

EXPERIENCIAS DOCENTES EN EL ACERCAMIENTO A BOLONIA DE LA ASIGNATURA DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

E. Reyes Pozo, J.C. Gálvez Ruiz e I. Lucea Martínez

E.T.S. de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos,

Universidad Politécnica de Madrid, C/ Profesor Aranguren s/n, 28040, Madrid. Spain.

e-mail: ereyes@caminos.upm.es; jcgálvez@caminos.upm.es; ildefonso.lucea@upm.es

Resumen

Los nuevos créditos europeos ECTS están basados en el trabajo que realiza el alumno para la consecución de los objetivos del programa, especificados en el aprendizaje de las competencias que se han de adquirir. En el caso de la Escuela de Ingenieros de Caminos de la Universidad Politécnica de Madrid asumir estos créditos supondrá una profunda reformulación conceptual del currículo de la educación, así como un importante cambio de mentalidad de los profesores, para introducir nuevos modelos de formación centrados en la actividad del estudiante. Mientras en esta Escuela se acaba de diseñar un nuevo Plan de Estudios que marque unas nuevas condiciones de contorno, en la asignatura de Materiales de Construcción se ha iniciado desde el curso 2006-07 un camino de acercamiento a las metodologías activas, apoyados por dos Proyectos de Innovación Docente de la UPM. Entre las iniciativas innovadoras que se empezaron a introducir durante el curso anterior, destacan como puntos básicos la realización de trabajos en grupo, la evaluación continua y el uso de medios audiovisuales. Durante el presente curso se ha incidido más en el trabajo en grupo, incorporando el aprendizaje colaborativo en la resolución de problemas en clase. Esta experiencia ha resultado bien valorada por los alumnos. Además se ha iniciado la utilización de la plataforma MOODLE para hacer más accesible a los alumnos distinta información de la asignatura y mejorar la posibilidad de estudio a distancia. En el presente artículo se exponen las experiencias vividas durante este segundo curso de acercamiento a los nuevos modelos de formación.

Palabras clave: materiales de construcción, trabajo en grupo, metodología y evaluación.

1. Introducción

El Plan de Estudios vigente en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de la Universidad Politécnica de Madrid fue aprobado por Orden Ministerial de fecha 21 de Junio de 1983, modificando ligeramente el Plan anterior de 1964/75. El Plan de Estudios tiene una duración prevista de seis cursos, los cuatro primeros comunes y los dos últimos de especialidad. Existen cuatro especialidades posibles: Cimientos y Estructuras, Transportes, Urbanismo y Ordenación del Territorio, e Hidráulica y Energética.

Sin embargo, y contrariamente a lo que pudiera parecer a primera vista por la existencia de especialidades, este Plan de Estudios se puede considerar de tipo generalista. El resultado del mismo es un futuro Ingeniero de Caminos con una sólida formación y una buena capacidad de adaptación al cambiante y especializado mundo tecnológico en el que tendrá que desenvolverse profesionalmente. Como contrapartida el alumno tiene un elevado número de horas de clase y prácticas y una gran carga de trabajo personal. La duración media de los estudios en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de la Universidad Politécnica de Madrid es superior a 8 años [1, 2]. Estos datos son bastante desalentadores, por lo que la motivación de los alumnos supone un reto constante.

Las condiciones de contorno que se acaban de exponer van a cambiar en un futuro muy próximo, debido al proceso de reforma de los Planes de Estudio encaminado a armonizar los títulos universitarios en el espacio educativo europeo. Este plan de construcción de un Espacio Europeo de Educación Superior (en adelante EEES) fue concebido con el objetivo de impulsar la cooperación europea para garantizar la calidad de la educación superior, a la par que promover las oportunidades de trabajo y competitividad internacional [3]. Por otro lado, y dado que la educación es uno de los pilares fundamentales en la consolidación y desarrollo de cualquier sociedad, este proceso de EEES se supone que será una mejora en la cohesión social, la igualdad de oportunidades y la calidad de vida [4].

En el camino que hay que seguir para la construcción del nuevo EEES hay varios aspectos que deben cambiar de forma radical para poder adoptar del sistema europeo de créditos (en adelante ECTS), ya que es necesario realizar una reformulación conceptual de los modelos de formación y aprendizaje en términos de competencias y no de objetivos, como se venía haciendo hasta ahora, y por lo tanto deben modificarse los planes, modelos, métodos y recursos que se utilicen en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la educación superior. Las competencias se favorecen actuando tanto sobre las características que tienen como base la personalidad del alumno, como sobre las características más inmediatas de la propia competencia.

Esta adaptación en el caso de nuestra Escuela de Caminos requerirá unas modificaciones y esfuerzos importantes, tanto institucionales como personales por parte de los profesores, en un proceso de cambio que se presenta bastante complicado. En este punto es importante destacar el papel fundamental de los profesores ya que son los agentes que pueden adquirir la capacidad de facilitar una nueva concepción del aprendizaje centrada en el estudiante, por lo que es necesario valorar tanto su conocimiento y formación, como sus actitudes hacia este cambio. Es crucial que el profesor conozca las características de los distintos estilos de aprendizaje, así como de las distintas técnicas de enseñanza, para hacer un manejo adecuado de los mismos, y de esta forma potenciar el aprendizaje autónomo, a la par que el cooperativo, del alumno. Todo esto requiere, bajo nuestro punto de vista, una adecuada formación de los profesores, que será enriquecida por las experiencias, tanto propias como ajenas en la aplicación de los nuevos métodos de enseñanza-aprendizaje.

El cambio de Plan de Estudios de la Escuela de Caminos que se realizará en fechas muy próximas, supondrá modificaciones en el itinerario curricular del alumno, y, lógicamente, también en la asignatura de Materiales de Construcción. En el presente artículo exponemos las experiencias docentes que hemos tenido durante este curso

2007-08, y el anterior, después de incorporar algunas innovaciones metodológicas y evaluadoras en la asignatura, planteadas dentro del Plan de Estudios actualmente vigente. El objeto de estas innovaciones es ir asimilando el espíritu de los nuevos créditos ECTS, con un modelo que nosotros nos hemos planteado progresivo, es decir cada curso vamos dando pequeños pasos para ir experimentando con las técnicas alternativas de enseñanza, corrigiendo aquellos aspectos más deficitarios y potenciando los fuertes. Estos cambios intentan impulsar la motivación de los alumnos en el aprendizaje de la asignatura, mejorando de esta forma su rendimiento y adquisición de conocimientos y de habilidades, a la par que dar a la asignatura un enfoque más tecnológico que consideramos esencial para la formación de los estudiantes de ingeniería [5]. Por supuesto, estas actuaciones en fases posteriores deberán evolucionar a su vez para adaptarse al marco del nuevo Plan de Estudios, una vez que sea conocido.

Los Materiales de Construcción en la actualidad es una asignatura troncal de 15 créditos [1], que se imparte en segundo curso, como asignatura anual. En la E.T.S. de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de la Universidad Politécnica de Madrid está vinculada al área de conocimiento de Ingeniería de la Construcción. Se trata de una asignatura científico-técnica que sirve de puente entre asignaturas más científicas de primer curso (Matemáticas, Química, Física, etc.) y las asignaturas más tecnológicas de cursos posteriores (Resistencia de Materiales, Teoría de Estructuras, Hormigón, Hormigón Pretensado, etc.) [2]. De esta forma en los Materiales de Construcción los conocimientos adquiridos en el primer curso se aplican al estudio y comprensión de los materiales de construcción; además proporciona la base para la incorporación de los aspectos tecnológicos habituales en la práctica de la ingeniería: aplicación de normas y métodos de cálculo específicos. Es por ello un prerrequisito importante haber cursado con aprovechamiento las asignaturas de Química y Física de primer curso antes de estudiar esta asignatura, así como haberse iniciado en el hábito de estudio y razonamiento crítico para el planteamiento y resolución de problemas.

La enseñanza de la asignatura en cursos anteriores al 2006-07 se basaba en métodos docentes y evaluadores puramente tradicionales, haciendo uso únicamente de clases magistrales con dos evaluaciones parciales cuatrimestrales durante el curso, así como el correspondiente examen final. En la presente ponencia se exponen los resultados obtenidos tras la introducción en la asignatura de algunas iniciativas innovadoras en los métodos docentes y evaluadores que se han empezado a implantar a partir del curso 2006-07 apoyados por dos Proyectos anuales de Innovación Educativa de la UPM. Dentro de estos cambios destacan como puntos básicos la utilización de trabajos en grupo, una evaluación continua con tres evaluaciones parciales durante el curso, y nuevas tecnologías a través de, básicamente, la plataforma Moodle y medios audiovisuales. El elevado número de alumnos, durante este curso 2007-08 han sido 343, da mucha rigidez a la introducción de cambios. También pensamos que es necesario aplicarlos durante varios años, hasta ahora sólo dos, para de forma progresiva ir introduciendo mejoras haciendo retroalimentación a partir de la experiencia adquirida, para poder mejorar y cambiar la “leyenda” de la asignatura. Además las nuevas formas docentes y evaluadoras implican una indudable mayor dedicación del profesor, respecto de la que es necesaria para una enseñanza tradicional. Sin embargo, aunque todavía es pronto para ofrecer valoraciones cuantitativas fiables debido a la corta experiencia, durante los dos últimos cursos se ha observado un aumento notable del número de aprobados en la asignatura respecto de los previos (2005-06 y anteriores). Por otro lado la asistencia a clase también ha crecido respecto a cursos anteriores, situándose durante

este último curso en torno al 70%. Estos datos, junto con la opinión general de los profesores y los alumnos, extraída de las reuniones periódicas mantenidas entre los primeros y a través de la encuesta, reuniones mantenidas con los delegados y en las tutorías con los segundos, es que, a pesar de las dificultades de los comienzos, la experiencia está siendo muy positiva.

2. Motivación del alumno

Es un hecho conocido por todos los profesores que la motivación con que los alumnos afrontan las actividades académicas tanto dentro como fuera del aula es uno de los factores más determinantes del proceso de aprendizaje. El alumno motivado se pone antes a la tarea, se concentra más en lo que está haciendo, es más persistente y dedica más tiempo y esfuerzo en general que aquél que no lo está. Se entiende por lo tanto que será un aspecto muy importante promover el interés de los alumnos por la asignatura. Para lograr mejorar la motivación y las estrategias de aprendizaje se exige examinar y valorar nuestras pautas de actuación docente en relación con su efecto sobre la motivación de los alumnos, realizando la adecuada retroalimentación de las mismas. En este apartado se repasan los aspectos más importantes de la motivación de los alumnos, ya que es uno de los factores básicos y más influyentes de las innovaciones que hemos empezado a introducir en la asignatura de Materiales de Construcción a partir del curso 2006-07.

Después de un año de estudios universitarios en la Escuela, el alumno de segundo curso ya se ha iniciado en el hábito de estudio, así como en las capacidades de síntesis y análisis, instrumentos que resultan fundamentales para progresar individualmente a partir de las enseñanzas recibidas [2]. Sin embargo, generalmente, es necesario que estos hábitos sean todavía desarrollados y afianzados, aspecto importante a tener presente al plantear la docencia y los métodos de enseñanza de la asignatura. En este nivel el razonamiento crítico del alumno es aún muy limitado. Resulta por ello imprescindible fomentar los hábitos de trabajo, síntesis, análisis y una cierta capacidad crítica durante el desarrollo de la asignatura, teniendo presente que deben de realizarse con acciones que motiven al alumno para conseguir un adecuado aprovechamiento de la misma, con la consiguiente satisfacción tanto por parte del mismo como del profesor [2].

La motivación del alumno está directamente relacionada con sus intereses personales y profesionales. Han sido numerosas las investigaciones que han tratado de poner de manifiesto tanto el efecto de las distintas motivaciones de los alumnos sobre el aprendizaje, como los factores personales de los que depende una motivación adecuada [6]. Haciendo uso de los resultados que estos trabajos han puesto de manifiesto y de las distintas clasificaciones que se pueden hacer según el autor que se siga, nosotros resumimos los intereses del alumno de segundo curso en tres niveles distintos:

a) Aspiración únicamente de aprobar la asignatura. En el contexto de la Escuela de Caminos de Madrid este nivel es el más extendido, especialmente motivado por el hecho de que los dos primeros cursos de la carrera han sido tradicionalmente duros, con un elevado índice de fracaso universitario. Este nivel de motivación es independiente del contenido de la asignatura, sin embargo las acciones que puedan ser contempladas por el alumno como facilidades para aprobar la asignatura servirán de aliciente para su estudio [2]. Como consecuencia directa el alumno dedicará más tiempo a la asignatura

si la ve como asequible, adquiriendo un mejor conocimiento de sus contenidos. También es posible que de esta forma se den las condiciones adecuadas para que el alumno pueda pasar a niveles superiores de motivación que el de simplemente superar la asignatura. Esto es lo que de hecho, para nuestra satisfacción, se ha visto reflejado en la encuesta realizada a los alumnos cerca del final de curso, en la que la inmensa mayoría (84%) tenía una motivación correspondiente al segundo nivel que se expone a continuación, frente a un grupo bastante menor (10%) que se situaba en el primer nivel. Esto pensamos que es en gran parte fruto de la buena aceptación de los alumnos de la metodología seguida en la impartición de la asignatura.

b) Deseo de acumular conocimientos útiles para el ejercicio de la profesión, que el alumno todavía ve como futuro lejano pero que le ilusiona [2]. Muchos investigadores han estudiado este aspecto [6] llegando a la conclusión de que al alumno universitario le interesa adquirir conocimientos cuya relevancia y utilidad para la consecución de objetivos posteriores a corto, medio, o incluso largo plazo, vea claramente. En el caso concreto de los Materiales de Construcción, por tratarse de la primera asignatura directamente relacionada con la profesión del Ingeniero de Caminos, el alumno se verá atraído por todo aquello que tenga una aplicación real y directa. Por supuesto no hay que olvidar que a priori el alumno desconoce la utilidad práctica de la asignatura, por lo que es una labor importante del profesor hacérselo saber a través de una metodología adecuada para motivar al alumno que se encuentra en este nivel de interés. De esta forma resultará muy conveniente relacionar, en la medida de lo posible, la teoría y los problemas con situaciones prácticas reales y profesionalmente atractivas.

c) Interés por profundizar en los conocimientos específicos de los Materiales de Construcción. Este último nivel de interés se da sólo en un reducido grupo de alumnos especialmente predisuestos. A pesar de ser el interés de muy pocos alumnos es preciso tenerlo en cuenta para no desalentarles y hacerles caer a niveles más bajos. Este grupo de alumnos constituye una potencial cantera de futuros investigadores en el área de la Ingeniería de la Construcción, por lo que debe apoyarse lo máximo posible. Esto se facilita si la asignatura tiene coherencia interna y el alumno puede de esta forma asimilar el esquema global del conocimiento presentado junto con, y esto no es menos importante, las lagunas que necesitan estudios y desarrollos posteriores [2]. En la encuesta realizada a los alumnos este grupo representaba un 6%, lo cual supone una cifra nada despreciable, y a la cual también nos gusta pensar que ha contribuido las técnicas metodológicas seguidas durante el curso.

Las metodologías docentes y evaluadoras deben de atender a los tres niveles de motivación de los alumnos para poder “enganchar” al alumno sea cuales sean sus intereses, procurando que éste, en la medida de lo posible, se sitúe en las cotas más altas. Otro aspecto importante a tener en cuenta al plantear herramientas complementarias de aprendizaje cuyo uso satisfaga a los alumnos es que actualmente los alumnos tienen un punto fuerte en el uso de la informática que es bueno considerar y apoyar para extraer el máximo partido de él. Estos alumnos generalmente han desarrollado una buena capacidad, que en muchos casos es además afición, para el trabajo con equipos y programas informáticos, y además están familiarizados con la búsqueda de información en la red y el aprovechamiento de los recursos que ésta permite. Por este motivo durante el curso 2007-08 se ha abierto un espacio de la asignatura en la plataforma Moodle donde los alumnos pueden acceder a diversa información de la asignatura que se ha ido introduciendo a lo largo del curso, para su

autoestudio y autoevaluación. Conforme se ha ido colgando material, la utilización de la plataforma ha sido bastante amplia y ha resultado ser muy útil como herramienta de comunicación sobre todo entre los alumnos y el profesor y entre los propios alumnos. En concreto los cuestionarios de autoevaluación planteados han sido ampliamente utilizados para la preparación de los exámenes.

Nuestra experiencia nos indica que en los primeros cursos al alumno le incomoda y le produce rechazo el trabajo autónomo, ya que éste requiere reflexión e iniciativa personal. El alumno no admite fácilmente esta autonomía, que por otro lado es necesaria para avanzar con fluidez en los estudios universitarios [2]. También es reacio a ampliar las explicaciones de clase haciendo uso de libros de consulta, prefiriendo unos apuntes publicados y un libro de problemas resueltos, que incluya a ser posible exámenes de años anteriores, como material fundamental de estudio. Además se arrastra un problema histórico de falta de asistencia a clase. Hay una clara diferencia entre las cifras de alumnos matriculados en las asignaturas de los primeros cursos y las cifras de los que van a clase. La causa más claramente influyente al respecto es que los alumnos que, como ya se ha comentado, rechazan el trabajo personal, encuentran la forma de poder esquivarlo mediante el uso de otros procedimientos donde obtienen cursos intensivos y/o extensivos de resolución de problemas o procedimientos “tipo”. Este es un grave problema, no solo por la falta de asistencia a clase, sino porque acostumbra a los alumnos a una forma de trabajar errónea que les priva de un trabajo personal de estudio y reflexión, realizado bajo la guía del profesor universitario, que consideramos componente fundamental de formación universitaria. Sin embargo resulta un gran hándicap luchar contra esta tendencia. Existe una gran inercia debido a que actualmente el alumno se incorpora a la Universidad con importantes lagunas de conocimiento y además porque existe un amplio mercado educativo muy arraigado en torno a la titulación que le ofrece lo que la Escuela, debido a los principios y objetivos básicos en los que se asienta, le niega: la sustitución del trabajo personal y la aplicación del razonamiento al estudio, por simples manuales de aplicación de soluciones a problemas tipo. A todo ello hay que sumar el agravante de la gran preocupación de los alumnos por las elevadas cifras de fracaso escolar durante los dos primeros cursos de la carrera.

A la vista de todos estos condicionantes hemos planteado la asignatura de Materiales de Construcción con una serie de innovaciones metodológicas y evaluadoras considerando la interacción entre las metas que los alumnos persiguen con su trabajo académico y los modos preferentes de afrontamiento del mismo para diseñar estrategias adecuadas. La evidencia empírica recogida en los trabajos consultados [6] demuestra la efectividad de actuar de acuerdo con estas pautas si se desea mejorar la motivación y el afrontamiento del aprendizaje con estrategias adecuadas, por lo que esperamos tener resultados positivos por este camino que iniciamos. Obviamente para mejorar es preciso reflexionar y revisar sistemáticamente los resultados, como se está haciendo en esta ponencia, así como lo que los profesores hacemos de hecho en clase, para poder evolucionar de forma adecuada.

3. Objetivos

La asignatura de Materiales de Construcción es una de las primeras asignaturas del Plan de Estudios que cursa el alumno con directa aplicación en la Ingeniería de Caminos. Los materiales de construcción constituyen el elemento con el que el Ingeniero de Caminos proyecta y construye sus obras, así como el medio sobre el que emplaza las mismas. A

lo largo de la historia el conocimiento de los materiales ha condicionado la forma y la tipología de las estructuras, así como sus dimensiones. En este sentido, la incorporación de nuevos materiales y el mejor conocimiento de los ya empleados, supone la posibilidad de adopción de nuevas formas y tipologías estructurales, a la par que un mejor aprovechamiento de los recursos disponibles.

El conocimiento de los materiales, de su relación con la forma estructural, de sus propiedades, de sus aplicaciones y puesta en obra, así como de su durabilidad, impacto medio-ambiental y reciclado, son aspectos imprescindibles en la formación de los futuros Ingenieros de Caminos y fundamentales para asimilar correctamente otros muchos conocimientos de otras asignaturas. Teniendo en cuenta todo esto, así como los descriptores marcados por el Plan de Estudios, se han planteado los siguientes objetivos para la asignatura de Materiales de Construcción, distinguiendo entre aquellos que hacen referencia a las competencias a adquirir, y que a partir de las tesis de Bolonia constituyen la base para reformular los modelos de formación y aprendizaje por lo que es preciso tenerlos en cuenta en el planteamiento de la asignatura, de aquellos que se refieren puramente a los conocimientos a adquirir en el curso de la misma.

3.1 Objetivos competenciales

Con el estudio de la asignatura de Materiales de construcción se plantea la necesidad de que el alumno consiga la adquisición de competencias de tres tipos que se muestran detalladas en la Tabla 1: aquellas que son específicas para esta asignatura (objetivos competenciales específicos), aquellas que hacen referencia a la utilización de determinados elementos para adquirir los conocimientos (objetivos competenciales instrumentales), y aquellas que se refieren a la forma de adquirirlos (objetivos competenciales metodológicos).

ESPECÍFICOS	INSTRUMENTALES	METODOLÓGICOS
<ul style="list-style-type: none"> - Razonamiento crítico - Planteamiento y resolución de problemas - Verificación de hipótesis - Análisis crítico de resultados - Conocimiento y aplicación de normativa - Planteamientos de experimentos en laboratorio - Obtención de datos experimentales - Redacción e interpretación de documentación técnica 	<ul style="list-style-type: none"> - Capacidad de análisis y síntesis - Capacidad de gestión de la información - Capacidad de organización y planificación - Comunicación oral y escrita en la lengua propia al ámbito de estudio - Resolución de problemas - Toma de decisiones - Búsqueda bibliográfica - Recopilación de información 	<ul style="list-style-type: none"> - Adaptación a nuevas situaciones - Aprendizaje autónomo - Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica - Motivación por la calidad - Sensibilidad hacia temas medioambientales - Mentalización a la toma de decisiones en obra - Conocimiento y aplicación de la normativa vigente y de obligado cumplimiento

Tabla 1. Objetivos competenciales de Materiales de Construcción

3.2 Objetivos cognitivos generales de la asignatura.

La asignatura debe proporcionar al alumno una visión de conjunto de los Materiales de Construcción, sus aplicaciones y su relación con la forma estructural y forma de construirla. Esta visión es muy importante para la formación del alumno porque le permitirá relacionar los contenidos de esta asignatura con los de otras más tecnológicas que encontrará en cursos superiores, permitiéndole de esta forma entender y aplicar con juicio y sentido crítico las normas y recomendaciones tecnológicas que sean necesarias.

Es este punto interesa destacar explícitamente que en Materiales de Construcción huimos de un planteamiento tecnológico simplificador que la reduciría a una mera presentación de las normas, códigos y recomendaciones relacionadas con los materiales empleados para construir y su caracterización, lo que malograría la buena formación del ingeniero en general. Los objetivos docentes que hacen referencia a los conocimientos a adquirir por el alumno en esta asignatura van orientados por lo tanto a dar a la misma un talante científico y técnico. Éstos se enumeran a continuación:

- Conocer los materiales empleados por el Ingeniero de Caminos en su ejercicio profesional.
- Conocer las propiedades, aplicaciones, forma de trabajo, puesta en obra y relación con la forma estructural de los materiales empleados por el Ingeniero de Caminos.
- Capacitación para seleccionar los materiales más adecuados para cada aplicación, identificando las necesidades y evaluando las propiedades de los materiales mediante modelos de cálculo, leyes y principios generales.
- Capacitación para relacionar tipología estructural, material a emplear y método constructivo.
- Conocimiento y capacitación para analizar los principales procesos físico-químicos que modifican el comportamiento de los materiales a lo largo de su vida e inciden en su durabilidad.
- Habilidad para determinar experimentalmente las propiedades de los materiales.
- Conocimiento y capacitación para usar los principios normativos que permiten controlar y garantizar la calidad de los materiales, así como su puesta en obra.
- Capacitación para analizar y evaluar la influencia que en el medio ambiente tiene el ciclo de vida de los materiales: fabricación, uso y eliminación o reciclado.

4. Metodología

La metodología docente engloba el conjunto de actividades a realizar por los profesores y alumnos para conseguir los objetivos docentes planteados en el apartado anterior. En su diseño se han tenido en cuenta tanto los objetivos docentes, de los que evidentemente tiene una dependencia directa, como el perfil y condicionantes del alumno medio que cursa la asignatura, presentada en el apartado 2 de la presente comunicación. Además se ha procurado elaborar un proyecto realista, teniendo también presentes las condiciones y contexto en el que se desarrolla la enseñanza, así como las limitaciones de los medios, tanto humanos como materiales, no solo en términos absolutos sino en términos relativos al número de alumnos.

Atendiendo a lo expuesto en el apartado referente a la motivación de los alumnos, es preciso dar respuesta a los tres niveles de interés. El nivel más básico, aquel que tienen los alumnos que aspiran simplemente aprobar, requiere medidas orientadas más bien a las formas evaluadoras. En principio, este tipo de alumno no tiene especial interés por aprender, por lo que sólo se sumará a la marcha de la asignatura si debe trabajar la materia para aprobar. Por eso consideramos necesario tomar medidas metodológicas innovadoras para hacer uso del estudio dirigido, trabajos en grupo y la resolución de problemas planteados en muchas ocasiones para su resolución cooperativa, diseñadas de acuerdo con los objetivos de la asignatura, y que su realización contribuya de forma clave a la superación de la asignatura, facilitando el aprobado por curso. Evidentemente

se plantea un número limitado de trabajos para no sobrecargar a los alumnos. La idea es que el alumno que se suma a la evaluación continua, además de aprobar un examen tenga que trabajar los Materiales de Construcción, siempre bajo la supervisión y dirección del profesor, independientemente de que el alumno asista o no a clase. Nuestra experiencia, limitada a los cursos 2006-07 y 2007-08, es que el número de alumnos en clase ha aumentado este año, al comprender que “unirse” a la marcha de la asignatura le ayudará a este trabajo personal para aprobar. Algunos además tienen la oportunidad de aumentar su interés por la asignatura.

El deseo de acumular conocimientos que resulten útiles en el ejercicio de la profesión corresponde al segundo nivel de motivación. Para dar respuesta a este deseo es necesario plantear la asignatura de forma que el alumno sea consciente de que los conocimientos que se le transmiten constituyen una valiosa ayuda, si no imprescindible, para desarrollar un trabajo profesional de calidad. Creemos que esto es posible en casi todos los temas a desarrollar en las clases de teoría si se organizan las cosas de modo que los desarrollos más teóricos no se presenten aislados de la práctica. Por ello consideramos fundamental al comienzo de una clase despertar la curiosidad de los alumnos por el tema que se va a tratar o bien el problema que se va a abordar, así como mostrar la relevancia y utilidad que puede tener adquirir los conocimientos o destrezas que se proponen como objetivos del aprendizaje. En este sentido puede ayudar presentar algún ejemplo previo que plantee un problema real, en la medida de lo posible relevante y actual, que demuestre que la teoría a desarrollar es necesaria para resolverlo, o también presentar información novedosa o sorprendente, que rompa las ideas previas de los alumnos, y que sirva para mostrar la utilidad potencial de lo que se va a aprender. Respecto a los problemas propuestos pensamos que resulta de utilidad redactar los enunciados de modo que los pasos y cálculos a realizar sean similares a los que realizaría un profesional. También resulta interesante organizar un par de conferencias, impartidas por profesionales de prestigio, que versen sobre temas de actualidad relacionados con los materiales de construcción: nuevos materiales, aplicaciones singulares, etc, así como la proyección de vídeos técnicos que ilustren las enseñanzas recibidas en el aula y el laboratorio.

El nivel más alto de motivación es el más complicado de satisfacer. El interés por profundizar en los conocimientos específicos de los Materiales de Construcción, requiere una respuesta más difícil y subjetiva. La asignatura debe presentarse de modo que el alumno pueda captar su arquitectura global, y a la vez le deje intuir los puntos flojos y las posibles líneas de desarrollo y profundización. Sin embargo es complicado encontrar un equilibrio entre la presentación de los conocimientos firmemente asentados y la exposición de problemas abiertos a la investigación. Por un lado es necesario no exponer la asignatura como un campo cerrado para no decepcionar a los alumnos intelectualmente más activos. Sin embargo la exposición de excesivas deficiencias del conocimiento repercutiría muy negativamente en los alumnos del nivel intermedio que buscan en la asignatura sólo un conjunto de conocimientos útiles para el ejercicio profesional. Pensamos que puede ser útil para alcanzar un equilibrio adecuado resaltar el avance y las aportaciones de la materia explicada, y presentar sus limitaciones más como posibles mejoras que como simples defectos.

Teniendo en cuenta todo lo anterior, las actividades previstas para alcanzar los objetivos planteados en el proyecto docente son las clases de teoría con apoyo de transparencias y Power Point, las clases de problemas, las prácticas de laboratorio, las conferencias, el

trabajo de curso, las tutorías, la proyección de vídeos técnicos y algunas otras actividades complementarias.

- Clases de teoría (magistrales) con apoyo de transparencias y Power Point, aportan los conocimientos teóricos básicos con un enfoque eminentemente práctico y dedicando una parte de ellas, a una evaluación continua del alumno. Para ello se reserva una parte del tiempo al planteamiento y resolución de cuestiones planteadas a partir de la materia presentada. Durante el último curso 2007-08, estas cuestiones en muchas ocasiones se han realizado como actividades grupales para ser resueltas en pequeños grupos informales formados durante el transcurso de la clase. Estos pequeños trabajos en grupo pretenden fomentar el aprendizaje cooperativo, sin seguir la técnica en términos estrictos. Sin embargo, para cursos posteriores pretendemos darles una estructura más sólida de tal forma que nos vayamos acercando más a la técnica del trabajo cooperativo real. Otro punto importante es el fomento de la participación, siempre voluntaria, de los alumnos en estas clases. Además en estas clases magistrales los alumnos reciben los conocimientos para realizar las tareas encomendadas a lo largo del curso, ya que por ejemplo deben presentar al menos un trabajo en grupo propuesto al inicio del curso realizado por grupos de tres o cuatro alumnos como máximo.

- Clases de problemas, con especial atención a aquellos que se presentan en la práctica profesional así como aquellos relacionados con el cumplimiento de la Legislación vigente. En muchas ocasiones, con una frecuencia al menos semanal, como innovación también de este último curso, los problemas se resolvían en pequeños grupos de forma poco estructurada como se ha descrito en el punto anterior. Además se les proponen algunos problemas de mayor complejidad que requieran cierta investigación y consulta (internet, tutorías, etc.) para su resolución fuera del horario lectivo, para los que además disponen de la guía de los profesores.

- Prácticas de laboratorio, realizadas en grupos de alrededor de 25 personas. En ellas el alumno establece contacto, aunque todavía no directo, con las técnicas experimentales de caracterización de las propiedades de los materiales y con los procesos de elaboración de algunos de ellos, como es el caso del hormigón, a la vez que experimenta con los fenómenos relativos al comportamiento mecánico de los materiales estudiados en la asignatura. Es nuestra intención para cursos posteriores ir reduciendo el número de alumnos de los grupos de práctica de laboratorio para conseguir un mejor aprovechamiento de las mismas y acercar al alumno a la práctica de los materiales de construcción, empezando por la dosificación, fabricación y ensayo del hormigón. Para el resto de los alumnos (aquellos que no tienen prácticas ese día) se tiene una clase con distintas actividades como talleres de trabajo o proyección de vídeos técnicos que ilustren los conocimientos recibidos en las clases teóricas.

- Talleres del Alumno en grupo. Como novedad, se ha empezado a realizar un trabajo en grupo que los alumnos tienen que hacer fuera de clase, y exponer en público. Para ello se realizan sesiones de trabajo en grupo de los alumnos en el aula para hacer las entregas de grupo, con el apoyo de un profesor. El trabajo en grupo es una técnica alternativa de aprendizaje que permite enfrentarse a algunos problemas mejor que de forma individual [7]. Los alumnos discuten más abiertamente entre ellos que delante del profesor y aprenden a argumentar sus puntos de vista o sus propuestas.

- Tutorías, para controlar la evolución del trabajo personal del alumno, resolución de dudas y corrección de los problemas propuestos. Son muy importantes en los trabajos en grupo. Antes de abordar una entrega, los alumnos deben reunirse en grupo, reflexionar sobre el tema, buscar incluso información adicional y decidir qué van a hacer, porqué lo van a hacer y cómo lo van a hacer. Antes de realizarlo, comentan con el tutor sus ideas, las dudas y las posibles alternativas y éste ayuda en la toma de decisiones o alternativas. Para ello se organizan tutorías regladas con el profesor en horario extraescolar.

- Trabajo del Alumno individual: tiempo que el alumno dedica a la realización de los problemas propuestos, de aquellos que se han hecho en clase de problemas, a las entregas de los ejercicios individuales, y a la preparación de las entregas en grupo.

- Conferencias, impartidas por dos profesionales de reconocido prestigio, que tratan sobre los temas de mayor actualidad, relacionados con los materiales de construcción: nuevos materiales, reciclado de materiales, aplicaciones singulares, etc.

- Viaje de prácticas, que se ha coordinado con el resto de asignaturas del curso. En este viaje los alumnos tienen la posibilidad, muchas veces por primera vez, de visitar una obra real, lo cual representa para ellos una experiencia muy satisfactoria.

La distribución media del tiempo empleado por el alumno en las actividades desarrolladas es la que se muestra en la Tabla 2.

ACTIVIDADES	PORCENTAJE DE TIEMPOS
EN CLASE	
Clase teórica magistral	60
Clase problemas	15
Prácticas	10
Tutoría reglada	4
Conferencias	1
Talleres del alumno en grupo	8
Trabajo del alumno individual	2
FUERA DE CLASE	
Estudio de los contenidos teóricos	60
Trabajos del alumno en grupo	6
Trabajos del alumno	22
Tutorías	5
Preparación examen	5
Viaje de prácticas	2

Tabla 2. Porcentaje de tiempos en el desarrollo de las actividades de Materiales de Construcción

Por otro lado es destacable que, en la época en que estamos viviendo, es esencial la incorporación de las nuevas tecnologías informáticas a la enseñanza universitaria. Por esta razón durante el curso 2007-08 se ha empezado a utilizar la plataforma Moodle para incorporar material docente de la asignatura y abrir la posibilidad de hacer tutorías a distancia, evitando pérdidas de tiempo en desplazamientos innecesarios. Las mejoras

conducentes a facilitar el acceso al profesor y a distintas partes y fuentes de la asignatura, a través de la red, han empezado a impulsar durante este curso el autoestudio, seguimiento y autoevaluación de la materia. Esta actuación ha sido muy bien valorada por los alumnos, y en particular sobre todo los cuestionarios de autoevaluación planteados han sido ampliamente utilizados para la preparación de los exámenes, por lo que para siguientes años pretendemos potenciarla y seguir trabajando en ella, incorporando nuevas actividades en la red. Por ejemplo planeamos el uso de wikis que permitirán la utilización de las nuevas tecnologías y metodologías de trabajo cooperativo de una forma sencilla, a través de Internet (entregas, elaboración de informes, acceso a información, etc.).

5. Evaluación

En la evaluación de los resultados se tienen en cuenta dos aspectos, por un lado el grado de aprovechamiento de la asignatura por parte del alumno y por otro el cumplimiento de los objetivos propuestos en la asignatura.

La evaluación puramente continua presenta dificultades ya que necesita un seguimiento individual de cada alumno por parte del profesor que es prácticamente imposible dado el elevado número de matriculados que tiene la asignatura. Además tiene el gran inconveniente de que en ocasiones al estructurar demasiado los conocimientos adquiridos, apenas sin relación entre ellos, se pierde la oportunidad de tener una idea global de la asignatura. Por ello, proponemos un sistema que obliga a los alumnos a examinarse por un lado de bloques temáticos completos, a la vez que se fomenta que trabajen de forma continuada durante el curso, contemplando este trabajo en la nota final de la asignatura.

El sistema de evaluación por curso que se propone consta de cuatro notas, que corresponden a tres pruebas escritas (exámenes parciales), evaluadas de 0 a 10 puntos, siendo necesario alcanzar un mínimo de 3 puntos en cada una de ellas para poder superar la asignatura por curso, más una cuarta nota que corresponde a la actividad desarrollada por el alumno a lo largo del curso. Esta última nota a su vez se subdivide, para cada parcial, en:

- 0,4 puntos por un trabajo realizado en grupos de 3 ó 4 alumnos, constituidos al inicio del curso, realizado en horario extraescolar, a entregar antes del segundo examen parcial y que tienen que exponer en público, así como por dos pruebas de control a realizar a lo largo de los otros dos parciales.
- 0,4 puntos por la asistencia y trabajo en clase (actividades grupales realizadas en clase).
- 0,2 por la entrega de ejercicios y problemas, realizados fuera de clase y evaluados por el profesor.

Durante el tiempo que el grupo de alumnos que le corresponda dedica a las prácticas de laboratorio, y para aquellos que no tienen que asistir a las mismas, se tienen unas clases en las que se realizarán distintas actividades complementarias. Entre ellas se encuentran los talleres de trabajo, concebidos para tener un seguimiento, y servir de guía para los trabajos en grupo. Además estas clases sirven para la presentación de los trabajos, así como para la complementación de las enseñanzas teórico-prácticas con medios audiovisuales.

La asignatura se supera por curso cuando la suma de las cuatro notas sea igual o superior a 15 puntos, cumpliendo los mínimos de puntuación indicados para las pruebas escritas. Las notas de las pruebas escritas superiores o iguales a 5 puntos se conservan en el examen final de la convocatoria ordinaria, sin perjuicio de que el alumno pueda presentarse para mejorar nota del parcial/es con nota igual o superior a 5 puntos. Los alumnos obtienen una nota final igual a los puntos obtenidos dividida entre 3.

6. Resultados

Uno de los principales objetivos perseguidos con las modificaciones metodológicas y evaluadoras introducidas, ha sido potenciar la motivación del alumno por la asignatura. Para ello, se han tomado medidas conducentes a captar el interés en tres niveles distintos. Por un lado se intenta dar suficientes oportunidades de aprobar la asignatura, para que el alumno la conciba como más asequible, pero haciendo que la trabaje a fondo de una forma continua como para poder alcanzar un buen conocimiento de la materia. Haciendo uso de técnicas alternativas de enseñanza (trabajo en grupo, actividades grupales en el aula, resolución cooperativa de problemas, tutorías concertadas), así como del apoyo de las tecnologías de la información a través de la plataforma Moodle, se mejoran las oportunidades que el alumno tiene de aprender, de tal forma que se mantiene la motivación a la vez que se impulsa el trabajo en la asignatura. También consideramos esencial para mantener la atención despertar la curiosidad de los alumnos, dando actualidad y relevancia a los casos escogidos como ejemplo, procurando que en la medida de lo posible les resulten sorprendentes. Después de aplicar estas mejoras metodológicas y evaluadoras durante los dos últimos cursos hemos podido comprobar que la mayoría de los alumnos ha alcanzado un nivel de motivación superior al correspondiente a simplemente aprobar, como se puede observar en los datos de la Tabla 3, extraídos de la encuesta realizada entre los alumnos en el último periodo de clases del actual curso. La satisfacción de los alumnos situados en el nivel más alto de interés es bastante complicada. Se ha intentado conseguir resaltando el avance y las aportaciones de la materia explicada, a la vez que se exponen por otro lado las limitaciones, pero más como posibles mejoras a realizar, de tal forma que el alumno no tenga la sensación de que la asignatura es defectuosa. Con estas premisas, pensamos que es un dato bastante satisfactorio el porcentaje encontrado en las encuestas (Tabla 3).

MOTIVACIÓN DEL ALUMNO	PORCENTAJE
Simplemente aprobar	10
Adquirir conocimientos útiles para el futuro	84
Profundizar más en os conocimientos	6

Tabla 3. Distribución de la motivación de los alumnos al final de curso

Es además destacable que las innovaciones van en paralelo con un intento de dar a la asignatura un enfoque más tecnológico que consideramos esencial para la formación de los estudiantes de ingeniería, tanto para servir de buena base a asignaturas de cursos posteriores, como para su futura vida profesional. Además se ha iniciado otro cambio fundamental con el desarrollo de material docente para la Red a través de la plataforma Moodle. Con esta actuación se ha conseguido modernizar con la utilización de las nuevas tecnologías los métodos de enseñanza, introduciendo la posibilidad de la interacción alumno-asignatura y alumno-profesor a través de la red informática, todo

ello con una clara orientación hacia el autoestudio y autoevaluación previa de la asignatura.

Fue durante el curso pasado 2006-07 cuando, apoyados por un Proyecto de Innovación Educativa de la UPM “Innovaciones metodológicas y evaluadoras para la mejora de la calidad de la enseñanza de los materiales de construcción”, se empezó a trabajar con estos cambios metodológicos y evaluadores, continuando, como ya se ha comentado previamente, con el desarrollo de estos cambios durante el presente curso 2007-08 con otro que lleva por título “Mejora de las metodologías docentes de la asignatura de materiales de construcción: Introducción a la relación alumno-profesor a través de la red informática”. Consecuentemente, nuestra experiencia con los mismos es todavía escasa. Además nos hemos encontrado con algunas dificultades. Nuestro elevado número de alumnos, 281 durante el curso anterior y 343 en la actualidad, hace que se tenga mucha rigidez a la hora de introducir cambios. Por otro lado hace falta la aplicación de los nuevos métodos durante varios años para que el alumno medio se acostumbre a otra forma de trabajar, cambiando la tendencia de una asignatura con tanta inercia como Materiales de Construcción, y obtener un buen rendimiento y su adaptación al EEES. Es necesario también hacer una reflexión adecuada sobre los resultados obtenidos, objeto de esta ponencia, y realizar una adecuada retroalimentación para poder mejorar a partir de las conclusiones encontradas. Por esta razón creemos que todavía es pronto para ofrecer valoraciones cuantitativas fiables de los resultados alcanzados. Sin embargo, se puede decir que ha habido una buena actitud por parte de los alumnos y un aumento del seguimiento de la asignatura de forma continuada. La asistencia el año pasado estuvo en torno al 60 %, valor que este año se ha superado llegando al 78%, cifra que se corresponde también con el porcentaje de alumnos que ha participado en las actividades propuestas en la asignatura.

En cuanto al número de aprobados se puede decir que ha experimentado un notable aumento durante estos dos últimos cursos. A efectos comparativos se han recogido los datos de los alumnos matriculados en la asignatura de Materiales de Construcción en los últimos 29 años, desde el curso 1977-78 hasta el curso 2005-06 (datos existentes en el Rectorado), para comprobar la influencia de la aplicación de las nuevas metodologías y formas evaluadoras en la superación con éxito de la asignatura y en el número de presentados, ya que son los datos que han quedado registrados en las actas. Con esta información se ha hecho la media de aprobados en estos años, que resulta ser del 38% sobre los alumnos matriculados de la asignatura. En el último año anterior a la aplicación de los cambios introducidos en el desarrollo de este proyecto, curso 2005-06, el número de aprobados fue del 41%. Haciendo el mismo cálculo, sobre alumnos matriculados, el porcentaje de aprobados durante el curso 2006-07 subió al 63%, valor que si se refiere al número de presentados al menos a algún examen parcial se eleva al 75%. Para el curso actual no se tienen los datos completos todavía, sólo se tienen los correspondientes a aprobados por curso, que representa un porcentaje del 63% sobre presentados, quedando todavía por conocer los aprobados en junio y septiembre.

Estas cifras nos dicen que los primeros resultados han sido muy esperanzadores, ya que el porcentaje de aprobados ha experimentado un notable aumento. También es importante destacar que la mayoría, el 86% de los aprobados durante el curso 2006-07, lo hicieron por curso de forma que no tuvieron que presentarse a ningún examen final, además de obtener mejores notas, lo cual también es muy positivo.

7. Conclusiones

La opinión general, tanto de los profesores, extraída en las reuniones mantenidas, como de los alumnos, a partir de la encuesta realizada y de las tutorías mantenidas con ellos, es que, a pesar de las dificultades de los comienzos, la experiencia está siendo muy positiva. En la Tabla 4 se puede ver los resultados obtenidos de la encuesta, correspondientes a las preguntas relacionadas con la metodología seguida en la asignatura, donde se les pedía una nota de 1 a 10. Los valores son satisfactorios, aunque pensamos que todavía se pueden mejorar, que es lo que pretendemos hacer con algunas modificaciones que tenemos planteadas para cursos posteriores.

CUESTIONES REALIZADAS	NOTA
Los nuevos métodos de enseñanza (trabajo en grupo, resolución cooperativa de problemas, tutorías concertadas, etc.) ayuda al aprendizaje de la asignatura	7.7
Trabajar los problemas en grupo ayuda a comprenderlos y resolverlos	7.5
El profesor ha motivado al alumno para el aprendizaje de la asignatura	7.2
En general la asignatura ha respondido a sus expectativas	7.3

Tabla 4. Distribución de la motivación de los alumnos al final de curso

Como contrapartida estas innovaciones metodológicas requieren una indudable mayor dedicación del profesor en la tarea docente, lo cual se traduce en un fuerte incremento de tiempo dedicado, así como una mayor implicación del alumno en su aprendizaje.

8. Bibliografía

- 1- Jefatura de Estudios de la E.T.S. de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, “*Objetivos Docentes y Programas*”, Universidad Politécnica de Madrid, 2006.
- 2- Jaime C. Gálvez Ruiz, “*Proyecto Docente de Materiales de Construcción*”, 2003.
- 3- European Ministers of Education. “*The European Higher Education Area*”. Bolonia, 1999.
- 4- European Ministers of Education. “*Towards the European Higher Education Area*”. Praga, 2001.
- 5- G. Ruiz, J.C. Gálvez, J.M. Benítez, M.A. Olivares y E. Reyes, “*Hacia un enfoque científico-tecnológico en la enseñanza del hormigón estructural como material de construcción*”, Primeras Jornadas de ACHE sobre la Enseñanza del Hormigón Estructural, Asociación Científico-técnica del Hormigón Estructural (ACHE) Ed., Madrid, pp. 265-270, 2001
- 6- Jesús Alonso Tapia, “*Motivar para aprender y mejorar el interés de los alumnos*”, Curso: ¿Qué se debe hacer para motivar a los alumnos? Motivar para aprender y mejorar el interés de los alumnos, Universidad Politécnica de Madrid, 2007.
- 7- José Antonio Sánchez, Núñez, “*Técnicas centradas en el trabajo en equipo*”, Curso: Técnicas Alternativas para la Enseñanza Universitaria, Universidad Politécnica de Madrid, 2007.