

Vol. 15(1), enero-junio 2017, 219-239  
ISSN: 1887-4592

Fecha de recepción: 23-02-2016  
Fecha de aceptación: 04-03-2017

## **Diseño de un programa de formación sobre Materiales de Construcción para los futuros ingenieros de edificación en el EEES**

## **Design of a instructional program on Construction Materials for future building engineers in the EHEA**

**Garrido Hernández, A.**

Universidad Politécnica de Cartagena (España)

**Sánchez Blanco, G.**

Universidad de Murcia (España)

**Garrido Hernández, A.**

Universidad Politécnica de Cartagena (España)

**Sánchez Blanco, G.**

Universidad de Murcia (España)

### **Resumen**

La finalidad del trabajo es doble, por un lado, fundamentar y ofrecer una estrategia general para el diseño de las asignaturas en el marco del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) que entendemos contempla las principales preocupaciones y prácticas habituales de los profesores universitarios y da respuesta a las exigencias del proceso de planificación coherente con un enfoque basado en competencias. Para ello, se propone buscar relaciones explícitas de las competencias con diferentes tipologías del conocimiento disciplinar, al ser la principal referencia del

### **Abstract**

The purpose of this paper is, on the one hand, to inform and provide an overall strategy for the design of the subjects within the framework of the European Higher Education Area (EHEA), which, as we understand, contemplates the main concerns and habitual practices of university teachers and responds to the demands of the planning process consistent with an approach based on competences. For that, it's proposed to search explicit relations between the competences and the different typologies of disciplinary knowledge, as it's the

profesor universitario en el proceso de planificación, y adoptar una estrategia de cambio progresivo en la práctica docente a través de sucesivos niveles de concreción: el modelo didáctico, las secuencias de enseñanza y las actividades de enseñanza. Por otro lado, mostrar la aplicación de dicha estrategia al caso de una asignatura, Materiales de Construcción, del título de grado de Ingeniero de Edificación que habilita para una profesión regulada por ley en nuestro país. A partir de las competencias asumidas por la asignatura, se describen las diferentes tareas realizadas para completar el programa de formación, incluyendo el sistema de evaluación; cabe destacar el uso de distintas taxonomías para relacionar contenidos y objetivos, de un heurístico para ordenar los conceptos que estructuran el conocimiento disciplinar, de una secuencia de enseñanza original que permite armonizar las actividades más convencionales con las más novedosas y de los criterios y procedimientos de evaluación para garantizar, en un nivel suficiente, el logro de todas las competencias asumidas.

**Palabras clave:** EEES, reforma de la educación, planificación docente, programa de formación, elaboración del programa educativo, formación de ingenieros, materiales de construcción.

main reference for university teachers in the process of planification, and adopt a strategy for progressive change in the teaching practice through sequential levels of concretion: the didactic model, the teaching sequences and the teaching activities. On the other hand, to show the implementation of this strategy in the case of a subject, Construction Materials, degree of Building Engineer, that enables for a legally regulated profession in our country. From the competences assumed by the subject, the different tasks performed to complete the training program are described, including the evaluation system; it's worth noting the use of different taxonomies to relate contents and goods, of an heuristic to order the concept that structure the disciplinary knowledge, of an original sequence of teaching that permits harmonizing the most conventional activities with the newest ones, and of the criteria and the evaluating procedures to ensure the achievement, at one sufficient level, of all the competences assumed.

**Key words:** EHEA, educational reform, educational planning, instructional program, curriculum development, engineering education, construction materials.

## Introducción

En nuestro país, con la promulgación del RD 1393/2007, que establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales y las posteriores Ordenes Ministeriales que fijan las competencias de las distintas profesiones reguladas, se completó el marco legislativo para iniciar el mayor cambio educativo en las universidades españolas. Algunos trabajos (Fidalgo y García, 2007; Sánchez, 2008) que analizan estos cambios no dejan lugar a dudas sobre la complejidad de los mismos (sistema y estructura de titulaciones, créditos ECTS, garantía de calidad, ...) tanto por sus implicaciones administrativas como por las nuevas exigencias a quienes finalmente deben hacerlos efectivos en las aulas, los profesores y alumnos. Así, reconocen que si bien en nuestro país contamos con el marco legal adecuado al EEES, dicho marco no basta, es necesario contar con el compromiso de instituciones,

del profesorado y también del alumnado, en lo relativo a la implementación de nuevos métodos docentes para la consecución real de los objetivos del EEES. De hecho, para muchos especialistas (Escudero Escorza, 2000; Zabalza, 2002; De Miguel, 2006; Escudero Muñoz, 2006) los cambios metodológicos en la forma de enseñar constituyen uno de los retos más importantes que deben afrontar las universidades españolas. Espinosa (2014) considera imprescindible una formación docente para que los profesores desarrollen nuevas competencias de carácter interpersonal, de comunicación y metodológicas, con especial hincapié en la capacidad de evaluación por competencias para que sea viable este nuevo marco educativo.

El marco legislativo ha obligado a que se planifiquen, implementen y evalúen los nuevos títulos de grado a través de los mecanismos de control previstos (Universidades, ANECA), posiblemente, atendiendo a criterios y procedimientos necesarios pero no suficientes para conocer el alcance real de los cambios demandados desde el EEES, en cuanto a las implicaciones derivadas de adoptar el Aprendizaje Basado en Competencias (ABC) como enfoque educativo. Estos mecanismos hacen posible un control de las decisiones y seguimiento de los nuevos títulos en cuanto a la definición y organización de materias y asignaturas pero no cuestionan si sus contenidos y propuestas metodológicas son coherentes con las competencias que supuestamente han presidido la toma de decisiones. Por una u otras razones, se trata de un plano o nivel de concreción de los planes de formación en los que prima la confianza ciega en profesores y departamentos, responsables de la docencia, algo que contrasta con el bajo nivel de implicación de los mismos en los procesos de adaptación al EEES promovidos y en la toma de decisiones en los niveles anteriores. En los momentos actuales, donde se producen las primeras generaciones de egresados universitarios bajo este enfoque, se hace necesario contar con más estudios fiables sobre los cambios reales que se están dando en ese nivel de concreción que compete sólo a los profesores y consejos de departamentos. En este sentido, creemos sería pertinente promover y poner en marcha proyectos de investigación educativa, en los que participaran un número representativo de universidades, con la finalidad de evaluar programas de formación de asignaturas o materias similares en sus diferentes fases: diseño, implementación y evaluación.

Tras el diseño de los nuevos títulos, se puede constatar la escasez de trabajos publicados sobre la evaluación de programas formativos para el Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) en sus diferentes fases: diseño, implementación y evaluación. También que la mayoría de estudios empíricos que hemos encontrado (García *et al.*, 2005; González *et al.*, 2006; Inda *et al.*, 2008; Calvo y Mingorance, 2010; Ojeda *et al.*, 2010; Poblete y Villa, 2011) se han centrado en los resultados del programa de formación (fase de evaluación), básicamente, en la incidencia que determinados cambios en los métodos de enseñanza y/o de evaluación han tenido en los resultados de aprendizaje y/o en el grado de satisfacción de los estudiantes, así como en las estrategias (proactivas vs. adaptativas) y enfoques de aprendizaje (profundo vs. superficial) que adoptan los estudiantes pues cabría esperar cambios en las mismas (Sanfabian *et al.*, 2014). Aunque estos estudios abarcan titulaciones dispares (económicas, ingenierías, farmacia, filología, pedagogía, magisterio), en general, puede concluirse que los cambios tienen una incidencia positiva en la participación, en la calificación y en la valoración de los estudiantes. Transcurridos unos años desde la implantación de los nuevos títulos, especial interés tienen los estudios sobre los cambios metodológicos y resultados obtenidos en una titulación completa, como hacen Montagud y Gandía (2015) con el Grado de

Finanzas y Contabilidad, entrevistando a coordinadores, profesores y estudiantes, pues permiten constatar que, aunque se han introducido cambios metodológicos, todavía no se ha asumido el nuevo modelo pedagógico. También, como hacen González, Arquero y Hassall (2014), identificando y analizando los factores facilitan y dificultan el proceso de cambio generado por la implantación de la formación por competencias en el Departamento de Contabilidad. Sin embargo, desde la perspectiva de la evaluación de programas de formación, los estudios nos parecen insuficientes para conocer y analizar si los nuevos programas son coherentes con los presupuestos del Aprendizaje Basado en Competencias (ABC) como enfoque educativo. Los pocos trabajos encontrados que concretan el diseño del programa de formación (Calvo y Mingorance, 2013; García Álvarez, 2011; Ruiz, 2007) se hacen desde intereses diferentes y, por tanto, con pocos elementos comparativos.

Esta situación contrasta con la importancia que se da a la evaluación del diseño del programa, base de las siguientes etapas (implementación y evaluación), por sus grandes aportaciones a la mejora y optimización de la formación incluso antes de su puesta en marcha (Pérez, 2000). Así, creemos oportuno detenernos en los problemas y decisiones tomadas en la fase de diseño del programa de formación.

## **Fundamentos para el diseño del programa de formación**

En los últimos años, el EEES ha abierto un espacio de reflexión y debate entre profesores sobre la enseñanza universitaria con muchos interrogantes sobre qué tenemos que cambiar y cómo tenemos que hacerlo. También ha sido una oportunidad para que, desde áreas de conocimiento vinculadas a la educación (THE, MIDE, DOE, PE, Didácticas Específicas), se den respuestas deseables articulando presupuestos teóricos y prácticos sobre la enseñanza basada en competencias (De Miguel, 2006; García Sanz, 2008; López Ruiz, 2009; Mayorga y Madrid, 2010; Yániz, 2006). Básicamente, el diseño de un programa de formación conlleva la realización de una serie de tareas que deben abordarse, conjuntamente, desde el conocimiento pedagógico disponible sobre el diseño del currículo y sobre los profesores universitarios.

## **Los profesores y la planificación de sus asignaturas**

Los profesores universitarios, cuando planifican su acción docente cada nuevo curso, reflexionan y toman decisiones sobre los conocimientos que deben transmitir, sobre los métodos de enseñanza que van a utilizar y sobre los exámenes que han de poner a sus alumnos. Estas actuaciones generan un conocimiento práctico en los profesores que progresivamente le resulta más útil para afrontar la planificación de sus asignaturas. Un conocimiento práctico que incluye concepciones, creencias y rutinas sobre la enseñanza, el aprendizaje y la evaluación en el contexto universitario y, sobre todo, en el contexto de su disciplina académica. Un conocimiento que integra la respuesta a dos interrogantes esenciales, qué y cómo enseñar su disciplina, lo que se llama conocimiento didáctico del contenido. Sin duda, aunque la relevancia relativa que los profesores conceden al referente disciplinar puede ir cambiando durante su desarrollo profesional, no deja de ser el que mayor peso tiene en sus reflexiones y toma de decisiones (Sánchez y Valcárcel, 1999).

En un estudio realizado con 61 profesores expertos de cinco universidades españolas (Álvarez Rojo, 2009) para conocer las competencias docentes más valoradas, llama la atención dos resultados: primero, que la planificación de la docencia, su desarrollo y evaluación son las dimensiones más valoradas frente a otras como tutoría del alumno, la gestión y la propia formación docente; segundo, que el conocimiento de la materia (formulado como, *conocer profundamente y manejar los conceptos básicos de la materia*) es el elemento más valorado de un total de 87 competencias docentes presentadas. En relación con la planificación, los profesores también valoran altamente algunas competencias docentes (ajustar las actividades prácticas a las competencias que se pretenden desarrollar con la materia; estructurar y relacionar los contenidos que imparten para dar una visión completa e interrelacionada de las materias; transformar la transmisión de contenidos en actividades de aprendizaje a realizar por los alumnos; hacer corresponder los conocimientos con las competencias que se pretenden desarrollar; etc.) que inciden en la importancia que tiene para los expertos el conocimiento didáctico del contenido.

Estos resultados muestran una clara dependencia de la identidad de los profesores vinculada a sus disciplinas, por lo que creemos necesario incorporar de modo explícito la dimensión disciplinar en el análisis de los cambios docentes que demanda el EEES. También debe asumirse, como señala Cruz (2003) tras el análisis del nuevo modelo educativo que sustenta el EEES y los resultados de la investigación sobre concepciones de profesores y estudiantes acerca de la enseñanza y el aprendizaje, que el necesario cambio en concepciones y prácticas docentes es difícil y complejo, debe darse en profesores y alumnos, está sujeto a resistencias, avances y retrocesos personales, debe entenderse de modo progresivo y debe adaptarse a la identidad de los profesores vinculada a sus disciplinas. Este último punto, nos parece especialmente relevante y no ponderado suficientemente cuando se proponen estrategias concretas para el cambio, en general, centradas en la adopción de nuevos métodos y modalidades de enseñanza sin cuestionar cambios en los contenidos disciplinares.

### **El diseño de la formación basada en competencias**

La formación basada en competencias debería suponer un salto cualitativo muy importante en el diseño de los programas de las asignaturas, básicamente, por las implicaciones que se derivan del significado de competencia. Existe un consenso entre especialistas (Cruz, 2003; De Miguel, 2006; García Sanz, 2008; Sánchez, 2008) en reconocer que ser competente requiere la conjunción de diferentes dimensiones (el saber, el saber hacer, el saber estar y el saber ser) relativas a una actividad profesional. Según establece el Marco Español de Cualificaciones para la Educación Superior (Sánchez, 2008), las competencias deben especificarse a través de 5 capacidades (de poseer y comprender conocimientos; de aplicación de conocimientos; de emitir juicios; de comunicación y aptitud social; de aprendizaje autónomo), con independencia que estas sean genéricas (educación superior) o para ejercer una profesión regulada.

Sea cual sea el listado de competencias de una asignatura, los profesores deben transformar el conjunto de capacidades que las integran en un programa formativo, sin duda una tarea compleja como han reconocido diferentes especialistas (Cruz, 2003; López, 2009; Yániz, 2006), sobre todo, si tenemos en cuenta el conocimiento habitual de los profesores sobre tareas de planificación al que nos referíamos anteriormente. La

solución institucional a este problema ha sido estandarizar el proceso y resultado del diseño de los programas formativos a través de las guías de las titulaciones, de las guías de las materias y de las guías docentes de las asignaturas, acompañadas de orientaciones y ejemplos para su cumplimiento en los plazos establecidos (García Sanz, 2008). Sin duda, dichos procesos han propiciado espacios para la reflexión entre los profesores sobre el significado de las competencias y sus implicaciones en el diseño de los programas de formación pero, también creemos que, sus principales preocupaciones han estado centradas más en las exigencias formales para cumplimentar las guías docentes de modo acertado que en los cambios docentes necesarios.

No debe extrañarnos si los profesores han dado una respuesta que podría calificarse de superficial pues, como señalan algunos autores (López, 2009; Yániz, 2006), el diseño del currículo universitario basado en competencias exige una reconstrucción completa del programa de cada asignatura, que incluye una nueva perspectiva de los elementos del programa (objetivos, contenidos, metodología y evaluación) y de su articulación. López (2009) propone un enfoque eco sistémico u holístico por la interrelación que guardan todos los elementos partiendo del significado de las competencias en el contexto universitario pero sin establecer una secuencia de tareas para su ejecución. Por su parte, Yániz (2006) propone explicitar objetivos, a partir de las competencias, organizar unidades (módulos, asignaturas o actuaciones interdisciplinares) que permitan lograrlos de la manera más eficaz posible, seleccionar metodologías que respondan al conjunto de objetivos y que tengan en cuenta los recursos disponibles o viables de manera razonable, seleccionar contenidos en coherencia con los elementos anteriores y preparar un plan de evaluación de los procesos y de los resultados que garantice, a través del diseño y de los procedimientos, el rigor y la validez. Aunque compartimos estas estrategias, por las razones señaladas sobre las concepciones y prácticas habituales de los profesores, nuestra propuesta parte del análisis de los conocimientos disciplinares implícitos en las competencias.

### **Los cambios didácticos para el desarrollo de competencias**

La formación basada en competencias requiere un cambio conceptual profundo en las estrategias de enseñanza que han venido dominando hasta ahora en el contexto universitario. Por lo general, estos cambios son concretados por los especialistas (De Miguel, 2006) en cambios metodológicos reclamando una diversidad de métodos (aprendizaje basado en problemas, aprendizaje orientado a proyectos, estudio de casos, etc.) y modalidades organizativas (trabajos en grupo, tutorías, seminarios, prácticas externas, etc.) que son justificados por activar capacidades diversas asociadas al logro de competencias; también en la necesidad de contar con nuevas estrategias de evaluación que pongan en valor las actitudes y el trabajo del alumno. Cabe esperar que los profesores universitarios, especialistas en sus disciplinas, asuman la necesidad de estos cambios en sus asignaturas, incorporen nuevos recursos asociados a los mismos (guías docentes, portafolios, TICs, etc.) y sepan articularlos en sus programas de formación de manera plausible. Desde la perspectiva de los profesores, creemos que es aquí, en la asunción y toma de decisiones de las innovaciones metodológicas, donde se producen los mayores retos y contradicciones entre lo que se piensa y hace, entre lo deseable y lo posible, que pueden llevar a cambios reales insuficientes o incluso a una reafirmación en sus concepciones y prácticas más tradicionales. Retos y contradicciones derivados no sólo de la complejidad de los mismos y falta de formación didáctica de los profesores

sino, también, de las condiciones docentes que se tienen: número excesivo de alumnos en determinadas modalidades organizativas, reconocimiento insuficiente de la carga docente que supone, disponibilidad escasa de recursos materiales y humanos, etc. Se trata de necesidades diversas (estructurales, curriculares y personales-profesionales) percibidas por profesores de diferentes áreas de conocimiento, titulaciones y categoría profesional (López *et al.*, 2015) que llevan a los profesores a valorar negativamente cómo se están realizando los cambios demandados (Quevedo-Blasco *et al.*, 2015). En relación con las relativas al diseño y desarrollo del currículo, resultan preocupantes tanto las escasas expectativas, sobre los cambios que se anuncian, como las necesidades formativas que reconocen tener los profesores para hacerlos posibles. Para Caballero y Bolívar (2015) modificar las concepciones y estilos docentes del profesorado universitario hacia un modelo de enseñanza y aprendizaje orientado al estudiante no es tarea sencilla, y requiere un replanteamiento de los sistemas de formación y evaluación, así como nuevos dispositivos y contextos que posibiliten integrar docencia e investigación. Como señala Cruz (2003), el cambio que se demanda exige querer (tener razones, voluntad y compromiso de cambio), saber (tener la formación para cambiar) y poder (tener las condiciones propicias para que sea posible). Por ello, creemos imprescindible que los profesores entiendan que los cambios deben ser progresivos y adaptados a la idiosincrasia de sus disciplinas.

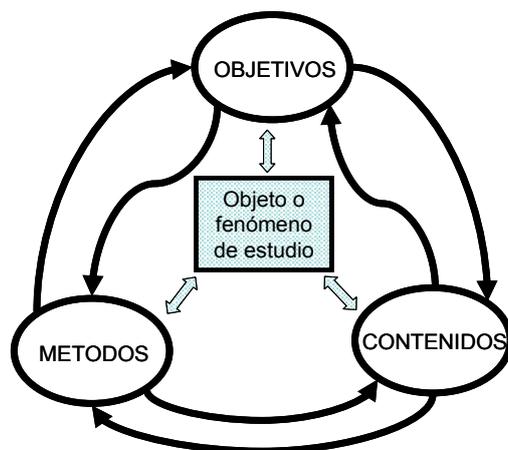
Con la finalidad de aproximar lo posible a lo deseable, creemos necesario situarnos en un análisis y diseño de la práctica docente más didáctica, es decir, más centrado en el qué y cómo enseñar determinados conocimientos disciplinares. Para ello, proponemos diferenciar el análisis de la práctica docente en tres niveles progresivos en su concreción: el modelo didáctico, la secuencia de enseñanza y la actividad de enseñanza. Dicho análisis parte de una premisa, que reconocen los profesores tácitamente, gran parte de los problemas de la enseñanza y el aprendizaje son dependientes del conocimiento disciplinar pero, debe reconocerse, que también lo son buena parte de las posibles soluciones asociadas a la enseñanza.

El primer nivel de concreción proporciona una visión holística del proceso de enseñanza y aprendizaje, identificándose con términos como modelo, enfoque, paradigma, etc. Diferentes autores teorizan sobre este concepto (Mayorga y Madrid, 2010) dando lugar a concepciones y actuaciones diferentes por parte de profesores y alumnos. Básicamente, nos interesa resaltar el modelo tradicional, centrado en la transmisión del conocimiento disciplinar, en el que se sitúa la mayor parte de profesores y el modelo competencial, centrado en el aprendizaje funcional del alumno, que se demanda desde el EEES (Caballero y Bolívar, 2015). El profesor debería reflexionar sobre dónde están situados los planteamientos metodológicos que asume para sus asignaturas.

El segundo nivel permite concretar en mayor medida los planteamientos metodológicos que se adoptan para las diferentes unidades didácticas en que se estructura la asignatura; se identifica con términos como secuencia de enseñanza, secuencia formativa, ciclo de aprendizaje, etc. (Giné y Parcerisa, 2003; Toohey, 1999; Yániz, 2006). La secuencia de enseñanza nos permite ordenar simultáneamente los contenidos y actividades que deben realizarse llamando la atención sobre las exigencias estructurales y temporales dentro de cada modelo didáctico. La secuencia de enseñanza se estructura en fases, diferenciadas por la intención didáctica de las actividades que incluye, siendo posible diferenciar dos, tres, cuatro o más fases; por ejemplo, en el

modelo más tradicional, la secuencia dominante para el desarrollo de los contenidos incluye sólo dos fases, la explicación y la aplicación. Toohey (1999) propone cinco fases para un enfoque basado en competencias (1ª Introducción de la idea nueva; 2ª Ampliación del conocimiento sobre la idea; 3ª Aplicación de la idea por parte del alumno; 4ª Realimentación a partir de los resultados; 5ª Reflexión, ajuste y, en su caso, vuelta a la 2ª fase). Aunque los diferentes métodos (aprendizaje basado en problemas, aprendizaje orientado a proyectos, etc.), implícita o explícitamente, llevan asociados una secuencia tipo, los profesores pueden diseñar sus propias secuencias de enseñanza en función de sus conocimientos y posibilidades.

El último nivel de concreción es el de las actividades de enseñanza; tradicionalmente, se han conceptualizado de modo restringido para identificar las tareas de los alumnos al aplicar o ampliar los conocimientos que el profesor previamente ha explicado. Esta concepción es coherente con el modelo de transmisión pero inadecuada para reflexionar sobre los cambios didácticos deseables; es necesario entender las actividades como el conjunto de tareas diferenciadas, que realizan el profesor y/o los alumnos, en torno a un objeto de estudio. El análisis y diseño de una actividad requiere la reflexión conjunta en torno a cuatro elementos: el objeto o fenómeno de estudio, los objetivos de la actividad, los contenidos de enseñanza y los métodos de enseñanza (Valcárcel y Sánchez, 2008). La interdependencia de estos elementos permite, a partir de actividades tradicionales, diseñar nuevas actividades en torno a un mismo objeto de estudio introduciendo cambios sustantivos en uno o varios elementos (Figura 1).



**Figura 1.** Elementos y relaciones que definen una actividad de enseñanza.

El elemento central es el objeto o fenómeno de estudio, y el conocimiento disciplinar asociado, habitualmente, diferenciado en teórico o práctico. Sin embargo, esta tipología resulta insuficiente para reconocer la relevancia del conocimiento disciplinar en la formación basada en competencias. Es necesario situarse en un significado más amplio del conocimiento que integre el saber, el saber hacer, el saber estar y el saber ser; en términos de Biggs (2008), el conjunto de conocimientos, habilidades, destrezas y actitudes que se requiere para el desempeño competente de una determinada profesión es un conocimiento funcional, siendo el resultado de la integración del conocimiento declarativo, procedimental y condicional. Desde este significado cabe analizar si las actividades de enseñanza habituales, junto con las innovaciones metodológicas que se introducen, son suficientes para el desarrollo de las competencias.

Por último, la evaluación también debe estar presente en el análisis y diseño de las actividades de enseñanza cuando se pretende pasar de un enfoque sólo sumativo y terminal a un enfoque formativo y continuo. Básicamente, se trata de entender las relaciones entre enseñanza, aprendizaje y evaluación asumiendo que mejorar los aprendizajes requiere una mayor integración de las actividades de enseñanza y evaluación. Desde la diversidad metodológica que se requiere para una formación basada en competencias (De Miguel, 2006; García, 2008) deberán buscarse instrumentos de recogida de información (trabajos escritos, protocolos de observación, entrevistas, portafolios, etc.) con criterios y procedimientos claros relativos al conocimiento disciplinar (declarativo, procedimental, condicional y funcional), y otros transversales (habilidades, destrezas y actitudes), que se evalúan; sin duda, debe asumirse el mayor coste temporal que requiere este enfoque deseable de la evaluación.

En definitiva, los cambios didácticos que se requieren para desarrollar competencias deben ser contemplados, progresiva y simultáneamente, en el conjunto de la asignatura, en las unidades didácticas que incluye y en las actividades de enseñanza que desarrollan los contenidos.

## **Resultados del diseño del programa de formación de la asignatura Materiales de Construcción**

A la asignatura objeto de este trabajo (Materiales de Construcción) se le asignaron parte de las competencias recogidas en el módulo Técnicas y Tecnología de la Edificación (Orden ECI/3855/2007), concretamente:

- A. Conocimiento de los materiales y sistemas constructivos tradicionales o prefabricados empleados en la edificación, sus variedades y las características físicas y mecánicas que los definen.
- B. Capacidad para adecuar los Materiales de Construcción a la tipología y uso del edificio.
- C. Gestionar y dirigir la recepción y el control de calidad de los materiales y de la realización de ensayos y pruebas finales.
- D. Conocimiento de la evaluación del impacto medioambiental de los procesos de edificación y demolición, de la sostenibilidad en la edificación, y de los procedimientos y técnicas para evaluar la eficiencia energética de los edificios.
- E. Capacidad para aplicar la normativa técnica al proceso de la edificación, y generar documentos de especificación técnica de los procedimientos y métodos constructivos de edificios.

Las tres primeras (A, B, C), que destacan explícitamente el conocimiento tecnológico sobre materiales de construcción, son asumidas por esta asignatura y otra previa (Fundamentos de Materiales de Construcción); las dos siguientes (D, E) tienen un carácter complementario, la cuarta, por existir un área que se ocupa de la sostenibilidad y la eficacia energética y, la quinta, por ser transversal al referirse a todos los documentos normativos que regulan los aspectos técnicos de la construcción de edificios.

Respecto a las competencias genéricas, se ha tenido como criterio la selección de aquellas necesarias para complementar a las específicas señaladas en un escenario verosímil y realista de ejercicio profesional; así, entre las propuestas por el proyecto TUNING, se selecciona la *Toma de decisiones y Resolución de conflictos*, dado que el egresado debe ser capaz de prever y controlar los conflictos que potencialmente surgen en situaciones profesionales en las que se produce el rechazo de partidas de materiales de construcción. Además, de forma indirecta, se atiende a las competencias básicas (RD 1393/2007) porque habilitan al estudiante para la adquisición de cualquier tipo de competencias específicas y, una vez adquiridas, para su desempeño en escenarios profesionales complejos.

La solución dada al problema de diseñar un programa de formación basado en competencias conllevan una estrategia implícita que, básicamente, ha supuesto buscar el mejor alineamiento posible entre las competencias asumidas, los conocimientos disciplinares, los objetivos formativos, los métodos de enseñanza y aprendizaje, y la evaluación del programa. Obviamente, dicha estrategia tiene un carácter tentativo, progresivo y dinámico. También, aunque formalmente se describe como una secuencia de tareas, obviamente, se trata de un proceso interactivo a partir de la reflexión y toma de decisiones sobre el conjunto del programa y cada una de las actividades que incluye.

### **1ª Tarea. De las competencias asumidas por la asignatura a las necesidades formativas: conocimientos disciplinares sobre materiales de construcción que requiere un ingeniero de edificación**

Una vez aceptadas estas competencias como necesidades formativas del programa, la implicación inmediata ha sido valorar si el conocimiento disciplinar que es habitual en esta asignatura es suficiente o no para el título de grado. La respuesta no puede ser más que negativa, tanto más cuanto corresponda a un conocimiento académico alejado de supuestos y contextos profesionales concretos. Por ello, se ha reconsiderado el conocimiento disciplinar en correspondencia con situaciones progresivamente más complejas: saber, saber hacer, saber estar y saber ser. El cuadro 1 recoge de modo sintético el conocimiento seleccionado (declarativo, procedimental, condicional y funcional) para cada competencia asumida (A, B, C, D, E).

El conocimiento declarativo incluye qué debe saber el alumno sobre materiales de construcción. En la actualidad, la emergencia con carácter crecientemente imperativo de la preocupación por el medio ambiente, que incluye la escasez de recursos ha cambiado los contenidos disciplinares orientándolos hacia materiales que cumplan con la doble condición de contar con un ciclo de vida poco consumidor de energía y ser fácilmente reciclables. Respecto a los tipos de materiales, de acuerdo con tendencias actuales de prestigiosas universidades como Massachusset (MIT) y Cambrigde (Ashby y Johnson, 2002; Fernández, 2006; Pohl, 2011), deben estudiarse:

- Cerámicos (Arcilla cocida, Hormigón, Pétreos, Vidrio)
- Metálicos (Férreos, no Férreos)
- Polímeros (Termoplásticos, Termoendurecibles, Elastómeros)
- Compuestos (Polímeros reforzados con fibra de vidrio o de carbono)
- Naturales (Madera, Fibras naturales, Biopolímeros, Materiales térreos)

El conocimiento procedimental incluye el cómo llevar a cabo las operaciones descritas en los documentos normativos, y debe integrar las habilidades y destrezas necesarias para realizar las operaciones propias de los materiales de construcción. El conocimiento condicional responde a la supuesta integración que el alumno debe hacer del conocimiento declarativo y procedimental para tomar decisiones fundamentadas en un contexto profesional; a estos efectos, el conocimiento disciplinar debe incluir situaciones verosímiles en las que el conocimiento de los materiales no sea visto como un conjunto de recetas de conocimiento con los bordes bien definidos, sino como un complejo cuyo uso está condicionado por factores que introducen incertidumbre que el alumno debe salvar con su actitud y sus decisiones. Por último, el conocimiento funcional se obtiene cuando los conocimientos específicos anteriores se funden en una acción competente para identificar y resolver problemas tecnológicos en diferentes contextos laborales asociados a los perfiles profesionales de un ingeniero de edificación.

|   | DECLARATIVO  | PROCEDIMENTAL   | CONDICIONAL  | FUNCIONAL  |
|---|--|---|--|--|
| A | Características de los materiales de construcción. Tipos de materiales (cerámicos, metálicos, polímeros, compuestos, naturales). | Realización de experimentos que muestren como se relacionan las características de los materiales con los modelos propuestos.             | No se aplica a características y tipos de los materiales.  | Elaboración de dosificaciones de hormigón  |
| B | Criterios para seleccionar materiales para su adecuación.  | Ejercicios verosímiles realizados con la ayuda de protocolos ad hoc para seleccionar los materiales en relación con su uso previsto.      | Toma de decisiones sobre la adecuación al uso previsto de los materiales en situaciones verosímiles.   | Reconocimiento y selección de materiales para un proyecto de edificación concreto.   |
| C | Especificaciones normativas sobre materiales de construcción.  | Realización de simulaciones de Monte Carlo para aplicar criterios de aceptación de Control de Calidad y tomar decisiones correspondiente. | Ejercicios de resolución de conflictos surgidos como consecuencia del rechazo de materiales al aplicar los criterios de control establecidos normativamente. | Planificación y ejecución de un Plan y Programa de Control de un edificio con simulación de Monte Carlo para los resultados de los ensayos y la toma de decisiones correspondiente y resolución de los conflictos planteados entre los agentes involucrados. |
| D | Sistema de reciclado de materiales   | No se selecciona, por estar asignado a otra asignatura.   | No se selecciona, por estar asignado a otra asignatura.  | No se aplica a esta competencia  |
| E | Normativa de materiales en la estructura   | Elaboración de documentos en cumplimiento de normativa sobre Planes y Programas de Control.   | No se aplica a la elaboración documental   | No se aplica a esta competencia  |

**Cuadro 1.** Selección de contenidos de enseñanza para las competencias A, B, C, D y E.

## **2ª Tarea. De las necesidades a los objetivos formativos de la asignatura: acciones cognitivas que integran conocimientos, destrezas, habilidades y actitudes**

Los objetivos formativos deben actuar como puente entre los conocimientos disciplinares y los cambios didácticos que se requieren para favorecer los aprendizajes deseables para el logro de las competencias. Deben expresarse en términos de capacidades, más o menos complejas, relativas al conjunto de conocimientos, actitudes, habilidades y destrezas que se integran en las competencias específicas y genéricas pero con la condición de poder recabar evidencias sobre su logro. Para ello, hemos encontrado útil la correspondencia establecida entre categorías de diferentes taxonomías (Figura 1).

| Conocimiento Biggs | Capacidades (TUNING) | Taxonomía Bloom     | Taxonomía SOLO     |
|--------------------|----------------------|---------------------|--------------------|
| Declarativo        | Conocimientos        | Memoria             | Estructural        |
|                    |                      | Comprensión         | Relacional         |
|                    |                      | Análisis – Síntesis | Abstracto ampliado |
| Procedimental      | Destrezas            | Aplicación          |                    |
| Condicional        | Actitudes            | Evaluación          |                    |
|                    | Habilidades          |                     |                    |

|           |             |             |                       |
|-----------|-------------|-------------|-----------------------|
| ⇕         | ⇕           | ⇕           | ⇕                     |
| Funcional | Competencia | Creatividad | Conocimiento profundo |

Figura 1. Relación de taxonomías para la selección de objetivos formativos, y criterios y procedimientos de evaluación.

El procedimiento para la selección y formulación de objetivos, a partir de los conocimientos disciplinares, ha supuesto considerar las acciones cognitivas expresadas en las taxonomías de Bloom y SOLO (Biggs, 2008) necesarias para que los aprendizajes tengan un alto grado de significatividad y funcionalidad; obviamente, las relaciones de correspondencia no se han entendido de modo rígido. Así, el conocimiento declarativo debía alcanzar, al menos el nivel relacional de la taxonomía SOLO para promover las acciones de memorizar y comprender; el nivel siguiente, abstracto ampliado, se ha contemplado cuando el alumno debía analizar y sintetizar, por ejemplo, para conseguir un conocimiento declarativo profundo y para poder aplicarlo de modo significativo en el conocimiento procedimental. El cuadro 2 recoge los objetivos formativos de la asignatura que dan respuesta al conjunto de las cinco competencias de forma parcial pues, como ya se ha señalado, todas son compartidas con otras asignaturas.

|   | Conocimiento  | OBJETIVOS FORMATIVOS  |
|---|---------------|---|
| A | Declarativo   | 01.- <b>Memorizar</b> los términos especializados del conocimiento disciplinar de los materiales de construcción y sus características principales.                 |
|   | Declarativo   | 02.- <b>Definir</b> los materiales de construcción siguiendo un heurístico que garantice el conocimiento profundo sobre el concepto correspondiente.                |
|   | Declarativo   | 03.- <b>Identificar</b> los materiales de construcción por su examen visual.  |
|   | Declarativo   | 04.- <b>Conocer</b> significativamente (nivel profundo) las teorías, principios, conceptos, fórmulas y gráficos relativos a los materiales de construcción.         |
| B | Condicional   | 05.- <b>Decidir</b> la selección de los materiales de construcción adecuados a la tipología y uso del edificio en un contexto de conflicto potencial.               |
| C | Procedimental | 06.- <b>Ensayar</b> para la caracterización de materiales de construcción.  |
|   | Procedimental | 07.- <b>Elaborar</b> planes y programas de control de los materiales de construcción.   |
|   | Condicional   | 08.- <b>Decidir</b> y <b>evaluar</b> la aceptación o rechazo de los materiales de construcción en las fases de producción y recepción en las obras de construcción. |
|   | Condicional   | 09.- <b>Resolver</b> los conflictos que se presentan en condiciones de rechazo de materiales de construcción.   |
| D | Declarativo   | 10.- <b>Conocer</b> el impacto medioambiental de la fabricación y uso de los materiales de construcción.  |
| E | Declarativo   | 11.- <b>Conocer</b> la normativa técnica de aplicación a los materiales de construcción.  |

Cuadro 2. Objetivos formativos de la asignatura, asociados a competencias y tipo de conocimiento disciplinar.

### 3ª Tarea. De los objetivos a los cambios didácticos necesarios en la asignatura: selección de contenidos, métodos y recursos didácticos

Pensar simultáneamente en qué y cómo enseñamos nos lleva a reflexionar sobre las actividades que vamos utilizar para el desarrollo de la asignatura, sobre las tareas que profesores y alumnos deben realizar, así como sobre su adecuación para el logro de los objetivos formativos. Dicha reflexión ha estado presidida fundamentalmente por la experiencia docente de los profesores implicados (cinco profesores y tres ayudantes de prácticas), por las ventajas e inconvenientes asociadas a posibles innovaciones didácticas y tecnológicas y por la opción personal de querer asumir los retos que se planteaban, llevando a decisiones sobre los contenidos de enseñanza, métodos y recursos didácticos, entendidas como tentativas de la mejor opción posible y coherente con las demandas formativas. En algunos casos hemos optado por pequeños cambios y en otros por grandes cambios pero en todos los casos hemos avanzado hacia un modelo didáctico más preocupado por la participación y el aprendizaje del alumno.

En relación con los conocimientos declarativos, tradicionalmente, han estado centrados en las características de los materiales con poco énfasis en las especificaciones, el control de calidad o los aspectos medioambientales; también, ha sido rasgo tradicional el abordar todos los materiales de modo exhaustivo. Ante la necesidad de atender a nuevos contenidos, decidimos poner el énfasis en la estructura y relaciones de un conjunto de conceptos claves para un tratamiento general de todos los materiales con independencia que las actividades o el tiempo dedicado a cada material fuera o no similar. Los conceptos claves seleccionados (historia-características-especificaciones-fabricación-tipos-usos-control-medioambiente) se organizan en un heurístico mediante el que puede articularse el conocimiento de los diferentes materiales (Figura 2).

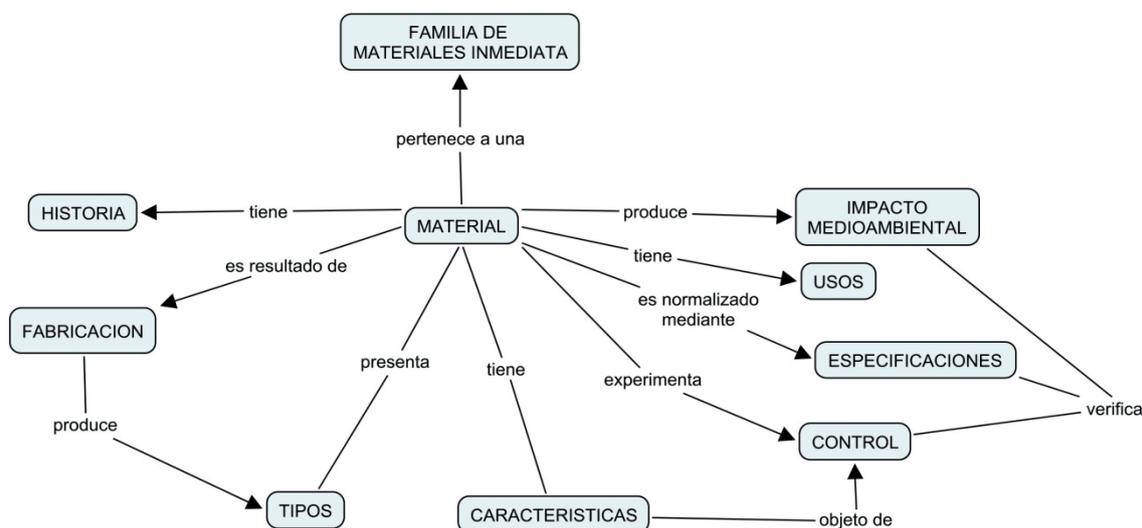


Figura 2. Heurístico de conceptos estructurantes.

Esta nueva forma de abordar los contenidos, junto con las conocidas dificultades de los alumnos para la comprensión y aplicación de los conocimientos, nos ha llevado a importantes cambios metodológicos; así, la lección magistral se ha remplazado por lecciones grabadas subidas en Internet (<https://www.youtube.com/watch?v=lx-KGvi8urM>), destinando el tiempo presencial a clases activas para la continua discusión

con los alumnos y resolución de problemas mediante trabajo en grupo o individual. La mayoría de las clases se imparten en el aula informática para que el alumno disponga de ordenador para realizar intensas sesiones de comprensión de conceptos mediante la realización de gráficos a partir de la simulación de valores que le permiten generar y comprender las fórmulas que se le proponen para la resolución de problemas.

En cuanto a los contenidos procedimentales se han intensificado significativamente y se han resituado respecto de las explicaciones teóricas para un mejor acuerdo con la experimentación correspondiente en el laboratorio. También, las actividades en el laboratorio han sufrido fuertes cambios para adaptar su función instrumental al conjunto de la operación cognitiva que debe ser activada pues, antes, era el profesor quien realizaba, interpretaba y resumía los procedimientos; ahora, se propone que los alumnos realicen con destreza los ensayos descritos en la normativa profesional vigente trabajando, fundamentalmente, los protocolos de aceptación y rechazo de materiales y las rutinas de realización de documentos finalistas.

Una vez fijado el tratamiento del conocimiento declarativo y procedimental, el conocimiento condicional ha reclamado actividades y recursos especiales como el uso de proyectos reales para familiarizar al alumno con la complejidad formal de los documentos que ha de manejar en el ejercicio profesional. También ha requerido el empleo de aulas con mobiliario flexibles para el trabajo en grupo, a quienes se les proponen problemas verosímiles, a partir de los resultados de su actividad de control de características en laboratorio, que han de abordar aplicando su capacidad de toma de decisiones y resolución de conflictos.

#### 4ª Tarea. De los cambios didácticos a su integración en secuencias de enseñanza que articulan la asignatura: diseño de actividades de enseñanza

Las decisiones tomadas sobre los cambios necesarios en contenidos y métodos deben articularse y hacerse viables en el conjunto de la asignatura. Para ello, hemos adoptado una secuencia de enseñanza simple con tres fases (inicio, desarrollo y cierre) para el tratamiento de las diferentes unidades didácticas. El Cuadro 3 muestra las posibles intenciones didácticas de cada fase.

|                   |  |
|-------------------|--|
| <b>Inicio</b>     | <ul style="list-style-type: none"> <li>•Presentar la unidad didáctica: objetivos, problemas, contextos, etc.</li> <li>•Organizar las sesiones presenciales y el trabajo no presencial del alumno</li> </ul>  |
| <b>Desarrollo</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>•Informar sobre conocimientos disciplinares (declarativos, procedimentales y condicionales)</li> <li>•Plantear y resolver problemas en contextos diversos</li> <li>•Identificar y delimitar situaciones problemáticas</li> <li>•Reflexionar y tomar decisiones</li> </ul> |
| <b>Cierre</b>     | <ul style="list-style-type: none"> <li>•Evaluar la respuesta del alumno a las tareas planteadas y los aprendizajes realizados</li> <li>•Revisar las principales ideas y procesos tecnológicos de la unidad didáctica</li> </ul>  |

**Cuadro 3.** Secuencia de enseñanza: fases y objetivos de las unidades didácticas.

La asignatura se organiza a través de dos ciclos, llamados Ciclo Corto y Ciclo Largo, el primero para desarrollar el conocimiento declarativo y el segundo para integrar

todos los conocimientos (Figura 3). En cada unidad didáctica del ciclo corto se aborda un tipo de material, aunque con una extensión variable, en función de su relevancia; por ejemplo, a los materiales pétreos se dedican 2 semanas, a los metales 5 semanas, al hormigón 7 semanas, etc. El ciclo largo comienza en la primera semana del curso, dedicada a la presentación general de los contenidos, de la metodología de aprendizaje y de aspectos organizativos; las unidades didácticas se corresponden con propuestas de trabajo progresivamente más complejas (una sesión de laboratorio, un proyecto de trabajo cooperativo, una práctica externa en factorías del sector, una visita de obra, etc.); en cada caso, se hace un seguimiento de la terminología introducida (memorización), se profundiza en los contenidos más complejos conceptualmente (comprensión) y se resuelven tareas que requieren conocimientos procedimentales y condicionales (aplicación). El ciclo largo se desarrolla durante las 30 semanas del curso académico.

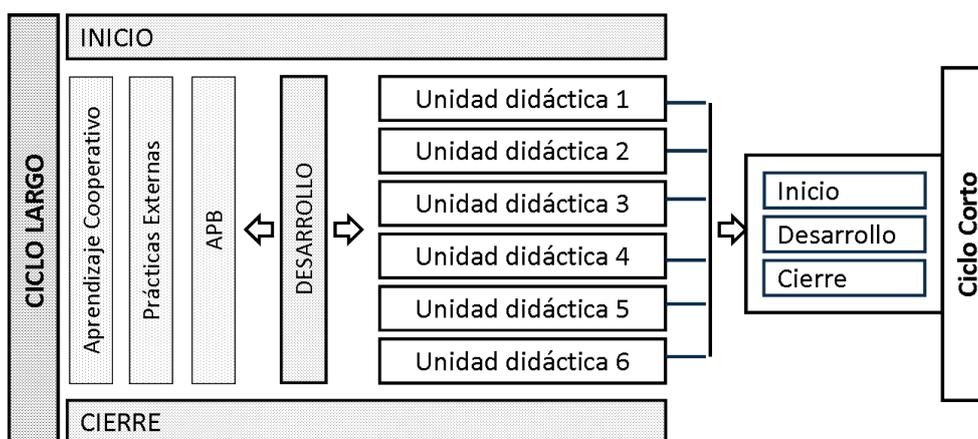


Figura 3. Secuencias de enseñanza de la asignatura.

Una vez establecida la estructura de la asignatura, se atiende al diseño de las actividades de enseñanza que van a integrar cada secuencia pensando, básicamente, en hacerlas viables en función de la dedicación presencial y no presencial para alumnos y profesores, lo que lleva a una reconsideración de los contenidos, métodos y recursos didácticos que, a priori, se entendían necesarios. Resulta conveniente la elaboración de materiales escritos diversos (guía de actividades, cronograma, presentaciones del profesor, hojas de trabajo del alumno, guiones de prácticas, etc.) que concreten las actividades que se van a llevar al aula. Especial importancia tiene el cronograma de la asignatura para la imprescindible organización de las sesiones presenciales (prácticas laboratorio, informática, etc.) que tienen carácter obligatorio, los plazos para entregar trabajos (informes, etc.), las fechas de exámenes, etc. Sin duda, el diseño del proceso de enseñanza y aprendizaje de la asignatura desde los presupuestos señalados da como resultado un programa formativo altamente complejo que requiere hacerse explícito y compartirse con los alumnos a través de la guía docente de la asignatura y otros documentos de apoyo.

### 5ª Tarea. De los objetivos y las secuencias formativas al sistema de evaluación de la asignatura: diseño de actividades de evaluación

Conscientes de que la percepción de los alumnos de una asignatura está determinada en gran medida por el qué y el cómo se evalúa, entendemos necesario establecer un

sistema de evaluación que informe al alumno de qué aspectos se van a valorar, cómo se hará y cuál será su contribución a la calificación final.

En relación con los criterios de evaluación, básicamente, hemos reconsiderado los objetivos formativos seleccionados cuestionando si su logro es evaluable, lo que ha supuesto volver a analizar las capacidades incluidas en los mismos estableciendo niveles de dificultad y asignándoles un reconocimiento en términos de calificación. También ha supuesto volver a revisar la coherencia en el alineamiento entre objetivos formativos y actividades de enseñanza para evitar evaluar aprendizajes de conocimientos que no se han enseñado. El Cuadro 4 recoge de modo resumido el resultado del sistema de evaluación.

| I | II |                                      | III   | IV  | V   | VI  | VII  | VIII | IX  |      |
|---|----|--------------------------------------|-------|---|-----|-----|------|------|-----|------|
| A | 1  | Memorizar los términos ....          | Corto | Examen (aula informática): conceptos estructurantes   | 0,4 |     | 0,2  | 2,05 | 0,4 |      |
|   | 2  | Definir los materiales ....          | Corto | Examen (aula informática): definiciones directas e indirectas siguiendo heurístico con software específico                                  |     |     |      |      |     |      |
|   | 3  | Identificar los materiales ....      | Largo | Examen oral: expositor de materiales de construcción  |     | 0,5 | 0,25 |      |     | 0,4  |
|   | 4  | Conocer significativamente ....      | Corto | Examen escrito: cuestiones tipo "por qué"   | 1,2 |     | 0,6  |      |     | 0,4  |
|   |    |                                      | Corto | Examen escrito (aula informática): ejercicios que implican cálculos y gráficos  | 2,0 |     | 1,0  |      | 0,4 |      |
| B | 5  | Decidir la selección .....           | Largo | Protocolo observación: toma de decisiones en casos de proyectos reales  |     | 1,0 | 0,5  | 0,5  | 0,5 |      |
| C | 6  | Ensayar para la caracterización .... | Largo | Protocolo observación: prácticas laboratorio  |     | 1,0 | 0,5  | 2,25 | 0,5 |      |
|   | 7  | Elaborar planes y ....               | Largo | Examen (aula informática): problemas basados en un proyecto real  |     | 1,0 | 0,5  |      |     |      |
|   | 8  | Decidir y evaluar la aceptación .... | Largo | Examen (aula informática): simulación de datos, cálculo de estimaciones y toma de decisiones de aceptación o rechazo a partir de resultados |     | 2,0 | 1,0  |      |     | 1,0  |
|   | 9  | Resolver los conflictos ....         | Largo | Protocolo observación: sesiones ad hoc en las que se plantean conflictos de rechazo de materiales a partir de resultados de control         |     | 0,5 | 0,25 |      |     | 0,25 |
| D | 10 | Conocer el impacto .....             | Corto | Examen (aula informática): cuestiones teóricas  | 0,2 |     | 0,1  | 0,1  | 0,1 |      |
| E | 11 | Conocer la normativa ...             | Corto | Examen (aula informática): cuestiones teóricas  | 0,2 |     | 0,1  | 0,1  | 0,1 |      |

*I = Competencia. II = Objetivo formativo. III = Secuencia enseñanza: ciclo. IV = Evaluación: instrumentos. V = Puntuación Ciclo Corto. VI = Puntuación Ciclo Largo. VII = Puntuación límite para el suficiente en cada objetivo. VIII = Puntuación límite para el suficiente en cada competencia. IX = Ejemplo aplicación del sistema evaluación.*

**Cuadro 4.** Sistema de evaluación: criterios, procedimientos y calificación.

Tradicionalmente la evaluación en esta asignatura ha estado centrada en el aprendizaje de los conocimientos disciplinares utilizando exámenes escritos; generalmente, incluía el planteamiento de 10 preguntas de respuesta corta, cuatro ejercicios con solución exacta y treinta preguntas de respuesta alternativa. Ahora, en la primera sesión del curso, se presentan los objetivos formativos explicando a los alumnos la necesidad de que se comprendan y de que se alcancen todos, al menos, en un nivel suficiente; tampoco se admite conocer en profundidad un material y no saber nada de otro, siendo necesario alcanzar el 50 % de la nota de cada material.

El conocimiento declarativo es evaluado mediante exámenes escritos, pero en ordenador para que cuente con herramientas de gráficas y de cálculo. Este tipo de conocimiento cuenta con un máximo de 4 puntos sobre el total de 10 de la asignatura. El conocimiento procedimental es evaluado mediante la aplicación de conocimientos en el laboratorio y en el aula, y el conocimiento condicional mediante la presentación y resolución de problemas de diversa índole. Estos últimos, procedimental y condicional, cuentan con un máximo de 6 puntos y son conseguidos por el alumno a lo largo del curso en las sesiones de ciclo largo. En todo caso, el alumno debe alcanzar al menos la mitad de los puntos en ambos ciclos. En el ejemplo (Cuadro 4), se comprueba que, aunque se alcanza un 5 en la suma total, no se alcanza el suficiente en la primera competencia (A) por fallar en dos de sus objetivos.

En lo relativo a la evaluación del conocimiento funcional, el programa de formación deja pendiente el diseño de una prueba de síntesis, mediante simuladores virtuales, con rasgos de verosimilitud profesional.

## Conclusiones

El EEES exige a profesores y alumnos grandes cambios en concepciones y prácticas sobre el proceso de enseñanza y aprendizaje, por lo general, muy alejadas de su praxis habitual. El diseño del programa de formación es el espacio donde cabe reflexionar y tomar decisiones que hagan posible los cambios necesarios para avanzar desde un enfoque transmisivo a uno competencial. Para llevar a cabo dicha tarea, se propone una estrategia general de cambio progresivo en la práctica docente a través de sucesivos niveles de concreción: el modelo didáctico, las secuencias de enseñanza y las actividades de enseñanza. Dicha estrategia se ha utilizado para el caso de la asignatura de Materiales de Construcción, en el título de Ingeniero de Edificación, dando como resultado un programa de formación que busca el alineamiento entre las competencias asumidas, los conocimientos disciplinares, los objetivos formativos, los contenidos de enseñanza, las secuencias de enseñanza, las actividades de enseñanza y el sistema de evaluación.

El trabajo ilustra el resultado actual de un proceso complejo que ha durado varios años y en el que han participado varios profesores. En este proceso, dos hechos merecen destacarse: la importancia de partir del conocimiento didáctico del contenido de los profesores y reflexionar sobre los cambios que requiere el enfoque competencial, y el diseño de un sistema de evaluación que garantice el logro de todas las competencias en grado suficiente a través del alineamiento entre los objetivos formativos, las actividades de enseñanza y los resultados del aprendizaje. Durante este proceso, el diseño del programa se ha ido mejorando como resultado de su implementación y evaluación.

## Referencias bibliográficas

- Álvarez Rojo, V. (2009). Perfiles y competencias docentes requeridos en el contexto actual de la educación universitaria. *Revista Española de Orientación y Psicopedagogía (REOP)*, 20(3), 270-283. <https://doi.org/10.5944/reop.vol.20.num.3.2009.11502>
- Ashby, M. y Johnson, K. (2002). *Materials and Design. The art and science of material selection in product design*. Butterworth-Heinemann. Elsevier, Ltd.
- Biggs, J. (2008). *Calidad del aprendizaje universitario*. Madrid: Narcea.

- Caballero, K. y Bolívar, A. (2015). El profesorado universitario como docente: hacia una identidad profesional que integre docencia e investigación. *REDU. Revista de Docencia Universitaria*, 13(1), 57-77. <http://dx.doi.org/10.4995/redu.2015.6446>
- Calvo, A. y Mingorance, C. (2010). Evaluación continua de conocimientos vs. de competencias: Resultados de la aplicación de dos métodos valorativos diferentes. *Revista de Investigación Educativa*, 28(2), 361-383.
- Calvo, A. y Mingorance, C. (2013). Planificación de la metodología docente adaptada al EEES: una propuesta en el ámbito de la economía aplicada. *Revista Complutense de Educación*, 4(1), 185-210.
- Cruz Tomé, M.A. (2003). El proceso de convergencia europea: ocasión de modernizar la universidad española si se produce un cambio de mentalidad en gestores, profesores y estudiantes. *Aula Abierta*, 82, 191-216.
- De Miguel, M. de (coor.) (2006). *Metodologías de enseñanza y aprendizaje para el desarrollo de competencia. Orientaciones para el profesorado universitario ante el espacio europeo de educación superior*. Madrid: Alianza Editorial.
- Escudero Escorza, T. (2000). La evaluación y mejora de la enseñanza en la universidad: otra perspectiva. *Revista de investigación Educativa*, 18(2), 405-416.
- Escudero Muñoz, J.M. (2006). *El espacio europeo de educación superior. ¿Será la hora de la renovación pedagógica de la universidad?* ICE. Universidad de Murcia: Murcia.
- Espinosa M.T. (2014). Necesidades formativas del docente universitario. *REDU-Revista de Docencia Universitaria*, 12(4), 161-177. <http://dx.doi.org/10.4995/redu.2014.5619>
- Fernández, J. (2006). *Material Architecture. Emergent materials for innovative building and ecological construction*. Architectural Press. Elsevier, Ltd.
- Fidalgo, R. y García, J.N. (2007). Las directrices del Espacio Europeo de Educación Superior en el marco legislativo del sistema universitario español. *Aula Abierta*, 35(1,2), 35-48.
- García, M.A., Fernández, I. y González, P. (2005). Una experiencia de evaluación alternativa en la asignatura de "Fundamentos de Ciencias de los Materiales" en la E.P.S. de Ingeniería de Gijón. *Aula Abierta*, 85, 105-122.
- García Álvarez, M.T. (2011). Implicaciones del Espacio Europeo de Educación Superior en Organización de Empresas: un caso particular. *Revista de la Educación Superior*, 159, 29-42.
- García Sanz, M.P. (2008). *Guías docentes de asignaturas de grado en el EEES*. Murcia: Servicio de Publicaciones UMU.
- Giné, N. y Parcerisa, A. (2003). *Planificación y análisis de la práctica educativa. La secuencia formativa: fundamentos y aplicación*. Barcelona: Grao.
- González, P.L., Díaz, A. y García, M.A. (2006). Una evaluación alternativa combinada con la tradicional en la titulación de ingeniería. *Aula Abierta*, 88, 107-126.
- González, J.M., Arquero, J.L. y Hassall, T. (2014). Consolidación de la formación por competencias en la universidad española: Estudio de un caso. *Educacion XX1*, 17(2), 145-168.

- Inda, M., Álvarez, S. y Álvarez, R. (2008). Métodos de evaluación en la enseñanza superior. *Revista de Investigación Educativa*, 26(2), 539-552
- López, M.C., Pérez-García, M.P. y Rodríguez, M.J. (2015). Concepciones del profesorado universitario sobre la formación en el marco del espacio europeo de educación superior. *Revista de Investigación Educativa*, 33(1), 179-194. <https://doi.org/10.6018/rie.33.1.189811>
- López Ruiz, J.I. (2009). Un giro copernicano en la enseñanza universitaria: formación por competencias. *Revista de Educación*, 356, 279-301.
- Mayorga, M.J. y Madrid, D. (2010). Modelos didácticos y estrategias de enseñanza en el Espacio Europeo de Educación Superior. *Tendencias Pedagógicas*, 15(1), 91-111.
- Montagud, M.D. y Gandía, J.L. (2015). Adquisición de competencias, actividades formativas y resultados del aprendizaje: evidencia empírica en el Grado en Finanzas y Contabilidad. *Estudios sobre Educación*, 28, 79-116. <https://doi.org/10.15581/004.28.79-116>
- Ojeda, M.L., Carreras, O., Vázquez, C.M. y Mate, A. (2010). Elaboración de los materiales didácticos necesarios para la adaptación de la enseñanza de Hematología al Espacio Europeo de Educación Superior. *Revista de Investigación Educativa*, 28(2), 313-324.
- Pérez Juste, R. (2000). La evaluación de programas educativos: conceptos básicos, planteamientos generales y problemática. *Revista de Investigación Educativa*, 18(2), 261-287.
- Poblete, M. y Villa, A. (2011). SEBSCO, una experiencia alternativa enseñanza superior. *Revista de Investigación Educativa*, 26(2), 539-552.
- Pohl, J. (2011). *Building Science: concepts and application*. John Wiley & Sons, Ltd. <https://doi.org/10.1002/9781444392333>
- Quevedo-Blasco, R., Ariza, T. y Buela-Casal, G. (2015). Evaluación de la satisfacción del profesorado de ciencias con la adaptación al Espacio Europeo de Educación Superior. *Educación XX1*, 18(1), 45-70.
- Ruiz, J.M. (2007). Evaluación del diseño de una asignatura por competencias, dentro del EEE, en la carrera de Pedagogía: estudio de un caso real. *Revista de Educación*, 351, 435-460.
- Sánchez, A. (2008). Elementos clave en el diseño de módulos y titulaciones EEES. *Revista de Investigación en Educación*, 5, 41-48.
- Sánchez, G. y Valcárcel, M.V. (1999). Science Teachers' View and Practices in Planning for Teaching. *Journal of Research in Science Teaching*, 36(4), 493-513. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-2736\(199904\)36:4%3C493::AID-TEA6%3E3.0.CO;2-P](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-2736(199904)36:4%3C493::AID-TEA6%3E3.0.CO;2-P)
- Sanfabian, J.L., Belber, J.L. y Álvarez, C. (2014). ¿Nuevas estrategias y enfoques de aprendizaje en el contexto del Espacio Europeo de Educación Superior? *REDU-Revista de Docencia Universitaria*, 12(4), 249-280. <http://dx.doi.org/10.4995/redu.2014.5623>

Valcárcel, M.V. y Sánchez, G. (2008). ¿Cómo preparar mis clases para trabajar con los niños sobre los materiales y sus propiedades? En A. Pro (dir). *El desarrollo del pensamiento científico – técnico en Educación Primaria*, pp. 295-341. Instituto Superior de Formación y Recursos en Red para el Profesorado: Secretaría General Técnica.

Toohy, S. (1999). *Designing Courses For Higher Education (Society for Research into Higher Education)*. Philadelphia: Open University Press.

Yániz, C. (2006). Planificar la enseñanza universitaria para el desarrollo de competencias. *Educatio siglo XXI*, 24, 17-34.

Zabalza, M.A. (2002). *La enseñanza universitaria. El escenario y sus protagonistas*. Narcea: Madrid.

Artículo concluido el 22 Julio 2014, revisado en diciembre 2016

Garrido Hernández, A. y Sánchez Blanco, G. (2017). Diseño de un programa de formación sobre Materiales de Construcción para ingenieros de edificación en el EEES. *REDU. Revista de Docencia Universitaria*, 15(1), 219-239.

<https://doi.org/10.4995/redu.2017.6040>

---

## **Antonio Garrido Hernández**

*Universidad Politécnica de Cartagena*  
*Departamento de Arquitectura y Tecnología de la Edificación*  
*antonio.garrido@upct.es*

Ingeniero de Edificación, Licenciado en Filosofía y doctor por la Universidad de Murcia (Programa de Investigación en Didáctica de Ciencias). Director de la ETS de Arquitectura y Edificación. Profesor Titular e Investigador Principal del Grupo Didáctica para la Ingeniería y la Arquitectura. Docencia en asignaturas diversas (*Materiales de Construcción. Metodología del Aprendizaje. Ciencia y Ética para Arquitectos e Ingenieros*) de los títulos de grado en Arquitectura e Ingeniería de Edificación. Autor de numerosos libros y artículos sobre hormigón estructural. Autor del texto *Prospética*.

## **Gaspar Sánchez Blanco**

*Universidad de Murcia*  
*Departamento de Didáctica de Ciencias Experimentales*  
*gsblanco@um.es*

Licenciado en Químicas y doctor en Pedagogía por la Universidad de Murcia. Profesor Titular de Universidad. Docencia en grado de Educación Primaria y máster de Formación del Profesorado de Secundaria. Investigación en diferentes líneas sobre Formación de Profesores de Ciencias y Educación Científica en Secundaria: conocimientos previos de

los alumnos; concepciones y prácticas docentes; análisis del contenido de enseñanza; diseño, desarrollo y evaluación de propuestas de enseñanza. Autor de diversos artículos sobre investigaciones anteriores y textos sobre didáctica de ciencias experimentales.