

Colección: Ciencias de la Educación
Núm.: 35

COORDINAN:

Rafael Porlán Ariza

Elisa Navarro Medina



Esta obra se distribuye con la licencia Creative Commons Reconocimiento-
NoComercial-SinObraDerivada 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0.)

© INSTITUTO DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN

SECRETARIADO DE FORMACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA UNIVERSIDAD DE SEVILLA
2019

Avenida Ramón y Cajal, 1 - 41013 Sevilla.

Teléfono.: 954 556 791;

Correo electrónico: ice@us.es

Web: <https://sfep.us.es>

e-ISBN: 978-84-472-2191-2



**3^{er} Plan Propio
de Docencia**

Índice por Áreas de Innovación Docente

ARQUITECTURA

Diseño de Actividades para el Aprendizaje en la Asignatura de Construcción 2 del Grado en Fundamentos de la Arquitectura

BEGOÑA BLANDÓN GONZÁLEZ1024

Unir teoría y práctica a través de lo virtual: una innovación docente aplicada al diseño de instalaciones

CARMEN MARÍA CALAMA GONZÁLEZ336

Una primera experiencia de innovación docente en Construcción

PEDRO GÓMEZ DE TERREROS GUARDIOLA2076

Diseño y dimensionado de sistemas estructurales de hormigón armado para el arquitecto novel. Aplicación desarrollada en el Grado en Fundamentos de Arquitectura

FRANCISCO JESÚS LIZANA MORAL1152

Aplicación de un ciclo de mejora en el aula en la asignatura Historia, Teoría y Composición Arquitectónicas: el dibujo como razonamiento

CELIA LÓPEZ-BRAVO 359

Integración de contenidos del área de ingeniería del terreno para el desarrollo de proyectos arquitectónicos en la titulación de máster habilitante. Detección sistemática de áreas de oportunidad y propuesta de plan de acción

EMILIO J. MASCORT-ALBEA.....737

Propuesta de innovación docente en arquitectura mediante el aprendizaje basado en problemas

MARÍA VICTORIA REQUENA GARCÍA DE LA CRUZ.....449

Ciclo de Mejora del Aprendizaje en Enseñanzas Técnicas de Introducción al Acondicionamiento Ambiental y a las Bases de los Sistemas Constructivos

CARLOS RIVERA-GÓMEZ.....2493

Estructuras II (Grado en Edificación): aprender de la práctica

ESPERANZA RODRÍGUEZ MAYORGA 1519

Diseño de un Ciclo de Mejora en el Aula en Mecánica del Suelo y Cimentaciones

ROCÍO ROMERO HERNÁNDEZ..... 88

**Integración de contenidos del
área de ingeniería del terreno
para el desarrollo de proyectos
arquitectónicos en la titulación
de máster habilitante. Detección
sistemática de áreas de oportunidad
y propuesta de plan de acción**

**Contents integration of soil
engineering area for the development
of architectural projects in final
master's thesis. Systematic
detection of basic shortcomings
and action plan proposal**

EMILIO J. MASCORT-ALBEA

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5737-9969>

Universidad de Sevilla

Departamento de Estructuras e
Ingeniería de la Edificación

emascort@us.es.

Fecha de recepción: 3 -6- 2019

Fecha de aceptación: 5- 7- 2019

DOI: <http://dx.doi.org/10.12795/9788447221912.032>

Pp.: 737-758



Esta obra se distribuye con la licencia Creative Commons
Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 4.0
Internacional (CC BY-NC-ND 4.0.)

Resumen

Uno de los grandes retos que plantea la titulación del Master Universitario en Arquitectura, implantada en la Universidad de Sevilla durante el curso 2015-16, es la correcta integración de los contenidos específicos de cada área de conocimiento en los resultados del proyecto arquitectónico desarrollado por cada estudiante. El carácter habilitante del título exige al alumnado un conjunto de competencias, y el manejo de una serie de estrategias y recursos que deben ser reforzados a través de asignaturas destinadas a intensificar el desarrollo del Trabajo Final de Máster (TFM). La presente experiencia relata la propuesta de un Ciclo de Mejora en el Aula (CIMA) asociado a la labor del área de Ingeniería del Terreno (IT) en este contexto.

Palabras clave: Estructuras y cimentaciones; Master universitario en arquitectura (Habilitante); Docencia universitaria; Experimentación docente universitaria; Asignaturas técnicas en arquitectura

Abstract

One of the major challenges faced by the Master's Degree in Architecture, implemented at the University of Seville during the course 2015-16, is the correct integration of the specific contents from each area of knowledge to the results of the architectural project. The enabling nature of the degree requires students to have a set of skills, and the management of a series of strategies that must be reinforced through subjects aimed at intensifying the development of the final master's work. The present experience relates the proposal of an Improvement Cycle in Classroom (ICIC) associated with the work of the area of Soil Engineering.

Keywords: Structures and foundations; University master's degree in architecture (enabling); University education; University teaching experimentation; Technical subjects in architecture

Descripción de contexto

Se presenta una experiencia de innovación docente basada en el concepto de Ciclos de Mejora en el Aula (CIMA), impulsado por la Red de Formación para la Innovación Docente (REFID) de la Universidad de Sevilla. De este modo, el objeto de la misma se orienta hacia la construcción de un modelo pedagógico que se base en la generación de entornos de aprendizaje fundamentados en las necesidades planteadas por los propios estudiantes universitarios (Porlán Ariza (coord.), 2017).

El presente Ciclo de Mejora en el Aula (CIMA) se ha llevado a cabo como parte del Programa de Formación e Innovación Docente del Profesorado FIDOP 2019, organizado por el Instituto de Ciencias de la Educación (ICE). Dicha experiencia se ha desarrollado en la asignatura de *Estructuras y Cimentaciones* (EyC), perteneciente al Master Universitario en Arquitectura (MArq), título de carácter habilitante que se imparte íntegramente en la E.T.S. de Arquitectura de Sevilla. En la referida asignatura participan de forma conjunta profesores de las áreas de Mecánica de Medios Continuos y Teoría de las Estructuras (E), Ingeniería del Terreno (IT) y Matemáticas (M), a través de un reparto proporcional de horas que se produce de la siguiente manera: E = 30 horas presenciales + IT = 10 horas presenciales + M= 10 horas presenciales. En este planteamiento de carácter multidisciplinar cada docente desarrolla su dedicación horaria de forma independiente, y por tanto, una correcta coordinación resulta aún si cabe más relevante. La evaluación de la asignatura se realiza de forma proporcional entre los profesores de las tres áreas de conocimiento participantes. El profesor encargado de desarrollar el presente CIMA imparte la carga docente correspondiente a la parte de Cimentaciones, con una dedicación lectiva presencial total de 10 horas. En este sentido, se debe hacer hincapié en condicionantes, como la duración total de la intervención, que influyen en el desarrollo

del CIMA. Debido a dicha circunstancia, la naturaleza del mismo resulta por definición breve y las actividades deben presentar un corto periodo de desarrollo.

Adicionalmente, es necesario indicar que los profesores del área de IT también desarrollan una labor docente en la asignatura titulada Proyecto Fin de Carrera (PFC), de duración anual. En dicha asignatura se imparte una docencia práctica de carácter conjunto, junto a un equipo de ocho profesores, que conforman el tribunal encargado de tutorizar y evaluar los proyectos de los alumnos. Por diversos motivos, como ejemplo, el carácter eminentemente práctico de las clases, la intervención compartida del profesorado o la existencia de sesiones muy distanciadas en el curso, el CIMA no ha sido planteado para dicha materia, que cuenta con una dedicación de 20 horas de docencia presencial. Sin embargo, para el presente artículo resulta relevante la estrecha relación que existe entre las asignaturas de EyC y PFC. En este sentido, también se debe recalcar que la asignatura de EyC empieza en el inicio del segundo cuatrimestre, de modo que los estudiantes de máster ya llevan han iniciado el desarrollo del PFC durante el primer cuatrimestre. Esta circunstancia resulta importante para entender el aliciente que puede suponer la asignatura como un recurso que permita a los estudiantes desarrollar su proyecto arquitectónico de una forma adecuada

El Master Universitario en Arquitectura adquiere una relevancia especial en el contexto formativo del alumno debido a su carácter de título habilitante para el ejercicio oficial de la profesión de Arquitecto. En este sentido, se puede observar como la titulación debe exigir unas competencias muy concretas al titulado para que, de este modo, se demuestre que está capacitado para ejercer íntegramente las responsabilidades del ejercicio profesional. En la aplicación de los planes de estudios previos (Arquitecto-1975, Arquitecto -1998, Grado de Arquitectura-2010)



estas capacidades venían dadas integralmente en el título, y sin embargo, ahora no se obtienen con la consecución del Grado de Fundamentos en Arquitectura-2012.

Por tanto, en el marco de la titulación del nuevo máster, se debe entender la creación de estas materias, habitualmente denominadas “asignaturas de intensificación”, como áreas de oportunidad con respecto a la situación planteada por planes de estudios anteriores, de cara a evitar la creación de compartimentos estancos en la integración del conocimiento arquitectónico. Ante una problemática que presenta un carácter general, fruto de las competencias que reclama el ejercicio de la profesión de arquitecto, compañeros de otras áreas de conocimiento ya han planteado, en convocatorias precedentes de las Jornadas de Innovación Docente, CIMAs encaminados a potenciar la integración de las asignaturas técnicas en el desarrollo de los proyectos. En el caso de profesores de la ETSAS, destacan las experiencias desarrolladas en la asignatura de *Construcción e Instalaciones* (Cel) del mencionado Master Universitario en Arquitectura (Galán Marín, 2019), o en la materia de *Taller de Arquitectura 6: Rehabilitación*, en el Grado de Fundamentos en Arquitectura.

Finalmente, cabe reflexionar sobre la dedicación docente de los profesores del área de IT en el citado máster, que actualmente es de un total de 30 horas: 20 horas de PFC en el desarrollo de un curso completo (24 semanas) y 10 horas de EyC en el marco de la asignatura cuatrimestral (12 semanas). Dicha cuestión permite reivindicar la necesidad de más horas de participación presencial de cara a proporcionar una atención docente completa al alumnado, acorde con un planteamiento académico que permite simular experiencias de taller de cara a favorecer la profesionalización del alumnado con vistas a su inminente inserción en el mercado laboral.

Diseño previo del CIMA: Hacia una estructura reconocible

El diseño previo del CIMA ha sido planteado a través de un mapa de contenidos y una propuesta de actividades secuenciadas, destinados a estructurar los objetivos del aprendizaje. Asimismo, se han aportado una serie de cuestionarios y fichas que se encaminan a facilitar el proceso de integración de los contenidos de la asignatura en los proyectos arquitectónicos.

Mapa de contenidos

El objetivo general del área de IT en el marco de la asignatura de EyC consiste en reforzar el desarrollo de las competencias y conocimientos relacionados con el suelo y las cimentaciones en la integración del desarrollo del PFC. Por tanto, se considerará clave exponer la importancia de un dominio mínimo la interacción suelo-cimentación-estructura en las competencias y responsabilidades de un arquitecto. Adicionalmente, los objetivos específicos que permiten entender el diseño del presente CIMA son los que se enuncian a continuación:

- Conocer con profundidad el grado de aprendizaje que el alumnado presenta en relación a las características básicas del suelo y las cimentaciones antes del inicio de la asignatura.
- Aplicar el diseño del CIMA a los dos grupos de EyC en los que se imparte docencia.
- Detectar de forma sistemática las carencias relacionadas con la integración de aspectos directamente vinculados al suelo en el proceso de análisis, diseño y desarrollo técnico de las propuestas de los estudiantes.
- Realizar una ordenación y jerarquización de los contenidos, a través del desarrollo de un guión inicial de trabajo, que permita no obviar determinadas cuestiones en el desarrollo del proyecto.

EMILIO J. MASCORT-ALBEA

Todas estas cuestiones se plantean de modo preliminar en el mapa de contenidos de la asignatura (Fig. 1) que se encuentra contextualizado por la estructura básica de la organización de la titulación. Todo ello en base al carácter directivo de la asignatura vinculada al Proyecto Final de Carrera (PFC), y al enfoque intensificador del resto de las asignaturas y áreas de conocimiento participantes.



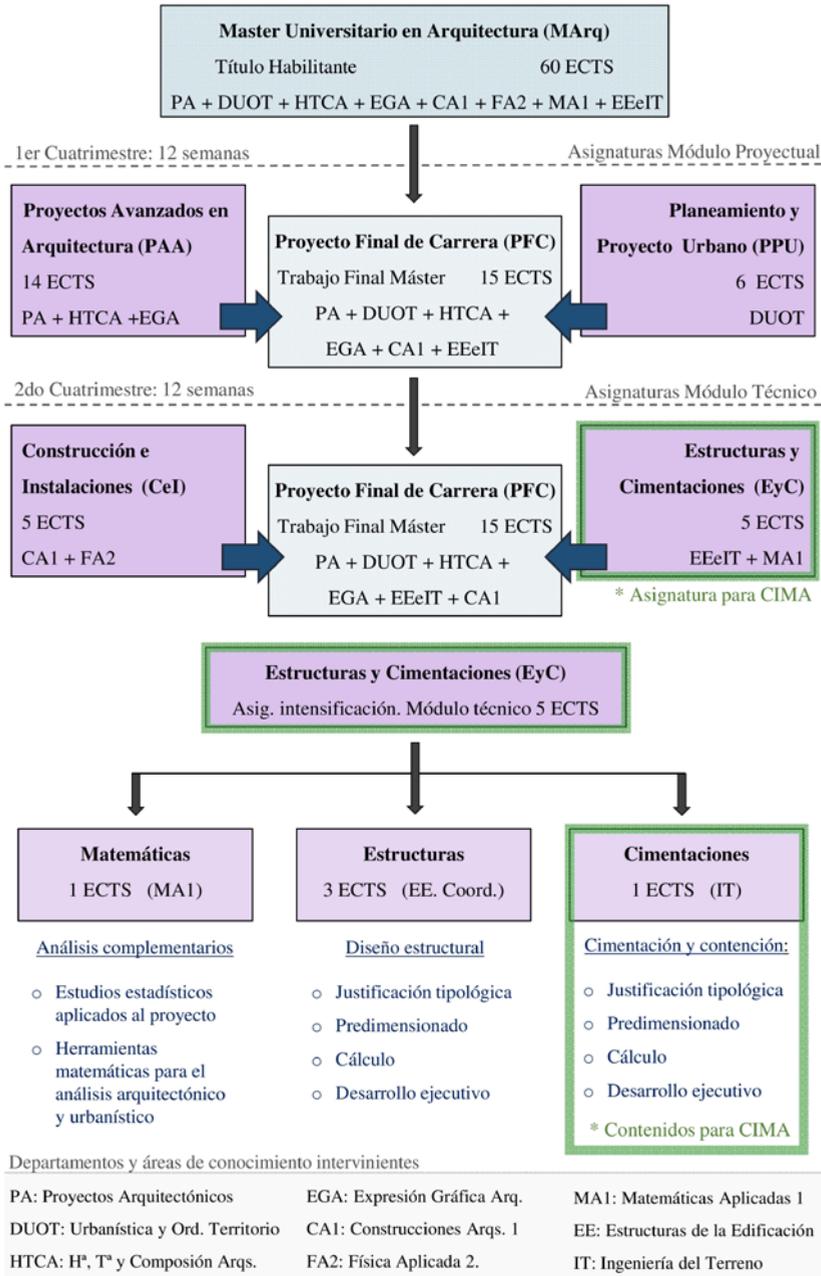


Figura 1. Organigrama de asignaturas y áreas de conocimiento en el Master Universitario en Arquitectura durante el curso 2018-19. Mapa de contenidos del Ciclo de Mejora en el Aula (CIMA). Elaboración propia.

Diseño del modelo metodológico

Por la experiencia del docente en experiencias equivalentes al Universitario en Arquitectura, principalmente en la asignatura de Proyecto Fin de Grado (PFG), impartida en el grado en Arquitectura del Plan 2010, se plantean las principales carencias que suelen tener los alumnos en el desarrollo de sus proyectos, con respecto a las especificaciones del área de IT:

- Confusión terminológica en relación a vocablos básicos de carácter geotécnico, y con aquellos relacionados con las tipologías esenciales de cimentación y contención.
- Bajo grado de reflexión sobre los sistemas técnicos a incluir en proyecto y débil vínculo de las características básicas del diseño con las propuestas tipológicas previas.
- Limitada consideración de la topografía y el subsuelo como factores que condicionan directamente el diseño de las arquitecturas a proponer.
- Muy escasa consideración de las propiedades del suelo en la fase de análisis, y por supuesto, en el desarrollo constructivo de los elementos previamente elegidos.

En base al modelo planteado, la secuencia de actividades planteadas se ha basado en un diseño experimental de 10 horas de duración, repartidas en cuatro sesiones de 2,5 horas presenciales. El CIMA ha sido aplicado a la totalidad de las horas previstas para el área de IT en la asignatura de intensificación, a través del esquema de sesiones que se muestra a continuación (Fig. 2). Asimismo, se plantean sesiones de control estadístico de carácter participativo que deben constituir una verificación de los avances planteados en la sesión anterior. De este modo, se materializarán en experiencias de participación colectiva en los casos 1 y 2, e individual en los casos 3 y 4, pero con seguimiento colectivo.

Sesión 01: Planteamientos previos, implantación y caracterización del terreno	Sesión 02: Elección tipológica y predimensionado de elementos
Control estadístico (encuesta preliminar) *	2.0. Control estadístico (cuestionario) *
1.1. <i>Presentación y procedimiento recomendado*</i>	2.1. <i>Factores para la elección tipológica**</i>
1.2. Recursos cartográficos: riesgos**	2.2. Definición geométrica de la topografía*
1.3. <i>Criterios generales de diseño y normativa**</i>	2.3. <i>Procedimientos de cálculo y tablas para el predimensionado_*</i>
1.4. <i>Caracterización geotécnica del subsuelo*</i>	2.4. <i>Diseño de juntas estructurales**</i>
Sesión 03: Diseño y comprobación de estados límites últimos y de servicio (ELU y ELS)	Sesión 04: Desarrollo constructivo, armado y casos especiales
3.0. Control estadístico (borrador memoria) *	4.0. Control estadístico (presentación final)*
3.1. <i>Comprobaciones ELU: casos de aplicación (hundimiento, vuelco, deslizamiento, etc.)**</i>	4.1. <i>Criterios para el diseño constructivo: contacto del edificio con el terreno**</i>
3.2. Comprobaciones ELU: recursos informáticos y procedimientos de cálculo*	4.2. <i>Cálculo y disposición de los elementos de armado: cuantías mínimas y refuerzos*</i>
3.3. <i>Comprobaciones ELS: casos de aplicación (asientos, distorsiones estructurales, etc.)**</i>	4.3. <i>Condicionantes específicos provocados por situaciones de carácter especial: sismo, expansividad, recalces, nivel freático, concentración de cargas de borde**</i>
3.4. Comprobaciones ELS: recursos informáticos y procedimientos de cálculo*	

Figura 2. Secuencia de actividades planteadas para el CIMA. En relación a las actividades, las celdas azules hacen referencia a las prácticas individuales, las verdes a las prácticas individuales con seguimiento colectivo y las violetas a las actividades basadas en la transmisión teórica de contenidos. A su vez, se resaltan en cursiva los contenidos considerados esenciales, marcando con un asterisco (*) los apartados de carácter procedimental y con dos (**) los conceptuales. Elaboración propia.



Diseño de recursos docentes para la experiencia

Con el fin de detectar con mayor exactitud las carencias previstas, se plantea la formulación de una pareja de preguntas preliminares, que proceden de sólidas metodologías investigadoras de mayor alcance (de Justo & Delgado, 2014; Delgado & de Justo, 2018) y que pueden contribuir a verificar los planteamientos del presente artículo. Estas preguntas vienen incluidas en un formulario preliminar proporcionado por el profesor Antonio Delgado Trujillo, que debe ser cumplimentado como primera actividad de trabajo con los alumnos:

1. *¿Has pensado ya algo sobre la estructura y la cimentación de tu proyecto? En caso afirmativo, comenta cuál crees que podría ser el sistema de cimentación y contención.*
2. *¿Qué dificultades crees que tiene o va a tener el diseño de la cimentación de tu proyecto?*

En las preguntas anteriores se espera que los alumnos no hayan concebido la tipología de los elementos de cimentación y contención de una forma completa y necesaria, es decir, conjugando las características básicas de su proyecto con las características del suelo sobre el que se asienta. Para tal fin se ha diseñado el formulario para elegir el tipo de cimentación, que se entregará como una actividad a realizar entre el transcurso de las sesiones (Tabla 1).

Datos del proyecto: a cumplimentar por el alumno [SI (dato)/NO (¿por qué?)]

Grupo	Nombre	Situación	Proyecto
Factores a considerar en el emplazamiento			
Topografía (altimetría):	-Estado actual	-Estado modificado	
Topografía (líneas de nivel):	-Estado actual	-Estado modificado	
Topografía (secciones):	-Estado actual	-Estado modificado	
Movimientos de tierra:	-Excavación	-Terraplenado	

Jornadas de Formación e Innovación Docente del Profesorado | Nº 2 (2019)



Esta obra se distribuye con la licencia Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0.)

Elementos de contención:	-Artificial	-Talud natural
Riesgos naturales (1):	-Deslizamiento	-Inundación
Riesgos naturales (2):	-Sismo	-Expansividad
Riesgos naturales (3):	-Karst	-Otros
Riesgos antrópicos (1):	-Incendio	-Otros
Preexistencias vegetales (1):	-Especies dominantes	-Proximidad al proyecto
Preexistencias vegetales (2):	-Propiedades principales	-Otros
Actuaciones vegetales (1):	-Conservar	-Talar
Actuaciones vegetales (2):	-(Re) plantar	-Otros
Preexistencias instalaciones:	-Pozos	-Colectores
Preexistencias construidas:	-Restos arqueológicos	-Cimentaciones previas
Actuaciones en preexistencias:	- Movimiento del nivel freático	-Asientos inducidos

Factores a considerar por las características básicas del proyecto

Altura y número de plantas	Regularidad geométrica	Cotas de apoyo
Dimensiones generales	Distancia entre apoyos	Rigidez estructural

Factores a considerar por las características básicas del subsuelo

Estratos predominantes	Capacidad portante estimada	Presencia del nivel freático
Permeabilidad	Estabilidad	Otros

Otros proyectos y ejemplos construidos a considerar

Tabla1. Resumen de los contenidos incluidos en el cuestionario simplificado para la elección tipológica de elementos de cimentación y contención. Elaboración propia.

El empleo de estos cuestionarios ha sido concebido con un sentido de ida y vuelta, vinculada a la construcción colectiva y colaborativo del conocimiento. Es decir, el formulario de elección del tipo de cimentación también permite que, a partir de los casos particulares de los estudiantes, el alumnado sea capaz de proporcionar nuevos datos y factores a tener en cuenta y que sirvan para los próximos cursos, aportando cuestiones y reflexiones que el profesor no haya explicitado en los mismos. Así se



plantea el desarrollo de un instrumento de aprendizaje entre todos los agentes implicados e interesados.

Todo lo realizado debe conducir a una reflexión preliminar más profunda destinada a efectuar una selección tipológica razonada de los elementos de cimentación y contención del futuro proyecto, así como de los movimientos de tierra previstos en el mismo. Adicionalmente, el diseño de los contenidos a tener en cuenta debe facilitar la posterior evaluación de los procedimientos desarrollados y resultados obtenidos, facilitando asimismo la correcta comprensión del alumnado de las carencias y virtudes de sus propuestas.

Aplicación del CIMA: Representatividad de las actividades

Como consecuencia de la dedicación docente asignada al autor del presente artículo, el CIMA diseñado pudo ser aplicado a dos grupos diferentes de la misma asignatura. Las características divergentes de los mismos en cuanto horarios (mañana / tarde), localización de los emplazamientos (Valle del Guadalquivir-Sevilla / Costa del Sol-Estepona), extensión de los ámbitos de trabajo (urbano / territorial) y elección los temas programáticos (acotada / libre), ha permitido evaluar el diseño de la experiencia en distintos contextos de aprendizaje. Adicionalmente, esta circunstancia ha permitido aumentar la masa crítica de estudiantes que ha formado parte del CIMA, con un número total superior a sesenta participantes.

Memoria de las sesiones

El funcionamiento de las sesiones ha sido razonablemente bueno, todo ello gracias a la participación del alumnado, que ha sido elevada y activa. La asistencia a las



clases por parte de los estudiantes de los dos grupos ha sido alta y el nivel de utilización de las premisas aportadas ha resultado elevado.

Los resultados obtenidos en la evaluación de la encuesta inicial permiten observar una indefinición generalizada en los planteamientos básicos de las posibles soluciones de cimentación y contención a emplear en el desarrollo definitivo del proyecto. La tabla 2 ilustra con más detalle los fundamentos de la anterior afirmación. Las respuestas de los estudiantes al cuestionario inicial han sido clasificadas en cuatro grupos, que se vinculan de forma progresiva a distintos niveles de integración previa de los contenidos del área de IT en el diseño de sus respectivos proyectos.

Nivel	Consideración de elementos de cimentación	Grupo I	Grupo II	Total
Alto	<i>Consideración atendiendo a un análisis suficiente y razonado de los parámetros geotécnicos necesarios</i>	1 al.	1 al.	2 al.
Medio	<i>Consideración con parámetros geotécnicos muy básicos</i>	4 al.	6 al.	10 al.
Bajo	<i>Consideración sin atención a factores de subsuelo y topografía</i>	15 al.	11 al.	26 al.
Nulo	<i>No existe consideración ni propuesta mínima</i>	8 al.	12 al.	16 al.

Tabla 2. Resumen interpretativo de los resultados proporcionados por los estudiantes en la cumplimentación de la encuesta inicial de la parte de cimentaciones correspondiente a la asignatura de Estructura y Cimentaciones (EyC). Abreviatura empleada: al. = alumno(s). Elaboración propia.

Tal y como indica la tabla anterior, la tendencia experimentada en cada grupo resulta semejante, y muestra entre otras cosas que estos temas no han sido en muchos casos planteados desde el inicio de la práctica proyectual,



varios meses atrás. A su vez, aquellos alumnos que se atreven a proponer una solución tipológica, lo hacen sin apenas considerar la naturaleza del suelo como un factor a tener en cuenta. Este tipo de carencias han tratado de ser solventadas en dos primeras sesiones de trabajo presencial de la asignatura.

En la tercera y en la cuarta sesión se han planteado muchas dudas de carácter operativo, con una elevada demanda por parte del alumnado del aprendizaje de herramientas para generar modelos de cálculo. En este sentido, es necesario indicar que ha resultado especialmente provechoso el empleo de correcciones particulares con carácter público, a través de la proyección voluntaria de los trabajos de los alumnos. De este modo, las particularidades del seguimiento de un trabajo concreto han suscitado dudas e intervenciones del resto de los participantes en cada clase presencial. Esta experiencia ha resultado especialmente provechosa en las dos últimas sesiones de la asignatura, coincidiendo con un estado más avanzado del desarrollo de los proyectos.

Finalmente, y a nivel general, se percibe la existencia de una insuficiente dedicación horaria respecto a las demandas del propio alumnado, desde el punto de vista positivo, denota interés y percepción de la utilidad de las herramientas y estrategias enseñadas. Todo ello indica las dificultades que los alumnos manifiestan en recuperar conceptos aprendidos en cursos anteriores y que resultan recurrentes en cada una de las sesiones desarrolladas.

Evaluación del aprendizaje de los alumnos

Los criterios para la evaluación de los trabajos de los alumnos se han basado en cinco bloques temáticos que presentan idéntico peso y relevancia. De los cuales, los cuatro primeros son de carácter específico y coinciden con



los apartados diseñados para la secuencia de actividades. Entre los mismos se establece una diferenciación entre los logros alcanzados a nivel del cumplimiento procedimental y la idoneidad de los resultados alcanzados. Adicionalmente, se ha introducido un quinto bloque relativo a cuestiones relacionadas con la estructura, adecuación y presentación de los contenidos aportados en la memoria y la planimetría que deben conformar el trabajo final de la asignatura.

En relación a los resultados finales de aprendizaje, se debe insistir en que se han detectado notables dificultades por parte de los estudiantes para refrescar los contenidos aprendidos en el grado de Fundamentos en Arquitectura, y aplicarlos al diseño del proyecto. Desde la perspectiva del autor del presente artículo, son diversas las circunstancias que pueden explicar esta situación:

- Se estima que existe un considerable salto cronológico entre la única asignatura obligatoria y específica del área del Ingeniería del Terreno que se imparte en el título de grado de Fundamentos en Arquitectura (*Mecánica del Suelo y Cimentaciones*, de 3^{er} curso), y la asignatura del Master en Arquitectura que es objeto del presente CIMA (*Estructuras y Cimentaciones, EyC*). Por dicho motivo suele existir una cierta desconexión del alumnado respecto a los conceptos básicos relativos a la interacción suelo-cimentación-estructura. Adicionalmente, dicha circunstancia se agrava en el caso de alumnos que dilatan su periodo académico en el desarrollo de los cursos académicos.
- Se detecta una cierta falta de destreza en el empleo de las herramientas y programas informáticos disponibles por los alumnos para la realización de las comprobaciones pertinentes de las hipótesis propuestas. Dicha circunstancia puede estar motivada a que el empleo de las mismas no se imparte de forma reglada en las asignaturas obligatorias anteriormente mencionadas, sino que se realiza fundamentalmente en asignaturas

de carácter optativo que se cursan en el último año académico del grado de Fundamentos en Arquitectura: *Cimentaciones, Patologías y Recalces y Complementos de Mecánica del Suelo.*

- Se apuesta por seguir trabajando en encontrar mecanismos capaces de facilitar que el grado de definición del proyecto arquitectónico sea suficiente para permitir el inicio del desarrollo de las cuestiones técnicas en el momento en el que se inician las asignaturas de intensificación que se vinculan a las ramas de conocimiento técnico. Esta cuestión se encuentra perfectamente planteada en la programación teórica del curso, pero resulta todavía mejorable en la práctica actual.
- De modo generalizado, se percibe que la sensación de haber recibido un correcto aprendizaje por parte del alumnado es elevada. Sin embargo, el porcentaje de entregas en la primera convocatoria de junio resulta todavía muy mejorable.

En relación a la experiencia académica del autor de la presente propuesta, se puede afirmar que en comparación directa con la experiencia de PFG (2010), donde las horas presenciales de las asignaturas de intensificación no existían, que la aparición de la materia de EyC repercute muy positivamente en la mejora de la calidad de los resultados del proyecto, en relación al área de Ingeniería del Terreno. Esta sensación responde al rol que pueden llegar a jugar las asignaturas de intensificación como espacios propios de cada área de conocimiento para efectuar una aplicación directa y sistemática de conocimientos específicos en la generalidad del proyecto arquitectónico.

Evaluación del CIMA: Precedentes para próximas experiencias

La evaluación del CIMA aplicado puede considerarse positiva, entre otras cosas porque ha permitido estructurar



los contenidos y secuenciar las actividades de las sesiones, otorgando un orden aplicable en futuros cursos. Adicionalmente, el CIMA ha permitido construir las bases de un protocolo de actuación que otorga a los alumnos un guión de trabajo que indica qué hacer y cómo hacerlo, dando la libertad en los recursos y medios a aplicar (¿con qué?), y valorando la madurez de cada alumno a la hora de elegirlos. Finalmente, los contenidos del formulario presentado aportan una visión más transversal y sistemática de aquellos factores de contexto vinculados al terreno que pueden ser determinantes en las decisiones de diseño dentro del proceso del proyecto arquitectónico. Por consiguiente, se ha apostado por dar el primer paso hacia una propuesta procedimental que, materializada en una guía simplificada, debe evolucionar a través de la creación de futuras versiones mediante el desarrollo de experiencias de carácter colaborativo.

Cuestiones a mantener y cambios a introducir

Entre las cuestiones a mantener se apuesta por continuar con la estructura en bloques de las sesiones, fomentando la asimilación de un procedimiento clarificador en la experiencia de diseño y comprobación de las soluciones de cimentación propuesta. A su vez, se estima necesario continuar con experiencias que fomenten la asimilación de las condiciones de contexto por parte del alumnado, a través de una interpretación global y transversal de la realidad del terreno como un factor más en el desarrollo del proyecto arquitectónico. Finalmente, el carácter teórico-práctico constituye una cuestión más a valorar. Dado el escaso tiempo de docencia presencial disponible en la asignatura, y la complejidad, así como la profundidad de los contenidos a tratar, el carácter teórico-práctico de las actividades constituye una vía a explorar de elevado interés.

Por otro lado, una de las principales debilidades del diseño propuesto ha sido su excesiva dependencia respecto al grado de avance del proyecto arquitectónico desarrollado por cada estudiante desde los inicios del primer cuatrimestre. De este modo, se ha detectado un nivel de aprovechamiento de las actividades muy desigual como consecuencia del mencionado factor. Para solventar esta situación, se plantean para el próximo curso dos principales líneas de actuación: por un lado, fomentar la entrega de trabajos en el periodo de evaluación continua, y por otro, desarrollar el diseño de una guía básica de actuación que clarifique y exponga de una forma aún más gráfica y detallada los procedimientos explicados a lo largo de la asignatura.

Finalmente, las limitaciones del alumnado expuestas con anterioridad pueden resultar amplificadas por la escasa dedicación horaria del profesorado de ingeniería del terreno en esta asignatura. Sin embargo, esta circunstancia contrasta con el interés, utilidad, aplicabilidad práctica e importancia asignada por el alumnado a la experiencia docente recibida.

Aspectos a incorporar en la práctica docente habitual

La importancia del uso de las TICs en las prácticas de transferencia de aprendizaje es una cuestión habitual en el desarrollo de la docencia de las asignaturas técnicas, tanto para la asimilación de cuestiones teóricas (Mascort-Albea, 2014) como prácticas (Ruiz-Jaramillo, Mascort-Albea, & Vargas-Yanez, 2015; Ruiz-Jaramillo & Vargas-Yáñez, 2018). En este caso, los estudiantes presentan una especial dependencia de los resultados que ofrecen los diferentes programas y herramientas de cálculo, siendo uno de los retos del profesorado conseguir que ellos dominen las herramientas, y no se encuentren sometidos a las mismas



sin la capacidad de ofrecer un control crítico basado en sus conocimientos. Por tanto, también se plantea que esta cuestión sea incorporada en futuros cursos y sea trabajada de un modo específico, no solamente en la titulación del Master en Arquitectura, sino también en las distintas asignaturas del grado de Fundamentos en Arquitectura.

Principios didácticos argumentados

Los principios didácticos planteados se han basado en una propuesta de construcción participativa con el alumnado de los contenidos que serán requeridos en el proyecto por parte del área de IT. Para ello, se han establecido una serie de conceptos que deben estar vinculados a la integración de contenidos técnicos en el campo del proyecto arquitectónico: *análisis, diseño y desarrollo técnico*. A su vez, se han aportado ejemplos bibliográficos y normativos que faciliten el desarrollo detallado de las tareas necesarias para lograr la integración técnica.

De este modo, el entorno de aprendizaje de la asignatura no ha sido planteado como un ámbito docente en el que se produzca la mera transmisión de contenidos e información útil para el alumnado, ni como una sesión de correcciones de carácter individualizado, sino como una experiencia que permita enseñarles a construir sus hipótesis razonadas sobre el suelo y las cimentaciones de sus proyectos arquitectónicos. Todo ello con el fin de fomentar su sentido crítico y su capacidad interpretativa en la lectura de documentación técnica destinada a sus competencias profesionales.

Por tanto, se ha fomentado el desarrollo una experiencia docente destinada a realizar una aproximación completa y precisa a la problemática, aportando herramientas y procesos para la construcción del conocimiento, frente a la habitual demanda de respuestas concretas y cerradas.

Conclusiones

Tras la realización de este primer CIMA puesto en práctica a lo largo del segundo cuatrimestre del curso 2018-19 se puede concluir que, a nivel general, la asignatura de EyC debe constituir una auténtica área de oportunidad para los docentes de los departamentos implicados en la misma. Las dificultades que comporta la naturaleza de una asignatura de reciente creación deben servir como estímulo para conseguir optimizar el aprovechamiento de la misma por parte de los estudiantes. Todo ello a través de una apuesta por la innovación docente como una vía ambiciosa para la construcción del conocimiento en los títulos de postgrado.



Referencias

- de Justo, E., & Delgado, A. (2014). Change to competence-based education in structural engineering. *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, 141((3)), 2556-2568.
- Delgado, A., & de Justo, E. (2018). Evaluación del diseño, proceso y resultados de una asignatura técnica con aprendizaje basado en problemas. *Educación XX1*, 21(2), 179-203. <https://doi.org/10.5944/educxx1.19415>
- Galán Marín, M. del C. (2019). La docencia de construcción en el máster habilitante en arquitectura: un reto hacia la profesión. *Jornadas De Formación E Innovación Docente Del Profesorado*, (1), 243-262. <https://doi.org/10.12795/jdu.2018.i01.14>
- Mascort-Albea, E. J. (2014). Estrategias para incentivar la participación del alumnado en asignaturas técnicas universitarias mediante el uso de TIC. En *I Jornadas de Docencia Universitaria* (pp. 221-232). Sevilla, España: Universidad de Sevilla. Facultad de Ciencias de la Educación. <http://hdl.handle.net/11441/50778>
- Porlán Ariza (coord.), R. (2017). *Enseñanza universitaria. Cómo Mejorarla* (1ª Edición). San Sebastián de los Reyes, España: Ediciones Morata.
- Ruiz-Jaramillo, J., Mascort-Albea, E. J., & Vargas-Yanez, A. (2015). Analogue-digital teaching: application of new technologies to learning and continuous evaluation in technical subjects in engineering and architecture higher education. En *ICERI 2015: 8th International Conference of Education, Research and Innovation* (pp. 7050-7056). Sevilla, España: IATED Academy. <http://hdl.handle.net/10630/10785>
- Ruiz-Jaramillo, J., & Vargas-Yáñez, A. (2018). La enseñanza de las estructuras en el Grado de Arquitectura. Metodología e innovación docente a través de las TIC. *Revista Española de Pedagogía*, 76(270), 353-372. <https://doi.org/10.22550/REP76-2-2018-08>