

## **INNOVACIONES METODOLÓGICAS Y EVALUADORAS PARA LA MEJORA DE LA CALIDAD DE LA ENSEÑANZA DE LOS 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**

En el presente artículo se exponen algunas iniciativas innovadoras en los métodos docentes y evaluadores de la asignatura de Materiales de Construcción, destacando como puntos básicos la utilización de medios audiovisuales, trabajos en grupo y evaluación continua. Estos cambios pedagógicos intentan impulsar la motivación de los alumnos por el aprendizaje de la asignatura, mejorando de esta forma su rendimiento y adquisición de conocimientos y de habilidades. 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. El elevado número de alumnos da mucha rigidez a la introducción de cambios. También es necesario aplicarlos durante algunos años, con retroalimentación, para poder mejorar y cambiar la tendencia de la asignatura. Por eso consideramos que todavía es pronto para ofrecer valoraciones cuantitativas de los resultados alcanzados, sin embargo, y a pesar de las dificultades de los comienzos la experiencia está siendo positiva.

**Palabras clave:** materiales de construcción, objetivos, 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. Este Plan de Estudios es igual al de 1964/75, con ligeras modificaciones. 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.

El Plan está constituido por un total de 44 asignaturas para cada especialidad, equivalentes a 38 asignaturas de curso completo, y la realización de un proyecto final de carrera.

A pesar de 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. A cambio 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 proceso, basado en las Declaraciones de la Sorbona (25 de mayo de 1998) y de Bolonia (19 de junio de 1999) [2,3], se encuentra ya en una fase bastante avanzada, aunque todavía por definir en su totalidad. De acuerdo con el mismo, el actual Plan de Estudios sufrirá importantes modificaciones en fechas muy próximas, lo cual supondrá cambios en el itinerario curricular, y lógicamente también en la asignatura de Materiales de Construcción. En lo que sigue planteamos como queda la asignatura después de incorporar algunas innovaciones metodológicas y evaluadoras adaptadas a la misma dentro del Plan de Estudios actualmente vigente, con la pretensión de ir asimilando el espíritu de los nuevos créditos ECTS. Estos cambios intentan impulsar la motivación de los alumnos por 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 [4]. Estas actuaciones en fases posteriores deberán evolucionar a su vez para adaptarse al marco de los nuevos Planes de Estudio.

Materiales de Construcción 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. De acuerdo con el Programa de las Asignaturas [1,2] el contenido básico de la asignatura es: Principios generales de los materiales, rocas, yesos, cales, cementos, hormigón, cerámica y vidrio, metales, maderas, materiales bituminosos, plásticos, explosivos, pinturas y barnices.

Los Materiales de Construcción es 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 el alumno, así como haberse iniciado en el hábito de estudio y razonamiento crítico para el planteamiento y resolución de problemas.

## **2. Motivación del alumno de Materiales de Construcción**

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. Para 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. Pensamos por ello que merece la pena hacer un inciso en 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.

El alumno de segundo curso, tras un año de estudios universitarios en la Escuela, se ha iniciado en el hábito de estudio, así como en las capacidades de síntesis y análisis para progresar individualmente a partir de las enseñanzas recibidas [2]. Sin embargo, generalmente, estos hábitos deben ser todavía desarrollados y afianzados, aspecto importante a tener presente al plantear la docencia y los métodos de enseñanza de la asignatura. Además el razonamiento crítico del alumno de segundo curso es aún muy limitado. Por ello es preciso 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 aprovechamiento de la misma, con la consiguiente satisfacción tanto para él como para el 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 [5]. 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) En el primer nivel estaría el alumno cuya aspiración es simplemente aprobar la asignatura. En el contexto de la Escuela de Caminos de Madrid este nivel es el más extendido, especialmente teniendo en cuenta que los dos primeros cursos de la carrera han sido tradicionalmente duros, con un elevado índice de fracaso escolar. Esta motivación es independiente del contenido de la asignatura, pero 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 aprobable, 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.
- b) El segundo nivel corresponde al deseo de acumular conocimientos útiles en el ejercicio de la profesión, que el alumno todavía ve como futuro lejano pero que le ilusiona [2]. Muchos investigadores han estudiado este aspecto [5] 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. Este aspecto es muy importante, ya que a priori el alumno desconoce la utilidad práctica de la asignatura, y es labor 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) El último nivel se da sólo en un reducido grupo de alumnos especialmente predispuestos. En este nivel de motivación el alumno se interesa por profundizar en los conocimientos específicos de los Materiales de Construcción. 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 fuente de vocaciones investigadoras en el área de la Ingeniería de la Construcción y debe también 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].

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 que están familiarizados con la búsqueda de información en la red y el aprovechamiento de los recursos que ésta permite (correo electrónico, foros de comunicación, etc.).

Nuestra experiencia, acumulada a través de los años, nos indica que en los primeros cursos el alumno se siente incómodo y rechaza el trabajo personal que requiere reflexión e iniciativa. 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, y suele preferir unos apuntes publicados y un libro de problemas resueltos, a ser posible correspondientes a 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 procedimientos paralelos 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 de una forma autónoma bajo la guía del profesor universitario, labor que consideramos de las más importantes de su formación universitaria. No es fácil luchar contra esta tendencia. Existe una gran

inerencia 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 le ofrece lo que la Escuela le niega por fidelidad a sus principios y objetivos básicos, esto es, la sustitución del trabajo personal y la aplicación del razonamiento al estudio por simples manuales de aplicación de soluciones a problemas tipo. Por supuesto con 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 [5] 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 y lo que los profesores hacemos de hecho en clase, y evolucionar de forma adecuada.

### **3. Objetivos**

La asignatura Materiales de Construcción es una de las primeras asignaturas del Plan de Estudios que cursa el alumno de directa aplicación en la Ingeniería de Caminos. El material constituye el elemento con el que el Ingeniero de Caminos proyecta y construye sus obras, así como el medio sobre el que emplaza su construcción. El conocimiento de los materiales a lo largo de la historia ha condicionado la forma y la tipología de las estructuras, así como sus dimensiones. La incorporación de nuevos materiales y el mejor conocimiento de los ya empleados ha propiciado nuevas formas y tipologías estructurales y 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, planteamos los siguientes objetivos para la asignatura de Materiales de construcción, distinguiendo entre aquellos que hacen referencia a las competencias a adquirir de aquellos que se refieren puramente a los conocimientos a adquirir.

#### *3.1 Objetivos competenciales*

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

**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 la asignatura Materiales de Construcción con los de otras más tecnológicas que encontrará en cursos superiores, y le permitirá entender y aplicar con juicio y sentido crítico las normas y recomendaciones tecnológicas que sean necesarias. Destacamos explícitamente que huimos de un planteamiento tecnológico simplificador de la asignatura que la reduciría a una mera presentación de las normas, códigos y recomendaciones relacionadas con los materiales empleados en la construcción 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 de Materiales de Construcción van orientados por lo tanto a dar a la asignatura un talante científico y técnico. 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 métodos constructivos.
- 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 hay que tener en cuenta los objetivos docentes, de los que evidentemente tiene una dependencia directa, junto con el perfil y condicionantes del alumno que cursa la asignatura, presentada en el apartado 2 del presente artículo. Sin embargo, para realizar un proyecto realista, se deben tener también presentes las condiciones y contexto en el que se desarrollará 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 de acuerdo con los objetivos de la asignatura, y que sea necesario realizar para aprobar la asignatura. Evidentemente se plantea un número limitado de trabajos obligatorios para no sobrecargar a los alumnos. La idea es que el alumno, 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 sólo este curso porque acabamos de empezar, 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 realizar sean similares a los que realizaría un profesional. También es 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 de 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, las clases de prácticas, las prácticas de laboratorio y ordenador, las conferencias, el trabajo de curso, las tutorías y algunas otras actividades complementarias.

- Clases de teoría (magistrales), 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 a planteamiento y resolución de cuestiones planteadas a partir de la materia presentada. Un punto importante es el fomento de la participación, siempre voluntaria, de los alumnos en estas clases. También 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 alumnos como máximo.

- Clases de problemas, con especial atención a aquellos que se presentan en la práctica profesional así como muy relacionados con el cumplimiento de la Legislación vigente. Se les proponen algunos para su resolución fuera del horario lectivo, para los que disponen de la guía de los profesores.

- Prácticas de laboratorio, realizadas en grupos de alrededor de 25 personas. En ellas el alumno establece contacto 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 ir reduciendo el número de alumnos de los grupos de práctica de laboratorio para conseguir un mejor aprovechamiento de las mismas. El resto de los alumnos se tiene una clase con proyección de videos técnicos, sobre los mismos u otros ensayos de laboratorio, o bien que ilustren los conocimientos recibidos en las clases teóricas.



- 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.
- Talleres del Alumno en grupo: se realizan sesiones de trabajo en grupo de los alumnos en el aula para hacer las entregas de grupo. El trabajo en grupo es una técnica alternativa de aprendizaje que permite enfrentarse a algunos problemas mejor que de forma individual [6]. Los alumnos discuten más abiertamente entre ellos que delante del profesor y aprenden a argumentar sus puntos de vista o sus propuestas.
- 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 coordinado con el resto de asignaturas del curso.

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

<b>ACTIVIDADES</b>	<b>PORCENTAJE DE TIEMPOS</b>
<b>EN CLASE</b>	
Clase teórica magistral	60
Clase problemas	20
Tutoría	4
Conferencias	1
Talleres del alumno en grupo	5
Trabajo del alumno individual	10
<b>FUERA DE CLASE</b>	
Estudio de las contenidos teóricos	60
Trabajos del alumno en grupo	5
Trabajos del alumno	25
Tutorías	5
Preparación examen	5

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

## 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 por parte del profesor.

La evaluación puramente continua presenta dificultades ya que necesita un seguimiento individual de cada alumno por parte del profesor que es prácticamente imposible 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 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.

La cuarta nota corresponde a la actividad desarrollada por el alumno a lo largo del curso y que 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 evaluado por el profesor, así como por dos pruebas a realizar a lo largo de los otros dos parciales.
- 0,4 puntos por la asistencia y trabajo en clase.
- 0,2 por la entrega de ejercicios y problemas, realizados fuera de clase y evaluados por el profesor.

El seguimiento, guía y entrega de los trabajos o pruebas, se realizará las clases que, coincidiendo con las practicas de laboratorio y para aquellos que no tengan que asistir a las mismas, servirán para su presentación, así como para la complementación de las enseñanzas teórico-prácticas con medios audiovisuales. Se organizarán para ello talleres de trabajo en estas horas así como tutorías regladas con el profesor en horario extraescolar.

La asignatura se habrá superado 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 tendrán una nota final igual a los puntos obtenidos dividida entre 3. En función del resultado se les pondrá la nota de: Suspenso, Aprobado, Notable, Sobresaliente o Matrícula de Honor.

## 6. Conclusiones y Trabajo Futuro

Nuestro principal objetivo con las modificaciones metodológicas y evaluadoras 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 intentamos dar suficientes oportunidades de aprobar la asignatura, para que el alumno la conciba como más asequible, pero haciendo que la trabaje bastante de una forma continua como para poder alcanzar un buen conocimiento de la materia. De esta forma, el estudiante que no tiene otro interés que aprobar la asignatura, tiene que trabajarla y aprenderla lo suficiente.

Haciendo uso de técnicas alternativas de enseñanza, como el trabajo en grupo, el estudio dirigido y las tutorías, se mejoran las oportunidades que el alumno tiene de aprender de forma que se mantiene la motivación a la vez que se impulsa el trabajo en la asignatura.

Parte de los alumnos desean obtener conocimientos que les sean útiles para su vida profesional. Por este motivo en casi todos los temas a desarrollar en las clases de teoría se presentan relacionados con la práctica profesional. Se utilizan para ello ejemplos previos que plantean un problema real que demuestre que la teoría a desarrollar a lo largo del tema es necesaria para resolverlo. 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.

La satisfacción de los alumnos situados en el nivel más alto de interés es bastante complicada. Este alumno, por otra parte poco común, necesita poder obtener aprendizaje de la estructura global de la asignatura, con una serie de conocimientos que están bien establecidos, y a la vez debe presentarse de modo que el alumno pueda captar cuales son los puntos flojos de la misma que necesitan investigación posterior. Para ello se intenta resaltar el avance y las aportaciones de la materia explicada, exponiendo por otro lado las limitaciones más como posibles mejoras a realizar de tal forma que el alumno no tenga la sensación de que la asignatura es defectuosa.

Finalmente queremos destacar 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.

Durante este curso hemos empezado a trabajar con estos cambios metodológicos y evaluadores, por lo que nuestra experiencia con los mismos es todavía muy escasa. Además nos hemos encontrado con algunas dificultades. Nuestro elevado número de alumnos, 281 durante el curso 2006-07, hace que se tenga mucha rigidez a la hora de introducir cambios. Además hace falta la aplicación de los nuevos métodos durante varios años para que el alumno medio se acostumbre a otra forma de trabajar, para que se “crea” que sirven realmente, ya que hace falta también cambiar la “leyenda” del profesor. Por lo tanto para poder cambiar la tendencia de una asignatura con tanta inercia como Materiales de Construcción, y obtener un buen rendimiento y su adaptación al Espacio Europeo de Educación Superior, hay que aplicar las innovaciones presentadas durante varios años y retroalimentarlas a partir de los resultados obtenidos

cada curso para poder mejorarlas. Por esta razón creemos todavía es pronto para ofrecer valoraciones cuantitativas de los resultados alcanzados. Sin embargo, se puede decir que lo que sí que hemos notado es una buena actitud por parte de los alumnos y un aumento del seguimiento de la asignatura de forma continuada. La asistencia ha estado en torno al 60 %, y la entrega de trabajos ha sido del 70%. Todavía no tenemos resultados del número de aprobados para poder decir si se nota algo la influencia de los cambios introducidos. Por eso consideramos que a pesar de las dificultades de los comienzos la experiencia está siendo positiva.

Estas innovaciones metodológicas requieren una indudable mayor dedicación del profesor en la tarea docente y una mayor implicación del alumno en su aprendizaje.

Para el siguiente curso se pretende empezar a trabajar en la conexión de los alumnos, mediante Internet, con el profesor y con las diferentes partes de la asignatura, es decir, la posibilidad de acceder a problemas, a los últimos exámenes propuestos, a sus calificaciones, a la bibliografía de los diferentes temas o a enviar los trabajos que hayan elegido, así como a la realización de tutorías a distancia, para ofrecer de forma sencilla y sin pérdidas de tiempo una ayuda, pensamos que importante, para el aprendizaje de la asignatura.

## 7. 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- Declaración Conjunta de los Ministros Europeos de Educación, Bolonia 1999, [www.universia.es](http://www.universia.es), 2003.
- 4- 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
- 5- 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.
- 6- José Antonio Sánchez, Núñez, “*Técnicas centradas en el trabajo en equipo*”, Curso: Técnicas Alternativas para la Enseñanza Universitaria, Universidad Politécnica de Madrid, 2007.