

# Nueva metodología docente según modelo de Bolonia para enseñar estructuras en Arquitectura

*Agustín Gregorio Lacort Echeverría*

*Universidad del País Vasco, España.*

*agustingregorio.lacort@ehu.eus*

## Resumen

En 2012 la implantación del Grado en Arquitectura de la Universidad Vasca alcanzó a las dos primeras asignaturas de Estructuras. La metodología de la primera fomentaba el pensamiento creativo, sin embargo se sustituyó por aplicaciones tecnológicas para mejorar los resultados y favorecer la interacción entre disciplinas. Como consecuencia se redujo la reflexión y la calidad del conocimiento. Este trabajo describe otra metodología para la segunda asignatura. Es más creativa y corrige los defectos de la anterior. Se aplicará en el curso 2015-16 y los resultados se espera que sirvan para mejorar la docencia de las dos asignaturas en 2016-17.

**Palabras clave:** Enseñanza, crédito europeo, pensamiento creativo, tecnología, estructuras de edificación.

## New Method in Line with Bologna Model for Teaching Structures in Architecture

### Abstract

In 2012 the process of implementing a degree in Architecture at the Basque University reached the first two Structures subjects. The method used in the first one sought to encourage creative thinking, but it was replaced by technological applications to improve results and foster inter-

action between disciplines. As a result the reflection and the standard of knowledge decreased. This paper describes a method for the second subject. It is more creative and corrects the shortcomings detected in the previous one. It will be implemented in 2015-16, and the results are expected to improve the teaching of both subjects in 2016-17.

**Key words:** Teaching, European credit, creative thinking, technology, building structures.

## 1. INTRODUCCIÓN

En los cursos 2004-05 y 2005-06 el Vicerrectorado de Innovación Docente de la Universidad del País Vasco UPV-EHU preparó unas convocatorias de Proyectos de Innovación Educativa llamados proyectos AICRE y SICRE para adecuar al profesorado hacia lo que sería en un futuro próximo el modelo de enseñanza de Bolonia. El Vicerrectorado consideraba que la formación Universitaria en este nuevo modelo representaba la primera etapa de la formación profesional que iría desarrollándose a lo largo de la vida. Por esta razón se consideraba que en la etapa Universitaria era más importante aprender a pensar con libertad y desarrollar la creatividad personal que adquirir gran cantidad de conocimiento. El autor de este artículo colaboró activamente con el profesor Titular de Construcción y actualmente Catedrático Don Alberto Zulueta en las convocatorias de estos proyectos docentes cuyos resultados fueron publicados por la Universidad (Zulueta, 2005a), (Zulueta, 2006b). También colaboró con el profesor Zulueta en el desarrollo de un curso piloto experimental que fue implantado en el tercer curso de la carrera de Arquitecto durante 2005 y 2006. En este curso se aplicó la metodología que había sido concebida teóricamente en el proyecto SICRE y sus resultados más importantes se mostraron en unas Jornadas sobre Innovación Educativa en Zamora (Lacort, 2007a) y en unas conferencias sobre la enseñanza de la Arquitectura en Krems (Lacort, 2007b). El contenido teórico del curso piloto se redujo respecto de los Planes de Estudio anteriores para fomentar procedimientos que impulsaran la creatividad. En la Figura 1 se muestra la imagen de una escalera descrita en la literatura clásica (Dickens, 2012). En ella se describen los elementos que hacen creativo el trabajo de un escritor: mientras las zancas representan la oportunidad y el talento personales, los peldaños significan el esfuerzo y la perseverancia, que son el resultado de una voluntad y de un deseo sincero de querer avanzar para obtener un producto

intelectual original. Estos elementos se utilizaron para desarrollar la metodología del curso piloto. Algunos autores además consideran que es necesario derrochar mucha imaginación, asumir importantes riesgos y no tener miedo al fracaso. Completamos la imagen de la escalera con frases que nos parecieron estimulantes ya que ayudaban a entender esta nueva forma de concebir la etapa Universitaria.

Posteriormente, en el curso 2012-13 la implantación del título de Grado en Arquitectura de la Universidad del País Vasco alcanzó a las asignaturas cuatrimestrales denominadas “Estructuras I” y “Estructuras II”, cada una de 4,5 créditos y de quince semanas de duración, que serían impartidas en castellano por el autor de este trabajo. Ambas se componían de dos partes. Una (3,6 horas semanales), relacionada con el estudio teórico de las materias y otra (0,3 horas semanales) impartida en un Taller. En esta última se realizarían actividades que permitieran interactuar la materia de “Estructuras I” con las de otras disciplinas del mismo curso. Las actividades del Taller y las competencias técnicas exigidas por el nuevo Plan de Estudios impidieron aplicar la filosofía docente prevista para “Estructuras I”, que era similar a la del curso piloto. Por esta razón a mitad de curso el docente tuvo que cambiar la metodología aunque trató de conservar su espíritu original. Dedicando más de la mitad de las clases presenciales a exponer los contenidos teóricos en términos muy prácticos consiguió acelerar el aprendizaje y facilitar la realización de las prácticas de Taller. También permitió utilizar programas informáticos, pese al riesgo que conllevaba su uso abusivo.

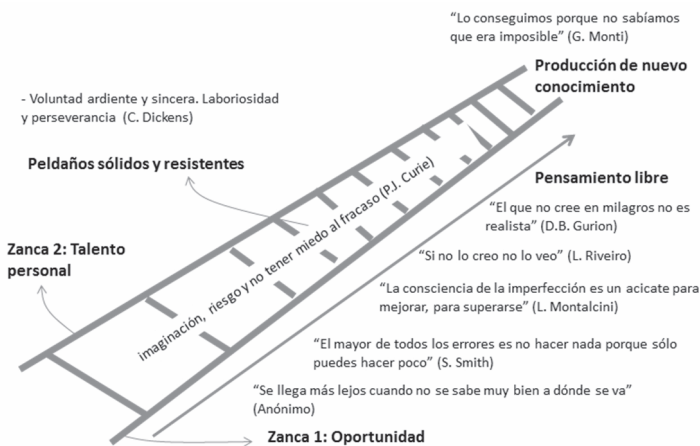


Figura 1. Analogía de un pensamiento libre ideada por C. Dickens.

Los resultados académicos no fueron los esperados (Lacort, 2013c) quizá entre otras razones porque el alumno nunca llegó a participar activamente en la asignatura. Para fomentar la participación, en el curso 2013-14 se pensó recuperar la metodología del Proyecto SICRE conservando el enfoque científico-técnico que fomentaba el pensamiento reflexivo. Para ello se redujeron tanto las clases magistrales como la temática y se propusieron unas tareas presenciales que fomentaran en el alumno el desarrollo de su propia creatividad y sus habilidades para trabajar en equipo. Durante estas actividades los alumnos fueron asesorados por el docente que siempre trató de despertarles un interés personal por reinventar y descubrir los diferentes procedimientos clásicos de análisis, aplicándolos a varias tipologías estructurales. Sin embargo, a mitad de curso se hizo necesario rectificar este enfoque debido a los escasos resultados que se estaban consiguiendo. Fue entonces cuando se apostó por un aprendizaje más tecnológico basado en aplicar mecánicamente fórmulas. Una vez más, para conseguir los objetivos se recurrió al modo clásico de enseñanza basado en clases magistrales. El contenido de la asignatura se simplificó mucho en extensión y profundización, y en las prácticas de Taller la asignatura comenzó a perder entidad en beneficio de la de proyectos arquitectónicos, donde todavía existía un espacio para la reflexión. Pese a todo, los resultados fueron ligeramente mejores que los del curso anterior y por ello este planteamiento se repitió en 2014-15 con ligeros cambios.

Por otra parte, en “Estructuras II” el docente siempre aplicó una metodología parecida a las de los Planes de Estudio anteriores. Dicha metodología será reemplazada en el próximo curso 2015-16 por otra más adecuada al espíritu de Bolonia y se expondrá en este trabajo. Está influida por la experiencia docente adquirida en “Estructuras I” y el resultado de su implantación se espera que sirva para mejorar la metodología de ambas asignaturas que se utilizará en el curso 2016-17. También se espera elevar las tasas de éxito del alumnado garantizando cierta calidad de lo aprendido. El contenido temático y otros aspectos de la nueva asignatura como es la evaluación del curso no se mostrará en detalle porque no se considera importante en este trabajo. Para justificar el nuevo modelo docente a continuación se exponen las tasas de éxito obtenidas con el Plan de Bolonia y se comparan con las de las asignaturas homólogas procedentes de Planes anteriores.

## 2. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En la Figura 2 se muestran los porcentajes medios de los aprobados de las asignaturas de estructuras del 3º curso correspondientes a los tres últimos Planes de Estudio. Los porcentajes se han elaborado considerando el número de alumnos presentados en cada convocatoria. Las barras 1 y 2 muestran los de los dos Planes de Estudio finalizados. El aumento de la barra 2 se debe a una relajación en los controles para superar la asignatura entre 2010 y 2012 debido a la proximidad en el tiempo del nuevo Plan de Bolonia. Por esta razón este indicador no se ha tenido en cuenta a la hora de comparar porcentajes. Las barras 3 y 4 representan los porcentajes de las asignaturas de Estructuras I y II, respectivamente, y la barra 5 es el promedio de estos dos. Esta barra podría ser comparable con la 1 y sobre todo con la 2, ya que esta última y la 5 representan asignaturas con temática parecida e idéntico número de créditos. Para evaluar estos cursos se han tenido en cuenta cinco prácticas y un examen final. Las prácticas reflejan la velocidad de aprendizaje y la prueba final el aprendizaje total. El criterio de valoración de estas pruebas no se ha considerado relevante en la discusión por ser muy similar en todas las ediciones.

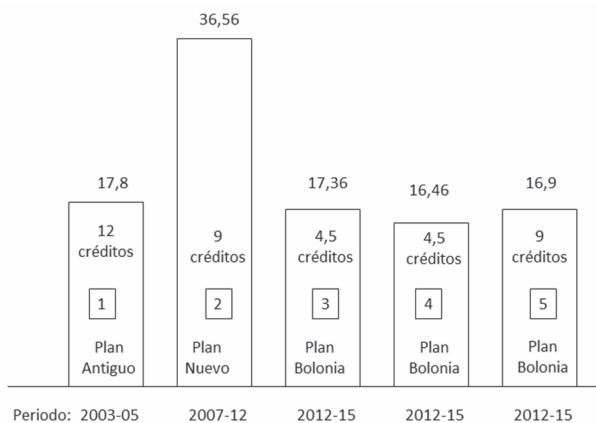


Figura 2. Porcentajes medios de aprobados de asignaturas de estructuras.

Comparando la barra 1 con la 5 y la 3 con la 4 se observa que los índices de aprobados obtenidos con los nuevos modelos docentes son similares a los conseguidos con el modelo del Plan Antigo y con el empleado hasta el momento en “Estructuras II”. Ello indica que no se han mejorado las tasas de éxito anteriores y por tanto sería necesario corregir

el nuevo modelo de enseñanza. A juicio de este docente una causa importante podría ser la velocidad de aprendizaje que se exigía a los alumnos. La falta de tiempo para alcanzar las competencias dificultaba la reflexión personal y, como se comentó anteriormente, obligó al docente a completar el aprendizaje con clases magistrales. Así, se homogeneizó el modo de aprender de todos los alumnos y se dificultó la realización de trabajos en equipo. Como consecuencia muchos estudiantes dejaron de asistir a clase y después abandonaron el curso. También en las tasas de éxito pudo influir la pérdida de calidad del conocimiento que hubo que asumir para facilitar la interacción entre asignaturas durante la realización de las prácticas de Taller. En resumen, los nuevos modelos de enseñanza acabaron pareciéndose a los antiguos. Tan sólo se diferenciaban en detalles que los relacionaban con la filosofía de Bolonia. De esta forma se consiguió una tasa de éxito similar a las de los anteriores Planes pero con una reducción en la calidad del conocimiento.

El modelo de enseñanza de “Estructuras II” para el próximo curso se ha diseñado con la intención de rectificar los errores detectados. Con él se pretende que el estudiante adquiera un soporte sólido de conocimientos específicos que le permita evolucionar con garantía a lo largo de su vida. Para ello se dará prioridad a la temática específica frente a las actividades de Taller. Se intentará mejorar la calidad de lo aprendido desvinculando al docente del acto de enseñar permanentemente, fomentando un modelo de enseñanza adaptable a la velocidad de aprendizaje de cada estudiante.

### **3. ESTRUCTURA DEL NUEVO CURSO**

El procedimiento ha sido recientemente aprobado por la Comisión Universitaria de Evaluación Docente de la Universidad del País Vasco y, como se comentó más arriba, será implantado por primera vez en el curso 2015-16. El curso se impartirá en cinco bloques de tres semanas cada uno, y tanto su contenido como las tareas designadas se ajustarán a estos bloques. Además está condicionado por las vertientes Teórico-Práctica y de Taller, vinculadas a las competencias específicas de la asignatura. La vertiente Teórico-Práctica, heredada de los antiguos Planes de Estudio, se considerará más relevante que la de Taller al entender que sus contenidos teóricos son esenciales para una correcta formación del estudiante a medio o largo plazo. Las clases de esta vertiente son de dos tipos. Unas desarrollarán la parte teórica y tendrán lugar durante las dos primeras semanas de

cada bloque. En ellas el docente atenderá a la totalidad de los estudiantes. Otras son más prácticas, se desarrollarán en grupos de dos personas o bien individualmente y tendrán lugar en la tercera semana. En los tres primeros bloques se expondrán conceptos y procedimientos ya clásicos de comprobación resistente de secciones que estarán basados en la Teoría de Resistencia de Materiales y en los criterios clásicos resistentes. Esta parte se considera muy importante ya que su contenido constituye el abecedario y la gramática de los cálculos de resistencia profesionales. Además su aprendizaje puede influir de manera decisiva a medio o largo plazo en la comprensión profunda a nivel cualitativo del fenómeno resistente, aspecto que siempre se ha considerado fundamental para saber interpretar los resultados de cualquier análisis informático profesional.

Por otra parte, en las clases de Taller se desarrollarán las competencias específicas y otras transversales, relacionando los procedimientos contemplados en la parte teórica con la actividad profesional. Existirá una sola clase presencial por cada bloque y tendrá lugar la tercera semana de este. Mediante las actividades de Taller se establecerán puentes de contacto entre la asignatura y otras disciplinas de la carrera. En los Bloques cuatro y cinco la vertiente teórico-práctica enfocará profesionalmente las comprobaciones resistentes cuando se apliquen a elementos lineales de ciertas tipologías de pórticos de acero y considerando el método de los Estados Límite Últimos que se recoge en la Norma Española. Para ello se deberá definir durante las primeras semanas del curso la estructura de un proyecto de Arquitectura que será tutorizado por un profesor del área de Proyectos. Posteriormente se analizará informáticamente el pórtico utilizando una aplicación descargable en la web. Los resultados se emplearán para realizar manualmente comprobaciones resistentes coherentemente con el temario de la asignatura. Finalmente, con todos los resultados se preparará una documentación resumen que se entregará al final del curso.

#### **4. METODOLOGÍA DEL NUEVO CURSO**

Pese al previsible elevado número de estudiantes, como se comentó anteriormente, se ha propuesto para la vertiente teórica una metodología adaptable a la velocidad de aprendizaje de cada alumno que fomente una manera de aprender autónoma y colaborativa. La labor del docente consistirá en acelerar el aprendizaje de cada estudiante orientándole, asesorándole y evaluando progresivamente sus resultados, para ayudarle

a mejorar la calidad del conocimiento adquirido. La metodología se aplicará de la misma manera en cada uno de los cinco bloques del curso y se desarrollará en tres etapas.

La primera etapa es presencial y en ella se introducirá la temática de cada bloque. Tendrá lugar en el aula donde estarán reunidos todos los alumnos. El docente impulsará el aprendizaje mediante unas exposiciones teóricas empleando un proyector de imágenes. Las exposiciones estarán desprovistas de demostraciones y en ellas se expondrá lo esencial para comenzar a desarrollar la vertiente práctica. En una plataforma digital proporcionada por la Universidad, el docente cederá a los alumnos estas exposiciones y diversa información complementaria, como pudieran ser diversos artículos de revistas relacionados con la temática del bloque. Además realizará unos ejercicios en la pizarra para enseñar la conexión que existe entre la perspectiva teórica y la resolución de los problemas. A lo largo de estas exposiciones el docente podrá interactuar con el alumnado con la intención de hacerle participar en el aprendizaje desde el primer momento. Esta interacción podrá implicar la formación de grupos de trabajo que resuelvan problemas concretos en clase y cuya solución se revele al final de la misma.

La segunda etapa es no presencial, se desarrollará simultáneamente con la primera y en ella el estudiante tendrá que desarrollar sus propias habilidades para resolver problemas prácticos de complejidad creciente. Para ello deberá compatibilizar la realización de unos ejercicios con el estudio de la Teoría descrita en la etapa anterior. A juicio del docente este estudio debería realizarse de manera individual utilizando la bibliografía general del curso, o bien mediante una publicación interactiva (Lacort, 2007d) en formato CD que cubre el contenido teórico tanto de este curso como de la asignatura “Estructuras I”. A lo largo de múltiples cursos el docente fue incorporando a la enseñanza clásica una metodología apoyada en la informática para facilitar el proceso de aprendizaje de la materia. La base teórica de la asignatura “Estructuras I” y buena parte de “Estructuras II” del Plan de Estudios actual se explica en este CD mediante esquemas, dibujos y textos concretos y conceptuales, de forma sencilla, visual e intuitiva, de forma similar a como se realiza en una pizarra. El curso se estructura en pequeñas unidades de información donde se exponen diferentes ideas y conceptos. Todas estas unidades están organizadas en una secuencia determinada que es la que se propone para aprender óptimamente la materia, a juicio del docente. Sin embargo, es posible alterar el orden de acceso a ellas. Se puede estudiar la materia avanzando las diapositivas



siempre hacia delante, pudiendo repetir la secuencia de la unidad si la información que contiene ha ido desapareciendo de la pantalla durante su exposición. Las unidades de información se han elaborado con gran cantidad de diapositivas para suavizar la entrada de información en la pantalla y para dirigir la atención del usuario en todo momento. Este interactúa con el CD mediante hipervínculos que permiten: i) repetir la secuencia de una unidad de información, ii) acceder a la información de cada capítulo en el orden decidido por el usuario a través de un índice general, iii) acceder a diversos contenidos de otros capítulos que estén relacionados con el capítulo que se está estudiando, para desestructurar la información y establecer relaciones entre diferentes lugares del trabajo, iiiii) revisar los conocimientos aprendidos mediante la realización de unos cuestionarios de test que interactúan con el usuario; iiiiii) acceder a unas hojas de cálculo que agilizan las operaciones de los procedimientos.

Como complemento teórico se recomendará consultar una publicación (Zubiaur, 2005) editada por la Universidad del País Vasco. Es un documento muy completo que sirvió de base Teórica para la elaboración del CD. El docente Zubiaur fue durante una década Profesor Titular de Estructuras de Edificación de la Escuela de Arquitectura Vasca y su libro es considerado una referencia bibliográfica esencial por muchas generaciones de estudiantes y docentes, como sucedió con las publicaciones del Catedrático Donostiarra Luis Arizmendi en materia de instalaciones urbanas y de edificación. Para ejercitarse en la resolución de los ejercicios prácticos del bloque, se propondrá al estudiante emplear otra publicación interactiva (Lacort, 2012e). Es un trabajo que complementa el anterior CD y el libro del profesor Zubiaur. Reúne 120 problemas recogidos de exámenes de diferentes asignaturas de estructuras procedentes de antiguos Planes de Estudio y elaborados exclusivamente por el docente que dirige el curso. Están agrupados en diferentes áreas temáticas. El trabajo también recoge unos esquemas de la Teoría que están vinculados a los problemas. Estos esquemas no sustituyen a un conocimiento profundo y por ello se recomienda haber aprendido los contenidos teóricos previamente para un correcto seguimiento del trabajo. Las exposiciones de los problemas han sido realizadas de manera muy esquemática sin aportar demasiadas explicaciones sustituyendo en lo posible el texto con imágenes como si se tratara de explicaciones realizadas en pizarra donde las imágenes valen más que las palabras, con la intención de hacer participar al usuario en el aprendizaje desde el primer momento, como puede apreciarse en la Figura 3. A

lo largo de las explicaciones el usuario puede acudir a diferentes hipervínculos con objeto de repetir estas explicaciones. Para un óptimo aprendizaje se sugerirá primero realizar los ejercicios sin consultar las soluciones y después comprobar en el trabajo interactivo tanto los procedimientos como los resultados. De esta manera se esperará que el estudiante consiga aprender a plantear correctamente los ejercicios, y, en caso de cometer fallos, se esperará que consiga aprender a enmendarlos. También se considerará importante la asistencia a las tutorías para compartir con el docente las dudas que surjan en esta etapa. Mediante el empleo de este material informático el estudiante podrá desarrollar autónomamente la mayoría de las competencias transversales asociadas a la asignatura así como alguna competencia específica. Las actividades propuestas podrán realizarse individualmente o bien en grupos de dos estudiantes.

Ecuaciones de compatibilidad

$-2x + 01y = -3980$

$x = 2000\text{kg}$   
 $y = 100\text{kg}$

$01x - 2y = 0$

Todos los bloques resisten

Comprobación resistente

Bloque	$\sigma_{\text{cc}} = \sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2 - \sigma_x \sigma_y}$	$\sigma_f$
1	194'19	200
2	10	20
3	9'53	200
4	1	20

Bloque	E (kg/cm <sup>2</sup> )	Cof. De Poisson	$\sigma_f$ (kg / cm <sup>2</sup> )
1 y 3	10 <sup>5</sup>	0,1	200
2 y 4	10 <sup>6</sup>	0,2	20

Utilizando la fórmula de Von Mises, comprobar si la estructura es capaz de resistir la carga P, suponiendo los bloques 2 y 4 indeformables.

En caso afirmativo, obtener:

- Los estados de tensiones de los bloques.
- La máxima distorsión angular del bloque 4.

Figura 3. Exposición interactiva de un ejercicio.

Finalmente, la tercera etapa es presencial y en ella el estudiante reafirmará su aprendizaje resolviendo un ejercicio práctico de dos horas que tendrá lugar en clase y en la tercera semana de cada bloque. Este ejercicio podrá realizarse individualmente o bien en grupos de dos que podrían componerse de los alumnos que trabajaron conjuntamente durante la etapa anterior. La temática del ejercicio deberá pertenecer al bloque que

termina, pero también podría pertenecer en parte a los bloques anteriores, de esta manera se tendrá en cuenta todo lo impartido en el curso hasta este momento. Durante la elaboración del ejercicio los estudiantes podrán consultar al docente cualquier duda relativa al planteamiento. El resultado del trabajo influirá en la calificación final del estudiante y el nivel de dificultad podrá ser similar a la de los ejercicios realizados en la segunda etapa. La solución del ejercicio se resolverá por el profesor en la última clase presencial del bloque y se dispondrá en la plataforma digital. Complementariamente el estudiante podrá acudir a las tutorías para revisar en detalle el trabajo realizado y estimar el aprendizaje adquirido en tiempo real. A modo de ejemplo en la Tabla 1 se expone la distribución de las tareas a realizar en el primer bloque y su duración.

**Tabla 1. Tareas del bloque 1**

	Tareas presenciales	Tareas no presenciales
Semana 1	Día 1 Etapa 1: Asistencia activa a clase magistral (1h 30min). (Un grupo de 100 alumnos). Presentación del curso, contenidos, evaluación, tutorías, exposición del trabajo de Taller etc.	Etapa 2: Desarrollo de la formación teórico-práctica (2 h)
	Día 2 Etapa 1: Asistencia activa a clase magistral (1h 30min). (Un grupo de 100 alumnos). Exposición: conceptos de tensión, de deformación y de estados de tensión y aplicaciones	Trabajo individual o en grupos de dos con las publicaciones interactivas
Semana 2	Día 1 Etapa 1: Asistencia activa a clase magistral (1h 30min). (Un grupo de 100 alumnos). Exposición: relaciones tensión-deformación y aplicaciones	Etapa 2: Desarrollo de la formación teórico-práctica (2 h)
	Día 2 Etapa 1: Asistencia activa a clase magistral (1h 30min). (Un grupo de 100 alumnos). Exposición: breve revisión de las Teorías resistentes clásicas	Trabajo individual o en grupos de dos con las publicaciones interactivas
Semana 3	Día 1 Etapa 1: Asistencia activa a clase magistral (1h 30min). (Un grupo de 100 alumnos). Exposición de ejercicios	Etapa 2: Desarrollo de la formación teórico-práctica (2 h)
	Etapa 3: Confirmación del aprendizaje teórico-práctico (2h) (tres grupos de 30 alumnos cada uno). Elaboración de una Práctica relacionada con el bloque. Trabajo individual o en grupos de dos	Trabajo individual o en grupos de dos con las publicaciones interactivas
	Día 2 Etapa 3: Confirmación del aprendizaje teórico-práctico (1h 30min) (un grupo de 100 alumnos). Asistencia activa a clase magistral. Resolución de la Práctica	interactivas

Para desarrollar las actividades de Taller, el grupo teórico se dividirá en tres prácticos. Los trabajos realizados serán individuales, y la metodología propuesta se desarrollará en dos etapas. La primera será no presencial y en ella se fomentará el desarrollo de la formación profesional. El estudiante deberá desarrollar un proyecto de Arquitectura y aplicar a un pórtico del proyecto lo aprendido en la vertiente teórico-práctica. En el proceso descubrirá interacciones entre la estructura y otras disciplinas que intervienen en la construcción. La segunda etapa será presencial y en ella se confirmará el aprendizaje adquirido en la etapa anterior. El docente establecerá conversaciones rápidas con los estudiantes de cada grupo acerca del desarrollo de sus actividades. En cada reunión de Taller podrá tomar notas de estas conversaciones para calificar los trabajos definitivos. En la reunión del último bloque los estudiantes deberán entregar el trabajo completo.

La evaluación del curso dependerá tanto de la calificación obtenida en los ejercicios teórico-prácticos y de Taller como del resultado de la prueba presencial, siendo necesario conseguir una mínima puntuación en cada parte. Adicionalmente, el docente se reservará el derecho a modificar al alza la calificación de aquellos estudiantes que hayan demostrado una actitud activa y positiva a lo largo del curso asistiendo a la mayoría de las clases presenciales y participando activamente en el desarrollo de los bloques.

## **5. OBSERVACIONES PERSONALES**

Se advierte una diferencia notable entre la metodología propuesta en el curso piloto alentada desde el Vicerrectorado y las que finalmente se aplicaron en las dos asignaturas. La primera fomentaba la reflexión personal y el gusto e interés por el conocimiento profundo y honesto de ciertos métodos teóricos. La atención y el pensamiento había que centrarlos en las raíces de estos procedimientos, considerados por el docente pequeñas obras de arte. La aplicabilidad de estos no era lo más importante. El estudiante tenía que descender a los detalles y recorrer el camino intelectual elaborado por los creadores de estos procedimientos, haciéndole coautor de los mismos, esperando así emocionarle. En mi opinión, si una enseñanza es capaz de asombrar también será capaz de dejar una huella profunda, germen de un futuro acto creativo que aporte nuevo conocimiento o nuevos métodos tecnológicos. La emoción que produce ac-

ceder al verdadero conocimiento podría aumentar el deseo y el amor por lo estudiado, produciendo la voluntad necesaria para subir por los peldaños de Dickens. Así, creo que es posible llegar a pensar en libertad, objetivo esencial para avanzar, ya que “la paradoja de la inteligencia y de sus frutos radica en que sólo si aquella se ejerce sin horizonte pragmático acaba produciendo frutos que a la larga tienen uso social y capacidad para transformar el mundo” (Trías, 2013). Un modelo de enseñanza ambicioso y de calidad debería ser capaz de sensibilizar al estudiante, y un cambio de Planes de Estudio debería entenderse como una oportunidad histórica para poderlo elaborar.

Por otra parte, la metodología que se ha implantado en las últimas ediciones se aleja del mundo de las emociones porque educa al estudiante para resolver fríamente problemas derivados de la práctica profesional sin formación teórico-científica suficiente. Esta escasez no es un problema para algunos autores (Billington, 2013) que piensan que la tecnología tiene autonomía respecto de la ciencia básica porque creen que la primera genera sus propias leyes. Sin embargo, es habitual emplear procedimientos informáticos y fórmulas de aplicación directa acompañadas de explicaciones cualitativas que, en mi opinión, no se consideran realmente leyes ni tampoco se conocen en profundidad. Lo que no da resultado a corto plazo no se considera interesante, así se llega lejos en poco tiempo y se igualan las competencias de los técnicos con independencia de la formación básica adquirida. Esto facilita la interacción entre diferentes disciplinas pero empobrece el conocimiento al ser tratado como información. Desgraciadamente, el enfoque docente que conduce a este resultado parece necesario utilizarlo en las Escuelas de Arquitectura de España ya que el Arquitecto español es responsable civil de su trabajo y por ello tiene que conocer procedimientos tecnológicos que resuelvan problemas reales. Por eso la docencia de las asignaturas técnicas prioriza lo práctico por encima de lo teórico. Sin embargo es posible que en estas condiciones todavía se pueda proponer una enseñanza que apueste por la reflexión. En mi opinión creo que esto último podría dar mejores resultados a largo plazo. Por esta razón el modelo docente que se propone para “Estructuras II” fomenta la practicidad desde una vertiente científica sin descuidar la tecnológica, para no alejar al estudiante de la Teoría y de sus fundamentos.

También se ha observado que una reducción de la calidad del conocimiento por una visión excesivamente tecnológica podría dificultar la interacción entre asignaturas homólogas de cursos consecutivos si una

de ellas fuera el fundamento de las otras. Creo que este problema podría evitarse impulsando la visión científico-técnica y relacionando las actividades de Taller fundamentalmente con asignaturas técnicas, no necesariamente del mismo curso.

## 6. CONCLUSIONES

Relacionar las asignaturas de estructuras con otras mediante actividades basadas en procedimientos tecnológicos impide la reflexión específica de sus materias, reduce la calidad del conocimiento y dificulta la conexión entre asignaturas de estructuras correspondientes a cursos consecutivos. Complementariamente la formación óptima del profesorado para este modelo de enseñanza parece que debería ser adquirida a través de la práctica profesional en lugar de a través de la formación universitaria tradicional.

## 7. RECONOCIMIENTOS

Quisiera agradecer a mi amigo José Múgica, Director de la Empresa TRADUTECNIA y a Chris Pellow por su ayuda para traducir el resumen de este trabajo a un correcto inglés.

### Referencias Bibliográficas

- BILLINGTON, David. 2013. **La viga y el puente**. Pp. 61-62. Ed. Cinter. Madrid (España).
- DICKENS, Charles. 2012. **David Copperfield**. Pp. 709-10. Ed. Alba minus. Madrid (España).
- LACORT, Agustín. 2007a. **Primeras experiencias en la implantación de la filosofía del crédito ECTS en dos asignaturas de Estructuras de Edificación**. II Jornadas de Innovación Educativa. El espacio Europeo de Educación Superior: Una oportunidad para las enseñanzas técnicas. Libro de Actas: 65-75. Ed. Universidad de Salamanca. Salamanca (España).
- LACORT, Agustín. 2007b. **Changes in the teaching of the building structures due to the implementation of the European Credits**. Póster. TIA Teaching in Architecture Conference. Krems (Austria).
- LACORT, Agustín. 2013c. **Influencia del modelo educativo de Bolonia en una asignatura de Estructuras de Edificación**. III Jornadas Internacio-

- nales de Enseñanza de la Ingeniería Estructural de ACHE. Libro de Actas: 100-109. Ed: ACHE. Valencia (España).
- LACORT, Agustín. 2007d. **Estructuras de Edificación: conceptos, esquemas y aplicaciones**. Ed. UPV-EHU. Bilbao (España).
- LACORT, Agustín. 2012e. **Estructuras de Edificación: problemas resueltos**. Ed. UPV-EHU. Bilbao (España).
- TRIAS, Eugenio. 2013. **Hacia el lento entierro de hábitos caducos**. Disponible en [http://elpais.com/elpais/2013/02/18/opinion/1361204022\\_051273.html](http://elpais.com/elpais/2013/02/18/opinion/1361204022_051273.html). Consultado el 28.08.2015.
- ZUBIAUR, Josu. 2005. **Estructuras de Edificación**. Ed. UPV-EHU. Bilbao (España).
- ZULUETA, Alberto; LACORT, Agustín. 2005a. **Proyecto AICRE**. Programa de asesoramiento a la introducción del Crédito Europeo. Ed. Vicerrectorado de Innovación Educativa de UPV-EHU. Leioa (España).
- ZULUETA, Alberto; LACORT, Agustín. 2006b. **Proyecto SICRE**. Programa de seguimiento a la implantación del Crédito Europeo. Vicerrectorado de Innovación Educativa de UPV-EHU. Leioa (España).