieving better learning.

Keywords: teaching, teaching methods, ICT, PBL, flipped classroom, structures.

Resumen:

La docencia de las estructuras en el Grado de Arquitectura se ha basado tradicionalmente en la lección magistral de contenido teórico junto a ejercicios resueltos en clase por el profesor. Esta docencia, muy estática y con mínima participación del alumnado, iba además acompañada de una tasa de suspensos elevada. Centrada en el cálculo a mano de modelos poco reales, no resulta atractiva

Revision accepted: 2018-01-31.

This is the English version of an article originally printed in Spanish in issue 270 of the *revista española de pedagogía*. For this reason, the abbreviation EV has been added to the page numbers. Please, cite this article as follows: Ruiz-Jaramillo, J., & Vargas-Yañez, A. (2018). La enseñanza de las estructuras en el Grado de Arquitectura. Metodología e innovación docente a través de las TIC | *Teaching structures on Architecture degrees. ICT-based methodology and teaching innovation. Revista Española de Pedagogía*, 76 (270), 353-372. doi: <https://doi.org/10.22550/REP76-2-2018-08>

desde el punto de vista pedagógico, algo que se manifiesta en el escaso porcentaje de asistencia, generando además un aprendizaje poco profundo cuyos conceptos se olvidan en poco tiempo tras superar la asignatura. El siguiente artículo presenta las innovaciones adoptadas en las asignaturas de Estructuras II y Estructuras IV en el Grado de Arquitectura de la Universidad de Málaga, con cuya aplicación se ha conseguido elevar tanto el índice de aprobados como el porcentaje de asistencia, buscando estrechar además, por medio del uso de las TIC, la relación del estudiante con estas materias. Así, se han utilizado metodologías del tipo docencia invertida o *flipped learning* y ABP, empleando para ello diversas herramientas TIC que, adicionalmente, han permitido comprobar

el seguimiento de la asignatura a efectos de valorar los resultados de la evaluación continua.

Los resultados obtenidos ponen de manifiesto la tendencia ascendente en el índice de aprobados, así como en la calidad de estos, consiguiéndose asimismo un incremento en el número de alumnos que se presentan en primera convocatoria. Se puede concluir que el uso de la metodología enunciada conlleva una mayor implicación y motivación del estudiante con la materia, favoreciendo el trabajo continuo semanal, logrando con ello un mejor aprendizaje.

Descriptor: docencia, técnica didáctica, TIC, ABP, *flipped classroom*, estructuras.

1. Introduction

Owing to its significant theory content the teaching of structures on Architecture degrees, has traditionally been based almost exclusively on the didactic lecture format. In this format, the more purely theoretical content was complemented by exercises the lecturer solved mechanically on the board. In addition, it is worth emphasising the focus on practical work that is present most of the time. This usually comprises exercises that do not have a clear application to reality or have little direct application to the professional practice students will enter after completing their studies. However, it is precisely these theory modules that should have the closest connection to reality (Monedero-Moya, 1998).

This system, based on calculation by hand using unrealistic models, generated a success rate of 35%, and an attendance rate of 25% (Justo Moscardo, 2013). This methodology is so deeply-rooted that, even after the creation of the European Higher Education Area (EHEA) and the introduction of the new Bologna syllabuses, most of the educational innovation initiatives in this area focussed only on reviewing the theoretical and practical materials available to the students. In other words, preparing and publishing module notes or turning them into slide shows (Pomares Torres et al., 2016).

Even with this procedure being the most commonly used methodology, over time different innovation pathways have gradually developed. One of the most common has been to find the underlying

ing transversality of content across related subjects, encouraging cooperative and transversal learning alongside other modules. In the case of teaching on architecture degrees, the logic of architectonic design makes it possible to identify transversal content by creating joint seminars between project-based and technical modules, such as projects, structures, and construction, either vertically across different years (Pérez Carramiñana et al., 2010) or between modules in the same year.

Another pathway explored is to connect the teaching activities performed in the classroom with research, allowing students to learn by experimenting with new structural solutions and systems, either by designing and calculating models (Escrig Pallarés, 1994) or through their own construction work by making prototypes and models (Pérez-Sánchez, Piedecausa-García, Mateo Vicente, & Palma Sellés, 2015). Accordingly, it is of interest to develop interactive models to represent the behaviour of real structures such as Pasco or Mola Structural Kits or hold contests to break structural models of doorways, beams, and grates such as those organised by the Building Materials Laboratory at the Polytechnic School at the San Pablo CEU University or, at an international level, the ones organised by The Institution of Structural Engineers (Lonnman, 2000).

Nonetheless, although the methodologies mentioned above are of great interest, are effective, and deliver good results, Problem-Based Learning (PBL) has the greatest potential and scope for application, especially from the perspective of

«Bologna» generation syllabuses. Indeed, PBL has started to be integrated into the new syllabuses, taking advantage of the framework created by the EHEA, with the basic objectives of raising the success rate on technical modules and creating a setting where the student's interest in these subjects increases.

To achieve this, the process starts by presenting a problem to the students, who, generally working in groups, then try to solve it. During the analysis, learning and comprehension of the problem are generated as well as further work on solving the exercise. In this way, the students start by tackling the problem, not the theory they will use to solve the challenges that arise during the process (Barrows & Tamblyn, 1980). The students work autonomously, although they have the support of the tutor who acts as a guide for the process. When designing the problem, it is necessary to ensure that it cannot have one single answer, so that students identify what it is they need to learn to solve the problem. Consequently, depending on their knowledge, they can apply different strategies and gradually reflect on their effectiveness (Hmelo-Silver, 2004).

The main objectives that can be achieved by using this methodology are: more structured knowledge to apply to real settings and cases; developing an effective applied thinking process; creating greater student autonomy through self-directed learning; improvement in the competencies associated with collaborative work; and increasing motivation in the subject (Barrows, 1986). Achieving these objectives is linked to

a series of mechanisms that facilitate knowledge acquisition such as activating and structuring prior knowledge or how information is developed (R. Schmidt, 1983). This type of methodology sets in motion processes that lead to in-depth learning through a particular codification which means that the skills are subsequently recovered with greater ease when the individual encounters similar situations. This last question is not insignificant, as one of the main problems associated with teaching structures is continuity in what is learnt. Indeed, in most cases, students tend to forget most of the material studied progressively and quickly after they have sat and passed the corresponding assessment exam.

2. Applying technology to teaching

It is clear that teaching, especially at university level, cannot ignore how technology has become exponentially more important in our lives since the final years of the twentieth century. It has influenced university teaching in two main ways. On the one hand, teaching processes have increasingly integrated technologies. On the other hand, there is the habitual and necessary use of computers applied to the different architectural creation processes, ranging from the facets most closely linked to design, to the techniques associated with calculating structures, installations, and verifying compliance with certain features of building. Throughout this process, the training of teachers in applying ICT to teaching is vital (Tejedor Tejedor & García-Valcárcel Muñoz-Repi-so, 2006).

2.1. Technology applied in the classroom

Concerning the growing role of technology in teaching, the process has two aspects. In the first, technology has a direct influence on face-to-face teaching through its increased importance in classroom space. The appearance in the classroom of computers and projectors led to the progressive disappearance of the old transparencies and overhead projectors, and also condemned traditional slides to obsolescence. These were all replaced by PowerPoint type slides, reducing the common use of the board in explanations to a bare minimum.

As a result, this apparent digital revolution in the classroom led to teachers bombarding students with excessive slides during their lectures. The students thus became passive receptors of information, something that soon led to expressions like «death by PowerPoint» being coined, reflecting how this methodology bored audiences. The traditional attention curve shows that, if there are no significant changes in the form or the lecturer's discourse, students will generally maintain focus for 10 to 15 minutes with a traditional teaching style (Stuart & Rutherford, 1978). Introducing these new tools has meant that, far from improving and extending students' attention, the maximum attention benchmark has not even remained stable but has started falling. Students could, in effect, at least «entertain» themselves by taking notes in the past (Wilson & Korn, 2007). This has had an inexorable and unavoidable secondary consequence: a drastic reduction in the number of students who regularly attend face-to-face classes.

The prominence of technology in the classroom has grown in recent years, linked to the introduction of technological elements such as interactive whiteboards, although this is not the only course of action. These are ultimately initiatives aimed at improving the lecturer's interaction with students by

modifying the dynamic of classes, and so the purely technological additions are complemented by others that affect the very concept of the teaching space, ranging from changes with furniture (Image 1) to the form of its boundaries (Campos Calvo-Sotelo, 2009; Campos Calvo-Sotelo, 2010).

IMAGE 1. Inclusion of interactive whiteboards and modification of classroom furniture during the 2016-2017 academic year in the Higher Technical School of Architecture at the University of Málaga. The image on the left shows the previous rigid distribution of the seating in the classroom.



Source: Own elaboration.

2.2. Technology applied to productive processes

Along the same lines, in the field of engineering and architecture, the use of specific computer tools and applications and calculation procedures to streamline and simplify the work of professionals and technicians has become widespread.

The *softwarization* and *appification* of the work and personal spheres, in other words including Information and Communication Technologies (ICT) in all areas of

our lives, has a direct impact on teaching. Teaching methods are often modified to introduce these procedures and systems, often applying them to calculation and so, paradoxically, introducing a distortion. The majority use of computer calculation programs means that students learn to use a particular piece of software while neglecting the theoretical foundations underpinning it and so they lose the ability to analyse the initial problem and the essential skills for interpreting the results, which they accept uncritically.

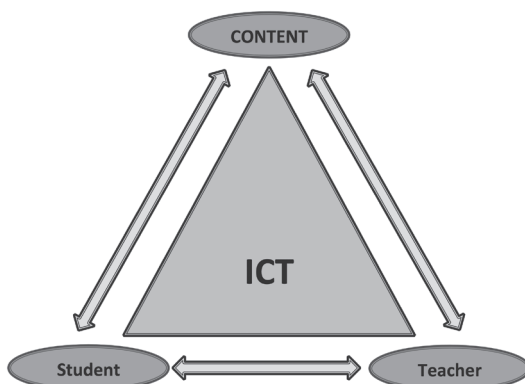
This is how the dichotomy arises between, on the one hand, teaching computer-based analysis and calculation procedures to train students in technologies they will subsequently apply in their professional life and, on the other, the need to create a solid foundation based on the theoretical knowledge that is needed to understand the phenomena on which they are working.

The integration of ICT in university teaching makes sense in this dual framework. Its ubiquity means it can be introduced naturally as a tool to support teaching and classroom teaching systems to motivate students and enliven teaching tasks. Their involvement is not just focussed on the case of using tools through the virtual campus for the modules, but it also affects the actual use of applications that develop the content and link learning to professional practice.

The gradual integration of ICT has provided fundamental support for the application and development of the different

teaching methodologies we have been discussing (Escardibul & Mediavilla, 2016). This has not exclusively been limited to simply publishing the different content areas of the modules online. In contrast, there are many examples that emphasise the positive impact of using ICT resources as learning tools (De Pablos Pons & Jiménez Cortés, 2007; Pérez-Sánchez, Piedecausa-García, Pérez Sánchez, Mora García, & Céspedes López, 2016; Salinas, 2004; Vélez Flores, 2015). One of the most interesting of them is the use of ICT in PBL (Badia & García, 2006; Farnos, 2011). In effect, the possibilities for developing the teaching-learning process through the problem-based learning methodology offered by using ICT are many and varied (Graph 1). On the one hand, these technologies make it possible to establish fluid and dynamic relationships between students and teachers and between the lecturers and the content of the subject to be delivered. Similarly, depending on the type of tools to be used, they give independent support to teachers and students alike.

GRAPH 1. Relationship between ICT and the different factors involved in the teaching-learning process.



Source: Own elaboration.

3. Educational innovation in teaching about structures: application to the module Structures II

3.1. Description of the methodology used

Owing to the gradual process of implementation of the new Architecture degree syllabus, delivery of this module started in the 2012-2013 academic year. It is equivalent in credits, face-to-face teaching hours, and its programme to the module from the previous syllabus, the only difference between them being the teaching innova-

tion that is described below, given that the teaching on the previous one was solely based around didactic lectures. Specifically, at the level of content, the teaching programme covers the calculation of forces in framework structures, both in triangulated structures (trusses) and in grid structures (frames). The module is worth 6 ECTS credits, equivalent to 150 hours of work by the student, 60 of these being in class and 90 outside of class. As the semester has 15 teaching weeks, the weekly work load outside class for students is 6 hours.

IMAGE 2. Example of a practical question sheet with time limit included in the module's virtual campus.

Start again

The students will see this quiz in a secure window
Note: Your students cannot access this quiz at this time

1 Indicate which lines in the following structure have a perfect fixed end moment

Points: 1
(points are deducted for incorrect answers)

Select at least one answer. There may be more than one correct answer.

- AD
- BE
- FG
- CG
- DE
- EF

Source: Own elaboration.

At a methodological level, compared with its counterpart in the previous syllabus where teaching was based exclusively on didactic lectures, it features pedagog-

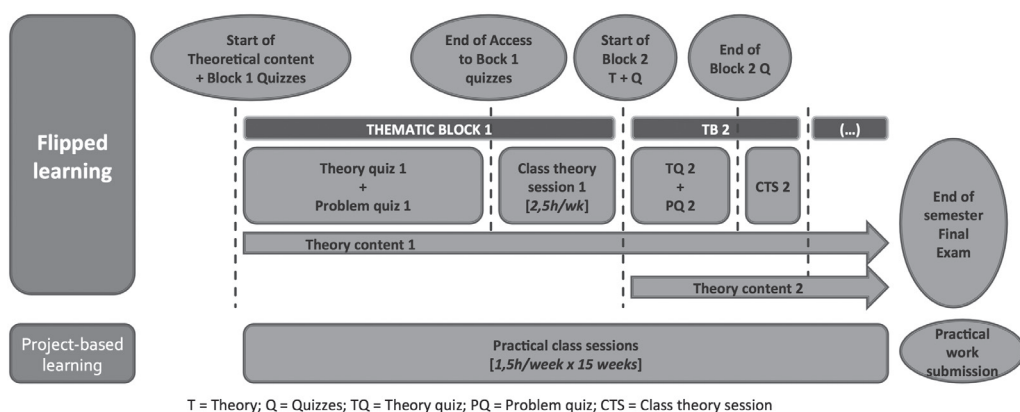
ical innovation. This partly comprises the introduction of a system of continuous assessment that enables and facilitates weekly monitoring of the module's

content. So, through the virtual campus, the student should complete online question sheets every week. These, on the one hand, help revise and reinforce the theoretical content and, on the other, they allow for the exercises and problems to be completed and assessed by applying the theory (Ruiz-Jaramillo, Mascort-Albea, & Vargas-Yáñez, 2015). Consequently, there is one group of question sheets directly linked to the theory content and another group, which despite having a similar function, allows for the monitoring and

evaluation of the weekly problems and exercises linked to the theory (Image 2).

As for scheduling during the semester, access to the different types of content, question sheets, and related exercises is programmed weekly to encourage constant interaction with the module. Consequently, the student can only do the exercises for a topic in a specific week. After that, they will have access to the theory content but will not be able to answer the question sheets. This distribution is shown in Graph 2.

GRAPH 2. Outline of the weekly time distribution of the activities planned throughout the semester and the methodology used.



Source: Own elaboration.

All of the blocks of theory in the module are based on the methodology known as *flipped classroom*. In this method, students attend the face-to-face classes having previously reviewed the planned content and once in class, the lecturer emphasizes and/or covers in depth the questions deemed especially relevant, the most difficult ones or ones that the

students themselves choose as they are more interesting or complex (Mok, 2014; Uzunboylu, 2015) flipping the classroom appears sound: passive learning activities such as unidirectional lectures are pushed to outside class hours in the form of videos, and precious class time is spent on active learning activities. Yet the courses for information systems (IS).

This methodology means that, in contrast to what happened with didactic lectures that rely on the board and slides, students must play an active role in their learning as they must prepare the topics before the theory classes. This will facilitate their comprehension and enable them to obtain the maximum benefit (Hall & Dufrene, 2016; Ozdamli & Gulsum, 2016; S. M. P. Schmidt & Ralph, 2016).

The planned distribution of hours by classroom and non-classroom activities

(Table 1) shows that if they set aside 2 hours per week of non-classroom work in preparation for the final exam, students should dedicate 4 hours per week to preparing for the theory classes and studying the subject. In this plan, it should be noted that a student who duly follows the course could reduce the estimated figure of 30 hours preparing for the final exam, given that this should comprise reviewing/revising what was learnt/covered during the 15 weeks of the semester.

TABLE 1. Plan for student’s work on the different activities throughout the semester, assuming a standard length of 15 weeks for the semester for purposes of calculation and estimation.

| | | | |
|--|--------------------|--|--|
| Module | 6 ECTS credits | 150 hours of student work | 60 hours in class 90 hours out of class |
| 1 ECTS credit → 25 hours of student work | | | |
| Activities in class | | Activities outside class | |
| Large group teaching (theory) | 2.5 h/w. (37.5 h). | Preparing for final exam | 2 h/w. (30 h). |
| Small group teaching (practice) | 1.5 h/w. (22.5 h). | Preparing for face-to-face classes (<i>Theory questions + exercises</i>) | 4 h/w. (60 h). |
| (*) The anticipated 30 hours would be equivalent to 3 days of work preparing for the exam, as two 5-hour sessions per day. | | | |

Source: Own elaboration.

Although there is ample experience of applying this methodology to teaching in various disciplines (Barreras Gómez, 2016; Gómez García, Castro-Lemus, & Toledo Morales, 2015; Wasserman, Quint, Norris, & Carr, 2017), its use in teaching architecture is not common. The most

recent studies indicate that this methodology is especially recommended for professions with a high technical content that must subsequently be applied in professional life (Baytiyeh, 2017), which suggests that its use is especially appropriate for teaching about structures.



As students must have all of the information and resources before the theory class so they can apply them, this system is inextricably linked to the use of ICT (Mendoza, 2015). This is not just a set of tools that allow access to information; it also enables students to evaluate their own progress and performance in the module, making it possible for these activities to be incorporated as continuous assessment, forming part of the final mark for the module.

Regarding *flipped learning*, one matter that should not be ignored is its close link to e-learning teaching (Anderson & Garrison, 2010), this being the platform for much of the methodology used in distance courses using online platforms (Massive Open Online Course-MOOC). Similarly, this type of teaching can be regarded as one of the tools capable of complementing PBL (Tawfik & Lilly, 2015). In effect, in the case of the Structures II module we are analysing, its application to the learning of theory has a supplement based on the PBL methodology used in the practical work that is done throughout the semester.

In this way, completing a piece of practical coursework is introduced in the practical blocks that complement the more theoretical teaching and where students apply holistically what they learn in the theory blocks.

To do this, they take a detached house developed in previous years and integrate the structural system so that it covers both of the structural types included in the course content and then proceed to work out the forces on the structure's different bars.

This process enables the student to visualise clearly the practical utility of the content of the module by applying it to solving design problems in a real structure. The students do this during the weekly practical sessions where the lecturers review the work and answer questions that arise. The type of work, its extension, and its scope, means that it can be done during the 22.5 hours (1.5 hours \times 15 weeks) of practical class-based work so that the student does not spend time working on this outside class. In this way, observing the planning of the students' weekly dedication (Table 1), it can be said that this is sufficiently measured in the course as a whole.

The development of this work is, therefore, based on the use of PBL methodology as the practical work directly confronts students with a problem they themselves have raised (an architecture project) which they will work on, modifying it to meet the requirements of the specification. At the start they do not have the necessary competencies to do this; these are acquired during the successive advances both in their own work and in the theory classes, thus connecting the two blocks. Doing the practical work therefore, takes into account the process and basic principles of PBL (Justo Moscardo, 2013).

3.2. Evaluation

Regarding evaluation, in addition to the assessments mentioned above, there is a final exam in which students solve similar theory and practice exercises to the ones they do during rest of the course. The value and percentage of the final mark of each of these tests is shown in Table 2.

TABLE 2. Value and percentage of the final mark of each of the evaluation activities of the Structures II module from the degree in Architecture.

| Evaluation activity | Value | % final mark |
|---|-------|--------------|
| Theory question sheets (weekly) | 0.5 | + 5.0 % |
| Problem question sheets (weekly) | 1.0 | + 10.0 % |
| Mid-term exam (triangulated structures) | 0.5 | + 5.0 % |
| Participation (in class, virtual campus forums, etc.) | 0.5 | + 5.0 % |
| Structural design practical work (designing and calculating a detached house) | 0.5 | 5.0 % |
| Final exam (requirement: a minimum of 3.5 points) | 10 | 95.0 % |
| | 13.0 | 100 % |

Source: Own elaboration.

The course practical work and the final exam are the only assessments it is compulsory to submit in order to pass. So, a student who does not wish to do the continuous assessment is not penalised for this and can pass by obtaining the highest mark. However, it is necessary to note that obtaining a minimum of 2.5 points on the final exam –equivalent to 19.2% of the total course evaluation– is a prerequisite. This requirement means that students must show they have acquired minimum knowledge and competences in each of the thematic blocks.

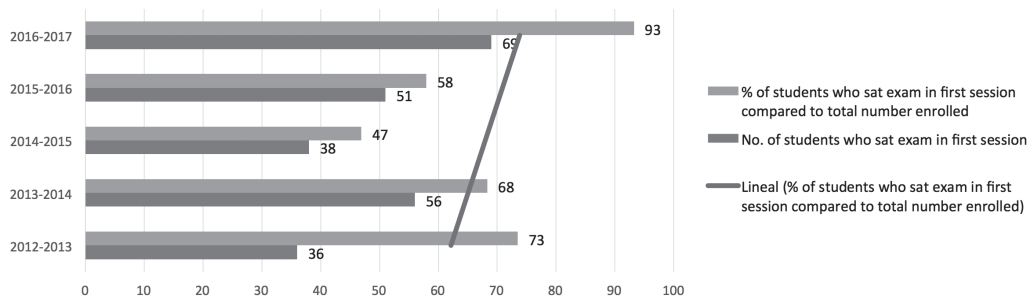
The other assessments are voluntary. The marks from them are extra credit in addition to that obtained in the compulsory tests. So the weekly evaluation question sheets, which include theory and practical exercises (for example, estimating force diagrams), active participation and interest in class and forums, as well as completing a mid-term exam at the end of one of the module's content blocks are suggested as extra points that the student adds and that provide an incentive to follow the course

every week. In effect, as can be seen, if a student obtains the minimum mark in the final exam (2.5 points), the continuous assessment exercises allow him or her to pass the module even if the final exam is failed, as with the other weekly exercises and the practicals it is possible to add as many as 3.0 points to the mark from the final exam. Similarly, they make it relatively easy to get a mark of good or excellent.

3.3. Results obtained

From the perspective of academic results, the use of this methodology has a double aim: firstly, to increase the success rate at the first attempt, which it does through the significant use of continuous assessment, and secondly to raise the overall success rate. Accordingly, we can see that the percentage of students who take the assessment in the first session has a progressively increasing trend (Graph 3). Indeed, the percentage of people who sat the test in the most recent session was 93%.

GRAPH 3. Percentage of students who sat the exam for the Structures II module in the first session. The trend line for the percentage of people sitting the exam in the first session is shown.

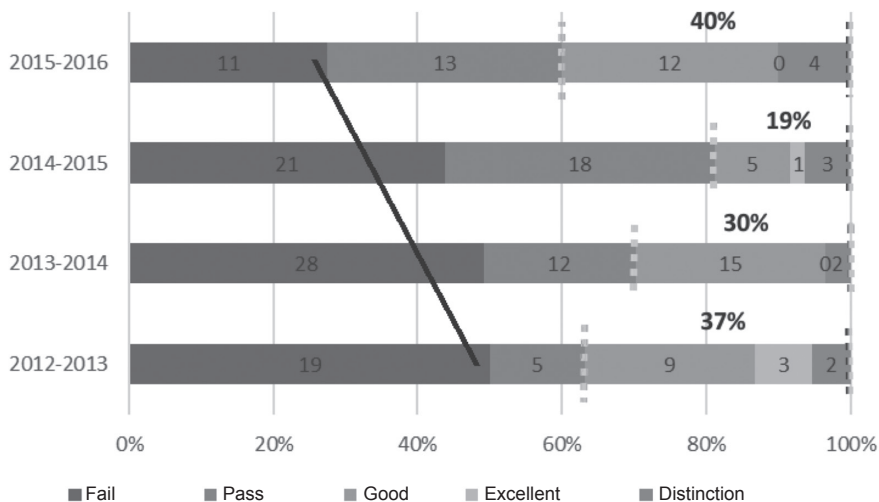


Source: Own elaboration.

As well as this increasing trend in the number of people per year who sit the exam in the first session, if the total percentage of pass marks per course is con-

sidered, Graph 4 shows that this displays a substantial increase from 50% in the first year the module was delivered up to around 73% in 2015-2016.

GRAPH 4. Percentage of different grades obtained in the Structures II module by academic year. The trend line for the percentage of fails is shown. The percentage of students who successfully completed the module with a mark higher than pass is shown.



Source: Own elaboration.

On the other hand, regarding the grades, Graph 4 shows that the average mark of the people passing the module with a grade higher than a pass is 31%. If we compare the trend in both images, it is apparent that in years when more people took the exam (in other words, years when a larger number of students took the module), the percentage of students who obtain a mark of good or better also increases. Therefore, it is possible to conclude that with the proposed methodology there are not just fewer fails; instead the rate of success increases with the percentage of candidates who get a mark higher than pass increasing.

4. Educational innovation in teaching about structures: application to the module Structures IV

4.1. Description of the methodology used

A similar methodology to the one described above is used in the Structures IV module from the same course. However, while it does follow a similar methodology to the one described, there are some differences in this case. The aim of presenting different procedures is that as these are applied on modules with similar technical content, it is possible to compare the results obtained by using each methodology.

Specifically, the content of this module focusses on the design and dimensioning of steel and reinforced concrete structures based on calculations of stresses resulting from different forces. The learning out-

comes are based around knowledge of the specifications contained in the different regulations in force under Spanish and European legislation regarding structural calculations.

In the case that interests us, teaching is structured around a weekly didactic lecture that combines theory and practice, encouraging student participation during the session. Exercises are then proposed in the practical class to complement each of the topics the students have to solve during the class. Unlike in the previous case, the *flipped classroom* methodology is not directly used since, while the students do have the information ahead of the theory class, there is no prior coverage of the subject with the preparatory question sheets.

In this case, ICT resources are used as support for the theory content. To incorporate the work, the students perform outside class into the normal dynamic of the module, a series of activities are prepared with content that varies according to the subject with which they are associated. These range from ordinary online question sheets, for solving exercises or evaluating theory, up to SCORM type presentations. These video format interactive presentations can include questionnaires or activities for revising or reinforcing learning of the content being viewed (Gonzalez-Barbone & Anido-Rifon, 2008; Papazoglakis, 2013) the creation of really reusable, searchable learning objects requires a detailed consideration of metadata, where some institutional aspects may be unclear or not available. This work describes creation

of a first learning object, from software tools installation to final packaging. It aims at a wider perspective than that offered by handbooks or user guides for content generation tools, generally poor or altogether deprived of suggestions on how to go about to achieve reusability, interoperability, durability and accessibility as conceived by the SCORM standard. Only free software and Internet publications are used as references. The creation of a simple SCORM package with the Reload Editor is described step by step, and the package created is then tested using Reload SCORM Player, allowing for the detection of some difficulties and alternatives of solution. Help available and some commented references are afterwards indicated. A list of suggestions finally emerges, to the purpose of solving beforehand most of the uncertainties, defining a consistent learning object creation scheme and reducing training time to master tools and metadata generation. As a conclusion, some limitations found along the work are pointed out, in particular the necessity of adopting or defining a LOM (Learning Object Metadata). They have the additional advantage that they can be viewed on any platform, and so they are easily accessible, for example, on mobile devices such as telephones or tablets.

As well as these online resources for free revision of the subject, explanatory videos are also prepared to cover concepts/solve exercises (Guo, Kim, & Rubin, 2014).

To complement the theory blocks, the students have to do practical coursework in groups of 3 where they progressively apply the concepts presented in class. This practical work makes it possible to apply the PBL methodology described above. Each of the work groups has to operate as a small consultancy entrusted with calculating the structure of the project chosen from the range proposed by the lecturer. For example, during the 2016-2017 academic year, a set of paradigmatic dwellings representing 20th century architecture built with steel structures was used as the theme for the work. Monitoring of practical work partly takes place face-to-face in the small group classes, as well as during the tutor hours and also happens continuously and outside class using ICT tools such as the specific forums for each group.

4.2. Evaluation

In this case, the evaluation was based on the different tests performed during the year. The value and percentage of the final mark of each of these tests is shown in Table 3.

TABLE 3. Value and percentage of the final mark of each of the evaluation activities of the Structures IV module from the degree in Architecture.

| Evaluation activity | Value | % final mark |
|---|-------|--------------|
| Mid-term exam on Steel structures | 1.5 | 15.0% |
| Mid-term exam on Concrete structures | 1.5 | 15.0% |
| Structural design practical work (structural design, calculating action, and calculating combinations and enclosures) | 1.0 | 10.0% |
| Final exam (requirement: a minimum of 1.0 point in each of the content blocks) | 6 | 60% |
| | 10.0 | 100% |

Source: Own elaboration.

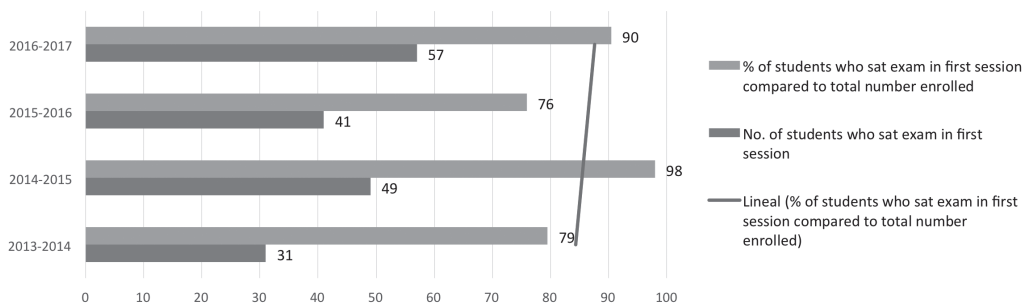
This is the most important difference compared with the Structures II module. Here, the continuous assessment is based on two mid-term exams during the semester, each of which is about one of the blocks from the list of topics. The mark from these exams, which are worth 15% of the final mark, is kept until the second ordinary exam session (September). This provides additional motivation for the student to follow the module weekly. On the other hand, as in the Structures II module, it is specified that students must attain a minimum mark in the final exam

to show that they have acquired minimum levels of knowledge and competencies in each of the thematic blocks.

4.3. Results obtained

Analysis of the number of students who sat the exam in the first session in the different years that this module has been delivered (Graph 5) shows that progression has a slight upward trend although it could not be considered especially low in any of the years.

GRAPH 5. Percentage of students who sat the exam for the Structures IV module in the first session.

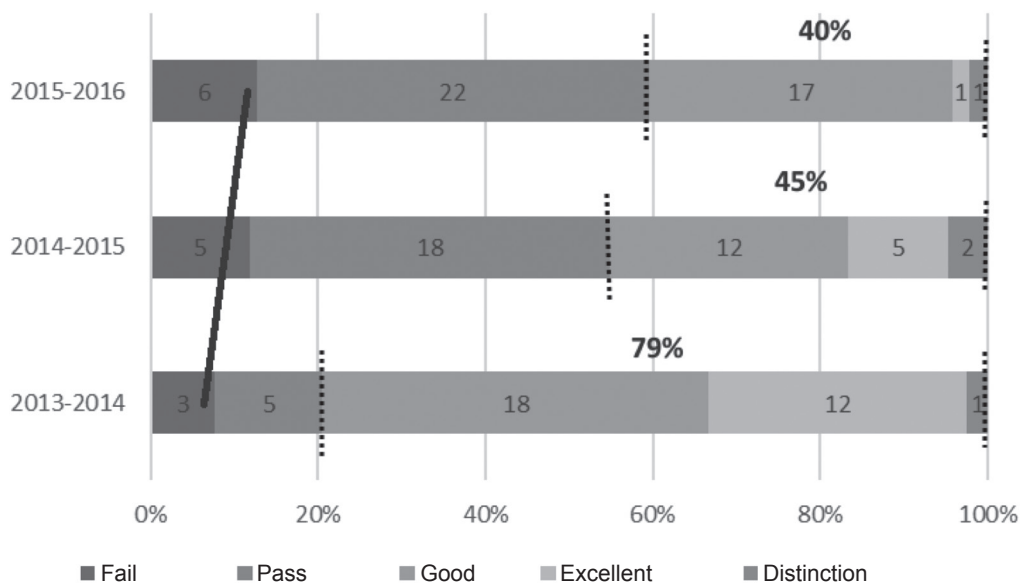


Source: Own elaboration.

From the point of view of qualifications, Graph 6 shows both the percentage of fails in the years completed since the start of this module and the percentages

of other grades (pass, good, excellent, and distinction), and also shows the percentage of students obtaining a grade of good or above.

GRAPH 6. Percentage of different grades obtained in the Structures IV module by academic year. The trend line for the percentage of fails is shown. The percentage of students who successfully completed the module with a mark higher than a pass is shown.



Source: Own elaboration.

As is apparent, there is a slight increase in the percentage of fails, from 7.7% in 2013-2014 to 12.8% in 2015-2016. Likewise, a fall in the number of students who get a mark higher than a pass can be seen, going from 79% to 40%, with the outcome that the percentage of students who successfully complete the module with a pass mark increases.

5. The beneficiary of innovation: the student perspective

From the perspective of ICT use, to evaluate students' views of the innovations included in the respective modules, a question about the use of the different resources and media in face-to-face lessons and in the various activities offered through the virtual campus has been included in the student opinion surveys. From the different answers it is possible to infer that

the innovations implemented – such as videos, SCORM presentations, and on-line questionnaires – are all very highly appreciated, although the inclusion of a large amount of material in the virtual campus is sometimes seen as a lack of organisation. In contrast, it is interesting to note that presentations with slides are not particularly well valued, while using a similar medium like the board is highly valued.

As for the use of PBL, the opinion surveys that students completed for both modules give practically identical results: it gives students considerable motivation as they see how the knowledge they acquire can be applied to real situations. However, they believe that the effort of doing the practical work is not adequately reflected in the final mark, given that its weight in the evaluation is somewhat lower than the weighting for the final exam.

6. Conclusions

The results obtained make it possible to conclude that the methodology of continuous assessment through weekly evaluations combined with the use of the *flipped classroom* technique make it easier to follow the module during the semester and also enable students to easily reach the minimum standards required to complete the module successfully without increasing their workload. This is shown by the increased number of students who take the exam in the first session. Furthermore, from the point of view of results, increases in the absolute number of passes per year and in the per-

centage of students who obtain a mark higher than good can be seen. In other words, compared to using a more static or traditional methodology, flipped learning combined with continuous assessment through ICT and PBL leads to more pass marks and these are also of a higher quality.

This increase in performance is also accompanied by the students' own perception of the improvement in learning as a result of the innovations introduced. Consequently, the use of the PBL methodology by applying the knowledge being acquired to a real structure leads to high levels of motivation, although, in the opinion of the students, the dedication required should be reflected by an increase in its weighting in the final mark. In addition, using ICT increases students' motivation in the subject, although during face-to-face classes the use of resources such as the board turns out to be more popular than the technological innovation of presentations with slides.

With this in mind, we can conclude with a reflection. As we are caught up in the multitude of changes linked to the speed at which our lives progress, will screen fatigue lead us to combine our dependence on them with a return to the «old, manual, slow activities, from our grandparents' era»? (Bueno, 2017)¹.

Notes

¹ This document was prepared in the framework of the educational innovation project called «New teaching frameworks: ICT applied to problem-based learning in the teaching of technical

qualifications» (PIE15-166) funded by the Universidad de Málaga and undertaken during the 2015-2016 and 2016-2017 academic years.

References

- Anderson, T., & Garrison, D. R. (2010). *El e-learning en el siglo XXI. Investigación y práctica*. Barcelona: Octaedro.
- Badia, A., & García, C. (2006). Incorporación de las TIC en la enseñanza y el aprendizaje basados en la elaboración colaborativa de proyectos. *Revista Universidad y Sociedad Del Conocimiento*, 3 (2), 42-54.
- Barreras Gómez, M. A. (2016). A flipped-classroom experience in Didactics of Foreign Language. *Educatio Siglo XXI*, 34 (1), 173-195.
- Barrows, H. (1986). A Taxonomy of problem-based learning methods. *Medical Education*, 20, 481-486.
- Barrows, H., & Tamblyn, R. (1980). *Problem-Based Learning: An Approach to Medical Education*. New York: Springer.
- Baytiyeh, H. (2017). The International Journal of Information and Learning Technology The flipped classroom model: when technology enhances professional skills. *The International Journal of Information and Learning Technology Industrial and Commercial Training Iss International Journal of Information and Learning Technology*, 34 (1), 51-62.
- Bueno, J. (2017). *La sociedad que seremos*. Madrid: Cadena Ser. Retrieved from http://cadenaser.com/programa/2017/06/07/hoy_por_hoy/1496816341_747703.html
- Campos Calvo-Sotelo, P. (2009). La Educación, un hecho espacial. El «Campus Didáctico» como arquitectura para el Espacio Europeo de Educación Superior. *La Cuestión Universitaria*, 5, 98-120.
- Campos Calvo-Sotelo, P. (2010). 10 principles for an innovative model for the 21st century university: «the educational campus». *Aula: Revista de Pedagogía de La Universidad de Salamanca*, 16, 187-200.
- De Justo Moscardo, E. (2013). *Diseño y evaluación de un programa para el aprendizaje de estructuras de edificación mediante ABP*. Sevilla: Universidad de Sevilla.
- De Pablos Pons, J., & Jiménez Cortés, R. (2007). Buenas prácticas con TIC apoyadas en las políticas educativas: claves conceptuales y derivaciones para la formación en competencias ECTS. *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa*, 6 (2), 15-28.
- Escardibul, J. O., & Mediavilla, M. (2016). El efecto de las TIC en la adquisición de competencias. Un análisis por tipo de centro educativo. *revista española de pedagogía*, 74 (264), 317-335.
- Escrib Pallarés, F. (1994). *La cúpula y la torre = the dome and the tower*. Sevilla: Fundación Centro de Fomento de Actividades Arquitectónicas.
- Farnos, J. D. (2011). Aprendizaje basado en proyectos con herramientas TIC. *Innovación y conocimiento*. Retrieved from <https://juandomingofarnos.wordpress.com/2011/03/02/aprendizaje-basado-en-proyectos-con-herramientas-tic/>
- Gómez García, I., Castro-lemus, N., & Toledo Morales, P. (2015). Las flipped classroom a través del smartphone: efectos de su experimentación en educación física secundaria. *Prisma Social: Revista de Investigación Social*, 15, 296-351.
- González-Barbone, V., & Anido-Rifon, L. (2008). Creating the first SCORM object. *Computers & Education*, 51 (4), 1634-1647. doi: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2008.04.004>
- Guo, P. J., Kim, J., & Rubin, R. (2014). How Video Production Affects Student Engagement: An Empirical Study of MOOC Videos. In *Proceedings of the first ACM conference on Learning* (pp. 41-50). Atlanta: ACM. <https://doi.org/10.1145/2556325.2566239>

- Hall, A. A., & Dufrene, D. D. (2016). Best Practices for Launching a Flipped Classroom. *Business and Professional Communication Quarterly*, 79 (2), 234-242. doi: <https://doi.org/10.1177/2329490615606733>
- Hmelo-Silver, C. E. (2004). Problem-Based Learning: What and How Do Students Learn? *Educational Psychology Review*, 16 (3), 235-266.
- Lonnman, B. (2000). Structural models in design education: Visualising Form and Behaviour. *Architectural Theory Review*, 5 (2), 27-43. doi: <https://doi.org/https://doi.org/10.1080/13264820009478398>
- Mendoza, V. Í. (2015). Flipped Classroom y la adquisición de competencias en la enseñanza universitaria online. *Opción*, 31 (5), 472-479.
- Mok, H. N. (2014). Teaching Tip: The Flipped Classroom. *Journal of Information Systems Education*, 25 (1), 7-11.
- Monedero-Moya, J. J. (1998). *Bases teóricas de la evaluación educativa*. Málaga: Aljibe.
- Ozdamli, F., & Gulsum, A. (2016). Flipped Classroom Approach. *World Journal on Educational Technology*, 8 (2), 98-105.
- Papazoglakis, P. P. (2013). The Past, Present and Future of SCORM. *Economy Informatics Journal*, 13 (1), 16.
- Pérez-Sánchez, J. C., Piedecausa-García, B., Mateo Vicente, J. M., & Palma Sellés, P. (2015). Elaboración y exposición de maquetas constructivas como metodología docente. In *XIII Jornadas de Redes de Investigación en Docencia Universitaria: Nuevas estrategias organizativas y metodológicas en la formación universitaria para responder a la necesidad de adaptación y cambio* (pp. 975-985). Alicante: Instituto de Ciencias de la Educación.
- Pérez-Sánchez, J. C., Piedecausa-García, B., Pérez Sánchez, V. R., Mora García, R. T., & Céspedes López, M. F. (2016). Herramientas online de interacción docente en las asignaturas Construcción de Estructuras I y II. In *XIV Jornadas de Redes de Investigación en Docencia Universitaria: Investigación, innovación y enseñanza universitaria: enfoques pluridisciplinares* (pp. 1521-1532). Alicante: Instituto de Ciencias de la Educación.
- Pérez Carramiñana, C., Mateo García, M., Maciá Mateu, A., Sirvent Pérez, C. D., Ruiz Cáceres, J. Á., & Piedecausa-García, B. (2010). Proyecto re-Sahara: taller cooperativo entre las asignaturas de Proyectos I, Estructuras II y Construcción III de la titulación de Arquitectura. In M. T. Tortosa Ybáñez, J. D. Álvarez Teruel, & N. Pellín Buades (Eds.), *VIII Jornadas de Redes de Investigación en Docencia Universitaria: nuevas titulaciones y cambio universitario* (pp. 2324-2333). Alicante: Universidad de Alicante.
- Pomares Torres, J. C., Baeza, F. J., Navarro Menargues, M., Castro López, R., Irlés Más, R., García Santos, J. I., & Baeza Cardona, V. (2016). Red de investigación en docencia de cálculo de estructuras I en el grado de arquitectura técnica. In *Investigación e Innovación Educativa en Docencia Universitaria. Retos, Propuestas y Acciones* (pp. 1880-1896). Alicante: Universidad de Alicante, Vicerrectorado de Calidad e Innovación Educativa, Instituto de Ciencias de la Educación (ICE).
- Ruiz-Jaramillo, J., Mascort-Albea, E., & Vargas-Yáñez, A. (2015). Analogue-digital teaching: application of new technologies to learning and continuous evaluation in technical subjects in engineering and architecture higher education. In L. Gómez Chova, A. López Martínez, & I. Candel Torres (Eds.), *8th International Conference of Education, Research and Innovation (ICERI 2015)* (pp. 7050-7056). Sevilla: IATED Academy.
- Salinas, J. (2004). Innovación docente y uso de las TIC en la enseñanza universitaria. *Revista Universidad y Sociedad Del Conocimiento*, 1 (1).
- Schmidt, R. (1983). Interaction, acculturation, and the acquisition of communicative competence. In N. Wolfson & E. Judd (Eds.), *Sociolinguis-*

- tics and language acquisition* (pp. 137-174). Rowley: Newbury House.
- Schmidt, S. M. P., & Ralph, D. L. (2016). The Flipped Classroom: A Twist On Teaching. *Contemporary Issues in Education Research - First Quarter*, 9 (1).
- Stuart, J., & Rutherford, R. J. D. (1978). Medical student concentration during lectures. *The Lancet*, 312 (8088), 514-516. doi: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(78\)92233-X](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(78)92233-X)
- Tawfik, A. A., & Lilly, C. (2015). Using a Flipped Classroom Approach to Support Problem-Based Learning. *Technology, Knowledge and Learning*, 20 (3), 299-315. doi: <https://doi.org/10.1007/s10758-015-9262-8>
- Tejedor Tejedor, F. J., & García-Valcárcel Muñoz-Repiso, A. (2006). Competencias de los profesores para el uso de las TIC en la enseñanza. análisis de sus conocimientos y actitudes. *revista española de pedagogía*, 64 (233), 21-43.
- Uzunboylu, H. (2015). Flipped classroom: a review of recent literature. *World Journal on Educational Technology*, 7 (2), 142.
- Vélez Flores, M. A. (2015). *Impacto de las tecnologías de información en la docencia en la Educación Superior*. León: Universidad de León.
- Wasserman, N. H., Quint, C., Norris, S. A., & Carr, T. (2017). Exploring flipped classroom instruction in Calculus III. *International Journal of Science and Mathematical Education*, 15 (3), 545-568.
- Wilson, K., & Korn, J. H. (2007). Attention During Lectures: Beyond Ten Minutes. *Teaching of Psychology*, 34 (2), 85-89.

Authors' biographies

Jonathan Ruiz-Jaramillo is a PhD in Architecture from the Universidad de Sevilla (2012). Masters in Assessing and Repairing Buildings from the University of Seville. Assistant Professor in the Department of Art and Architecture of the Universidad de Málaga.

Antonio Vargas-Yáñez is a PhD in Architecture from the Universidad de Sevilla (2014). Master's in Environment and Bioclimatic Architecture from the Universidad Politécnica de Madrid. Lecturer in the Department of Art and Architecture of the Universidad de Málaga.

Table of Contents

Studies

Xavier Úcar

Metaphors for socio-educational intervention:
pedagogical implications for practice 209

**Inmaculada Asensio Muñoz, Elvira Carpintero Molina,
Eva Expósito Casas and Esther López Martín**
How much gold is in the sand? Data mining
with Spain's PISA 2015 results 225

**Francisco José Fernández-Cruz, M^a José Fernández-
Díaz and Jesús Miguel Rodríguez Mantilla**
Design and validation of an instrument
to measure teacher training profiles in
information and communication technologies 247

Notes

**María Teresa Caro Valverde, María Isabel de Vicente-
Yagüe Jara and María Teresa Valverde González**
Teacher perception of methodological habits for
informal argumentation in text commentary 273

Ana Rodríguez-Meirinhos and Esther Ciria-Barreiro
Review of interventions to improve pragmatic
language skills in children with behaviour and
attention problems 295

**Pilar Pineda-Herrero, Anna Ciraso-Cali
and Mary Armijos-Yambay**
Employability and competences of Pedagogy,
Psychology, and Educational Psychology
graduates: A comparative study of employers
and graduates 313

**Isabel Vilafranca Manguán,
Raquel Cercós Raichs and Jordi García Ferrero**
The pedagogical founding fathers of Europe:
foundational education discourses
for European integration, one hundred
years after the First World War 335

**Jonathan Ruiz-Jaramillo and
Antonio Vargas-Yáñez**
Teaching structures on Architecture degrees. ICT-
based methodology and teaching innovation 353

Book reviews

Gargallo López, B. (Coord.) *Enseñanza centrada en el aprendizaje y diseño por competencias en la Universidad. Fundamentación, procedimientos y evidencias de aplicación e investigación* [Learning-centred teaching and designing for skills in the university: foundations, procedures, and evidence for application to research] (Vicent Gozávez). **Ballester, L. & Colom, A.** *Epistemologías de la complejidad y educación* [Epistemologies of complexity and education]

(Carlos Alberto Pabón Meneses).

Monarca, H. & Thoilliez, B. (Coords.)

La profesionalización docente: debates y propuestas [The professionalisation of teaching: debates and proposals] (Francisco Esteban Bara).

Balduzzi, E. *Narrazione educativa e generatività del perdono* [Educational narration and the creation of forgiveness] (Mauricio Bicocca).

373

Call for papers

403

This is the English version of the research articles and book reviews published originally in the Spanish printed version of issue 270 of the **revista española de pedagogía**. The full Spanish version of this issue can also be found on the journal's website <http://revistadepedagogia.org>.



ISSN: 0034-9461 (Print), 2174-0909 (Online)

<https://revistadepedagogia.org/>

Depósito legal: M. 6.020 - 1958

INDUSTRIA GRÁFICA ANZOS, S.L. Fuenlabrada - Madrid