

## LAS NUEVAS METODOLOGÍAS DE ENSEÑANZA APLICADAS AL HORMIGÓN ESTRUCTURAL

Alfonso Martínez Martínez  
[a.martinez@upct.es](mailto:a.martinez@upct.es)

Carlos José Parra Costa  
[carlos.parra@upct.es](mailto:carlos.parra@upct.es)

Antonio García Martín  
[antonio.gmartin@upct.es](mailto:antonio.gmartin@upct.es)

Universidad Politécnica de  
Cartagena

### Resumen

Los planes de estudios actuales (al menos los de la Universidad Politécnica de Cartagena) se elaboraron sin una formulación previa de los perfiles profesionales a considerar, de las competencias profesionales y transversales a desarrollar y de los objetivos formativos generales (propios de cada titulación) o específicos (de cada materia o asignatura). Los intentos posteriores de coordinar programas y actividades formativas, a través de Comisiones de Docencia o de otro tipo, han chocado con las limitaciones propias de los descriptores de las materias, de la rigidez del plan y su organización temporal y de la dificultad de introducir cambios que debían aparecer en el BOE.

Para evitar que la situación se repita en la elaboración de los nuevos planes de estudio conviene establecer de antemano cuál es la metodología apropiada y aplicarla desde los máximos órganos de la Universidad para impedir que intereses particulares puedan distorsionar el resultado imponiéndose al interés común. El problema es que se carece de experiencia en el desarrollo de planes de estudios estructurados bajo la perspectiva de lo que se ha dado en llamar Espacio Europeo de Enseñanza Superior (EEES). Los proyectos de innovación educativa deben servir, por tanto, para proporcionarnos los criterios necesarios y “entrenarnos”, a partir de experiencias desarrolladas con los planes actuales, para el desarrollo de los nuevos.

Dentro del proyecto de innovación educativa desarrollado por la Escuela de Ingeniería Técnica Civil y para entrenar nuevas metodologías de enseñanza en el ámbito del hormigón estructural, se ha llevado a cabo un programa de docencia diferenciado entre dos grupos de un mismo curso de la titulación de Ingeniero Técnico de Obras Públicas. Así en un grupo se impartió docencia convencional de clase magistral, problemas y prácticas. En el otro se introdujeron nuevas metodologías docentes adaptadas al EEES, tales como la realización de programas informáticos que permitan la verificación de secciones de hormigón armado. El objetivo era desarrollar las competencias específicas de la asignatura de Tecnología de Obras Hidráulicas y potenciar otras competencias transversales como son el trabajo en equipo y la capacidad de síntesis.

En este artículo exponemos las conclusiones del proyecto de innovación educativa llevado a cabo en la Escuela de Ingeniería Técnica Civil en lo relativo a la metodología a seguir a la hora de estructurar la enseñanza del hormigón estructural en el marco del EEES.

### Introducción

La creación de un Espacio Europeo de Enseñanza Superior no solamente se restringe al ámbito de la organización académica sino que se pretende superar el actual planteamiento docente universitario, conectándolo con las competencias, es decir las

habilidades, destrezas y capacidades que necesita cada profesional. Actualmente el estudiante al finalizar sus estudios debe desarrollar unas cualidades no potenciadas directamente en su periodo universitario. Este tipo de competencias transversales son intrínsecas a la personalidad individuo y lo capacitan para afrontar diferentes situaciones en su vida profesional. Por lo que parece lógico una revisión del sistema de enseñanza, tomando como origen de la misma su objetivo, el aprendizaje.

Par establecer debilidades y fortalezas de las nuevas metodologías al ser aplicadas a la enseñanza del Hormigón Estructural se ha llevado a cabo un programa de docencia diferenciado entre dos grupos de un mismo curso de la titulación de Ingeniero Técnico de Obras Públicas. Así en un grupo se impartió docencia convencional de clase teórica, problemas y prácticas. En el otro se otro se introdujeron nuevas metodologías docentes adaptadas al EEES, tales como la realización de programas informáticos que permitan la verificación de secciones de hormigón armado. El objetivo es desarrollar las competencias específicas de la asignatura de Tecnología de Obras hidráulicas y potenciar otras competencias transversales como son el trabajo en equipo y la capacidad de síntesis. En esta comunicación se exponen los resultados de la experiencia llevada a cabo

### **Metodologías docentes**

Cuando hablamos de método en el ámbito de la enseñanza nos referimos a la *"forma de proceder que tienen los profesores para desarrollar su actividad docente"*. Los principales métodos docentes en función de las competencias que se pretende alcancen los alumnos, según Mario de Miguel Díaz pueden resumirse en los siguientes: *el método expositivo ó lección, el estudio de casos, el aprendizaje basado en problemas, la resolución de problemas, el aprendizaje cooperativo, el aprendizaje orientado a proyectos y los contratos de aprendizaje.*

#### *Método expositivo*

Se conoce como método expositivo *"la presentación de un tema lógicamente estructurado con la finalidad de facilitar información organizada siguiendo criterios adecuados a la finalidad pretendida"*. Esta metodología se centra fundamentalmente en la exposición verbal por parte del profesor de los contenidos sobre la materia objeto de estudio. El término "lección magistral" se suele utilizar para denominar un tipo específico de lección impartida por un profesor en ocasiones especiales.

#### *Estudio de casos*

Análisis intensivo y completo de un hecho, problema o suceso real con la finalidad de conocerlo, interpretarlo, resolverlo, generar hipótesis, contrastar datos, reflexionar, completar conocimientos, diagnosticarlo y, en ocasiones, entrenarse en los posibles procedimientos alternativos de solución.

#### *Resolución de ejercicios y problemas*

Situaciones en las que se solicita a los estudiantes que desarrollen las soluciones adecuadas o correctas mediante la ejercitación de rutinas, la aplicación de fórmulas o algoritmos, la aplicación de procedimientos de transformación de la información disponible y la interpretación de los resultados. Se suele utilizar como complemento de la lección magistral.

#### *Aprendizaje basado en problemas*

Método de enseñanza-aprendizaje cuyo punto de partida es un problema que, diseñado por el profesor, el estudiante ha de resolver para desarrollar determinadas competencias previamente definidas.

#### *Aprendizaje orientado a proyectos*

Método de enseñanza-aprendizaje en el que los estudiantes llevan a cabo la realización de un proyecto en un tiempo determinado para resolver un problema o abordar una tarea mediante la planificación, diseño y realización de una serie de actividades, y todo ello a partir del desarrollo y aplicación de aprendizajes adquiridos y del uso efectivo de recursos.

#### *Aprendizaje corporativo*

Enfoque interactivo de organización del trabajo en el aula en el cual los alumnos son responsables de su aprendizaje y del de sus compañeros en una estrategia de corresponsabilidad para alcanzar metas e incentivos grupales. Es tanto un método, a utilizar entre otros, como un enfoque global de la enseñanza, una filosofía.

#### *Contrato de aprendizaje*

Un acuerdo establecido entre el profesor y el estudiante para la consecución de unos aprendizajes a través de una propuesta de trabajo autónomo, con una supervisión por parte del profesor y durante un período determinado. En el contrato de aprendizaje es básico un acuerdo formalizado, una relación de contraprestación recíproca, una implicación personal y un marco temporal de ejecución.

### **Competencias específicas y transversales en la enseñanza del hormigón en Obras Públicas**

De entre todas las metodologías anteriores, se escogieron aquellas que mejor desarrollasen las competencias específicas y transversales en la enseñanza del Hormigón Estructural.

#### *Competencias específicas*

La enseñanza del hormigón estructural requiere que el alumno sea competente en las siguientes competencias específicas:

- Elegir el material más adecuado para la estructura
- Dosificar hormigones con diferentes requisitos
- Obtener las propiedades mecánicas de los hormigones
- Modelizar estructuras y elementos de hormigón
- Diseñar detalles constructivos de hormigón armado
- Calcular la armadura de elementos lineales
- Elaboración de informes y proyectos de estructuras
- Resolución de problemas o ejercicios reales ó simulaciones propuestas por el profesor.

#### *Actividades y competencias transversales*

Del proyecto de Innovación Educativa para la titulación de Ingeniero Técnico de Obras Públicas se han extraído aquellas actividades (tabla1) que desarrollan las competencias específicas asociadas a la enseñanza del Hormigón Estructural así como las correspondientes competencias transversales asociadas a dichas actividades.

Para la realización de la experiencia se escogieron las actividades de resolución de problemas y ejercicios propuestos por el profesor por ser una de las que mas competencias transversales entrena.

**Tabla 1. Actividades que desarrollan las competencias específicas y competencias transversales asociadas.**

<p><b>Proyecto de Innovación Educativa Obras Públicas (UPCT)</b></p>  <p><b>Actividades</b></p>	Capacidad de análisis y síntesis	Capacidad de organización y planificación	Comunicación oral y escrita en la lengua nativa	Conocimientos de informática relativos al ámbito de estudio	Capacidad de gestión de la información	Resolución de problemas	Toma de decisiones	Trabajo en equipo	Habilidades en las relaciones interpersonales	Razonamiento crítico	Aprendizaje autónomo	Adaptación a nuevas situaciones	Creatividad	Liderazgo	Iniciativa y espíritu emprendedor	Motivación por la calidad
Asistencia a prácticas en el laboratorio.																
Trabajo con equipos de laboratorio, instrumentación, etc.																
Elaboración de informes, cuadernos, etc. de prácticas.																
Explicación de temas teóricos por el profesor																
Explicación de ejercicios por el profesor																
Resolución de problemas o ejercicios propuestos por el profesor.																
Elaboración, individual o en grupo, de trabajos propuestos por el profesor.																
Preparar y exponer en clase temas del programa de la asignatura.																
Elaboración de presentaciones sobre los trabajos propuestos.																
Presentación en el aula, de los trabajos desarrollados.																
Búsqueda de información en biblioteca y/o hemeroteca.																
Búsqueda de información en Internet.																
Hojas de cálculo para resolución de ejercicios y problemas.																
Elaboración de modelos sencillos mediante hoja de cálculo.																
Utilización de software específico.																
Corrección de los trabajos de sus compañeros.																
Tutorías específicas orientadas a la dirección de actividades académicas.																

## La experiencia realizada

En la titulación de Ingeniero Técnico de Obras Públicas en la UPCT existen dos asignaturas que desarrollan las competencias específicas de la materia de "Hormigón Estructural". Estas asignaturas son "Tecnología de Estructuras Hidráulicas" y "Control de Calidad, Patología y Refuerzo de Estructuras". La primera es una asignatura obligatoria de 6 créditos LRU (4,8 ECTS) donde se desarrollan los contenidos básicos del hormigón armado y pretensado, así como ciertas aplicaciones en estructuras hidráulicas. La segunda es una asignatura optativa también de 6 créditos LRU (4,8 ECTS) que desarrolla una de las competencias profesionales del Ingeniero de Obras Públicas que es el control de calidad. Junto con estas dos asignaturas, completa la formación del alumno en Hormigón Estructural el Trabajo Fin de Carrera.

En la asignatura "Control de Calidad, Patología y Refuerzo de Estructuras" y en el "Trabajo Fin de Carrera" ya se aplican el aprendizaje basado en competencias y el aprendizaje autónomo. Es por esto que ahora se esté intentando trasladar estas experiencias a la asignatura de "Tecnología de Estructuras Hidráulicas"

### *Metodologías docentes aplicadas*

En el curso 2006/2007 se llevó a cabo una experiencia en la asignatura "Tecnología de Estructuras Hidráulicas". En ella se aplicó una nueva metodología docente en la enseñanza de parte del temario. Se llevó a cabo sobre la mitad de los alumnos, intentando inclinar la responsabilidad del aprendizaje hacia ellos. Se utilizó una metodología basada en la resolución de ejercicios y problemas, y en el aprendizaje corporativo. Se disminuyeron de forma considerable las exposiciones programadas del profesor y se aumentaron las intervenciones de este a demanda de los alumnos, pasando a ser un guía en el aprendizaje. A los demás alumnos se les impartió docencia tradicional.

Los temas que se eligieron fueron:

- Análisis de secciones en servicio.
- Estado Límite de Fisuración.
- Estado límite de Inestabilidad.
- Estado Límite de Agotamiento frente a Cortante.

A estos 4 temas se les dedicó una media de 3 horas presenciales, de las cuales una se dedicó a la exposición del tema por el profesor dándole al alumno fotocopias de la teoría, otra hora a la resolución en clase de problemas formando grupos de 3 ó 4 alumnos y bajo la presencia y tutorización del profesor. Además se les pidió que realizaran pequeñas aplicaciones informáticas en una hoja de cálculo que ayudaran a resolver los problemas. La tercera hora se dedicó a la exposición de la solución de los problemas por parte del profesor dándole al alumno fotocopias de éstos, así como a comentar las aplicaciones informáticas. Se estimó que para la resolución de los problemas el alumno debía dedicarle 3 horas no presenciales.

La docencia tradicional de estos temas consistió en una exposición teórica de una hora y media y la resolución en la pizarra de problemas durante otra hora y media.

Posteriormente se sometió a todos los alumnos a un examen sobre esos cuatro temas consistente en la realización de un ejercicio práctico y un cuestionario sobre la metodología empleada.

### *Resultados y discusión*

La primera dificultad que se encontró fue física, ya que para el trabajo en el aula del alumno, la disposición de las mesas, de cinco alumnos en fila, impedía al profesor atender con comodidad a los alumnos centrales.

Con el nuevo método se comprobó que el alumno se centra en aquellas partes de la teoría que le son útiles para los problemas. En la realización en clase de estos existen alumnos que se ven “obligados” a trabajar por la sola presencia del profesor. Durante el transcurso de las clases se comprobó que la mayoría de los alumnos del nuevo método no realizaban el trabajo en casa, por lo que no existía una buena retroalimentación mediante la exposición de la solución de los problemas.

Con el nuevo método docente disminuyó el porcentaje de presentados al examen, 38% frente al 59% del método tradicional, aunque la nota media de los presentados aumentó un 26%. También se observó que con el nuevo método aumentó el porcentaje de alumnos que lograron finalizar el ejercicio, 61% frente al 52% del método tradicional. Esto es indicativo de que con el nuevo método se desarrolló la competencia transversal de “capacidad de organización y planificación”. Como resultado de la encuesta se comprobó que los alumnos dedicaban una media de 30 minutos a cada tema, siendo el tiempo previsto de 3 horas. Solo un 11% de los alumnos consultó por Internet ó la bibliografía recomendada. Preguntados sobre que método preferían, el 72% eligió el método tradicional y el 66% opinó que el nuevo método docente requería un mayor esfuerzo por su parte.

	Método tradicional	Nuevo método
Trabajo en casa		30 minutos por tema
Tutorías	2%	15%
Hojas de cálculo		1 alumno
Presentados examen	59 %	38%
Nota media		26% mayor
Finalización ejercicio	52%	61%
Consulta bibliografía	2%	11%
Método preferente	72%	28%
Mayor esfuerzo	20%	66%

Finalmente son de interés algunas opiniones de los alumnos que asistieron a clase con el nuevo método docente:

*“A pesar de que se consigue entender la asignatura, el profesor a adoptado una metodología en la que el alumno es autodidacta, no facilitando en ninguna medida nuestro aprendizaje y dificultándonos que podamos seguir la asignatura”*

*“La inasistencia por mi parte es consecuencia de la metodología didáctica adoptada por el profesor. Me resulta imposible seguir el ritmo de las clases.”*

## **Conclusiones**

Los resultados obtenidos no fueron los deseados, en parte por la inexperiencia de profesor y alumnos, y en parte por la desmotivación de estos.

Esta desmotivación se podría solucionar cambiando la estrategia evaluativa, aumentando el peso de la evaluación continua y disminuyendo el del examen final.

También mejoraría el trabajo del alumno si dentro de su horario de clases tuviera programado su horario de trabajo propio, individual o en grupo, de forma que todo el trabajo lo realizara en la universidad.