

# Diseño y producción de recursos didácticos multimedia para facilitar el aprendizaje de *Teoría de Estructuras* en Ingeniería y Arquitectura

*Design and production of multimedia educational resources to facilitate the learning of Structural Analysis in Engineering and Architecture*

Pedro Museros Romero<sup>a</sup>, José V. Benlloch Dualde<sup>b</sup>, Andrés Lapuebla Ferri<sup>a</sup>, Juan G. Bessini Muñoz<sup>c</sup>, Ana Espinós Capilla<sup>a</sup>, Ricardo Perelló Roso<sup>a</sup>, Jérica Moreno Puchalt<sup>a</sup>, Ana I. Almerich Chulia<sup>a</sup>, Luis de Mazarredo Aznar<sup>a</sup>, Verónica Llopis Pulido<sup>a</sup>, Inmaculada Tort Ausina<sup>a</sup>, Gregorio Castillo Júdez<sup>a</sup>, Isabel Gasch Molina<sup>a</sup>, Federico Bonet Zapater<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Prof. Dr. Dpto. de Mecánica de los Medios Continuos y Teoría de Estructuras. Universitat Politècnica de València.

Correos electrónicos respectivos: [pmuseros@mes.upv.es](mailto:pmuseros@mes.upv.es), [anlafer0@mes.upv.es](mailto:anlafer0@mes.upv.es), [aespinos@mes.upv.es](mailto:aespinos@mes.upv.es), [rperello@mes.upv.es](mailto:rperello@mes.upv.es), [jemopuc@mes.upv.es](mailto:jemopuc@mes.upv.es), [analchu@mes.upv.es](mailto:analchu@mes.upv.es), [lmazarredo@mes.upv.es](mailto:lmazarredo@mes.upv.es), [ylopolis@mes.upv.es](mailto:ylopolis@mes.upv.es), [intort@mes.upv.es](mailto:intort@mes.upv.es), [gcastill@mes.upv.es](mailto:gcastill@mes.upv.es), [igasch@mes.upv.es](mailto:igasch@mes.upv.es), [fbonet@mes.upv.es](mailto:fbonet@mes.upv.es)

<sup>b</sup> Prof. Dr. Dpto de Informática de Sistemas y Computadores. Universitat Politècnica de València. ([jbenlloc@disca.upv.es](mailto:jbenlloc@disca.upv.es))

<sup>c</sup> Grupo TYPSA (Técnica y Proyectos S.A.) ([jbessini@typsa.es](mailto:jbessini@typsa.es))

## RESUMEN

Tradicionalmente las asignaturas relacionadas con la *Teoría de Estructuras* son consideradas entre las más difíciles por los estudiantes de Ingeniería y de Arquitectura. Por ello, desde el Dto. de Mecánica de Medios Continuos y Teoría de Estructuras de la Universitat Politècnica de València, se inició en septiembre de 2018 un Proyecto de Innovación y Mejora Educativa con el objetivo de crear nuevos materiales educativos multimedia, tanto en formato de *screencast* como de *módulo de aprendizaje*, con los que se mejore la percepción de los alumnos, su rendimiento académico y su nivel de *responsabilidad ética*. En este artículo se describen los logros del primer año de proyecto y las actuaciones previstas para 2020/2021.

## ABSTRACT

Traditionally the courses related to the *Structural Analysis* and *Strength of Materials* are considered by the students of Engineering and Architecture among the most difficult ones. From the Dpt. of Continuum Mechanics and Theory of Structures of the Universitat Politècnica de València, an Educational Innovation and Improvement Project was started in September 2018 with the aim of creating new multimedia educational materials (in the form of both *screencast* and *learning modules*), with a view to improving students' perception, academic performance and their level of *ethical responsibility*. The article describes the achievements of the first year of the project and the actions planned for 2020/2021.

**PALABRAS CLAVE:** recursos multimedia, responsabilidad ética, rendimiento académico, percepción.

**KEYWORDS:** multimedia resources, ethical responsibility, academic performance, perception.

## 1. Antecedentes e introducción

Las asignaturas relacionadas con la *Teoría de Estructuras* y la *Mecánica de los Medios Continuos* siempre han estado consideradas por los estudiantes dentro del grupo de las coloquialmente llamadas *asignaturas bueso*. Su dificultad conceptual, unida al manejo de matemáticas y geometría a nivel avanzado, son características que las sitúan entre las menos *favoritas* para el alumnado. Por ello, en las escuelas de Ingeniería y Arquitectura es frecuente que muchos alumnos se “dejen para el final las estructuras”, decantándose por cursar antes otras materias que consideran más amables. Los artículos [1–3] hacen referencia a la visión de esta problemática en distintas universidades españolas. En el primero de ellos se expone una experiencia muy reciente (mayo 2018), que puede considerarse precursora de este trabajo.

A pesar del escaso entusiasmo de los estudiantes por las asignaturas de Estructuras, lo cierto es que la responsabilidad inherente a la labor de ingenieros y arquitectos demanda, como es sabido, una sólida base en lo relativo a capacidades de cálculo estructural. El proyecto de estructuras requiere de profesionales que tengan confianza en sus diseños y en sus cálculos, y que transmitan dicha seguridad a todos los involucrados en la ejecución de la obra.

No debe olvidarse que cuando algo inesperado sucede a causa de un cálculo o ejecución inadecuados, no es de extrañar que incluso los medios de comunicación traten de hacerse eco de ello, especialmente si se trata de una obra singular [4].

Existe, pues, un conjunto de factores, fruto de la propia complejidad del proyecto de estructuras civiles, que se traduce en un inexcusable requisito de exigencia por parte de

los profesores de las asignaturas relacionadas con esta rama de la Ingeniería y la Arquitectura.

Conscientes de nuestra responsabilidad para contribuir a la adquisición de unas competencias de gran importancia para los futuros profesionales, los docentes de asignaturas de Estructuras somos generalmente reticentes a bajar el nivel de los sistemas de evaluación aunque, como viene sucediendo en los últimos años, carreras tecnológicas tales como Aeronáutica, Informática, Bioingeniería, Ingeniería Industrial y algunas otras, estén copando las preferencias de la mayoría de estudiantes que obtienen expedientes destacados en Bachillerato, lo cual, inevitablemente, reduce las notas medias de entrada en otras titulaciones de ingeniería.

A todo esto, debe sumarse que las nuevas generaciones, además, han mostrado su preferencia por los medios audiovisuales y, en consecuencia, parte del conocimiento se desplaza desde los libros y los apuntes a los nuevos formatos digitales. Por este motivo, han proliferado en los últimos años diversos repositorios en Internet, tales como los canales CIVIL ENGINEERING TUTORIALES (sic), INGEBOOK, o también el canal de Miguel X Rodríguez, en YouTube, que se están convirtiendo en auténticas *academias virtuales* a las que muchos alumnos acuden en busca de apoyo cuando llega la época de preparar sus exámenes.

Además, profesores de distintas universidades están optando también por el uso de Internet para difundir sus nuevos vídeos docentes, bien sea a través de YouTube, bien a través de blogs o de páginas web. Dos casos particularmente destacados son, a fecha de hoy, el canal de Carlos Santiuste (U. Carlos III) y la web/blog de José Luis Blanco Claraco (U.

Almería). Experiencias anteriores, en otros ámbitos de la enseñanza universitaria, reconocen también el valor didáctico de este tipo de recursos *multimedia* [5].

Sin embargo, este método de enseñanza puede llegar a convertirse en un arma de doble filo si los vídeos se plantean como una mera serie de ejemplos relativamente inconexos, ya que la acumulación de soluciones a casos particulares no conduce necesariamente a la comprensión ni, desde luego, al dominio de los conceptos generales —salvo, tal vez, en los casos de aquellas alumnas y alumnos más avezados—.

En nuestra opinión, la solución digital a la creación de nuevo material docente debe venir, en cambio, en la forma de *Módulos de Aprendizaje*, entendiendo por tal la unión concatenada, en una única aplicación o página *web*, de (i) vídeos docentes, (ii) ejemplos de autoevaluación, y (iii) explicaciones en forma de texto que estructuren los contenidos y permitan recalcar los conceptos teóricos fundamentales. Todo ello, como es lógico, siguiendo un guión ordenado y diseñado por los profesores responsables de cada asignatura.

Con la intención de progresar en esta dirección, y también con un claro compromiso de mejorar la percepción de los alumnos y el rendimiento académico en las asignaturas de Estructuras de las diversas titulaciones de la Universitat Politècnica de València (UPV), un grupo de profesores de esta universidad iniciamos en septiembre de 2018 un proyecto bianual de innovación y mejora educativa (PIME). Para ello se formó un equipo multidisciplinar cuyo propósito ha sido colaborar positivamente en la adopción progresiva de métodos docentes basados en el uso de nuevas tecnologías, tomando como marco de referencia el nuevo paradigma de la clase inversa.

Como equipo, pretendemos que la suma de las estructuras y los nuevos *media* resulte en un

aprendizaje más provechoso para todos los actores involucrados. Así nació el proyecto STRUCT-MÉS-MEDIA (el signo + se escribe *més* en Valenciano). En este artículo presentamos un resumen de su finalidad, objetivos, y los resultados obtenidos hasta la fecha.

Puesto que el proyecto es bianual, a fecha de envío de esta comunicación, la mayoría de las tareas previstas se encuentran en un grado intermedio de su desarrollo (*work in progress*), si bien ya se tienen resultados en forma de recursos multimedia como muestra la figura 1.

## 2. Proyecto de innovación

El título completo del proyecto STRUCT-MÉS-MEDIA es “Materiales de aprendizaje orientados a la implantación multiescuela del paradigma *flipped classroom* en el ámbito de la Mecánica de los Medios Continuos y Teoría de las Estructuras”. Este PIME fue presentado a la convocatoria *Aprendizaje+Docencia 2018* de la UPV, resultando evaluado favorablemente.

Las Escuelas involucradas en él desde el comienzo han sido la E.T.S. Arquitectura, E.T.S.I. Caminos, Canales y Puertos, E.T.S. Ingeniería del Diseño, y E.T.S.I. Industriales de la UPV. El número de profesores participantes es de quince, y las asignaturas implicadas cubren la docencia del Departamento de Mecánica de Medios Continuos y Teoría de Estructuras (DMMCTE) en lo relativo a la materia conocida habitualmente como Resistencia de Materiales (generalmente troncal u obligatoria). Se considera también el uso de los nuevos recursos multimedia en una asignatura de Mecánica, en lo relativo a Estática y Cálculo de Reacciones. En total, se actúa para la mejora de percepción, rendimiento y materiales docentes en 7 asignaturas, pertenecientes a 5 titulaciones distintas de grado. El número total de estudiantes involucrados es de 1550.

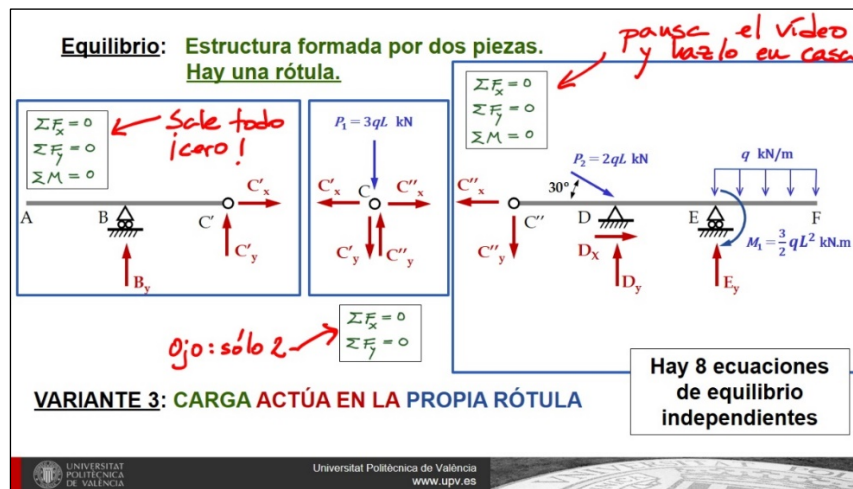


Figura 1. Captura de pantalla de *screencast* sobre cálculo de reacciones: los recuadros y las anotaciones en *Tinta Digital* (en rojo) aparecen en el video de manera gradual para enfatizar, mientras el procedimiento se explica de palabra.

A partir del análisis del contexto presentado en el apartado 1, el proyecto STRUCT-MÉS-MEDIA persigue, como **objetivos generales**, la mejora de la *percepción* de los estudiantes de las asignaturas de Estructuras, en cuanto a sus posibilidades de estudiarlas y de alcanzar los objetivos de aprendizaje. Se quiere también incentivar a los alumnos a trabajar de manera más autónoma, para así conseguir un *mejor rendimiento académico*.

Dichos objetivos generales se persiguen mediante la creación de material audiovisual de calidad, en forma de vídeos docentes y módulos de aprendizaje. En particular, se desarrollarán recursos orientados al manejo eficaz de *conceptos umbrales* [6], como determinación de centros de gravedad, cálculo y comprobación de esfuerzos en estructuras, etc. La mejora en el manejo de dichos conceptos deberá repercutir positivamente en el rendimiento de los alumnos.

Un aspecto de interés particular para el proyecto es promover la *concienciación de los futuros titulados* respecto a la *responsabilidad ética y profesional* inherente a quien proyecta estructuras, lo cual se enmarca en una de las competencias

transversales de la UPV: CT-07 *Responsabilidad ética, medioambiental y profesional*. Por ese motivo, en todos los materiales multimedia creados se hace énfasis en este aspecto concreto.

Como **objetivos específicos**, el PIME se propone los cinco siguientes (el último podría considerarse realmente una *línea de actuación*):

(1) Determinar sobre bases objetivas los temas que presentan más dificultades para los alumnos en las asignaturas de Estructuras. Se define así un conjunto de *Temas Fundamentales* (en lo sucesivo TF), muchos de ellos verdaderos conceptos umbrales, que los profesores consideran de especial relevancia para la formación de los estudiantes.

(2) Incentivar al estudiante a trabajar de forma más autónoma los TF identificados en el objetivo (1), mediante la integración en la docencia de nuevo material audiovisual de calidad. En algunas asignaturas se empleará dicho material para experiencias de clase inversa.

(3) Mejorar, gracias a los nuevos materiales docentes, la percepción de los estudiantes y el rendimiento académico, en particular en lo relativo a los TF identificados en el objetivo (1).

(4) Aumentar el nivel de concienciación de los estudiantes respecto a la responsabilidad ética y profesional de los cálculos de estructuras, así como respecto a la importancia de verificar los resultados de nuestros análisis.

(5) Generar materiales audiovisuales docentes de calidad que contribuyan a la imagen positiva de la UPV.

### 3. Desarrollo del proyecto

Globalmente el proyecto se está desarrollando en tres fases:

#### **Fase I:**

(I.1) Se comenzó con el diseño y pase de una batería de *encuestas de percepción*, destinadas a conocer la impresión de los alumnos, al inicio del curso, acerca de las asignaturas de Estructuras. Estas encuestas se pasaron aproximadamente cinco semanas tras el comienzo del curso 18/19, cuando los alumnos ya habían tenido un primer contacto con la materia, pero todavía no se había realizado ninguna prueba de evaluación. Esta primera impresión es importante ya que puede condicionar el nivel de motivación de los alumnos. Las mismas encuestas se pasarán en los dos cursos posteriores, para comprobar la evolución de la percepción.

(I.2) Al mismo tiempo, se diseñó otra batería de *encuestas de prospección*, orientadas a conocer, de forma objetiva, cuáles son los TF que los alumnos perciben como más difíciles. Estas encuestas se pasaron hacia el final de cada asignatura, tanto semestral como anual, en el curso 18/19. Por consenso entre todos los profesores, se eligieron a priori tres TF “inamovibles” dado su marcado carácter de concepto umbral: TF<sub>1</sub>: Cálculo de reacciones; TF<sub>2</sub>: Diagramas de esfuerzos en vigas; TF<sub>3</sub>: Diagramas de esfuerzos en pórticos.

El análisis de los resultados de ambos tipos de encuestas, tanto de percepción como de prospección, se presenta en el apartado 3.1.

(I.3) Se definieron también una serie de *ítems de evaluación* como base para comparar el rendimiento en tres cursos sucesivos: 18/19, 19/20, y también 20/21 pues, aunque queda fuera del marco bianual del proyecto, se considera importante mantener un seguimiento de la repercusión del nuevo material docente. Este aspecto se describe en el apartado 3.3.

(I.4) La Fase I concluyó con la elaboración de un Estado del Arte en el ámbito del material audiovisual disponible *en abierto* para docencia de Estructuras, cuyas aportaciones más importantes se han indicado en el apartado 1.

#### **Fase II:**

La segunda fase es de preparación del material audiovisual. La secuencia consta de cinco etapas:

(II.1) Análisis de las variantes por Escuela en cuanto a criterios de signos y de representación para cada TF. Se ha realizado una puesta en común y se ha ordenado el flujo de trabajo para evitar desarrollos redundantes.

(II.2) Desarrollo de presentaciones de diapositivas de calidad para cada TF seleccionado, sobre las cuales se grabarán los vídeos de tipo *screencast* (tipo de vídeo generado mediante captura de pantalla y grabación simultánea del audio con las explicaciones). En principio se planteó realizar presentaciones para ocho TF distintos, pero posteriormente este objetivo se reveló demasiado ambicioso y se redujo a cinco TF (los tres fijados a priori más otros dos elegidos tras las encuestas).

Los formatos elegidos para las presentaciones de diapositivas se basan en la imagen corporativa de la UPV, tras recibir asesoramiento del Instituto de Ciencias de la Educación (ICE) de nuestra Universidad.

Se dispone en la actualidad de nueve presentaciones en formato 100% definitivo, que pueden además ser empleadas en clases de aula, y seis presentaciones más que deben refinarse hasta alcanzar la calidad necesaria para grabar *screencast*. Se tiene previsto, para los temas fundamentales TF<sub>1</sub>, TF<sub>2</sub> y TF<sub>3</sub>, preparar seis presentaciones de cada uno: dos sencillas, dos

intermedias y dos avanzadas, más dos de introducción teórica para el TF<sub>2</sub>. Todas ellas se integrarán posteriormente, en forma de *screencasts*, en tres módulos, uno para cada TF.

(II.3) Grabación de *screencasts*. Se han grabado ya nueve definitivos, de 10-11 minutos de duración cada uno.

(II.4) A partir de Enero 2020, se comenzará a desarrollar los módulos de aprendizaje para los TF<sub>1</sub> y TF<sub>2</sub>. Se tratará también de completar un módulo para TF<sub>3</sub>. Para el resto de TF, aunque durante el curso 2020 no se desarrollarán módulos, sí que se habrán creado los *screencasts*, y los profesores habrán aprendido las herramientas para crear estos y los módulos.

(II.5) También a partir de Enero de 2020, los *screencast* desarrollados para TF<sub>1</sub> se emplearán en experiencias de clase inversa en los temas correspondientes a Estática de la asignatura **Mecánica**, de primer curso del Grado en Ing. de Obras Públicas.

### **Fase III:**

Evaluación del grado de consecución de objetivos. Para ello se llevarán a cabo, hasta el curso 20/21, las siguientes actuaciones:

(III.1) Diseño y pase de una batería de encuestas para medir el grado de satisfacción de los alumnos con los cinco TF elegidos. Estas encuestas se pasarán a alumnos en las semanas finales de las asignaturas involucradas (curso 19/20), o en asignaturas del curso inmediatamente posterior (20/21).

(III.2) Análisis de las estadísticas de acceso a los recursos multimedia creados, mediante conteo automático.

(III.3) Repetición del pase de encuestas de percepción en los cursos 19/20 (2º semestre) y 20/21, para valorar la mejora en este aspecto.

(III.4) Análisis de la evolución de las calificaciones en distintos exámenes de las asignaturas involucradas, para valorar la mejora en el rendimiento académico. Esta tarea se explica más detalladamente en el apartado 3.3.

(III.5) Recopilación de resultados y obtención de conclusiones.

### **3.1 Encuestas**

Como se ha descrito anteriormente, uno de los objetivos específicos es determinar, sobre bases objetivas, los TF de las asignaturas de Estructuras que más preocupan a los estudiantes. Con este fin se ha elaborado una encuesta donde, a partir de la experiencia de los profesores, se ha consensado una lista de 10 tópicos (con variaciones en la denominación para adaptarse a las particularidades de determinadas titulaciones). Por simplicidad, se incluye la lista utilizada en la E.T.S.I Caminos:

1. Determinación de Centros de Gravedad
2. Cálculo de Momentos de Inercia
3. Círculo de Mohr en estados tensionales planos
4. Tensiones normales: Ley de Navier y línea neutra en flexión pura y compuesta
5. Tensiones tangenciales: Fórmula de Zhuravsky-Colignon
6. Deformadas de vigas: Teoremas de Mohr
7. Deformadas de pórticos: Teoremas de Mohr
8. Torsión
9. Conceptos elementales de Elasticidad y criterios de fallo
10. Tensiones debidas a solicitaciones combinadas de esfuerzo axil, flector, cortante y torsor

Cada estudiante es informado de que los TF<sub>1</sub>, TF<sub>2</sub> y TF<sub>3</sub> ya se han fijado a priori, y se le permite escoger hasta 5 ítems de la lista anterior. En la encuesta han participado un total de 320 alumnos de cuatro Escuelas, tanto repetidores (79) como de nuevo ingreso (241), tal y como se detalla en la Tabla 1.

**Tabla 1. Respuestas a la encuesta de Temas Fundamentales.**

<b>Escuela</b>	<b>Nº estudiantes</b>
ETSA	71
ETSICCP	31
ETSID	66
ETSII	152

La figura 2 representa el porcentaje de respuestas para cada uno de los tópicos, tanto por Escuela como de forma agregada.

Si bien las respuestas están bastante distribuidas entre todos los tópicos, los etiquetados con 4) y 10) presentan los mayores porcentajes, con cifras superiores al 50% para todas las Escuelas y representando alrededor del 65% del total. Por otro lado, el tópico 1) es el que ha tenido menor respuesta, ya que no alcanza el 30% en ninguna Escuela y, apenas un 17,5% si se agregan todas las respuestas.

En consecuencia, se ha optado por elegir como TF<sub>4</sub> el que, casualmente, también es el ítem 4) de la lista anterior: *Tensiones normales, Ley*

*de Navier...* Sin embargo, se han dado algunas anomalías ya que muchos alumnos han elegido el tema 10) de la lista cuando este ni se imparte ni se pregunta como tal tema de Resistencia de Materiales ni en Arquitectura ni en Caminos, lo cual hace pensar en una falta de comprensión de la pregunta por parte de los alumnos. Por lo tanto, se ha decidido repetir de nuevo estas encuestas para confirmar el TF<sub>4</sub> y elegir el TF<sub>5</sub>.

Por otro lado, para analizar qué percepción tienen nuestros estudiantes de las asignaturas de Estructuras se ha elaborado un segundo cuestionario que incluye cinco cuestiones con escala Likert de 5 respuestas (Q1 a Q5) y una cuestión de respuesta múltiple (Q6):

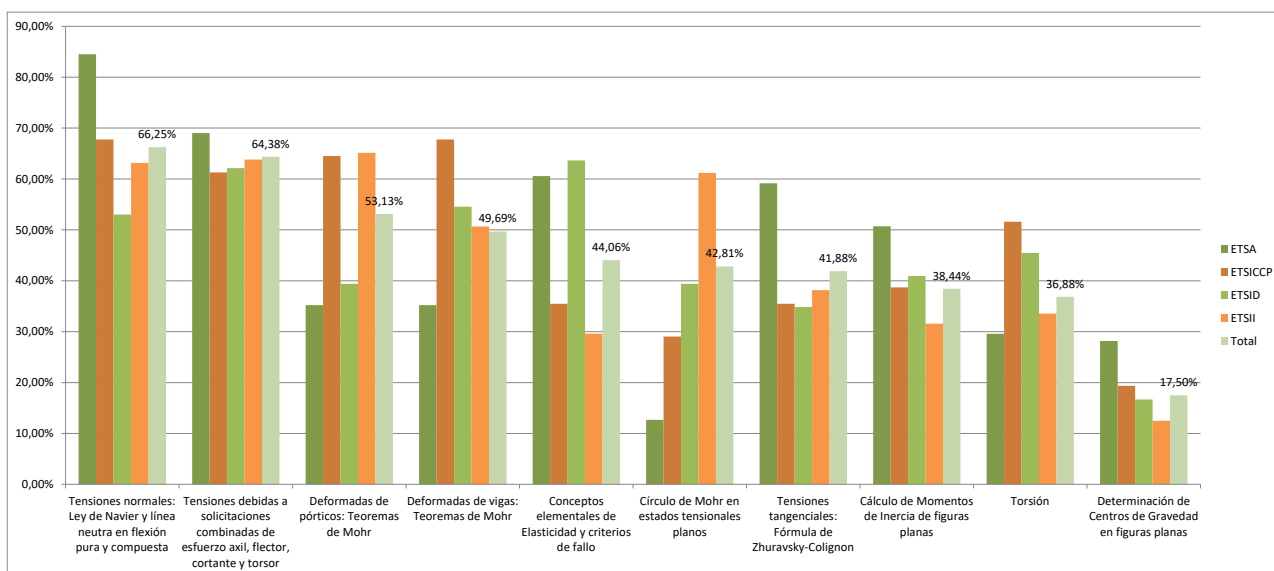


Figura 2. Porcentajes de respuestas sobre TF por Escuelas.

Q1. Considera que la probabilidad de aprobar la asignatura este curso es (de muy baja a muy alta)

Q2. Considera que la probabilidad de abandonar la asignatura este curso es (de muy baja a muy alta)

Q3. Considera que esta asignatura es una de las más difíciles del curso

Q4. Considera que esta asignatura es importante para el desarrollo de su labor profesional futura

Q5. Siente afinidad por los contenidos de esta asignatura

Q6. ¿A qué factor/es asociaría principalmente la dificultad de esta asignatura?

- La propia complejidad de la materia
- La falta de materiales de apoyo adecuados
- El rigor empleado en las calificaciones
- La necesidad de conocimientos previos
- Los sistemas de evaluación utilizados
- La opinión transmitida por compañeros de otros cursos
- No la considera difícil

En total se han procesado 392 encuestas distribuidas por Escuelas tal y como muestra la Tabla 2:

**Tabla 2. Respuestas a la encuesta de Percepción.**

Escuela	Nº estudiantes
ETSA	97
ETSICCP	85
ETSID	121
ETSII	89

La Tabla 3 resume los valores promedio para cada una de las cuestiones en una escala desde 1 (totalmente en desacuerdo) a 5 (totalmente de acuerdo), tanto por Escuela como de forma agregada.

**Tabla 3. Respuestas a las cuestiones Likert de la encuesta de Percepción.**

	ETSA	ETSICCP	ETSID	ETSII	Todas
Q1	3,38	2,91	3,80	3,71	3,49
Q2	1,66	2,06	1,37	1,53	1,62
Q3	3,90	4,35	3,32	3,02	3,63
Q4	4,36	4,29	3,94	3,94	4,12
Q5	3,66	3,38	3,59	3,57	3,55

Si bien se observan diferencias entre Escuelas, se puede señalar que los estudiantes destacan la importancia de las asignaturas para su labor profesional (Q4) con un 4,12 y reconocen la dificultad de las mismas (Q3) con un 3,63.

Por último, se han tratado las respuestas a la Q6, agregando todas las encuestas respecto a los factores de dificultad percibidos por los estudiantes. Tras dicho análisis, destacan la complejidad de la materia (28% de respuestas), el rigor en las calificaciones (17%) y la necesidad de conocimientos previos (17%), lo que viene a confirmar la percepción de dificultad que muchos de los profesores suelen apreciar entre los estudiantes.

### **3.2 Producción de recursos didácticos**

Para la producción de los nueve *screencasts* que ya se han grabado, pertenecientes a los TF<sub>1</sub> y TF<sub>2</sub>, se han seguido algunas pautas concretas que se describen a continuación.

En cuanto a la duración de los vídeos, se han seguido las recomendaciones del ICE-UPV y se han limitado estos a 10 u 11 minutos, como máximo, dado que en vídeos de mayor duración tiende a caer en exceso la atención de los alumnos. Los vídeos son interactivos a nivel

cognitivo, y se ha tratado de que sean originales e independientes entre sí (en ellos se evita hacer referencia a otros vídeos como elemento necesario para su comprensión), además de no estar contextualizados dentro de asignaturas o de cursos concretos. La herramienta empleada para su grabación y posterior edición ha sido el paquete de software *Camtasia*®. Además de la captura de pantalla mostrada en la figura 1, se incluye un segundo ejemplo en la figura 3.

En los tres enlaces mostrados a continuación se tiene acceso abierto a los *screencasts* ya creados en el PIME. Nótese que, en el primero enlace, alguno de los vídeos del canal **no** pertenece al proyecto STRUCT+MEDIA:

<https://media.upv.es/#/portal/channel/973bfc60-eed9-11e9-be94-190c292b8eb4>

<https://media.upv.es/#/portal/video/4a83bbc0-b2db-11e9-a6d2-97fc70e5586d>

<https://media.upv.es/player/?id=6088ea50-b397-11e9-a6d2-97fc70e5586d>

En cuanto a los módulos de aprendizaje, su creación comenzará en Enero de 2020, empleándose para ello la herramienta *Lessons* disponible en la plataforma de aprendizaje online de la UPV (*PoliformaT*).

Quiere destacarse también el esfuerzo que se está haciendo para crear versiones adaptadas a los distintos criterios de signos utilizados en



cada Escuela de la UPV. Esto no afecta a los *screencasts* del TF<sub>1</sub>, pero sí a los de TF<sub>2</sub> y TF<sub>3</sub>. En este PIME se aprovecha la sinergia entre Escuelas para que, desarrollada cada

presentación de diapositivas en versión inicial por una Escuela determinada, el resto simplemente la adapten a sus criterios de signos.

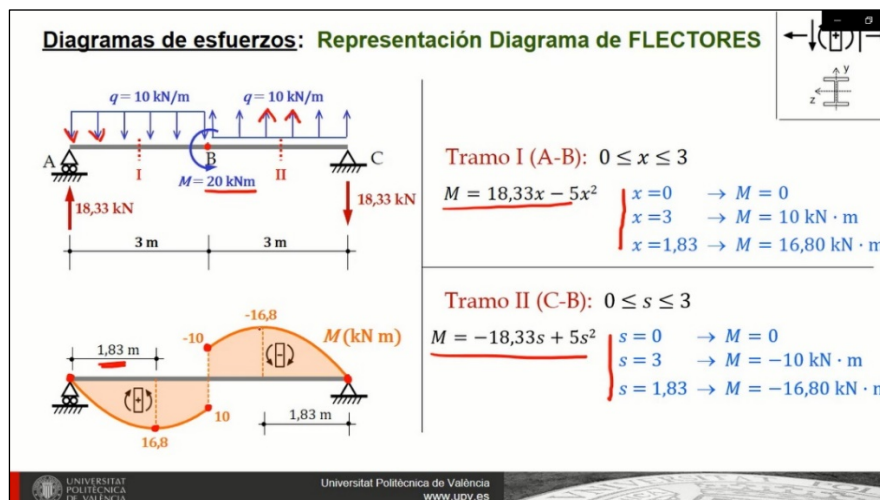


Figura 3. Captura de pantalla de uno de los *screencasts* sobre esfuerzos en vigas: los textos de la parte derecha y las anotaciones en *Tinta Digital* (en rojo) aparecen en el vídeo de manera gradual para enfatizar, mientras el procedimiento se explica de palabra.

### 3.3 Evaluación de los logros de aprendizaje de los estudiantes

Como se indicaba en el apartado 3, la fase (III.4) del proyecto prevé la comparación de las estadísticas de calificaciones obtenidas por los alumnos *antes y después* del uso del nuevo material multimedia, para analizar si este ha tenido un efecto positivo en el rendimiento académico. Cabe esperar una cierta repercusión a finales del curso 19/20, y de forma más clara en el 20/21.

Los ítems de evaluación que se decidió aislar para su análisis son los siguientes: (A) calificaciones obtenidas en exámenes, en los apartados de ejercicios de cálculo de reacciones, asociado a TF<sub>1</sub>; (B) ídem para obtención de diagramas de esfuerzos en vigas, asociado a TF<sub>2</sub>; (C) ídem para pórticos, asociado a TF<sub>3</sub>; (D) valoración del porcentaje de alumnos que realizan *comprobaciones de resultados de forma sistemática* (CT-07), como podría ser, por ejemplo, verificar el equilibrio de momentos en puntos adicionales a los utilizados previamente para escribir las ecuaciones de equilibrio.

Las calificaciones en estos cuatro apartados, A, B, C y D, se almacenaron como referencia inicial tras extraerlas de exámenes realizados en 18/19, todavía sin recursos multimedia. En cuanto a los TF<sub>4</sub> y TF<sub>5</sub>, todavía no confirmados a fecha de hoy, se repetirá este esquema cuando se elijan definitivamente dichos dos temas.

Posteriormente, a medida que vayan estando disponibles la mayoría de los recursos multimedia, se repetirá de nuevo el proceso de aislar las calificaciones de los ítems A, B, C y D, en exámenes, para así realizar la comparación con los resultados iniciales y valorar la evolución del rendimiento. En este sentido, se pondrá especial precaución en repetir los exámenes en condiciones equivalentes (mismo grupo, profesor, número aproximado de alumnos y época del curso)

## 4. Conclusiones y trabajo futuro

Desde el DMMCTE de la UPV se inició, en septiembre de 2018, un PIME bianual orientado a la creación de nuevos recursos multimedia, en

forma tanto de vídeos como de módulos de aprendizaje, con los que se logre mejorar la percepción de los alumnos, su rendimiento académico y su nivel de responsabilidad ética. Los principales resultados y conclusiones del primer año de proyecto son los siguientes:

(1) Las encuestas de percepción ponen de manifiesto que los estudiantes destacan la importancia de las asignaturas de Estructuras para el desarrollo de su labor profesional, al tiempo que reconocen la dificultad de las mismas, relacionada con factores tales como la propia complejidad de la materia, el rigor en las calificaciones y la falta de conocimientos previos.

(2) Las encuestas de prospección, por su parte, apuntan a que la determinación de tensiones normales y línea neutra es uno de los temas que más dificultades presenta para los alumnos, más que la obtención de deformadas o el uso del círculo de Mohr.

(3) Se han elaborado quince presentaciones de diapositivas de calidad, base para la grabación de otros tantos *screencasts*.

(4) Se han grabado nueve vídeos de tipo *screencast*, dedicados al cálculo de reacciones y de esfuerzos en vigas. En todos ellos se ha mantenido el firme compromiso con la producción de un material docente de calidad, como podrá comprobarse en los enlaces proporcionados en el apartado 3.2.

(5) Durante el curso 2019/2020 se prevé completar hasta 18 el número de *screencast* de reacciones, esfuerzos en vigas y esfuerzos en pórticos, sumándoles a estos otros 8 vídeos más sobre dos temas adicionales. Se desarrollarán, además, módulos de aprendizaje para los temas de cálculo de reacciones y esfuerzos en vigas.

(6) El éxito de los recursos multimedia generados podrá analizarse objetivamente mediante conteo automático de accesos durante los cursos 19/20 y 20/21.

(7) La mejora en la percepción y el rendimiento, objetivos últimos del PIME, se valorarán mediante el pase de encuestas, así como mediante el análisis de evidencias de

evaluación, recogidas en exámenes repetidos durante los cursos 18/19, 19/20 y 20/21 en condiciones equivalentes.

### ***Agradecimientos***

Se desea agradecer el apoyo institucional y económico del Vicerrectorado de Recursos Digitales y Documentación, así como del Vicerrectorado de Estudios, Calidad y Acreditación de la UPV, a través de la convocatoria *Aprendizaje+Docencia 2018*, y también el apoyo prestado por el Instituto de Ciencias de la Educación de la UPV.

### ***Referencias***

- [1] J. Ruiz-Jaramillo, A. Vargas-Yáñez, La enseñanza de las estructuras en el Grado de Arquitectura. Metodología e innovación docente a través de las TIC, *Revista Española de Pedagogía*, 76(270), 353-3, 2018.
- [2] E. Silió, Un departamento de Aeronáuticas solo aprueba al 0,8% de los alumnos, *El País*, 27/7/2016
- [3] Las asignaturas más suspendidas por grados y cursos, *El Gallo Digital - Noticias de la Universidad de Cantabria*, 193, 2-3.
- [4] La rotura de cables que sujetaban el mástil obligó a apuntalar el puente de l'Assut de l'Or, *Las Provincias*, 21/11/2008
- [5] M. Díaz Tremarías, T. Noriega Velásquez, Utilización de videos didácticos como innovación en la enseñanza de la toxicología, *Educación Médica Superior* 23(3), 38-44, 2009.
- [6] J.H.F. Meyer, R. Land, Threshold concepts and troublesome knowledge: linkages to ways of thinking and practising, In: Rust, C. (ed.), *Improving Student Learning - Theory and Practice Ten Years On*. Oxford: Oxford Centre for Staff and Learning Development (OCSLD), pp 412-424, 2003.