



RESISTENCIA DE MATERIALES Y ESTRUCTURAS A LA INGENIERÍA
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

Manual de Buenas Prácticas para fomentar el Aprendizaje en las asignaturas de Resistencia de Materiales y Estructuras

Comisión del EEES del Departamento RMEI

M. Ferrer
J. Rivera
B. Suárez

Planificación Estratégica de la UPC.
Departamento de Resistencia de Materiales y
Estructuras en la Ingeniería (RMEI)

Resumen

Uno de los factores que ha contribuido de forma decisiva al crecimiento económico y social sostenido que han experimentado las sociedades modernas en las últimas décadas, ha sido la educación en todos sus niveles y formatos, no sólo por la cantidad de programas de estudio y por su extensión territorial y ciudadana sino también por la calidad de sus contenidos. Mención especial merece en este contexto la educación superior o universitaria que, entre otras muchas cosas, es reclamada hoy con insistencia por los sistemas productivos de muchos países desarrollados, como única alternativa para construir un nuevo modelo económico y social competente y competitivo basado en la investigación y en la innovación, en definitiva en el conocimiento.

Muchos países del mundo desarrollado se encuentran, como consecuencia de todo ello, en una encrucijada en la que convergen sin muchas pretensiones sus modelos educativos, económicos y sociales pero con la sensación de que no pueden seguir desarrollándose de forma aislada, independiente y desconectada, con indiferencia en el caso más favorable, como en el pasado sino que necesitan interaccionar y trabajar juntos para conseguir los objetivos que demanda la denominada sociedad del bienestar. Este giro ineludible en las políticas y en las estrategias educativas, económicas y sociales está generando una enorme confusión en los distintos

sistemas que afecta tanto a los procesos como, y ello es más preocupante, a los conceptos.

Sólo a modo de ejemplo, en el mundo universitario el acercamiento de la formación superior al mercado laboral se interpreta, en algunos foros, como una mercantilización, es decir como una venta del sistema al mercado. En otros foros más academicistas las nuevas metodologías de aprendizaje son consideradas como una banalización de los mecanismos de adquisición de saberes. Paralelamente, el mundo de la empresa reclama con insistencia una formación universitaria más en sintonía con unas necesidades industriales concretas o también la necesidad de establecer nuevos sistemas organizativos y de gobierno en las universidades más coherentes y competentes. En todo caso entendiéndolo por competencia algo que este más próximo a sus valores, es decir a como se organizan las empresas para alcanzar el éxito en sus negocios. Todo ello no es más que una buena muestra de que los sistemas económicos y de conocimiento, y por tanto los sociales que se nutren y derivan de ellos, no cabalgan juntos.

Este trabajo pretende tratar con alguno de estos asuntos, con modestia pero con la profundidad que cualquiera de ellos se merece, y surge como consecuencia de la participación del departamento de Resistencia de Materiales y Estructuras en la Ingeniería (RMEI) en el programa de Planificación Estratégica de las Unidades Estructurales de la Universidad Politécnica de Cataluña para el curso 2009-2010. Por ello el resultado va dirigido fundamentalmente a los miembros del departamento RMEI, sin que ello signifique renuncia alguna a formar parte de otros planteamientos con más largo alcance. El nombre que se le ha dado al proyecto, Manual de Buenas Prácticas, quizá resulte un poco pretencioso (buenas prácticas) pero intenta con ello hacerlo atractivo en su intención de ayudar a comprender mejor (manual) muchos de los procesos y de las

herramientas pedagógicas con las que sin duda van a trabajar los profesores del departamento en los próximos meses.

El proyecto se despliega mediante tres grandes bloques temáticos. El primero de ellos trata con las condiciones de contorno tanto académicas como del contexto educativo y social más global en el que se realiza el manual. Este primer bloque trata con cuatro grandes apartados que se detallan en esta presentación inicial ya que constituyen la parte más conceptual del texto. El primero de ellos describe las distintas teorías y modelos educativos, en constante discusión y permanente desarrollo en el seno de las ciencias de la educación. En muchos campos de estudio, la docencia universitaria se ha ejercido durante muchos años sin tener en cuenta las propuestas de pedagogos y demás expertos educativos. Los profesores universitarios han entendido que la educación superior tenía sus propias reglas, diferentes para cada área de conocimiento y disciplina, pero en cualquier caso con mucho más alcance que las utilizadas en otros niveles educativos. El segundo apartado se articula entorno a una concepción moderna de la denominada dimensión social de la educación universitaria. La globalización, la sociedad y la economía del conocimiento están dando un fuerte impulso y una nueva dimensión a estos asuntos que tienen mucho que ver con la innovación, una de las asignaturas pendientes en muchos países de Europa.

El tercer apartado del primer bloque reflexiona sobre las metodologías docentes. Está suficientemente asumido, incluso por la comunidad académica más conservadora, que las metodologías más tradicionales han de evolucionar y estructurarse entorno a un trabajo no sólo de tipo personal si no también cooperativo en cualquier caso orientado a la resolución de problemas estimulando la participación, actividad, independencia, creatividad y el

trabajo en equipo de los estudiantes. Las nuevas Tecnologías de la Información y las Comunicaciones serán sin duda una gran ayuda aunque para que sus aportaciones sean realmente eficaces deben ser algo más que repositorios de información que se activen mediante unos motores de relación más o menos inteligentes o sofisticados. El cuarto apartado reflexiona sobre alguno de los enigmas del Proceso de Bolonia, sobre sus objetivos iniciales y su evolución a lo largo de su dilatada puesta en práctica, sobre sus repercusiones en los distintos países de Europa y su incidencia en la reforma de los estudios universitarios en España. Se destacan alguno de los nuevos problemas que plantea Bolonia, especialmente aquellos relacionados con nuevas oportunidades y formas de organizar los estudios en función de los intereses personales o de las capacidades intelectuales de los estudiantes.

El segundo bloque describe y analiza las virtudes y principales características de las distintas experiencias formativas que, con un carácter innovador, se han ido desarrollando durante los últimos años en los distintos campus y escuelas donde el departamento de Resistencia de Materiales y Estructuras en la Ingeniería imparte su docencia. Algunas de ellas han sido definidas y promovidas, de forma centralizada y global, por un centro docente específico, afectan a todas las materias de los diferentes estudios que imparte, y por lo tanto repercuten de la misma manera en todos los departamentos con docencia en el centro. Otras forman parte de subconjuntos de experiencias piloto, institucionalmente promovidas y coordinadas para que los distintos departamentos relacionados definan y contrasten procesos y metodologías educativas diferentes; por tanto afectan de manera distinta a los departamentos implicados en unos estudios concretos. Finalmente en este bloque se presentan algunas otras experiencias que tratan con actuaciones más personales de profesores concretos,

definidas individualmente para afinar no sólo las competencias propias sino también la reacción de los estudiantes y la adecuación de los instrumentos pedagógicos disponibles. También se incluye en este bloque un resumen y las principales conclusiones de un proyecto fin de carrera realizado por un estudiante de ingeniería industrial, dirigido por un profesor del departamento en colaboración con el Instituto de Ciencias de la Educación de la Universidad Politécnica de Cataluña.

El tercer y último bloque, resume y empaqueta todo lo anterior en forma de un manual de uso que no pretende más que alertar, guiar u orientar a los miembros del departamento sobre las dificultades, y sobre los mejores caminos para superarlas, que las distintas fases de los nuevos procesos formativos pueden ocasionar en la docencia práctica de sus asignaturas en los planes de estudio reformados, que de acuerdo con la legislación vigente se tienen que poner en marcha en el corto plazo o ya han empezado a hacerlo. No se hace ninguna recomendación sobre los contenidos de las asignaturas no sólo debido a las dificultades que podría representar hacerlo, sino también porque el desarrollo de los diferentes planes de estudio, y de las distintas materias que de ellos derivan, se encuentra en un estado muy avanzado en estos momentos. Las buenas prácticas recomendadas se agrupan en cinco grandes apartados, contexto, objetivos, procesos, agentes y resultados. Espacio Europeo de Educación Superior, diseños curriculares por competencias, procesos de aprendizaje, los nuevos roles de los profesores y de los estudiantes en los procesos o los indicadores que permitan evaluar mejor la actividad son alguno de los ejes sobre los que se construye el bloque. Como consecuencia de todo ello se aprovecha la ocasión para hacer un glosario terminológico pues uno de los muchos desencuentros que tienen los

profesores universitarios en su dialogo con los expertos educativos está relacionado con el lenguaje que ellos usan.

Este trabajo ha sido desarrollado por la comisión creada por el departamento de Resistencia de Materiales y Estructuras en la Ingeniería durante el curso 2008-2009 para reflexionar e impulsar el Espacio Europeo de Educación Superior. Esta comisión está formada por los profesores Ferrer-Ballester, Rivera y Suárez, actuando este último como coordinador de este trabajo y de la redacción del documento final. Pero el trabajo no hubiera sido posible, sin la colaboración de muchos profesores del departamento que durante estos últimos años han estado desarrollando de forma anónima y con mucho esfuerzo experiencias educativas de gran valor en estos momentos, en los que la reforma universitaria está produciéndose. A todos ellos muchas gracias y enhorabuena por el trabajo hecho.

ÍNDICE

RESUMEN

Capítulo 1 EL ENTORNO SOCIAL Y EL CONTEXTO EDUCATIVO

Introducción	9
Los modelos educativos	10
La dimensión social de la educación superior	17
Los procesos formativos y las metodologías docentes	23
El proceso de Bolonia	27

Capítulo 2 EXPERIENCIAS FORMATIVAS EN EL DEPARTAMENTO DURANTE LOS ÚLTIMOS AÑOS

Introducción	31
El proyecto Janus: una estrategia global de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de Barcelona	32
El departamento de Resistencia de Materiales y Estructuras en la Ingeniería y el proyecto Janus	34
Experiencias en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de Barcelona	42
Una asignatura que crece con un Proceso Innovador	43
El efecto amplificador de una experiencia de éxito	46

Una experiencia en forma de proyecto final de carrera	50
Experiencias en el campus de Tarrasa y Manresa: los profesores y el espacio europeo de educación superior	54
El Cálculo de Estructuras en la ESEIAT	54
La Mecánica de los Medios Continuos en la ETSEIAT	57
La Teoría de Estructuras y las Construcciones Industriales en la EPSEM	61
 Capítulo 3 REFLEXIONES Y RECOMENDACIONES SOBRE LAS BUENAS PRÁCTICAS DOCENTES	
Introducción	65
Sobre el contexto	66
Sobre los objetivos	69
Sobre los procesos y metodologías	73
Sobre los agentes	81
Sobre los resultados	84
 CONSIDERACIONES FINALES	
Sobre el alcance del trabajo	87
Sobre las demandas sociales	89

Capítulo 1

El entorno social y el contexto educativo

INTRODUCCIÓN

En este capítulo se describen los principales elementos conceptuales que definen las condiciones de contorno y el contexto educativo dónde de desarrolla y tendrán aplicación las propuestas que se realizan en este manual. Los modelos educativos, la dimensión social de la educación superior, los procesos formativos, las metodologías docentes y el proceso de Bolonia son alguno de los elementos que están en estos momentos dirigiendo las transformaciones de los sistemas universitarios europeos.

Todo parece indicar que la controversia existente, en la educación superior desde hace muchos años, entre enseñanza y aprendizaje se ha relajado mucho en los últimos tiempos hasta el punto que la universidad acepta, sin limitaciones, algunos postulados de gran trascendencia. Pero esto, sin dejar de ser importante en si mismo, no es un acontecimiento independiente pues crece en paralelo con otros muchos fenómenos sociales, con repercusiones en la educación, generados por el

desarrollo, la globalización y el bienestar. La competencia de las personas y el pleno empleo son alguno de los factores claves para comprender muchos de los elementos sobre los que se reflexiona en este capítulo, y aunque la crisis financiera, económica y social que está viviendo el mundo desarrollado debilite alguno de ellos, no hay ninguna duda que recuperarán el protagonismo perdido cuando la situación se estabilice.

LOS MODELOS EDUCATIVOS

Básicamente sólo existen dos modelos educativos alternativos que estén claramente diferenciados, a pesar de que ambos puedan tener con algunos matices, los mismos fines últimos. El primero tiene como objetivo primero y último alcanzar un conocimiento concreto (el fin justifica los medios), mientras que el segundo pretende alcanzar el mismo, o parecido, conocimiento (objetivo último o fin) pero como consecuencia de un proceso más complejo de aprendizaje y maduración personal (objetivo primero o los medios). Ambos modelos usan el conocimiento como moneda de cambio en los procesos formativos pero con estrategias pedagógicas bien diferentes (*se aprende desde lo que se sabe usándolo y criticándolo*).

Existen a pesar de todo algunos ingredientes diferentes en los dos modelos: contenidos o procesos en los objetivos, saberes o competencias en los resultados. En cualquier caso es fácil comprender que existe una delgada línea de separación entre ambos modelos y que muchas veces no resulta fácil diferenciarlos. Sólo podrá hacerse de una manera objetiva analizando con una cierta profundidad el énfasis que el modelo hace sobre los conocimientos que se pretenden alcanzar con unos procesos formativos concretos. En una posición de privilegio en los dos modelos se encuentran el profesor

que conoce y el estudiante que pretende hacerlo con un esfuerzo, unos medios y unos mecanismos determinados (*Aprender sin Pensar es Inútil, Pensar sin Aprender es Peligroso, Confucio, 2500 AC*). A continuación se describen los principales elementos de cada uno de los dos modelos.

En el primer modelo, denominado de enseñanza, el conocimiento es el único objetivo del proceso formativo. Por tanto el profesor es una pieza clave pues es quién enseña, fundamentalmente porque detenta los imprescindibles conocimientos disciplinares, sólidos y bien establecidos; por ello los procesos de selección del profesorado son muy exigentes. Como el profesor enseña, decide cuáles son los contenidos de las materias, ordena las enseñanzas y diseña los procesos formativos, que en general no suelen ser excesivamente complejos. El modelo no se preocupa demasiado de las capacidades del estudiante, ni de las iniciales, que se presuponen como suficientes, ni de como progresa durante el proceso formativo. Supone implícitamente que mientras que un estudiante adquiere unos conocimientos determinados desarrolla, en diferentes instantes difíciles de identificar pero de forma automática, elevadas capacidades personales de aprendizaje autónomo y por lo tanto no son necesarios mecanismos ni procesos específicos para ello.

Como el conocimiento es la clave de todo el proceso, el estudiante tiene que acreditar, de forma exhaustiva e inequívoca, que lo ha adquirido. Como consecuencia de ello el modelo de enseñanza incorpora unos rigurosos procesos de verificación de conocimientos, es decir unos exámenes, en general exigentes y de largo recorrido. Es más, los exámenes constituyen, en la práctica, el único proceso que tienen que superar obligatoriamente todos los estudiantes de un determinado programa de estudios con independencia del camino formativo que hayan recorrido,

incluso muchas veces se argumenta, sin duda con razón, que constituyen un proceso educativo en si mismos.

En el segundo modelo, denominado de aprendizaje, el conocimiento no es el único objetivo del proceso formativo. El estudiante es la pieza clave en el modelo pues es quién aprende, y considera que cada uno de ellos puede alcanzar el conocimiento objetivo de forma diferente como consecuencia de un progreso distinto en las capacidades y competencias personales. Se entiende que este progreso se controla mediante una nueva variable de competencias que dan valor a diferentes objetivos formativos: conjunto de conocimientos, capacidades y habilidades que se adquieren con un programa de estudios. El objetivo final de los modelos de aprendizaje es proporcionar a cada estudiante las herramientas suficientes para que pueda avanzar de una forma autónoma por el conocimiento.

En el modelo de aprendizaje los procesos y las metodologías son determinantes, están dirigidas por el profesor que juega un papel más tutorial, facilitando el progreso, dinamizando los grupos y los individuos, trascendiendo a lo que puede ser una exposición más convencional del conocimiento objetivo, labor que inevitablemente tendrá que hacer en algunos momentos puntuales. Aunque los procesos dependen de los actores, profesores y estudiantes, de su capacidad y de su compromiso, la cuestión clave en los modelos de aprendizaje es relacionar adecuadamente y desde un principio el conocimiento con las competencias, pues si bien es cierto que no hay aprendizaje sin conocimiento también lo es que la cantidad de competencias que un conocimiento concreto puede activar es enorme aunque si no se tratan específicamente pueden permanecer latentes y no manifestarse nunca.

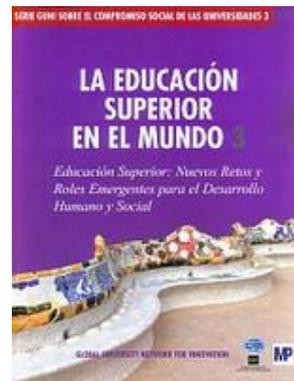
La valoración del progreso en los estudios en los modelos de aprendizaje es más compleja que en los modelos de enseñanza pues son menos cuantificables

algunos de los resultados, por ejemplo las capacidades o las comprensiones. No obstante el modelo permite seguir y valorar mejor el esfuerzo que realiza cada estudiante pues los procesos generan muchas actividades con resultados intermedios más tangibles. En cualquier caso, el modelo da un mayor protagonismo al estudiante en su aprendizaje y como consecuencia de ello también podría participar en su propio proceso de evaluación, auto evaluación, lo que potencia enormemente su autonomía y capacidad crítica.

Después de unos cuantos años de transición, todo parece indicar que el sistema universitario español está tomando partido por los modelos de aprendizaje. Las regulaciones oficiales de los estudios así lo ponen de manifiesto, especialmente aquellos relacionados con las actividades más propias del departamento de Resistencia de Materiales de Estructuras en la Ingeniería, se basan en unas competencias, a pesar de que en algunos casos sean difíciles de interpretar. Por ello se hacen a continuación algunas puntualizaciones sobre las competencias y sobre alguno de los peligros que acechan a los modelos de aprendizaje. Es necesario destacar en primer lugar que la mayoría de los términos usados en este apartado, competencias, destrezas, aptitudes, y algunos otros son muchas veces confusos. Esta confusión crece cuando se les incorpora a los procesos más propios de la educación superior o universitaria. En cualquier caso, esto no es nuevo pues también hay una gran inflación de otros términos claves en los planteamientos más estratégicos de la educación superior, por ejemplo la calidad, eficiencia, excelencia, liderazgo, competitividad y un largo etcétera de calificaciones, a pesar de todo, muy apreciadas por los sistemas.

Las competencias no son una característica innata de las personas ni tampoco una cuestión independiente del conocimiento que se adquiere a lo largo de la vida, al

contrario nacen y crecen con él, con lo útil del conocimiento y con el conocimiento de lo útil. Las competencias son relevantes incluso en abstracto, pero realmente adquieren su verdadera dimensión cuando califican a las personas, es decir cuando les proporcionan los atributos más etimológicos, como pueden ser ennoblecer, ilustrar o acreditar. Pero además si se tiene en cuenta la gran cantidad de conocimiento disponible en cualquier campo de estudio, los modelos de aprendizaje parecen presentar claras ventajas sobre los de enseñanza más clásicos, pues permiten diseñar los programas de estudio en base a unas competencias, que integran de forma armónica y equilibrada unos conocimientos básicos con las capacidades, habilidades, aptitudes, actitudes y destrezas necesarias para cumplir con los objetivos que los estudios demandan.



A pesar de todo lo argumentado hasta ahora, es fácil caer en la tentación de pensar, sobre todo desde una perspectiva académica más disciplinar, que educar en competencias reduce los conocimientos que finalmente se adquieren con un proceso formativo que se tiene que desarrollar en un tiempo limitado. Tratando de ser objetivos y neutrales, es cierto que pueden afectar a la cantidad de conocimientos que se movilizan en los

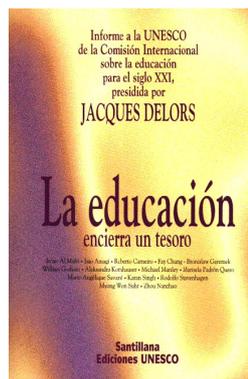
distintos procesos, pero no hay ninguna duda que con las competencias crece la calidad de los conocimientos que realmente alcanzan las personas. Como en muchos otros ordenes de la vida es incuestionable que calidad y cantidad son atributos que pueden entrar en conflicto, pero que regulan y vienen regulados por la competencia.

LA DIMENSIÓN SOCIAL DE LA EDUCACIÓN SUPERIOR

Uno de los asuntos presentes en todos los foros de reflexión y de debate que se realizan entorno a la educación superior en el mundo es su dimensión social, es decir el papel que juega la educación, las universidades y demás centros de educación superior en el desarrollo del mundo. Una buena prueba de ello, se puede apreciar en la reciente declaración de la UNESCO en París, en julio de 2009, que asigna a la educación superior, y a la investigación, un protagonismo principal en todos aquellos asuntos relacionados con la erradicación de la pobreza, el desarrollo sostenible y con los avances necesarios para alcanzar los objetivos de desarrollo del nuevo milenio.

También se puede encontrar en las reuniones de ministros de educación europeos dónde reflexionan sobre el proceso de Bolonia una creciente preocupación por estos asuntos. Por ejemplo en el comunicado de la última reunión de Leuven/Louvain-la-Neuve, en abril de 2009, se llama a los distintos países comprometidos con el proceso de Bolonia, a prestar atención a los asuntos relacionados con la equidad y la igualdad de oportunidades sin que ello signifique pérdida alguna de la calidad de los procesos, abriendo los sistemas universitarios a los grupos sociales más desfavorecidos, creando entornos de aprendizaje adecuados, eliminando las barreras de acceso y generando las condiciones económicas necesarias para

que el mayor número de jóvenes puedan tener y aprovechar diferentes oportunidades para estudiar en todos los niveles.



Estas cuestiones no sólo afectan a los asuntos que tratan con la cohesión y el desarrollo social de las personas y de los pueblos, sino también a aquellos otros relacionados con la orientación y contenidos de los programas de estudio. Por ejemplo, la relación de la educación con la pertinencia y la adecuación al mercado laboral que repercute sobre los empleos o la globalidad del conocimiento y su dimensión intelectual o vital, tienen su propio espacio de reflexión. En estos asuntos han estado implicadas muchas personas de gran relevancia y alcance internacional relacionadas con el pensamiento filosófico y sociológico, el mundo académico y político.

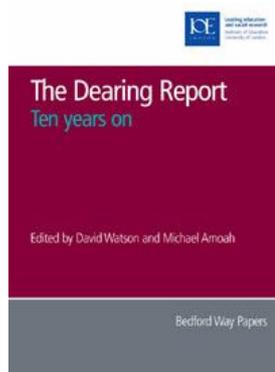
Un documento básico para comprender mejor este apartado, lo que realmente significan las competencias y los modelos de aprendizaje, es el informe emitido por una comisión de la UNESCO encargada de reflexionar sobre la Educación y el Aprendizaje en el siglo XXI, presidida por Jacques Delors, político y presidente de la Comisión Europea, *La Educación Esconde un Tesoro*. El informe Delors defiende que la educación es una utopía necesaria, sobretodo cuando las políticas de educación de los

distintos países son poco decididas o están relegadas, por razones económicas y financieras, a las últimas prioridades de los gobiernos. La Comisión que redactó el informe, consideró que las políticas educativas no sólo son un proceso permanente de enriquecimiento en conocimientos y de capacidades técnicas, sino también, y quizás sobre todo, una estructuración privilegiada de las personas y de las relaciones entre individuos, entre grupos y entre naciones.

La comisión propone estructurar los procesos formativos sobre cuatro grandes pilares. *Aprender a conocer*, para adquirir las herramientas, las ideas y el conocimiento sobre los métodos de referencia que aglutinen los resultados de los avances científicos y los paradigmas contemporáneos. *Aprender a hacer*, para adquirir no sólo una calificación profesional concreta sino también una competencia personal que capacite a las personas para hacer frente a gran número de situaciones diferentes y para trabajar en equipo. *Aprender a convivir* o a vivir juntos, para desarrollar la comprensión del otro y la percepción de las formas de interdependencia, realizar proyectos comunes y prepararse para tratar con los conflictos, respetando los valores de pluralismo, la comprensión mutua y la paz. *Aprender a ser*, para desarrollar mejor la propia personalidad y para estar en condiciones de obrar con una creciente capacidad de autonomía, de juicio, de responsabilidad y ética personal.

Una segunda visión del problema, complementaria y de gran importancia en el contexto disciplinar del departamento RMEI, fue la desarrollada por Ron Dearing, empresario y especialista en reconversión de sistemas públicos, que entre otras cosas permitió al gobierno inglés aplicar medidas organizativas concretas, de previsión económica y de planificación del cambio del sistema educativo, con una visión a largo plazo. Sus precisiones y análisis de la influencia en la evolución de los sistemas

universitarios de los factores externos, políticos, económicos, tecnológicos o sociales, o sobre el compromiso de la educación con los sistemas productivos en los países desarrollados, son una referencia para los gobiernos todavía hoy. Pero además incidió sobre algunos aspectos que siguen todavía de actualidad, la financiación y la gestión eficiente de los sistemas universitarios públicos, las oportunidades y los retos que plantean a los sistemas las nuevas tecnologías o el papel que juega la educación en la mejor comprensión por los ciudadanos de los problemas del mundo y de los valores de las sociedades civilizadas.



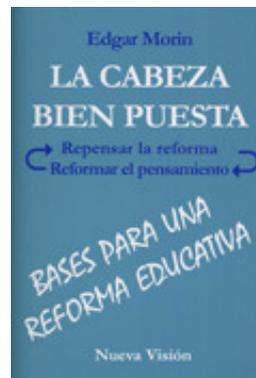
Las conclusiones del informe Dearing fueron asumidas por el gobierno británico, que creó el *Institute for Learning and Teaching* para facilitar la capacitación del profesorado en su nuevo papel de conductor del aprendizaje y con la misión de extender las buenas prácticas docentes. También se creó la *Quality Assurance Agency* con la misión de generar y de gestionar el catálogo nacional de titulaciones, de establecer los criterios de calidad de los programas, de estudiar y aplicar un sistema nacional de acumulación y transferencia de créditos y de elaborar y experimentar un registro normalizado y universal que contemple el progreso del

estudiante como instrumento de transparencia y como medio para que los estudiantes puedan construir, reflejar y hacer el seguimiento de su propio progreso. No resultara difícil para un lector familiarizado con el tema encontrar un cierto paralelismo entre estas cuestiones y muchos de los ingredientes que contiene la reforma del sistema universitario español.

El científico y filósofo de la ciencia francés Edgar Morin profundiza sobre otra dimensión del problema en su obra *Los Siete Saberes necesarios para la Educación del Futuro*. En ella recoge y analiza una inquietud generalizada entre los científicos, pensadores y filósofos de la ciencia, sobre la forma poco adecuada en que se aplica el conocimiento, heredada de la sociedad industrial, para que contribuya al mismo tiempo al desarrollo del hombre y de la sociedad, en todas sus dimensiones: bienestar económico, biológico, técnico y cultural, en un mundo que se enfrenta con los desafíos del siglo XXI. Para E. Morin, la educación del futuro tiene que enfrentarse con una falta de adecuación cada vez más profunda y grave, entre por un lado los saberes disjuntos, fragmentados y compartimentados y por otro, las realidades o los problemas prácticos cada vez más pluridisciplinarios, transversales, multidimensionales, transnacionales y globales.

En sus reflexiones establece unos principios básicos sobre los que debe apoyarse la concepción y la orientación del conocimiento en un nuevo paradigma del pensamiento sistémico, para que sea posible superar la separación entre saberes orientándolos hacia un conocimiento pertinente. Postula que la evolución del conocimiento se encamina hacia conocimientos menos abstractos y no se puede avanzar en ellos sin reconocer el carácter multidimensional de la realidad, es por tanto necesario incorporar la complejidad y la incertidumbre. Para E. Morin, el mito del progreso ya no existe, se sabe

que el progreso es posible pero también se sabe que es incierto. Una vez acumulada y asumida la herencia del siglo XX, en la que a pesar de los avances portentosos de la cosmología, de la biología o de las técnicas energéticas, no se han resuelto los problemas de la humanidad, es necesario aprender a sustituir una visión de un universo que obedece a un orden impecable por otra que responde a una dialéctica entre el orden, el desorden y la organización.



La dimensión social de la educación superior no sólo pretende que la educación esté al alcance del mayor número de personas y en las mejores condiciones posibles, sino también que la educación se convierta en un aliado del desarrollo individual y del entorno, que contribuya al desarrollo de una sociedad sostenible, democrática y basada en el conocimiento. La dimensión social ha ido adquiriendo tal importancia en la educación superior que ya tiene reconocido un carácter transversal que afecta a todos los núcleos básicos de cualquier proyecto educativo: a los programas, a los contenidos y a los itinerarios de estudio, a la movilidad y a la excelencia, a la empleabilidad y a la política de garantía de la calidad.

Hacer énfasis en la dimensión social es una forma de tener presente que el conocimiento y la enseñanza

superior son bienes públicos y que el logro de los objetivos de equidad es una responsabilidad pública. Las sociedades europeas no pueden permitirse el lujo de despreciar los talentos de quienes tienen pocos recursos y las instituciones universitarias no pueden lavarse las manos ante ello, atribuyendo las desigualdades a tiempos pasados; también han de preocuparse evitando que las brechas educativas se agranden, ofreciendo oportunidades reales de éxito a quienes tienen pocos recursos.

LOS PROCESOS FORMATIVOS Y LAS METODOLOGÍAS DOCENTES

Cualquier sistema universitario con pretensiones no debe limitarse a organizar unos estudios entorno a una estructura moderna y eficiente sino que tiene que comprometerse también a la hora de seleccionar el paradigma formativo que identifique sus procesos. Pasar de unos procesos formativos clásicos centrados en la enseñanza (el profesor) a otros que pretendan el aprendizaje (el estudiante) no resulta sencillo para una institución universitaria con largos años de actividad, pero es inevitable si se quiere potenciar una cultura, una forma de tratar con el conocimiento que facilite el aprendizaje a lo largo de la vida. El aprendizaje que siempre ha sido un objetivo en los procesos formativos de cualquier nivel, del profesor en su actividad docente, pasa a ser hoy una prioridad del sistema. En cualquier caso hay que tener presente que la relación entre el profesor y el estudiante se establece con y sobre unos conocimientos concretos. Comprender unos contenidos es la base del aprendizaje y con él nacen y crecen unas competencias específicas.

Mención especial merece la dimensión multidisciplinar de los estudios, una de las cuestiones que

aparecen reiteradamente cuando se habla de la educación superior del siglo XXI, que no cabe ninguna duda tiene que ser algo más que una macedonia de asignaturas inconexas, pequeñas dosis de muchas cosas, en definitiva, aquellos estudios que traten de implementar una multidisciplinaridad responsable deben tener unos objetivos claros con un cuerpo de conocimiento bien definido. Este escenario ideal está muy alejado de aquellas supuestas especialidades o especializaciones que frecuentemente olvidan que una formación universitaria es algo más que adquirir algunas destrezas técnicas, científicas o humanísticas, que en cualquier caso estarían mejor asociadas de manera natural con una formación profesionalmente orientada incluso cuando es de amplio espectro.

Es evidente que todo el proceso depende de los actores que intervienen, profesores y estudiantes, de su capacidad y de su compromiso, personal y con la institución, pero también lo es que si los estudios no están diseñados adecuadamente, si no se contemplan los aspectos relacionados con las competencias desde un principio, difícilmente se podrán alcanzar cuotas de aprendizajes reales y profundos. La cuestión clave está pues en relacionar el conocimiento, los contenidos de las distintas asignaturas y materias de los currículos, con el aprendizaje y con las competencias que generan o viceversa. Y esto no es ni evidente ni sencillo. La cultura del aprendizaje ha de comportar también una revisión profunda de los sistemas de evaluación, actualmente estructurados entorno al aprobado/suspenso, para que potencien, estimulen y reflejen el esfuerzo del estudiante.

Las metodologías docentes tienen mucho que ver con todos estos asuntos y está suficientemente asumido, incluso por la comunidad académica más conservadora, que las más tradicionales han de evolucionar y estructurarse entorno a un trabajo no sólo de tipo personal si no también cooperativo en cualquier caso orientado a la

resolución de problemas estimulando la participación, actividad, independencia, creatividad y el trabajo en equipo de los estudiantes. El profesor dirige y facilita el aprendizaje diseñando actividades motivadoras pero quién realmente aprende es el estudiante. Será por tanto necesario encontrar un equilibrio entre las clases expositivas o magistrales y el tiempo dedicado a otras actividades de tipo más personal como pueden ser los seminarios, talleres y trabajos personales o de grupo.

Las Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones (TIC's) serán sin duda una gran ayuda para todo ello, pero para que sus aportaciones sean realmente eficaces deben penetrar en, o formar parte de, el binomio aprender-pensar, es decir ser algo más que repositorios de información que se activen mediante unos motores de relación más o menos inteligentes o sofisticados. Las TIC's deben hacer posibles dos grandes retos metodológicos de cualquier reforma: la flexibilidad de los procesos y el trabajo en red, ambos de gran trascendencia en la educación superior y en la sociedad del conocimiento. Aulas y laboratorios virtuales, áreas de trabajo cooperativo virtuales, bibliotecas virtuales, tutorías *on line* incluso por video conferencia, foros de discusión *on line* y un largo etcétera de alternativas pueden ser los mecanismos para construir la dimensión virtual de la universidad o la universidad digital.

Cada materia y cada asignatura deberán contextualizar y formalizar todos estos aspectos, su implantación sin duda dependerá de los niveles directamente relacionados con la madurez de los estudiantes. Pero deberá huirse de los tópicos y tratar de encontrar las metodologías y procesos más idóneos para cada una de ellas así como las singularidades digitales y virtuales más útiles para cada conocimiento, en cualquier caso con amplitud de miras y con una perspectiva de futuro y de abstracción sobre todo respecto a los recursos

necesarios o de las limitaciones que de ellos puedan percibirse en la actualidad (la electrónica e informática de consumo son cada vez más competitivas y están más al alcance cotidiano de los ciudadanos).



El aprendizaje basado en proyectos, es decir las técnicas *Project Based Learning* (PBL o ABP en castellano), entendido el proyecto de forma amplia, flexible y aplicable a todas las ramas de conocimiento, puede ser un elemento metodológico que aglutine todas, o al menos muchas de las cuestiones anteriores. Las técnicas PBL, asimilables a las denominadas teorías del caso, incluyen formas diferentes de tratar con un conocimiento concreto. El PBL o ABP es un método con elevadas repercusiones pedagógicas, originario de las facultades de medicina en USA, que potencia las actitudes y el aprendizaje personal, las formas de relacionar el conocimiento con las aplicaciones, que estimula el trabajo colaborativo, la interdisciplinariedad, el espíritu crítico, la iniciativa y la creatividad. Todo un alarde de valores incuestionables pero que algunos expertos educativos tratan de obscurecer resaltando las limitaciones, tanto en la cantidad como en calidad, del conocimiento adquirido que es, para ellos el último objetivo.

EL PROCESO DE BOLONIA

El proceso de Bolonia es una iniciativa de los ministros de educación de los países de la Unión, por lo tanto se sobreentiende que de los gobiernos, para establecer un espacio universitario común en Europa. Nace en un momento en que Europa se encontraba en una situación de euforia institucional y buscaba con ímpetu un modelo económico y social que le permitiera transformarse en la región más *competitiva* y *rica* del mundo, Agenda de Lisboa, Proceso de Bolonia y Espacio Europeo de Investigación, por ejemplo.

El proceso de Bolonia que inicialmente sólo pretendía alcanzar un reconocimiento de los estudios universitarios que terminase con los obstáculos que impedían la libre circulación de las personas y la libertad de establecimiento de los profesionales en el espacio comunitario, terminó recogiendo todas las tendencias educativas del momento. Como consecuencia de ello el proceso se diluyó, especialmente en lo que hace referencia a sus objetivos primeros, aunque tomó un protagonismo sin límites en aquellos países en los que coincidió, más o menos de forma natural y por distintas razones, con una reforma del sistema universitario local, por ejemplo en España.

Algunos países de Europa, más de los deseados, cayeron en la tentación de profundizar sólo en lo más trivial de la convergencia europea, cuestión que les condujo a tomar posturas pasivas en los procesos. Como consecuencia de ello, muchas de las voces que lideraron los procesos defendieron más una fórmula única, como si del euro se tratase, que una armonización que contemplase y hiciese sostenible la diversidad. En realidad bajo la coartada de hacer lo que hacen los otros países de Europa se escondía un temor y una cierta impotencia para gestionar los cambios más o menos profundos que

precisaban las sociedades nacionales, seguramente diferentes en cada una de ellas, para adecuarse a una nueva forma de entender la sociedad europea en los albores del siglo XXI.

En la práctica esto no fue más que una consecuencia del férreo control que el sector académico (y científico) ejercía, y sigue ejerciendo, sobre el sistema de educación superior en los distintos países de Europa, estableciendo unos objetivos para la educación superior que mantienen la mayor parte de los argumentos y los tópicos del pasado. Estas posturas se extreman si la sociedad no está comprometida y no tiene planes concretos para su universidad sobre todo a medio y largo plazo. En este contexto el mensaje inevitablemente se convierte en conservador y con ello incluso hasta los individuos y agentes más euroescépticos hacen suyos los más superficiales y los transforman en argumentos europeístas de primera dimensión.



Sin embargo y a pesar de todo, el proceso de Bolonia, aunque llegó con retraso, dinamizó desde un principio la reforma en España, aunque también ocasionó algunos efectos perversos. Algunos agentes sociales, individuales e institucionales, no sólo los profesores, estudiantes y universidades, vieron el proceso de Bolonia

como una oportunidad, otros como una amenaza. Entre ambas visiones fue creciendo el proceso, como es fácil de comprender, acompañado de muchas contradicciones que terminaron creando una gran desconfianza en los ciudadanos y en el sistema. A pesar de todo, en España el proceso de Bolonia ha puesto en la escena universitaria muchas cuestiones que eran impensables pocos años atrás, la formación en competencias, los procesos formativos, la acreditación y la calidad y muchos otros asuntos de gran interés pedagógico y social.

En la anterior reforma, la universidad española se ganó una gran credibilidad pues no sólo asumió el papel educativo que le era más propio sino que hizo un esfuerzo extraordinario para conectar con las nuevas exigencias y demandas sociales. Para hacerles frente aceptó dos retos de gran trascendencia estratégica en aquellos momentos: la investigación como un elemento clave en la vida académica y la expansión territorial para facilitar y potenciar una mayor conexión con los ciudadanos e influir desde la proximidad sobre el desarrollo económico y social más local. En pocos años la universidad española se convirtió en un espacio de profesores profesionales, orientados hacia la investigación, altamente especializados en contenidos científicos, humanísticos y técnicos, que interactuaban con y sobre los estudiantes por medio de unas enseñanzas y unos títulos universitarios diseñados para progresar con éxito hacia el desarrollo industrial, humanístico, económico y social deseado.

Hoy la universidad española tiene la obligación de enfrentarse de nuevo con dos grandes desafíos de enorme trascendencia social: la innovación y la formación a lo largo de la vida. La innovación está ligada con la creatividad y a la competencia de las personas, crecer en innovación implica abordar ambas cuestiones con decisión en los procesos formativos. La formación a lo largo de la

vida es una necesidad de los ciudadanos para incrementar sus competencias personales y con ello progresar en su calidad de vida. En este nuevo escenario la universidad debe convertirse en el espacio, físico e intelectual, donde profesores, estudiantes y ciudadanos trabajan conjuntamente. En estos momentos la reforma universitaria en España está en marcha con una ley que establece unas reglas que aparentemente rigidizan el sistema, pero que en la práctica dejan algunos grados de libertad que sería conveniente aprovechar para alcanzar las mayores cotas de competencia y calidad posible. Esta apreciación seguramente no afecta ni a la estructura ni a la definición primera de los estudios, muy continuistas aquellos relacionados con el departamento, aunque si a los procesos formativos y demás asuntos relacionados.

En cualquier caso el problema nuevo que plantea Bolonia es que la formación del primer ciclo o grado debe proporcionar diferentes posibilidades a los estudiantes, en función de sus intereses personales y de sus capacidades intelectuales. Esta cuestión es difícil de comprender bajo una visión clásica de la universidad; por ello establecer procesos formativos orientados simultáneamente hacia la empleabilidad o para continuar ampliando los estudios, es el principal desafío con el que tienen que enfrentarse los sistemas universitarios europeos. El estudiante no tiene porqué tener decidido a priori su futuro, su currículo deberá evolucionar en función de sus capacidades e intereses personales tanto a lo largo de su vida joven como adulta. Sin duda las universidades españolas se van a enfrentar en los próximos meses, y posiblemente a lo largo de algunos años, con un reto muy importante, en cualquier caso de obligado cumplimiento, que constituye una oportunidad para, con generosidad y amplitud de miras, construir un futuro mejor.

Capítulo 2

Experiencias formativas desarrolladas en el departamento durante los últimos años

INTRODUCCIÓN

En este capítulo se describen alguna de las experiencias formativas desarrolladas, de forma individual o colectiva, por los profesores del departamento de Resistencia de Materiales y Estructuras en la Ingeniería (RMEI) en los últimos años. Como el departamento imparte su docencia en Escuelas bien diferenciadas, las experiencias son también distintas ya que responden a estudios universitarios con estrategias y objetivos diferentes, que entre otras cosas no son una responsabilidad última del RMEI. No obstante el departamento tiene sus propios mecanismos para seguir, valorar y potenciar estos asuntos que considera de gran interés como pone de manifiesto la constitución de una comisión interna de reflexión sobre el espacio europeo de educación superior y la inclusión de este proyecto en su plan estratégico.

Dada la diversidad de las experiencias, se adopta en este trabajo una metodología armonizadora para exponerlas de forma que, de acuerdo con el más puro espíritu de Bolonia, sean entendibles y comparables. Para ello las distintas experiencias se despliegan en el texto mediante cinco ejes de referencia, contexto, objetivos, procesos, agentes y resultados. En cualquier caso debe tenerse en cuenta que no se pretende hacer una presentación exhaustiva de cada una de ellas, sino resaltar aquellas cuestiones más relacionadas con las buenas prácticas, objetivo último de este trabajo.

Se presentan a continuación tres tipos de experiencias bien diferenciadas pero complementarias. El primer tipo se desarrolla en un proyecto global recientemente activado por la Escuela de Caminos para todos los estudios que oferta, el segundo en la generalización de un conjunto de experiencias desarrolladas desde hace muchos años en la Escuela de Ingeniería Industrial de Barcelona (incluye un trabajo más teórico desarrollado por un estudiante como trabajo fin de carrera dirigido por el profesor del departamento Dr. Ferrer bajo los auspicios de Instituto de Ciencias de la Educación de la UPC; tiene por tanto una visión de estudiante y un carácter general, muy interesante para los objetivos de este trabajo). El tercero y último resultado de un conjunto de iniciativas llevadas a cabo por profesores del campus de Tarrasa-Manresa para dar respuesta a las demandas del Espacio Europeo de Educación Superior.

EL PROYECTO JANUS: UNA ESTRATEGIA GLOBAL DE LA ESCUELA DE CAMINOS DE BARCELONA

El proyecto Janus es una iniciativa de la Escuela Técnica Superior de Caminos, Canales y Puertos de Barcelona que pretende dar una respuesta global a las demandas formativas que reclama el Espacio Europeo de

Educación Superior. Algún responsable del proyecto puntualiza al definirla que al final, el proyecto Janus pretende, fundamentalmente, prestar atención a los estudiantes, es decir, escucharlos, estimularlos y ayudarlos a progresar en su proceso formativo.

Los objetivos del proyecto Janus se pueden agrupar entorno a una gran apuesta institucional de la Escuela de Caminos de Barcelona por la eficiencia de la docencia. Aunque para ello sea necesario apoyarse en una profunda, y bien entendida, estrategia de tutorías, una búsqueda decidida de nuevas metodologías docentes y un uso equilibrado de las tecnologías de la información y las comunicaciones. Un plan tutorial atinado y responsable, específico para cada materia, es fundamental para conocer y evaluar las capacidades reales de los estudiantes, poder valorar su progreso, estimular a los profesores y establecer los mecanismos de calidad pertinentes. Su éxito pasa por reconocer los esfuerzos de los distintos agentes involucrados, estudiantes y profesores, y de proporcionar los medios humanos y materiales necesarios para que sea efectivo. Por ejemplo la Escuela de Caminos asigna a las distintas materias, a medida que se van incorporando al proyecto, recursos para crear un grupo de becarios de ayuda, tanto estudiantes de segundo ciclo como de doctorado, de acuerdo con la filosofía de *teaching assistant* en vigor en otros países del mundo. Pero Janus no sólo proporciona recursos sino que también facilita la implantación de procesos y de metodologías innovadoras, es decir estimula la imaginación y la creatividad de los profesores en los procesos de formación incluso asumiendo institucionalmente, en su caso, aquellos riesgos que son razonables.

El proyecto Janus se puso en marcha experimentalmente el curso 2007-08 en un grupo de segundo curso de los estudios de ingeniero técnico de

obras públicas. Los buenos resultados obtenidos con la experiencia piloto han recomendado el despliegue de las siguientes fases del proyecto, en el curso 2008-2009 para toda la fase selectiva, en el curso 2009-2010 para los segundos cursos de los distintos estudios ofertados por la escuela, con la intención de que en un plazo relativamente breve la filosofía Janus acoja a todos los estudios de la escuela. El proyecto tiene un coste que no es despreciable y que la escuela hasta el momento ha podido asumir, un elevado porcentaje de su presupuesto anual se destina a ello. Pero es necesario tener en cuenta que el coste crecerá en los próximos años, y habrá que programar los fondos, o las fuentes de donde obtenerlos, para financiarlo.

EL DEPARTAMENTO DE RESISTENCIA DE MATERIALES Y ESTRUCTURAS EN LA INGENIERÍA Y EL PROYECTO JANUS

El departamento RMEI ha estado implicado desde un principio en el proyecto Janus con la asignatura Estructuras, tanto en la fase experimental como en la de explotación, que se imparte en el segundo curso de la titulación de ingeniero técnico de obras públicas. Pero además el profesor responsable de la asignatura, Dr. Cervera, ha jugado un papel relevante no sólo en la definición y desarrollo sino también en el seguimiento y control del proceso como miembro de la comisión gestora del proyecto. El profesor Cervera tiene además la responsabilidad de coordinar en todos los estudios de la Escuela de Caminos, primer y segundo ciclo, grado y master, la línea de conocimiento relacionado con las Estructuras. En la segunda fase se ha incorporado al proyecto Janus la asignatura del departamento Mecánica de primer curso, también de la titulación de ingeniero técnico de obras públicas.

A continuación se describen las principales características de los planteamientos docentes que ha desarrollado en los tres últimos años la asignatura de Estructuras para dar respuesta a los retos planteados, entre otras cosas porque ha tenido un protagonismo mucho mayor que la Mecánica en el progreso del proyecto. En cualquier caso es necesario resaltar que en las experiencias realizadas no se cambian los contenidos y objetivos ni la carga lectiva final de la asignatura Estructuras, es decir, se mantienen todos los parámetros asociados con los estudios regulados por la Ley de Reforma Universitaria (LRU), de forma que no se alteren los equilibrios del conjunto de la titulación.

Por otro lado cada asignatura adopta en el contexto Janus una metodología docente propia, y por tanto la adoptada por la asignatura Estructuras sólo describe la forma en que los profesores responsables interpretan sus objetivos. De acuerdo con la metodología adoptada en este trabajo, las reflexiones que se hacen a continuación se realizan entorno a cinco grandes apartados.

El contexto

La asignatura Estructuras de segundo curso de la titulación de ingenieros técnicos de obras públicas es muy importante en la formación estructural, disciplina que incide de forma directa en la actividad profesional de estos ingenieros. Buena prueba de ello es que el plan de estudios vigente en la Escuela de Caminos, Canales y Puertos de Barcelona le asigna una carga lectiva de doce créditos, lo que implica cuatro horas de docencia a la semana durante todo el año. Los estudiantes han tenido siempre grandes dificultades para superar la asignatura, es decir para comprender con fluidez los conocimientos y

aplicar con solvencia los métodos que la asignatura contempla.

Todo ello ocasionaba un cierto embolsamiento que conducía año tras año a que la asignatura tuviese un elevado número de estudiantes. Estructuras era lo se denomina una asignatura difícil, con una problemática similar a algunas otras de la curricula pero que al final ocasionaban retrasos importantes en la duración efectiva de la carrera de muchos estudiantes. En estas condiciones las metodologías de enseñanza clásicas sufrían con los tópicos del modelo: falta de motivación y asistencia a clase, escasa interacción entre el profesor y el alumno, desencuentros entre los objetivos de los profesores y estudiantes, desajustes en los contenidos de los exámenes y un largo etcétera de cuestiones relacionadas.

Los objetivos

Los objetivos de la experiencia se asientan en cuatro grandes estrategias. En primer lugar introducir metodologías interactivas que provoquen que los estudiantes trabajen en clase, en cualquier caso teniendo presente que no se trata de obligar a, sino de inducir a. En segundo lugar *entrenar* la capacidad de razonar y de resolver problemas, el estudiante debe ser capaz de plantearse un problema y tratar de buscar autónomamente la solución, aunque en el camino vayan apareciendo las restricciones que el conocimiento impone que tendrá que superar con la ayuda del profesor. En tercer lugar desarrollar la capacidad de aprender, es decir adquirir nuevas lógicas de tratar con el conocimiento que tengan presente los tiempos necesarios. No se trata de saber muchas cosas sino las necesarias para poder avanzar de forma autónoma, de almacenes a fábricas de conocimiento.

Por último el profesor tiene que liderar todos los pasos con el objetivo final que el estudiante comprenda un conocimiento concreto. Para que el conjunto tenga el éxito deseado, el profesor debe hacer en cada momento las aportaciones pedagógicas, instrumentales y de conocimiento necesarias para que todos y cada uno de los procesos funcionen correctamente. El objetivo último no es que el estudiante apruebe sino que sepa lo necesario para enfrentarse con éxito con los problemas que el conocimiento objetivo plantea. El estudiante debe gestionar adecuadamente su esfuerzo y tiempo aunque de forma dirigida sin que ello signifique una pérdida significativa en sus capacidades personales de decisión y creatividad.

Los procesos formativos

Los procesos formativos deben ser coherentes con los objetivos que se pretenden alcanzar, y esto que puede parecer evidente, no siempre ocurre. Los procesos formativos a los que se hace referencia en este texto son aquellos que tienen lugar en el aula y se desencadenan mediante actos expositivos y de trabajo conjunto de los alumnos y del profesor. No se profundiza en aquellos otros actos que se realizan más individualmente, estudio personal o preparación del material docente de apoyo.

La docencia de la asignatura Estructuras se planifica mediante actividades aparentemente convencionales: clases teóricas y prácticas, trabajos prácticos y de laboratorio. Sin embargo, el despliegue de cada uno de ellos es poco convencional, las clases teóricas se desarrollan bajo la premisa que el alumno ha preparado el tema objetivo con antelación, y por lo tanto el profesor en la clase hace una síntesis del conocimiento involucrado, destaca lo más importante y organiza y dirige el debate no

sólo sobre las dudas que han surgido en la fase de estudio individual, sino sobre aquellas que surgen entorno a ejercicios prácticos específicamente diseñados para provocarlo.



En las clases prácticas el profesor plantea problemas con diferentes objetivos. En una primera fase el alumno tiene que entender bien el problema y relacionarlo con todo aquello que ya conoce. En una segunda fase tiene que activar los mecanismos de autonomía necesarios para que sea posible ir un poco más allá, dar un pequeño salto en el conocimiento que ya tiene. Finalmente muchas veces para que se produzca el aprendizaje efectivo, el profesor tiene que dar un último empujón para vencer los obstáculos que generan pequeños detalles o conceptos muy básicos que en su momento el estudiante entendió débilmente o de forma errónea.

Se definen también unos trabajos prácticos, uno obligatorio por cuatrimestre, para complementar y consolidar los conocimientos adquiridos en las clases teóricas y prácticas. El primer trabajo se realiza en un laboratorio físico y pretende relacionar alguno de los conocimientos propios de la asignatura con la experimentación. El segundo se realiza en un laboratorio virtual, aula informática equipada con un software

fácilmente manejable, y pretende conectar la asignatura y sus conocimientos con la ingeniería práctica. Los procesos formativos descritos se implementan mediante sesenta y cuatro sesiones de tipo teórico y treinta sesiones que desarrollan ejercicios prácticos, que no incluyen los dos trabajos anteriormente citados. Finalmente hay que destacar que la metodología aplicada en la experiencia descrita no trata con una evaluación continuada, pues solo se hacen dos evaluaciones formales al final de cada cuatrimestre, sino de un trabajo continuado, seguido y valorado puntualmente por los profesores y los becarios asistentes.

Los agentes

En el modelo de enseñanza convencional el papel que juegan los profesores y estudiantes está claramente establecido desde un principio, en general no facilita la comunicación entre ellos y termina generando una barrera en la relación, muchas veces el estudiante no entiende un conocimiento y el profesor no entiende porqué no lo entiende. El proceso formativo va generando poco a poco un alejamiento emocional.

La experiencia que se realiza con la asignatura Estructuras trata de romper con esta dinámica, planificando el proceso formativo en dos etapas, que no tienen porque ser alternativas ni producirse de forma secuencial y excluyente. En la primera etapa tiene más protagonismo el profesor, que plantea los problemas y los caminos para encontrar la solución. En cualquier caso teniendo muy presente que quien aprende es el estudiante, y por lo tanto que las capacidades que tienen para asumir un conocimiento concreto son limitadas. En la segunda tiene más protagonismo el estudiante que debe enfrentarse con un problema de cierta complejidad para

sus conocimientos. El estudiante es responsable de su propio aprendizaje, aunque debe tener muy presente que el profesor no es su enemigo sino su aliado.

Las dos etapas no son independientes necesitan complicidades, acercamientos, enlaces y mecanismos para conectarlas. Estos lazos son fundamentales para incrementar la eficacia del proceso, y deben construirse con ejemplos sencillos, que comprenda bien el estudiante, que incidan en los puntos más débiles observados pero que le den confianza y autoestima, y además constituyan una referencia y una seña de identidad. Para alcanzar estos objetivos la mayoría de las sesiones docentes se programan de forma que las dos fases coexistan en ellas, es decir, sesiones en las que el profesor y los estudiantes, sin confundir los roles, tienen más o menos el mismo protagonismo.

Para alcanzar el éxito, es necesario un esfuerzo sostenido no sólo del estudiante sino también del profesor, y hay que tener siempre muy presente que todo el proceso es muy sensible a ello. El esfuerzo del profesor es más controlable pues al fin y al cabo está sometido a reglas de tipo profesional. Sin embargo la experiencia muestra que hay que motivar al estudiante con otros incentivos, en cualquier caso, visibles y cuantificables, pero además con otros argumentos más intangibles relacionados con la propia gestión de su carrera y de protagonismo a la hora de estudiar y aprender.

Los resultados

Muchos pueden ser los indicadores para valorar la bondad de la metodología utilizada en la experiencia, aprobados o suspensos, satisfacción del estudiante, etcétera. Quizá el mejor entre todos ellos sea la asistencia a clase, una buena medida del interés de los estudiantes por la asignatura, profesor, procesos y contenidos.

Durante el primer año, curso 2007-2008, se fijaron con precisión las sesiones de clase teóricas y prácticas. La asistencia a las clases teóricas fue escasa, del orden del 40% del total de los matriculados, que se incrementó ligeramente hasta llegar al 50% en las clases prácticas. Por el contrario durante el año siguiente, curso 2008-2009 no se fijó a priori el carácter de las sesiones, de forma que el estudiante cuando iba a clase no conocía el carácter de la misma, es decir, si sería teórica o de prácticas. Esta aleatoriedad no sólo tiene ventajas desde el punto de vista formativo, margen para adecuar los contenidos al progreso del estudiante, sino que provoca un cierto efecto llamada sobre el estudiante, asistencia a clase del 71%. A pesar de que esta circunstancia tiene sus efectos colaterales, ocupación de las aulas por ejemplo, y que se plantearon ejercicios de una cierta dificultad, los estudiantes tuvieron una actitud mucho más proactiva, es decir trabajaron con entusiasmo y plantearon sus dudas.

Curso Nº alumnos	2008		2009	
	Enero	Mayo	Enero	Mayo
Matriculados	112 (220)		242	
Activos en prácticas	112		175	
Presentados a examen	104	102	205	200
Aprobados en examen	88	89	194	178

En la tabla se presentan los valores numéricos más significativos de alguna de las variables que miden los resultados obtenidos durante los dos últimos cursos. Puede apreciarse que la experiencia ha mejorado en el

segundo año, se han incorporado las mejoras resultantes de los análisis realizados durante y a final de curso, y mucho más si se comparan con los resultados obtenidos con los planteamientos y metodologías anteriores

Los alumnos han valorado muy favorablemente la nueva programación de la asignatura, 4.3 de calificación promedia en la encuesta, no sólo porque aprueban mejor sino también porque entienden que aprenden más. Los profesores también están satisfechos porqué, a pesar del esfuerzo adicional que han tenido que hacer, han podido interactuar más con los estudiantes y como consecuencia de ello ver como progresaban día a día; se llega más lejos hablando con los alumnos que aumentando la información y los recursos. En cualquier caso es un valor incuestionable, para profesores, alumnos y especialmente para la Escuela de Caminos y para la UPC, que la asignatura Estructuras después de caminar dos años con la nueva filosofía ya no figure en la oferta de las academias especializadas.

EXPERIENCIAS EN LA ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIERIA INDUSTRIAL DE BARCELONA

A continuación se describen alguna de las experiencias que durante los últimos años han desarrollado profesores del departamento RMEI que imparten su docencia en los estudios que oferta la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial de Barcelona (ETSIIB).

Las experiencias que se presentan tienen dos orientaciones bien diferenciadas, una como resultado de las actuaciones de los profesores, con dos asignaturas bien diferentes tanto desde el punto de vista de contenidos como de objetivos y de contexto y otra en forma de trabajo fin de carrera realizado por un estudiante durante el curso

2008-2009. Esta última es una novedad que conviene resaltar y enfatizar en este trabajo, pues no es habitual que un desarrollo de este tipo se lleve a cabo en forma de proyecto fin de carrera.

UNA ASIGNATURA QUE CRECE CON UN PROCESO INNOVADOR SINGULAR

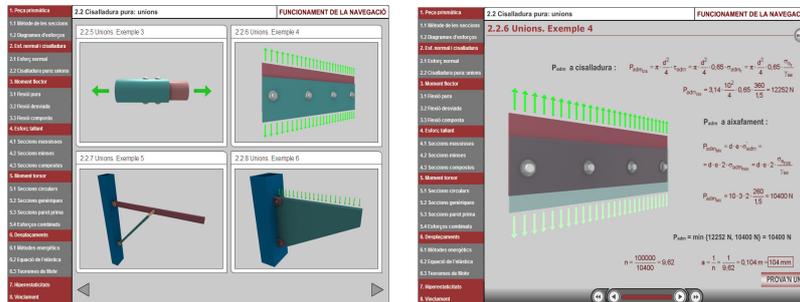
Es una experiencia, en forma de trabajo de curso tutorizado, que se lleva desarrollando desde hace más de 25 años en la asignatura de *Elasticidad y Resistencia de Materiales*, y que a pesar de ello todavía sigue teniendo un gran atractivo para los estudiantes. Se presenta aquí como un ejemplo innovador pues, a pesar del largo camino recorrido, el proceso se ajustaba perfectamente desde sus comienzos al espíritu de aprendizaje activo que preconiza el EEES. Con el tiempo la filosofía se ha extendido y ha terminado *contagiando* a toda la asignatura de forma que ahora incluye otros muchos procesos metodológicamente comparables, especialmente aquellos relacionados con el aprendizaje autónomo y la autoevaluación.

Contexto

La asignatura de *Elasticidad y Resistencia de Materiales* de la titulación de Ingeniero Industrial está adaptada a las reglas que emanan del EEES, es cuatrimestral y común obligatoria, se imparte en tercer curso de los estudios de ingeniero industrial con una intensidad de 6 ECTS. Se matriculan muchos estudiantes, del orden de 250 por cuatrimestre, que todavía no han elegido ningún itinerario de intensificación.

Objetivos

El objetivo inicial del proceso de referencia de una metodología más activa era interrelacionar las distintas fases, diseño, cálculo, construcción y experimentación, de una actividad profesional propia de la ingeniería estructural. Posteriormente, teniendo en cuenta la buena acogida y los excelentes resultados, se han ampliado y extendido los objetivos diseñando para ello un material multimedia complementario utilizable in situ y a distancia a través de Internet. Este nuevo material facilita el aprendizaje lejos de las aulas y la posibilidad de que el estudiante evalúe autónomamente su progreso en la asignatura. En cualquier caso el material multimedia diseñado mantiene el espíritu de relacionar la realidad con la aproximación y el cálculo mediante animaciones de realidad virtual que incluyen incluso presentaciones de los mecanismos de fallo



Procesos formativos

El proceso diseñado dirige el trabajo del estudiante mediante un ejercicio práctico que activa todas las etapas de un trabajo de tipo profesional en el campo de la ingeniería de estructuras, diseño, cálculo, construcción y comprobación en laboratorio. Los estudiantes trabajando en grupo diseñan un elemento resistente bajo ciertas

condiciones geométricas y restricciones del entorno y la someten a unas determinadas cargas nominales y coeficientes de seguridad. El grupo calcula la respuesta, la optimiza, construye el elemento resistente y lo ensaya en laboratorio, correlacionando los resultados calculados con los obtenidos experimentalmente. El conjunto lo empaquetan en un informe que presentan y defienden ante a sus compañeros y el profesor. El trabajo se lleva a cabo en grupos de 3 estudiantes, que mantienen 3 reuniones de 1 hora con los tutores de cada trabajo y realizan una defensa en un acto público de 2 horas de duración.

Los agentes

Para complementar la filosofía anterior se ha desarrollado una aplicación electrónica que usa el profesor para su actividad presencial y el estudiante en su trabajo personal fuera del aula. La aplicación es una plataforma multimedia desarrollada en el contexto de un proyecto de mejora de la docencia dirigido por la profesora del departamento Dra. Pastor, que incorpora Flash (PRISMATIC" <http://upc.edu/demormee/prismatic.html>) y utiliza textos, dibujos y animaciones, sin duda un ingrediente innovador en este contexto.

Algunos ejercicios, 19 de 90, contemplan la posibilidad de una autoevaluación incorporando una opción de *Prova'n un* en la que automáticamente se genera un ejercicio cuya resolución es evaluada también de forma automática. Para cada conjunto de datos el estudiante puede hacer tres intentos aunque el proceso se puede repetir indefinidamente con datos nuevos.

Los resultados

El resultado pedagógico es bueno, tanto en lo que hace referencia al trabajo en grupo como a las aportaciones de la plataforma multimedia. El trabajo en grupo está muy contrastado por la práctica y la aplicación multimedia se depura y amplía constantemente, mejorando los útiles para definir nuevas figuras y los guiones de las animaciones (muy similares a los guiones cinematográficos) así como los procesos para la presentación de los desarrollos más teóricos.

EL EFECTO AMPLIFICADOR DE UNA EXPERIENCIA DE ÉXITO CERCANA

Los buenos resultados obtenidos con la asignatura de Resistencia de Materiales han generado sensaciones y sinergias positivas en los profesores de la sección del departamento en la ETSIIB que finalmente se han plasmado en otras experiencias innovadoras. En particular en la asignatura de Mecánica de los Medios Continuos que ha incorporado a su docencia diversos seminarios, un trabajo tutorizado y una plataforma multimedia con nuevas prestaciones, por ejemplo el laboratorio virtual.

El Contexto

La experiencia trata con la adaptación al EEES de la asignatura Mecánica de los Medios Continuos que se imparte en segundo curso de los estudios de ingeniería industrial con una intensidad de 4,5 ECTS. La asignatura es troncal, común para los estudios y tiene una matrícula numerosa, del orden de 250 estudiantes por cuatrimestre.

Los Objetivos

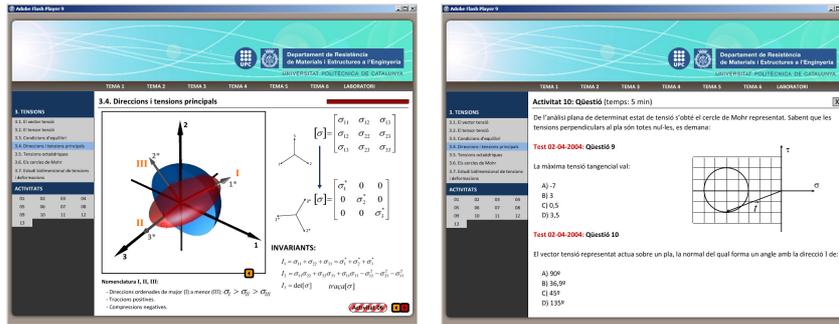
Se trata de incorporar las experiencias y conceptos formativos desarrollados en la asignatura Resistencia de Materiales a la Mecánica de los Medios Continuos, incorporando las peculiaridades y aportaciones que no sólo demanda la propia disciplina sino también la iniciativa de los profesores. El trabajo autorizado se potencia con nuevas herramientas didácticas virtuales, el laboratorio virtual, de gran potencia y alcance.



Los procesos

Los procesos formativos se organizan por medio de actividades presenciales con 30 sesiones docentes de 1,5 horas (en grupos de 50-70 estudiantes) y 7 seminarios de 1 hora (en grupos de 20-30 estudiantes), 3 o 4 prácticas de laboratorio con sesiones de 2 horas (en grupos de 15 con equipos de 3 estudiantes) y un trabajo de curso tutorizado con 3 sesiones de tutoría de 1 hora y una presentación pública del trabajo de 2 horas. Los principales procesos formativos que se activan tienen que ver con el aprendizaje basado en retos, actividades planificadas fuera del aula con retornos, el debate y aprendizaje en grupo, las técnicas experimentales y el laboratorio virtual via web y el diseño, análisis (MEF),

construcci3n y ensayo experimental de un objeto desde un punto de vista funcional y resistente.



Los agentes

Los profesores de la secci3n han generado una plataforma multimedia con Flash, a partir de las diapositivas de Power-Point de la asignatura, que contienen toda la informaci3n necesaria para el aprendizaje tanto de forma aut3noma como para complementar las sesiones presenciales: repasar los conceptos expuestos por el profesor, hacer los ejercicios planteados de autoevaluaci3n o visitar el laboratorio virtual, donde se explica el contenido de las pr3cticas de laboratorio (presenciales). Este material ha sido financiado por el ICE en el marco de las *Ajuts per a la millora de la doc3ncia*, siendo el responsable del proyecto el Prof. M. Ferrer y el estudiante de Ingenieria Industrial David Avellaneda como becario de apoyo (<http://mmc.etsib.upc.edu/>)

Se ha adaptado recientemente la parte del laboratorio dedicado a la docencia para poder disponer de espacios y mesas m3s amplias donde montar los distintos utillajes de ensayo, como por ejemplo un banco fotoel3stico. Se ubica un utillaje en cada una de las 5 mesas de ensayo, donde trabajan equipos de 3 personas.

También se ha renovado el material de laboratorio incorporando cámaras y monitores de TV dónde visualizar las imágenes fotoelásticas, sustituyendo los elementos de carga por sistemas neumáticos o actualizando los amplificadores de lectura de datos extensométricos. Los seminarios se hacen en aulas con mobiliario móvil, para poder desarrollar las sesiones en una configuración de reunión de trabajo.

Los resultados

El sistema se está implementando de forma completa este curso y por lo tanto no se dispone de una valoración global, aunque si de alguno de los procesos parciales con excelentes resultados. Los estudiantes que realizan todas las actividades programadas están teniendo porcentajes de éxito superiores al 95% mientras que el resto alcanza con dificultades el 30%. Esto está teniendo un efecto llamada de forma que los estudiantes que siguen estos procesos esta creciendo día a día.

El trabajo de curso tutorizado estimula mucho a los estudiantes y se convierte en una herramienta crucial para consolidar los conocimientos. Como le dedican mucho trabajo cada vez se le está dando mayor peso en el algoritmo de evaluación (17% en la actualidad). También la coevaluación está resultando muy eficaz, permite comprender mejor los objetivos y diferenciar entre los aspectos más relevantes y los que no lo son tanto, lo que influye, entre otras cosas, en la calidad de las presentaciones orales. La defensa oral del trabajo obliga a comprender con mayor profundidad el tema a exponer, y la elección aleatoria del ponente define en la práctica un trabajo en equipo más solidario y cooperativo.

UNA EXPERIENCIA EN FORMA DE PROYECTO FINAL DE CARRERA

El estudiante de Ingeniería Industrial, Albert Vallès Rosich, estudia en su proyecto fin de carrera las principales características que tendría la asignatura *Teoría de Estructuras y Construcciones Industriales*, obligatoria en 4º curso para todas las intensificaciones de los estudios de ingeniero industrial actuales, como consecuencia de una adaptación al Espacio Europeo de Educación Superior, de acuerdo con los planes previstos por la ETSIIB. El trabajo hace un hincapié especial en las metodologías docentes y se desarrolla y presenta siguiendo de forma ingeniosa los pasos clásicos de un proyecto de ingeniería convencional, es decir considerando la situación actual, un modelo de cambio, un estudio de alternativas, la descripción de la solución adoptada, el impacto ambiental y un presupuesto. En cualquier caso la experiencia es teórica y se presenta en este trabajo porque las propuestas de un estudiante aportan una visión diferente o por lo menos un poco más distante que la de los profesores.

El contexto

En los nuevos planes de estudios de la ETSIIB, los contenidos de análisis estructural, incluidos en la asignatura *Teoría de Estructuras y Construcciones Industriales*, migran a una asignatura nueva, más específica de *Teoría de Estructuras* que con un carácter obligatorio se impartirá en los estudios de master en Tecnologías Industriales, asignándosele además una mayor intensidad (de 3 créditos a 4,5 ECTS). Este mayor protagonismo de la asignatura tiene mucho que ver con la programación propuesta.

Los objetivos

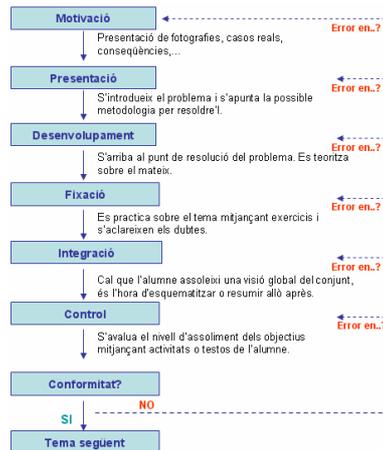
El objetivo fundamental del trabajo es incorporar a la nueva asignatura *Teoría de Estructuras* las reglas que emanan del Espacio Europeo de Educación Superior, haciendo especial énfasis en los objetivos más específicos del aprendizaje (de acuerdo con la clasificación de B. S. Bloom). A partir de ellos se diseñan los contenidos de la asignatura: temario, teoría, actividades planificadas, cuestiones a introducir en los textos, etcétera. También se toman como variables de diseño las competencias, profundizando en las más esenciales desde el punto de vista formativo y en las más significativas para el ejercicio de la profesión de ingeniero industrial. Se describen en el trabajo desde las más instrumentales (capacidad de organización y de planificación o de resolución de problemas) o personales (razonamiento crítico) hasta las más sistémicas (aprendizaje autónomo o auto evaluación).

Los procesos formativos

En los modelos de aprendizaje, la docencia tiene que sustentarse en metodologías activas que promuevan y estimulen la motivación, la atención y el trabajo del estudiante. Para hacer efectiva esta filosofía se propone que los procesos formativos se planifiquen siguiendo una secuencia pedagógica que fomente el aprendizaje con distintas fases de motivación, presentación, desarrollo, fijación, integración y control.

En la figura se pueden apreciar, en forma esquemática y por medio de un diagrama de flujo, las principales características de cada una de las fases o etapas del proceso de aprendizaje. Para hacerlas efectivas se proponen en el trabajo unas herramientas básicas: una plataforma común de relación y de

planificaci3n, unas actividades y textos de referencia, una gesti3n autom1tica de aplicaciones y una planificaci3n global de la asignatura y del sistema de evaluaci3n.

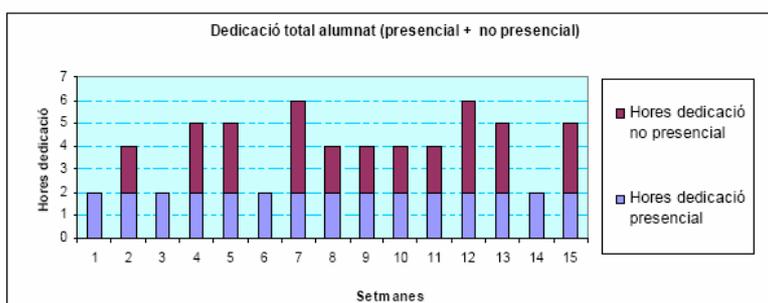


Los agentes

La propuesta que hace el estudio presupone que existe un material de apoyo, guía docente, plataforma Atenea o Moodle y ficheros Excel específicos, para llevar a buen fin de forma controlada las distintas actividades formativas. Si se dispone del material adecuado y si todo funciona correctamente, el estudio asigna al profesorado un volumen de trabajo asequible, aunque también considera que alguna de las actividades precisará de un mayor compromiso personal del profesor.

La introducci3n del sistema de créditos ECTS obliga a planificar el trabajo del estudiante tanto el presencial más controlado como el autónomo más libre, asunto que comporta una cierta dificultad. El estudio propone establecer unas estrategias fiables para conocer la dedicaci3n real que precisa un estudiante para seguir la asignatura con el aprovechamiento requerido. El estudio

propone unos mecanismos concretos para ello, utilizando una aplicación electrónica implementada en el *campus digital*, que tiene la peculiaridad de ser uno de las herramientas que usan los estudiantes durante el aprendizaje.



Los resultados

El proyecto propone una evaluación continuada. También admite opcionalmente una evaluación final con un examen único. Sin embargo recomienda al estudiante la evaluación continuada como el mejor camino para incentivar un trabajo personal que proporcione mayores niveles de aprendizaje, mejores éxitos académicos y lo que quizá es más importante, una mayor capacitación profesional.

Es importante conocer la opinión de los estudiantes y para ello tener los indicadores que valoren los distintos procesos no sólo aquellos relacionados con el aprendizaje, el soporte tutorial y los mecanismos de evaluación sino también aquellos mas cercanos al desarrollo de las competencias tanto específicas como más generales con las que la asignatura tiene unos compromisos formativos. Es también importante conocer la opinión de los profesores, tanto desde un punto de vista general, plan de estudios u organización de los estudios,

como más específica, preparación previa, progreso y desarrollo profesional de los estudiantes

EXPERIENCIAS EN LOS CAMPUS DE TARRASA Y MANRESA: LOS PROFESORES Y EL EEES

Se describen a continuación tres experiencias llevadas a cabo por parte de los profesores del campus de Tarrasa y Manresa para adaptar al EEES diferentes asignaturas del departamento, por un lado el profesor Marcé en las prácticas de la asignatura *Cálculo de Estructuras: Método de los Elementos Finitos* y en el soporte visual de la asignatura Mecánica de Medio Continuo, ambas en la ETS de Ingenieros Industriales y Aeronáuticos de Tarrasa (ETSEIAT) y por otro el profesor Torrelles en la asignatura *Teoría de Estructuras y Construcciones Industriales* en la Escuela Politécnica Superior de Ingeniería de Manresa (EPSEM).

LA ASIGNATURA DE CÁLCULO DE ESTRUCTURAS EN LA ETSEIAT

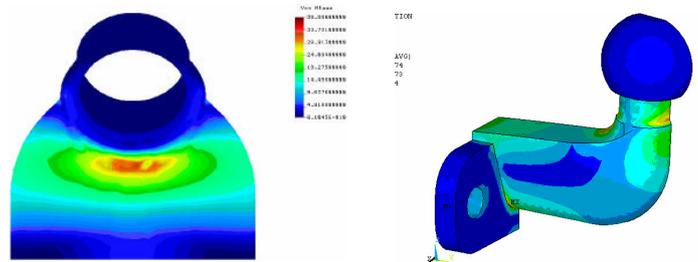
Contexto

La asignatura *Cálculo de Estructuras: Método de los Elementos Finitos* es una asignatura troncal y está ubicada en el sexto cuatrimestre de los estudios de Ingeniería Aeronáutica de la ETSEIAT, con 80 alumnos matriculados divididos en 4 grupos de 20 alumnos. Es una asignatura de nueva creación, que nace con la implantación de los estudios de Ingeniería Aeronáutica en Terrassa. En el momento del diseño de las prácticas por parte del profesor Marcé, y de acuerdo con el profesor responsable de la asignatura profesor Gil, se constató el

hecho de que las clases de teoría tenían un nivel físico-matemático y de abstracción elevado y que era necesario diseñar unas prácticas que permitieran al alumno aplicar los conocimientos a ejemplos sencillos y entendibles.

Objetivos

Se pretende fomentar el aprendizaje por proyectos de manera que se despierte en el alumno un interés propio que lo motive para adquirir destreza en el cálculo de estructuras. Asimismo, se quiere favorecer el autoaprendizaje y la semipresencialidad *digital* utilizando los recursos TIC como la plataforma Atenea para la entrega de los informes. Se pretende también que se adquieran competencias en trabajo en grupo y exposición oral. Por último se pretende fomentar la capacidad crítica respecto del trabajo realizado. Estos objetivos son perfectamente asumibles en cuanto a disponibilidad de recursos materiales y de horario suficiente en el plan de estudios.



Procesos formativos

Se empieza introduciendo una *práctica 0* extraída de una estructura real y sencilla y se pide al alumno que haga un comentario. El alumno ve las dificultades que pueden comportar los cálculos de dicha estructura, las

simplificaciones previsibles para su resolución e intuye que conocimientos adquiridos en las clases teóricas le van a hacer falta en el proceso de cálculo, todo ello está orientado a cumplir el objetivo marcado relativo al aprendizaje por proyectos.

Para la ejecución de cada una del resto de las prácticas se ha elaborado una presentación clara y visualmente atractiva que enmarca dicha práctica, presenta los objetivos que se persiguen, se dan una serie de recomendaciones útiles y, lo que es muy importante, al alumno le queda claro que es lo que ha de hacer y como ha de presentar el informe. Los ejercicios que se resuelven son sencillos, de manera que primero se pueden resolver analíticamente y luego se comprueban por elementos finitos.

En relación al informe, está ya preparado de manera que el alumno ha de rellenar espacios vacíos y está enfocado a cumplir el objetivo propuesto relativo al autoaprendizaje, en la parte final del informe se formulan unas preguntas encaminadas a hacer que el alumno reflexione acerca del trabajo hecho, intentando con ello conseguir el objetivo propuesto relativo al fomento de la capacidad crítica. El informe se entrega mediante la plataforma Atenea, con lo cual se fomenta el uso de los recursos TIC. Al final de las prácticas, los alumnos realizan un trabajo en grupo, tutorizado por el profesor, consistente en simular un caso real elegido por ellos mismos y lo exponen en clase, se pretenden conseguir con ello el doble objetivo de mejorar el trabajo en grupo y exposición oral antes expuestos.

Agentes

El profesor diseña la actividad, el sistema de evaluación, guía al alumno y procura que éste participe en el proceso de realización de la práctica descubriendo por

el mismo cuales son las dificultades y los procedimientos adecuados para resolverlas. Teniendo en cuenta que es la primera vez a lo largo de la carrera que el alumno trabaja con software de CAE y elementos finitos, no hay una acomodación previa por parte del profesor a la hora del diseño de las prácticas.

Resultados

Estas prácticas las realizó el profesor Marcé solamente durante un curso y el material utilizado no ha seguido en uso, por lo cual se hace difícil una valoración de resultados. No obstante, en el trabajo que al finalizar el curso realizaron los alumnos, se obtuvo una aplicación correcta de los conocimientos adquiridos con bastante buen criterio en general y, lo que es también significativo, se observó una aceptable motivación, disfrute e implicación en relación a la asignatura. Los estudiantes, en general, estuvieron satisfechos con el enfoque novedoso dado a las prácticas y así lo manifestaron al profesor y a través de la encuesta ordinaria que efectúa la UPC.

LA ASIGNATURA MECÁNICA DE LOS MEDIOS CONTINUOS EN LA ETSEIAT

Contexto

La asignatura está ubicada en el cuarto cuatrimestre de los estudios de Ingeniería Industrial de la ETSEIAT, con 80 alumnos matriculados y divididos en 4 grupos de 20 alumnos. Los cambios que se introdujeron no responden a una dificultad especial de la asignatura hasta el momento sino a un deseo por parte del profesor de

introducir algunos elementos de adaptaci3n al EEES en ella.

Objetivos

Se pretende que el alumno adquiriera competencia en autoaprendizaje o aprendizaje aut3nomo. Al mismo tiempo se quiere fomentar el uso de los recursos TIC, mediante el material multimedia desarrollado por los profesores de la asignatura incorporado a redes de prop3sito general y acceso libre.

Procesos formativos

La aportaci3n principal consiste en la realizaci3n de diversos videos:

Com dibuixar un cercle de Mohr en 2D (<http://www.youtube.com/user/jordimarce#p/u/4/VedaQZ6v6Eo>),

Obtenci3 dels angles de diferents plans en cercles de Mohr 2D (<http://www.youtube.com/user/jordimarce#p/u/1/9CxfFJcUA4g>),

Obtenci3 del pla de tallant nul en cercles de Mohr 2D (<http://www.youtube.com/watch?v=sjUX4yPqGM8>)

que se utilizan como *demo* de como realizar los problemas de clase. O aquellos otros,

Exemple 1 Mecànica del Medi Continu en el càlcul computacional (<http://www.youtube.com/user/jordimarce#p/u/3/kdQJIBo6m50>),

Exemple 2 de Mecànica del Medi Continu en el càlcul computacional (<http://www.youtube.com/user/jordimarce#p/u/6/NDRBvgVab9o>)

que muestran la resolución en ANSYS de un problema resuelto analíticamente en clase. Con este material se pretende fomentar el objetivo propuesto de autoaprendizaje y uso de las TIC ya que se han colgado en el canal youtube (<http://www.youtube.com/user/jordimarc>) y el alumno puede consultarlos y analizarlos desde casa mediante el ordenador o desde cualquier otro lugar mediante un iphone.



Respecto de estos videos, se ha de hacer notar que forman parte del proyecto Video Streaming:

Integració de vídeos docents de baix cost a Atenea com a nova eina d'ensenyament-aprenentatge per l'estudiantat d'enginyeria,

al cual se le han otorgado dos premios: el 12 premio a la Calidad de la Docencia en la Universidad (convocado por el consell social de la UPC) y la distinción Jaume Vives (otorgada por el Departament d'Innovació, universitats i empresa de la Generalitat de Catalunya).

Agentes

La elaboración del material ha ido a cargo del profesor, que ha tenido en cuenta el nivel del que parten

los alumnos. Éstos lo pueden utilizar con una gran libertad de horario y de ubicación, lo cual favorece su uso. Para el alumno, este material supone un buen complemento al trabajo hecho en clase de teoría y problemas y le ayuda a consolidar los conocimientos adquiridos.

Resultados

El profesor realizó una encuesta para valorar el grado de aceptación que tuvo el material por parte de los alumnos. Destacamos algunas respuestas representativas:

*Molt clars i entenedors, gràcies,
Crec que ja era hora. Jo no puc assistir a classe per problemes de feina. Amb aquests videos i els apunts de classe que tinc puc ser molt més autònoma. moltes gràcies!,
Em sembla molt bona idea de part del professorat de realitzar ells mateixos els videos per tal de que els seus alumnes aprenguin, a part dona gran feedback professor-alumne,
Trobo que aquests videos m'han ajudat a l'hora de complementar els exemples presos a classe de teoria i m'han ajudat a compedre el procediment d'aquest tipus d'exercici.
Crec que si es pengessin videos dels temes que venen també tindrien l'èxit d'aquests primers,
Es perfecte que estigui a Youtube, ja que així els puc mirar desde l'iPhone mateix.*

Se hace difícil valorar la repercusión de este soporte visual en los resultados obtenidos en la asignatura, no obstante el porcentaje de aprobados es alto y, quizás lo que es más importante, la asistencia a clase también es alta.

LA ASIGNATURA DE TEORÍA DE ESTRUCTURAS Y CONSTRUCCIONES INDUSTRIALES EN LA EPSEM

Contexto

Es una asignatura ubicada en el tercer cuatrimestre de los estudios de Ingeniería Técnica Industrial en la especialidad de Mecánica de la EPSEM, con una matrícula de 105 alumnos divididos para las prácticas en 3 grupos. Históricamente, la asignatura era esencialmente teórica, sin parte práctica, y desde hace dos años el profesor Torrelles, de acuerdo con el resto de miembros de la sección, remodeló el programa incluyendo construcción (hormigón armado, estructura metálica, normativas) y unas prácticas consistentes en el análisis de estructuras sencillas utilizando un software de cálculo de estructuras, mejorándose notablemente indicadores de calidad como son la motivación del alumno y la asistencia a clase. En el curso 2008-09 fue cuando el profesor responsable decidió dar un paso más e incorporar elementos de trabajo acordes con el EEES que sirvieran para dar un mayor dinamismo a la asignatura.

Objetivos

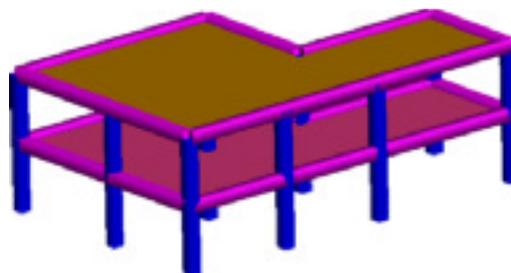
Se plantean los objetivos de adquisición de competencias en trabajo en grupo y autoaprendizaje, centrado éste último aspecto en la autoevaluación. Otro objetivo que se pretende conseguir es que el alumno adquiera responsabilidad ante la asignatura y un deseo de realizar bien el trabajo. Son unos objetivos perfectamente asumibles en cuanto a horario y disponibilidad de medios, tanto de espacio físico como de software.

Procesos formativos

Para la realización de las prácticas se forman grupos de 4 alumnos, de entre los cuales ellos mismos eligen un coordinador. Antes de iniciar las prácticas se redacta el trabajo que cada miembro del grupo tiene que realizar y, al finalizar éstas cada miembro del grupo evalúa a sus compañeros y el coordinador evalúa el trabajo de todo el grupo. Se eligen para su análisis estructuras con una gradación de menor a mayor dificultad y que contengan las características que se han explicado en clase de teoría, evitándose aquellas que introducen elementos complejos. Para facilitar la labor de autoaprendizaje se elaboran unas fichas con varias preguntas acerca de la práctica y respuestas alternativas, facilitando el acceso a las respuestas correctas a través de Atenea.

Agentes

A la hora de planificar los trabajos a realizar se tiene en cuenta que es la primera vez durante los estudios que el alumno toma contacto con un software de cálculo de estructuras por lo cual se eligen estructuras sencillas y fácilmente relacionables con el entorno cotidiano. En esta experiencia el alumno adquiere un protagonismo y una responsabilidad no habituales en las metodologías clásicas, ejerciendo el profesor la labor de tutorización de todo el proceso. El hecho de que el alumno tenga que juzgar a sus propios compañeros crea en él una responsabilidad a la que no está acostumbrado y en la que el profesor ha de ejercer una cierta modulación para que se caiga en excesivas rigideces ni complacencias. También el hecho de verse juzgado por los propios compañeros crea en ocasiones un deseo de *quedar bien* quizás mayor que cuando el que juzga es únicamente el profesor.



Resultados

Los resultados han sido satisfactorios y las prácticas se han enriquecido de manera notable habiendo despertado un interés por parte del alumno en realizar los trabajos de manera metódica y clara, teniendo en cuenta que luego han de ser los propios compañeros los que juzguen. Los alumnos han aumentado su interés por la asignatura y lo han manifestado en una encuesta anónima que el profesor les pasó al finalizar el curso.

Capítulo 3

Reflexiones y recomendaciones sobre las buenas prácticas docentes

La clave para comprender la mejor docencia no puede encontrarse en reglas o prácticas concretas, sino en las actitudes de los profesores, en su fe en la capacidad de logro de sus estudiantes, en su predisposición a tomar en serio a sus estudiantes y dejarlos que asuman el control sobre su propia educación, y en su compromiso en conseguir que todos los criterios y prácticas surjan de objetivos de aprendizaje básicos y del respeto y el acuerdo mutuo entre estudiantes y profesores

*Ken Bain, 2004
What the Best College Teachers Do*

INTRODUCCION

Se reflexiona a continuación sobre las buenas prácticas docentes, objetivo fundamental de este trabajo. En primer lugar es necesario dejar claro desde el principio

que no se pretende con ello dogmatizar sobre un asunto que es complejo, y para el que no existen recetas únicas, sino más bien buscar una visión global del problema tomando como base de partida unas pocas experiencias, que contienen posiciones de los distintos agentes involucrados bien diferenciadas, utilizando el cristal que proporciona la comisión del espacio europeo del departamento.

Como resultado de esta reflexión colegiada surgen algunas ideas que se empaquetan en forma de recomendaciones que pretenden fundamentar las buenas prácticas docentes, término que no quiere ser pretencioso sino más bien indicativo de un reto que tiene, y siempre tendrá, cualquier sistema educativo con independencia del nivel de estudios que se considere. Para darle la máxima cohesión posible a este trabajo, se mantiene la metodología utilizada para presentar las experiencias prácticas del departamento, es decir las reflexiones y recomendaciones que se hacen finalmente, se agrupan alrededor de cinco grandes epígrafes de referencia, contexto, objetivos, procesos, agentes y resultados. Esta forma de presentar el trabajo realizado puede producir en algunos casos una cierta dualidad en las ideas, que se asume en aras a una mayor generalidad del conjunto.

SOBRE EL CONTEXTO

Es necesario tener en cuenta que las distintas materias de una curricula de unos estudios universitarios y las reglas de buenas prácticas docentes forman parte de un proyecto más global que no sólo responde a las demandas de unos estudios concretos sino a un planteamiento más estratégico institucional. La estrategia de cada universidad es uno de los elementos clave, a pesar de que pueda reducir los grados de libertad que en la práctica tiene un departamento y sus profesores para

programar las enseñanzas o el aprendizaje. Esto implica que una misma asignatura, o incluso una línea temática, pudiera estar en dos universidades, y hasta en dos centros de una misma universidad, sometida a reglas de buenas prácticas docentes diferentes, seguramente no contradictorias pero distintas.

La estrategia de la UPC

Cualquier práctica docente que se proponga desde un departamento universitario debe incorporar las orientaciones, recomendaciones o la normativa que, con mayor o menor grado de exigencia, establezca su universidad. En este sentido hay que destacar que la UPC tiene su propio marco normativo, tanto para los estudios de grado como para los de master, en el que se establecen, de forma más o menos directa, diferentes estrategias docentes, *Marco para el Diseño y la Implantación de los Planes de Estudio*.



En este contexto hay que destacar que la UPC apuesta por un modelo de enseñanza-aprendizaje y por definir unos objetivos y procesos formativos que contemplen sin ambigüedad alguna, unas competencias genéricas o transversales de referencia. Si bien es cierto

que dado el carácter generalista que tiene el documento, no se concreta demasiado el modelo educativo, también lo es que por ejemplo hace una llamada a los centros docentes para que se comprometan de forma inequívoca con el modelo formativo o de aprendizaje que en aras a su autonomía definan. El documento sugiere algunos caminos para ello, como puede ser por ejemplo integrar en la misión de la unidad responsable de los estudios, los elementos metodológicos y las competencias más significativas.

Quizá y concretando un poco más, la UPC establece normativamente que las materias de un plan de estudio se definirán en función de las competencias que se pretenden alcanzar al final del proceso formativo, y puntualiza que dichas competencias tienen que ser evaluables y quedar reflejadas en las calificaciones y cualificaciones finales de los egresados. La UPC proclama como competencias de referencia o marca UPC, el carácter emprendedor y la innovación, la sostenibilidad y el compromiso social, los idiomas, la comunicación y el trabajo en equipo, y la gestión de la información y el trabajo autónomo.

Los departamentos y profesores que diseñan los contenidos y planifican el desarrollo de las distintas asignaturas de un programa de estudios, deberían tener en consideración estos asuntos como una primera regla de buenas prácticas. Es cierto que ello puede generar muchas incógnitas sobre todo en sus aplicaciones prácticas con estudiantes reales, pero sin duda es un reto hacerlo. Cómo conseguir que las disciplinas más conceptuales, científicas o abstractas, la Resistencia de Materiales por ejemplo, activen el carácter emprendedor o incentiven mecanismos de gestión de la información que maneja un estudiante, son algunas de las novedades que plantea la nueva programación de los estudios, sin que ello signifique pérdida alguna del conocimiento concreto imprescindible.

Por otro lado la UPC encomienda a los centros, como unidades responsables de los diferentes estudios, la definición de las competencias genéricas y específicas necesarias para configurar el perfil académico y profesional de sus egresados, especificando para cada una de ellas los objetivos formativos a alcanzar. El despliegue de un programa de estudios no es más que un correcto desarrollo de dichas competencias, y por tanto del conjunto de conocimientos, capacidades, habilidades y actitudes en que se sustentan. De todo ello se tienen que desprender de manera natural las distintas materias y asignaturas, y no al revés. Es decir en unidades académicas de enseñanza-aprendizaje formalmente constituidas que pretenden unos resultados formativos explícitos y coherentes. Éste es un cambio metodológico sobre el que posiblemente sea necesario ir profundizando de forma gradual pero que conceptualmente tiene que estar bien asentado desde las primeras etapas.

SOBRE LOS OBJETIVOS

Cada asignatura de una malla curricular concreta de un Plan de Estudios debe tener sus objetivos propios pero también estar perfectamente encajada en el proyecto más global que define un programa de estudios y en el institucional de más largo alcance que acoge al conjunto. Los objetivos de las asignaturas deben poder resumirse en unas pocas líneas (lo breve si bueno....) y dar una idea global, lo más ajustada posible, del papel que juegan en el programa de estudios y de las competencias y conocimientos más significativos que pretenden alcanzar. En cualquier caso sin que ello signifique pérdida alguna en los requisitos mínimos de referencia que se mencionan a continuación.

Comprensibles

La brevedad de la descripción de los objetivos no debe ocasionar confusión en su interpretación. Cualquier estudiante debe poder comprender e interrelacionar la asignatura al menos con los estudios cursados previamente y con los que cursará simultáneamente. Estos asuntos tienen un mayor alcance en los primeros cursos puesto que los estudiantes no tienen, o es muy débil, referente previo alguno. Pero también cualquier otra persona interesada, con un conocimiento de causa mínimo, debe poder sentir sensaciones similares. Durante el proceso de diseño de unos estudios debe verificarse esta circunstancia para que no surjan posteriores desajustes durante la aplicación práctica.

Comparables

Los objetivos de cualquier asignatura deben ser comparables con los de las restantes asignaturas de la curricula de un determinado programa de estudio y con otras similares de otros programas equivalentes, nacionales e internacionales, con los mismos o semejantes objetivos académicos y profesionales. Esta comparabilidad no debe pretender una uniformidad de las asignaturas aunque sí una armonía con la curricula de forma que ninguno de los instrumentos desafine. Todo ello hace referencia tanto al fondo, contenidos y alcance disciplinar, como a la forma, procesos y metodologías formativas, por supuesto en cada caso en función de la intensidad que el plan de estudios les asigne.

Realistas

Aunque sea un tópico cada asignatura no es un fin en si misma sino una pieza más de un conjunto que pretende alcanzar unos objetivos más globales con un programa de estudios determinado. Por ello los objetivos de cada asignatura deben contemplar itinerarios de éxito, es decir ser *alcanzables* por un estudiante medio con un esfuerzo razonable. El carácter o nivel de estudiante medio lo determina, sin ambigüedad, el propio currículo del estudiante, quizá con alguna variante en el primer curso, y el esfuerzo, aún siendo una variable más subjetiva, lo dirigen los procesos formativos y lo facilitan la organización y las metodologías docentes. Es necesario realizar un esfuerzo de diseño para que las diferentes asignaturas no localicen el conocimiento más allá de lo que las propias disciplinas demanden.

Compatibles

Los objetivos de las distintas asignaturas deben contemplar la realidad del entorno más próximo y de la institución. Esto no tiene porque condicionar la dimensión académica de los objetivos pero si matizarlos. El carácter que se pretende dar a la formación es, en cierta medida, función de los medios humanos y materiales disponibles por lo menos en el corto y medio plazo. Por tanto los objetivos de una asignatura no deben establecerse de forma abstracta pues no son independientes ni de las personas ni de las instalaciones. Tampoco son una declaración de intenciones sino más bien lo contrario, es decir, son una guía conceptual y de compromiso que relaciona la asignatura con el programa de estudio y con la docencia práctica.

Coherentes

Los objetivos de las asignaturas no deben establecerse de espaldas al modelo educativo que las implementa. En un modelo de enseñanza clásico los objetivos se definen únicamente en función de unos conocimientos concretos mientras que en un modelo de aprendizaje las referencias finales son más amplias, y en general, los conocimientos se incorporan en las competencias. Esto no significa que los conocimientos que cada asignatura aporta al programa de estudios en cada modelo educativo tengan que ser distintos, sino que los mecanismos que los activan y las formas en que llegan a los estudiantes responden a reglas pedagógicas diferentes con algunas peculiaridades que no siempre son obvias.



Consistentes

Aquellas asignaturas que tengan objetivos disciplinares que responden a una línea temática de conocimiento bien definida, como es el caso del departamento RMEI, deben contemplar esta circunstancia en la definición de sus objetivos. El progreso en un conocimiento disciplinar amplio se puede alcanzar con la cantidad pero también con la calidad, es decir con un desarrollo equilibrado de los contenidos diseñando paquetes de conocimiento que faciliten el avance

autónomo y el autoaprendizaje. Cada asignatura, o lo que sería lo mismo cada paquete de conocimiento individual, deben tener sus propios objetivos que no son independientes de otros que deriven de la misma línea temática, de forma que la disciplina quede global y conceptualmente bien abarcada.

SOBRE LOS PROCESOS FORMATIVOS Y LAS METODOLOGÍAS DOCENTES

Los procesos formativos son el medio que tiene el profesor para hacer llegar el conocimiento al estudiante y las metodologías docentes el vehículo que le ayuda a circular por ellos de forma eficiente. Pero no todas las metodologías son válidas para cualquier proceso ni cualquier proceso se puede llevar a buen fin con cualquier metodología. Seguramente esta reflexión es de perogrullo, pero no por ello debe dejar de hacerse a la hora de diseñar e implementar unos estudios concretos. En cualquier caso tampoco debe olvidarse que la solución, a los complejos desafíos asociados con la transmisión del conocimiento, no es única ni permanente lo que recomienda incluir algunos grados de libertad en los procesos, por supuesto cuidadosamente para que no provoquen inestabilidades en el conjunto.

Está suficientemente asumido, incluso por la comunidad académica más conservadora, que los procesos y las metodologías docentes tradicionales han de evolucionar y estructurarse entorno a un trabajo no sólo de tipo personal si no también cooperativo en cualquier caso orientado a la resolución de problemas estimulando la participación, actividad, independencia, creatividad y el trabajo en equipo de los estudiantes. El profesor dirige y facilita el aprendizaje diseñando actividades motivadoras pero quién realmente aprende es el estudiante. Será por

tanto necesario encontrar un equilibrio entre las clases expositivas o magistrales y el tiempo dedicado a otras actividades de tipo más personal como pueden ser los seminarios, talleres y trabajos personales o de grupo

En este apartado se hacen algunas reflexiones en relación con estos asuntos, buscando un equilibrio entre las distintas variables que intervienen en los procesos y entre las diferentes visiones que de ellos puedan tener los distintos agentes implicados, los estudiantes, profesores y los gestores académicos cuyas decisiones y pretensiones pueden introducir muchas veces consecuencias no deseadas.



Orientados

Los procesos y las metodologías docentes tienen que ser compatibles con el fin, es decir, con el modelo educativo adoptado. De acuerdo con las recomendaciones de la UPC y la legislación vigente, el actor principal del proceso formativo, en la estructura y organización prevista por la reforma de la universidad española, es el estudiante que aprende o que quiere aprender. Por ello las actividades formativas que se programen en los distintos procesos deben orientarse al estudiante y para ello pautarse cuidadosamente. Este asunto no debe reducirse a una mera declaración de intenciones sino plasmarse en

realidades, mediante planes metodológicos y agendas de trabajo concretos, dirigidas al estudiante que incluyan todos los ingredientes formativos significativos.

Flexibles

Cualquier proceso formativo debe ser flexible para poder adaptarse a las diferentes situaciones, circunstancias, entornos, momentos y capacidades de las personas. También debe ser flexible internamente para poder así mejorar y perfeccionarse paulatinamente. Flexible para poder, por ejemplo: intensificar o aligerar contenidos, modificar actividades para evitar la repetición sistemática curso tras curso, alterar cómodamente la secuencia de actividades en función de la evolución de cada grupo, persona o curso, etcétera. Puesto que no todos los individuos aprenden de la misma forma o a un mismo ritmo, es interesante diseñar procesos que permitan variar la intensidad o la velocidad de trabajo sin que por ello queden definitivamente separados del proceso formativo más genérico: actividades diferidas en el tiempo para consolidar el conocimiento adquirido, procesos paralelos redundantes para el aprendizaje de aquellos conceptos especialmente importantes, pruebas de auto evaluación que adviertan al estudiante de que se está produciendo un decaimiento en el aprendizaje, etcétera.

Exigentes

Es fácil caer en la tentación de pensar, sobre todo desde una perspectiva académica disciplinar, que educar en competencias obliga a reducir la exigencia en los procesos necesarios para alcanzar unos conocimientos

concretos, sobre todo cuando tienen que obtenerse en períodos temporales reducidos. Para que esto no ocurra es necesario establecer un equilibrio dinámico entre los objetivos, contenidos y procesos de forma que se reajuste adecuadamente la cantidad con un nivel de exigencia razonable (en el sentido de trascender al dicho popular: *la letra con sangre entra*). La exigencia enlaza las competencias con los conocimientos mediante unos vínculos intangibles que se refuerzan con el esfuerzo. A medida que la demanda de esfuerzo crece y se acerca a un límite, los vínculos de la exigencia se debilitan y terminan relajándose. Contenidos, exigencia y esfuerzo son tres elementos claves que no pueden tratarse de forma independiente.

Atractivos

Una exigencia y un esfuerzo sostenidos y eficaces sólo serán posibles si los programas de estudio y los procesos y metodologías docentes que los desarrollan son atractivos. Teniendo en cuenta que en cualquier caso deben ser más atractivos para el estudiante, que aprende, que para el profesor, que facilita y coordina el aprendizaje. Esta cuestión es compleja pues no resulta fácil evaluar el atractivo de un programa de estudio y de unos procesos formativos. El único camino objetivo para medir el atractivo es la reacción del estudiante, el entusiasmo con que se enfrenta cada día con unos contenidos formativos concretos, es decir con las clases y los trabajos que de ellos derivan. Para que un proceso formativo resulte *atractivo* y, por lo tanto, consiga mantener una motivación inicial, cuando no aumentarla, debería iniciarse lanzando primero las preguntas. ¿cuál es la necesidad?, ¿cuál es el problema?, ¿cuál es su trascendencia?, ¿qué consecuencias ha tenido en la historia de la ingeniería el conocimiento de tal fenómeno?. En definitiva, ¿qué

motivos y circunstancias han llevado a la ciencia a desarrollar las teorías que se van a abordar?



Realistas

A menudo los docentes se olvidan de que su materia no es la única a la que dedican tiempo los estudiantes y plantean procesos inviables. Quizás se deba a que el lógico proceso de aprendizaje a lo largo de la vida del profesor le produce la sensación de que los estudiantes *cada vez saben menos*, cuando en realidad lo que ocurre es un lógico distanciamiento entre los respectivos niveles de conocimiento. Pero además en la práctica cotidiana tanto los procesos formativos como las metodologías docentes son variables que no se pueden encajar de cualquier manera y a cualquier precio. Cada proceso alcanza su mayor rendimiento con unas metodologías determinadas y recíprocamente una metodología concreta no tiene porque ser la más adecuada para tener éxito en un proceso formativo específico. Debe tenerse muy presente que todo tiene un coste, aunque paradójicamente el coste no debería representar una limitación, al menos conceptual, durante la fase de diseño, aunque si deberían

programarse diferentes alternativas estratégicas compatibles con los recursos.

Planificados

Cualquiera que sea el proceso formativo que se plantee, su objetivo principal es dar respuesta a las preguntas clave, que finalmente un conocimiento concreto demanda, de una forma continuada y planificada de manera que se ejerza, directa o indirectamente, sobre los estudiantes y profesores una cierta presión que facilite que emerjan las inquietudes necesarias para que se produzca un aprendizaje profundo y permanente. Esta inquietud podría vehicularse, por ejemplo, mediante las técnicas del denominado *aprendizaje basado en retos*, es decir, procesos en los que el estudiante es quien, basándose en sus conocimientos previos, resuelve los distintos retos que el proceso de plantea. Pero como la motivación de los estudiantes es de gran trascendencia en esta metodología, no debería dejarse la actividad exclusivamente al albur de unas teóricas capacidades de cada profesor, espontaneidad comunicativa e improvisación en las sesiones presenciales, sino que debería estar meticulosamente *planificada* en entre otros motivos también para conseguir una cierta *uniformidad y constancia* en la calidad de la docencia.

Transparentes

Es de vital importancia que el alumno conozca qué se espera de él, el esfuerzo que se le pide y en qué forma se le va a valorar su trabajo. Debe conocer y comprender, previamente y de forma clara, cuáles son los objetivos últimos de cada proceso formativo y de sus etapas, cuál es la propuesta de actividades para su progreso en el

aprendizaje, cómo se va a certificar que ha alcanzado los objetivos y con qué criterios. El estudiante no debería percibir los sistemas de evaluación de los diferentes procesos formativos como trampas ocultas destinadas a desestabilizar o obstaculizar su avance en el conocimiento y en el desarrollo de las competencias, sino como una oportunidad para verificar que el proceso de aprendizaje sigue adelante.



Activos

Aunque el postulado pedagógico que propugna que *sólo se aprende lo que se hace* no sea una verdad universal, sí es cierto que la actividad y la construcción de un conocimiento propio conduce con mayor facilidad a un aprendizaje profundo y permanente. Quizá también lo haga en la medida en que dicha actividad genere en el individuo un desafío, un reto que le lleve a una superación personal, siempre gratificante. Es pues necesario crear un cambio en los papeles tradicionales que juegan los agentes involucrados en el aprendizaje – activos los profesores, pasivos los alumnos – para pasar a un trabajo en equipo donde el *activo* principal sea el aprendizaje del estudiante. La actividad más valiosa del profesor se produce previamente, en el diseño de los procesos

formativos y con el desarrollo del material docente metodológicamente más adecuado. En la siguiente fase se cede el protagonismo al estudiante, en la medida de lo posible, y el profesor ejerce de director, coordinador, moderador, guía, en definitiva de facilitador de los procesos.

Las herramientas

Las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC's) serán sin duda una gran ayuda para llevar a buen fin muchos de los asuntos aquí tratados, pero para que sus aportaciones sean realmente eficaces deben penetrar en, o formar parte del binomio aprender-pensar, es decir ser algo más que repositorios de información que se activen mediante unos motores de relación más o menos inteligentes o sofisticados. Las TIC's deben hacer posibles dos grandes retos metodológicos de cualquier proceso formativo moderno: la flexibilidad de los procesos y el trabajo en red, ambos de gran trascendencia en la educación superior y en la sociedad del conocimiento. Aulas y laboratorios virtuales, áreas de trabajo cooperativo virtuales, bibliotecas virtuales, tutorías *on line* incluso por video conferencia, foros de discusión *on line* y un largo etcétera de alternativas pueden ser los mecanismos para construir la dimensión virtual de la formación o la universidad digital.

El uso de las Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones permite conectar e integrar con facilidad los contenidos de las distintas materias con la realidad. Pero también proporciona herramientas, por ejemplo de software interactivo en programario libre, para resolver problemas concretos de forma autónoma, modificando datos y generando ejemplos nuevos de forma que sea posible no sólo un entrenamiento en los métodos sino también comprenderlos mejor. En cualquier caso deberá

huirse de los tópicos y tratar de encontrar las metodologías y procesos más idóneos para cada una de ellas así como las singularidades digitales y virtuales más útiles para cada conocimiento, en cualquier caso con amplitud de miras y con una perspectiva de futuro y de abstracción sobre todo respecto a los recursos necesarios o de las limitaciones que de ellos puedan percibirse en la actualidad (la electrónica e informática de consumo son cada vez más competitivas y están más al alcance cotidiano de los ciudadanos

SOBRE LOS AGENTES

Profesores y estudiantes, un equipo.

En los modelos de aprendizaje el cambio de rol del *profesorado* es radical y requiere de una preparación y dedicación intensa y continua a la actividad docente. Más de la que suponía su rol tradicional, donde actuaba como un simple *emisor*, no siempre transmisor, de conocimiento. Es evidente que un buen profesor, entendido idealmente como aquél que todos sus actos pudieran ser considerados como *buenas prácticas docentes*, necesitará dedicar una parte importante de su jornada a estudiar, analizar, planificar y modificar constantemente sus procesos formativos, en base a los resultados que obtienen sus estudiantes. Quizá sea interesante apuntar aquí lo que el profesor norteamericano *Ken Bain* expone en su libro *Lo que hacen los mejores profesores universitarios*, de lectura apasionante para quien sienta cierta estima hacia la docencia, recomendable para quien no la sienta, y urgente para quien sienta repulsión hacia esa palabra.

Se describen a continuación algunas de las características, actitudes y maneras de proceder que propone *K. Bain* para identificar a los buenos profesores:

- Conocer la materia y estar al día de los desarrollos intelectuales en su campo de estudio.
- Razonar de forma valiosa y original en sus clases.
- Contemplar otras experiencias en su disciplina, además de tener una formación general en otros campos.
- Simplificar y clarificar conceptos complejos, llegando a la esencia del tema con revelaciones motivadoras, y una capacidad crítica sobre su forma de entender la disciplina.
- Asumir que el aprendizaje no tiene sentido si no produce una influencia duradera en la manera en que sus estudiantes piensan, actúan y sienten.
- Tratar las clases, foros de debate, sesiones de problemas, y otros elementos de los procesos como retos intelectuales, tan importantes como su investigación o trabajo académico.
- Crear entornos de aprendizaje, donde los estudiantes aprendan enfrentándose a problemas intrigantes y bonitos que les generen sensaciones de control de su educación.
- Evitar objetivos arbitrarios o superfluos, y favorecer aquellos que potencian la forma de razonar y actuar.
- Confiar en la capacidad de los estudiantes. Motivar su aprendizaje y facilitarles la tarea transmitiéndoles los obstáculos que el propio profesor encontró en su momento, o algunos de sus secretos.

- Tener interés en la propia evaluación, obteniendo resultados propios con los resultados de los estudiantes y, por tanto, evitando juzgarlos con estándares arbitrarios.



Si se considera al estudiante, sin ánimo de que la expresión sea peyorativa, como la *materia prima* de los procesos de transformación del conocimiento que diseñan y ejecutan en gran medida y bajo responsabilidad de los profesores, se podría caer en la tentación de clasificar dicha *materia prima* en distintas *calidades* en base a unos modelos emocionales y de comportamiento relacionados con la actitud de las personas:

- **Aprendizaje superficial.** El que alcanzan estudiantes que progresan a base de memorizar lo que creen que formará parte de la evaluación y que sólo son capaces de reproducir preguntas o problemas tipo.
- **Aprendizaje estratégico.** El que alcanzan estudiantes interesados en calificaciones elevadas con el mínimo esfuerzo posible, sin adquirir una percepción propia de la materia. Aprenden toda la materia, realizan un buen examen y luego la olvidan, para dejar sitio a otras asignaturas.

- **Aprendizaje profundo.** El que alcanzan los estudiantes que asumen el desafío de profundizar en la materia, metiéndose dentro de su lógica y tratando de comprenderla en toda su complejidad. Los estudiantes que llegan este nivel de compromiso llegan a ser pensadores independientes, críticos y de mente creativa.

Pero en su texto Ken Bain utiliza estos tres argumentos para clasificar los tipos de aprendizaje, y no los tipos de estudiantes. Los profesores no deberían caer en la tentación de culpar exclusivamente a los estudiantes de los aprendizajes fallidos, puesto que *la capacidad de llegar a involucrar a sus estudiantes en un aprendizaje profundo es la diferencia fundamental que distingue a los mejores profesores universitarios*. Cualquier estudiante puede ser capaz de ello, pero sólo las buenas prácticas docentes son el camino más seguro para generalizarlo. Las buenas prácticas docentes que pretende mostrar este trabajo, no son buenas o malas en sí mismas, sino en la medida en que se encaminan a cumplir ese fin. El aprendizaje debería entenderse como un trabajo en equipo protagonizado por todos los agentes involucrados, estudiantes y profesores, donde ambos ganan o ambos pierden.

SOBRE LOS RESULTADOS

Evaluación

Se podría distinguir entre dos tipos de evaluación, uno primero de la docencia, es decir sobre cómo evaluar el resultado de los procesos formativos diseñados por los profesores, y un segundo para la evaluación del aprendizaje: es decir sobre cómo evaluar el nivel de

conocimientos adquiridos por los estudiantes; aunque es evidente que existe una interrelación entre los resultados obtenidos con ambos. En realidad, un buen proceso de evaluación del aprendizaje – entendiendo como tal, aquel que certifica inequívocamente una comprensión profunda de la materia – es también un buen proceso de evaluación de la docencia, ya que el mencionado nivel de comprensión es su principal objetivo.



Por lo tanto, la voluntad del profesorado de querer valorar la calidad de su propia docencia (actitud que caracteriza a un buen profesional), debería traducirse de inmediato en querer evaluar inequívocamente la calidad del aprendizaje de sus estudiantes, puesto que los éxitos y los fracasos deben ser compartidos.

Pero no es tarea fácil certificar un aprendizaje profundo. La resolución de *problemas tipo* conduce al aprendizaje superficial o estratégico. Pero sólo el aprendizaje profundo lleva consigo la capacidad del razonamiento. Las pruebas de evaluación deberían siempre exigir el razonamiento como un ingrediente imprescindible para su desarrollo, bien sea en pruebas puntuales, parciales, globales o continuadas. Puede resultar interesante esta última fórmula para que el alumno perciba que tiene diversas oportunidades para avanzar. Un correcto sistema de evaluación determina una correcta

auto-orientación del estudiante que le permite definir sus propias estrategias. Si el sistema de evaluación no exige un aprendizaje profundo, no se va a producir de forma espontánea y generalizada (acostumbra a cumplirse la máxima *pide poco y obtendrás poco*).

Indicadores

Más allá de los resultados finales que la evaluación de los estudiantes proporcione, existen otros indicadores no evaluativos que permiten cualificar la calidad, y su progreso, de la enseñanza/aprendizaje en cada uno de los procesos formativos. Por ejemplo, la asistencia a las clases, seminarios y demás actividades programadas o la realización voluntaria de cualquier proceso formativo – sin premio, condición u obligatoriedad alguna –, es un signo inequívoco del interés y utilidad para superar la asignatura. Todo ello se traducirá en una calidad real sólo si *superar la asignatura* implica que se ha alcanzado un aprendizaje profundo, y esto último dependerá, entre otras cosas de que así lo requiere el sistema de evaluación efectivo (responsabilidad última del profesorado).

También es un signo de calidad de un proceso formativo particular, el entusiasmo o el tiempo adicional que el estudiante, y el profesor, invierta en él, especialmente cuando va más allá del mínimo necesario para conseguir una evaluación positiva. Para ello es importante implementar vías de comunicación mediante las que el alumno exprese su opinión sobre los asuntos tratados y ésta pueda llegar al profesor. Especialmente significativa puede ser la opinión de los estudiantes que superaron la asignatura tiempo atrás, puesto que serán capaces de discernir si realmente su aprendizaje fue superficial o profundo y, sin duda, recordarán e identificarán cuáles fueron los procesos formativos que garantizaron la durabilidad de dicho aprendizaje.

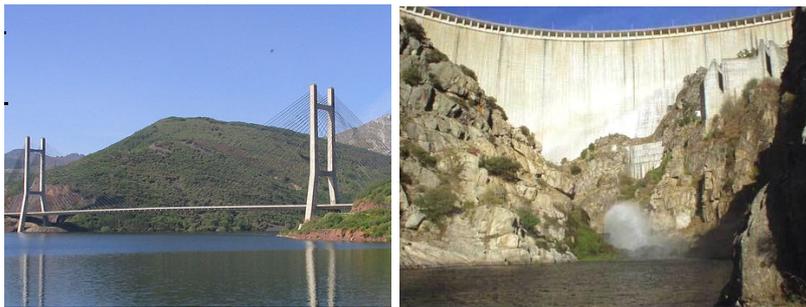
Consideraciones Finales

SOBRE EL ALCANCE DEL TRABAJO

Pudiera un lector comprometido con los asuntos tratados en este trabajo considerar que las reflexiones y propuestas que se realizan son muy generales e incluso muy teóricas o conceptuales. Puede que sea cierto, pero en cualquier caso no es más que una consecuencia de las contradicciones e incertidumbres que originan en la comunidad universitaria la mayoría de las cuestiones planteadas, que por otro lado no se pueden resolver de manera única, y mucho menos desde posiciones emocionalmente alejadas y neutrales.

La diversidad del departamento RMEI, tanto en los estudios como en las capacidades y dimensión de sus distintas agrupaciones geográficas y temáticas, es en si misma una fortaleza pero a la vez una debilidad. Una fortaleza porque proporciona una amplitud de miras a la hora de establecer las estrategias globales del departamento, una debilidad porque dificulta la participación colectiva en unas decisiones concretas, sobre todo en aquellos aspectos que afectan individualmente a sus profesores y estudiantes.

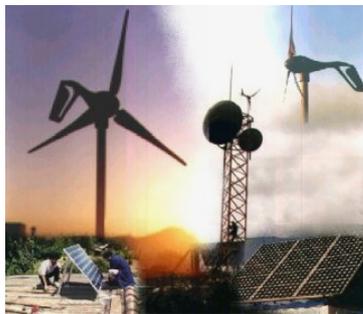
Esto ocasiona que el departamento RMEI tenga en algunos campos de actividad estrategias desagregadas, entre otras cosas porque cada estudio concreto entiende de forma diferente los conocimientos y las competencias que le son propios, a pesar de que sean objetivamente bastante comunes desde el punto de vista disciplinar. Muchas cuestiones de gran arraigo en el sistema universitario sustentan estos desajustes: por ejemplo la libertad de cátedra o la dependencia de los estudios de las profesiones. Todo ello explica que el departamento tenga unas directrices docentes, en general académicas, muy genéricas y poco contundentes que tratan de generar más bien sensaciones que caminos concretos por los que circulen sus miembros.



Algunas de estas cuestiones adquieren una mayor importancia con la regulación que plantea la reforma universitaria en marcha, o desregulación depende como se mire, sobre todo en aquellos estudios que se imparten en centros diferentes pero que responden a las mismas demandas o intereses profesionales, y por lo tanto académicos. Aunque la UPC en sus recomendaciones ya trata con estos temas, el departamento debería incluirlos en su agenda de trabajo de forma que pudiera definir una interlocución más global con los centros.

SOBRE LAS DEMANDAS SOCIALES

Es necesario que la comunidad universitaria sea consciente, personal y corporativamente, de los cambios profundos que están ocurriendo en las sociedades desarrolladas. El tránsito de la sociedad industrial a la sociedad del conocimiento (globalización, bienestar y demás asuntos relacionados) es una oportunidad para consolidar unos estudios y unas profesiones de largo alcance, como sin duda son las ingenierías, tanto desde un punto de vista intelectual como económico y social. Pero para que ello se produzca es necesario buscar puntos de encuentro e incorporarse con decisión a los movimientos sociales que se están desencadenando a su alrededor, no sólo desde un punto de vista formativo e intelectual sino también en relación con la actividad ciudadana y profesional.



En este contexto debe tenerse muy presente que cada vez tienen mas fuerza las teorías sociales que postulan que el desarrollo económico y social en los países desarrollados ya no depende de lo brillantes que sean unas pocas personas sino de la capacidad de la sociedad para formar a gran escala ciudadanos competentes en todos los órdenes de la vida, es decir

ciudadanos capaces de asumir sus responsabilidades éticas, sociales y ciudadanas. Esto no quiere decir que las sociedades no precisen de las personas brillantes, pero sí que se establecen unas relaciones nuevas, entre lo universal y la excelencia de las personas, dirigidas por los principios democráticos de igualdad de oportunidades, mérito y capacidad. Todo esto lo comprenden bien los jóvenes de hoy hasta el punto que forma parte de su personalidad e interpretación de la vida cotidiana. Con todo ello surge la necesidad de combinar lo universal con la excelencia de forma que en el camino se genere un sano equilibrio entre lo normal y lo excepcional; no hay duda alguna que resulta más fácil comprender la excelencia si lo normal tiene el suficiente recorrido intelectual, reconocimiento social y desarrolla la autoestima personal.



Las ingenierías españolas se encuentran en estos momentos en una situación cuando menos paradójica pues, a pesar de que corporativamente no les va mal, existe una sensación, incluso entre los ingenieros más conservadores, sobre la necesidad de un cambio, aunque nadie sabe muy bien como hacerlo. El gran éxito de la universidad en el siglo XX ha sido sin duda gestionar una masificación de los estudios de ingeniería sin que ello significara en la práctica pérdida alguna de su

competencia profesional tanto individual como colectiva. Sin embargo y como durante el largo período en que ello se ha producido, no se ha llevado a cabo ningún cambio conceptual ni en la forma ni en el fondo, las distintas profesiones relacionadas progresan pero cada vez con un mayor rozamiento que reduce sus prestaciones, al menos las que implícitamente se presuponen vigentes corporativamente.

La gran dificultad surge, incluso para aquellos más convencidos de la necesidad, a la hora de establecer las estrategias que puedan dar forma, y sobretodo consistencia, al cambio. En cualquier caso estas estrategias deberían analizarse con dos perspectivas claramente diferenciadas, una ubicada en un plano más conceptual y educativo y otra en uno más profesional.