

Implantación de nuevas metodologías docentes para el aprendizaje de técnicas experimentales aplicadas al análisis de estructuras

M. Solís, P. Galvín, J. Domínguez

*Escuela Técnica Superior de Ingenieros
Universidad de Sevilla*

*Camino de los Descubrimiento sin
41092 Sevilla*

Teléfono: +34 954487293

e-mail: msolis@us.es, pedrogalvin@us.es, jose@us.es

Resumen

En este trabajo se presentan las metodologías docentes que se han implementado en los últimos cuatro años en la asignatura Análisis Experimental de Estructuras. La enseñanza de esta asignatura se ha basado en el aprendizaje basado en la realización de prácticas. Con ellas se pretende abarcar todos los aspectos que pueden encontrarse en el análisis experimental de estructuras: funcionamiento y manejo de transductores, sistemas de adquisición de datos, lenguajes de programación para la adquisición, diseño y puesta en marcha de ensayos, etc. El trabajo práctico se realiza en el laboratorio y sobre estructuras reales, y se invita a los alumnos a que asistan a pruebas de carga de grandes estructuras, y otros ensayos de campo. Aunque la mayor parte del trabajo es práctico, previamente a la realización de las prácticas se imparten una serie de clases donde se ilustran los conceptos teóricos.

El material docente de la asignatura se encuentra disponible en Internet y actualmente se está elaborando una página Web interactiva que incluya un foro de discusión acerca de los temas que se tratan en la asignatura y que permitirá la realización de tutorías en línea.

Palabras Clave: Nuevas metodologías docentes, Estructuras, Análisis Experimental.

Abstract

An application of new teaching techniques on Experimental Analysis of Structures is presented in this paper. Teaching is based on practice. Practical lessons are designed in order to cover all the topics related with experimental analysis of structures: operation and use of sensors, data acquisition systems, programming languages for acquisition, design and start up of testing, etc. Practical lessons are carried out at laboratory or on real structures. Students are also invited to attend actual structural tests, including full scale testing. Although most of the work to be done by students is practical, there are some theoretic lessons before the practical ones. Teaching material is available on internet and a new website is being developed for this subject. Forums and on-line tutoring have been considered.

Keywords: Innovative teaching methodologies, Experimental Analysis, Structures

1. Introducción

En este trabajo se presentan las metodologías docentes implementadas en los cuatro años de implantación de la asignatura Análisis Experimental de Estructuras de 5º curso de la titulación de Ingeniero Industrial, impartida en la Universidad de Sevilla. La

asignatura comprende 4.5 créditos, de los cuales 3 son prácticos. A lo largo de estos años se han aplicado distintos sistemas de enseñanza y evaluación, si bien en todos los casos se ha basado en el aprendizaje basado en la práctica. Inicialmente el trabajo práctico consistió en la realización a lo largo del curso de un pequeño trabajo de investigación sobre el comportamiento de un elemento estructural singular (viga de hormigón armado reforzada con fibra de carbono). Dentro de ese trabajo se incluían distintos tipos de ensayos, instrumentación, etc.

A partir de ahí se ha ido modificando el programa de prácticas para conseguir un mayor rendimiento, motivación y aprendizaje por parte del alumno. Además, la variación del contenido de las prácticas y el sistema de evaluación favorece una mayor motivación en el profesorado, lo cual repercute favorablemente en la docencia, y además se evita la transmisión de material, resultados y experiencias por parte de alumnos de cursos anteriores.

En la actualidad, se imparten doce prácticas en las que cada uno de los alumnos desarrolla sus habilidades en el laboratorio y de las que posteriormente realiza un informe que le presenta de manera individualizada al profesor. Las prácticas pretenden recoger la mayor parte de los aspectos que pueden encontrarse en el análisis experimental de estructuras: lenguajes de programación (LabView y Matlab), funcionamiento y manejo de transductores (de desplazamiento, bandas extensométricas, acelerómetros, geófonos, vibrómetros láser), características y configuración de sistemas de adquisición de datos y máquinas de ensayo, diseño y montaje de ensayos, etc. Además se realizan prácticas en estructuras reales y se invita a los alumnos a que asistan a ensayos sobre elementos estructurales reales, pruebas de carga de grandes estructuras, etc.

Por otra parte, los alumnos disponen de todo el material docente de la asignatura en Internet, y actualmente se está elaborando una página Web interactiva que incluye un foro de discusión, además de permitir tutorías *on line*.

Mediante las sesiones prácticas, la elaboración de informes y la presentación oral del trabajo realizado, la asignatura pretende fortalecer habilidades del alumno en aspectos como la expresión oral y escrita, el trabajo en equipo, la capacidad de análisis, síntesis y autocrítica, etc.

2 Las prácticas

Durante los últimos cuatro años, periodo en el cual se han ido implementando las distintas metodologías docentes en el marco de la asignatura, se han diseñado las siguientes prácticas, para formar al alumno en el campo del análisis experimental de estructuras:

Práctica 1: Programación

Los alumnos aprenden a usar los lenguajes LabView y Matlab para realizar los programas con los cuales posteriormente desarrollaran los ensayos en el laboratorio.

Práctica 2: Calibración de máquina de ensayos

Usando una célula patrón, los alumnos calibran una máquina de ensayo que utilizarán posteriormente.

Práctica 3: Calibración de transductor de desplazamiento

Se realiza un sencillo procedimiento de calibración sobre distintos tipos de transductores (extensométricos, inductivos y ópticos), analizando el principio de funcionamiento de cada uno, sensibilidades, rangos, etc.

Práctica 4: Principios de extensometría

Mediante el análisis de una pequeña pletina en voladizo, sometida a una carga controlada en su extremo, los alumnos aprenden las diferencias entre los distintos montajes usando bandas extensométricas.

Práctica 5: Células de carga

Se muestran distintos tipos de células de carga, características, certificados de calibración, etc. Posteriormente se hace una calibración de una sencilla célula de carga tipo columna que permite la realización de distintos montajes extensométricos y la comprobación de las ventajas e inconvenientes de cada uno.

Práctica 6: Flexión de una viga a escala real

Se estudia la flexión en una viga metálica a escala real a la que previamente los alumnos han pegado distintas bandas extensométricas para medir curvatura y deformación. También se usan transductores para medir desplazamientos. Los resultados se comparan con los obtenidos a partir de la teoría de flexión.

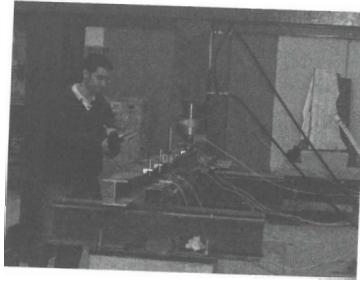


Figura 1. Ensayo de flexión de viga metálica

Práctica 7: Ensayo a compresión de una probeta de hormigón

Ensayo de una probeta de hormigón normalizada mediante una máquina de ensayos que previamente ha sido calibrada por los alumnos. Los alumnos pegan una banda extensométrica sobre la probeta y se compara la ley tensión-deformación obtenida mediante la banda y a partir de los desplazamientos relativos entre dos secciones de la probeta.

Práctica 8: Identificación de parámetros modales

Se realiza mediante un ensayo a escala la respuesta de un viaducto ante sus cargas de servicio (paso de un tren). Mediante dicha respuesta se identifican los parámetros modales de la estructura.

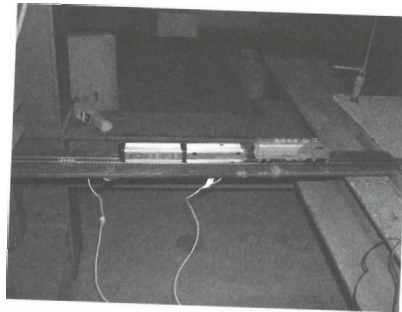


Figura 2 Práctica 8

Práctica 9: Medida de vibraciones en estructuras reales

Se miden las vibraciones inducidas por el paso de vehículos en distintas estructuras cercanas al laboratorio (terreno, farolas, etc.).

Práctica 10: Ensayo de una estructura a escala

Se ensaya una estructura a escala, profusamente monitorizada, con el fin de caracterizar las uniones de dicha estructura y analizar posibles desviaciones entre los resultados experimentales y los obtenidos mediante los modelos de cálculo habituales.

Práctica 11: Refuerzo externo de una viga de hormigón con laminado de fibras.

Se estudia la eficacia del refuerzo externo de fibras de carbono sobre una viga de hormigón armado, analizando su comportamiento a flexión mediante un ensayo de flexión en cuatro puntos. Los resultados se comparan con los de otra viga sin reforzar usada como patrón.

Práctica 12: Identificación de fisuras en una viga de hormigón

Se identifica el estado de fisuración en una viga de hormigón usando para ello la variación en las frecuencias naturales a medida que la estructura va siendo sometida a niveles crecientes de carga a flexión.

3. Evaluación

El alumno realiza los informes de las prácticas a lo largo del curso las presenta de manera individualizada al profesor. En este acto, el profesor le efectúa las preguntas que considere oportunas al alumno, con el objeto de valorar el grado de asimilación de la materia que va alcanzando el alumno. Además, se corrigen aspectos formales sobre la presentación escrita y oral del trabajo, fomentando la autocritica por parte del alumno. Estas presentaciones suponen el 80 por ciento de la nota final en la asignatura, mientras que el 20 por ciento restante lo supone un examen final. Durante este examen los alumnos rellenan también una ficha de auto evaluación y de evaluación cruzada con sus compañeros, que generalmente se ha correspondido con la nota final del alumno.

4. Resultados

Tras cuatro años introduciendo esta metodología docente se puede decir que los resultados son excelentes, con un grado de satisfacción, tanto del alumnado como del profesorado, muy alto. Al finalizar cada curso académico, se han realizado encuestas sobre la calidad de la docencia (organización de la asignatura, contenidos teóricos y prácticos, sistemas de evaluación, evaluación del profesorado, etc.). Los resultados de

estas encuestas indican que los alumnos agradecen esta forma de aprendizaje, aunque ello les suponga un mayor nivel de esfuerzo y dedicación.

En el último curso se ha propuesto a los alumnos que realicen una autoevaluación y una evaluación cruzada (evaluación del resto de miembros de su grupo de prácticas). El resultado de este procedimiento fue excelente, ya que la calificación obtenida por cada alumno según los criterios del profesorado coincidió en gran medida con los indicados por los propios alumnos.

5. Conclusiones

En este artículo se ha mostrado como la enseñanza basada en experiencias prácticas resulta más eficiente que la enseñanza tradicional, permitiendo además el tratamiento de aspectos transversales en la formación del alumno. La respuesta del alumnado a este tipo de enseñanzas es muy positiva. Por su parte, el profesorado se ha sentido motivado y satisfecho con la implementación de estas nuevas metodologías, a pesar del tiempo que ello conlleva.

Sin embargo, hay que tener en cuenta que la puesta en práctica de este tipo de enseñanza requiere la formación de grupos de prácticas reducidos (en este caso se ha llegado a 5 alumnos como máximo por grupo) lo cual implica una gran carga docente que debe ser asimilada con los suficientes recursos. También hay que señalar que este tipo de enseñanza requiere evidentemente de un mayor coste para la adecuada realización de las prácticas.

6. Agradecimientos

La implantación de nuevas metodologías docentes y creación de página Web de la asignatura para el curso 2007/2008 se enmarcan dentro del Plan de Renovación de las Metodologías Docentes de la Universidad de Sevilla. Los autores agradecen la financiación recibida (acciones 42S y 431).