

## APRENDIZAJE INTEGRADO DE SOFTWARE PARA PRODUCCIÓN DE BUQUES

Antonio Souto Iglesias<sup>1</sup>, Israel Martínez Barrios<sup>2</sup>, Mirko Tomán<sup>3</sup>,  
Rafael Guadalupe García<sup>1</sup>, Aarón Fernández Coracho<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Universidad Politécnica de Madrid, <sup>2</sup>ACCIONA, <sup>3</sup>SENER, <sup>4</sup>ALTRAN

*“Es preciso no confundir lo racional con lo razonable.  
Lo racional busca conocer las cosas para saber como podemos  
arreglárnoslas mejor con ellas, mientras que lo razonable intenta  
comunicarse con los sujetos para arbitrar junto con ellos el mejor  
modo de convivir humanamente.  
Todo lo racional es científico, pero la mayor parte de lo razonable ni  
es ni puede serlo: no es lo mismo tratar con aquello que sólo tiene  
propiedades que con quienes tienen proyectos e intenciones”*

Fernando Savater

### Resumen

Una alta productividad en Ingeniería está asociada entre otras cosas a una gestión eficiente del flujo de las enormes cantidades de información y correspondientes tomas de decisiones consubstanciales a los entornos de diseño y producción. Ello exige que nuestros titulados estén formados para ser capaces de manejar esa información de modo integrado, a través de los diferentes estadios en que se genera y procesa. En el contexto de la enseñanza de la Ingeniería existen un buen número de cursos designados a desarrollar competencias específicas, como las requeridas en los currículos académicos, pero muy pocos en los cuales las competencias de integración sean el objetivo principal. En este artículo se documenta una asignatura que tiene esa orientación, con la intención de alimentar el debate sobre la formación, tan necesario en tiempos de fuerte contracción de la actividad económica como el que vivimos en la actualidad y que está promoviendo el COIN. La asignatura se denomina “Tecnologías de la Información Aplicadas a la Construcción Naval” y es impartida en la titulación de Ingeniero Naval y Oceánico, plan 2002, de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM). La primera parte de la asignatura está dedicada a la planificación y gestión de proyectos; los estudiantes adquieren competencias en la definición, usando Ms-PROJECT, de la estructura de descomposición de tareas y la asignación de recursos así como en el seguimiento de proyectos, a través de una serie de ejemplos de complejidad creciente, finalizando con la construcción de un buque. La segunda parte está dedicada al uso de un gestor de bases de datos, Ms-ACCESS, y orientada a la gestión de la información relativa a Producción. Otra vez la estrategia pasa por trabajar sobre una serie de ejemplos de complejidad creciente y se finaliza con la administración de una base de datos de tuberías de un buque, para las cuales se establecen hitos de producción, recepción y montaje, lo que conecta esta parte con la primera. Finalmente, la tercera parte de la asignatura está dedicada al trabajo con FORAN, con el cual se definen con detalle los elementos estructurales de todo el buque sobre el que se ha elaborado la planificación. En esta parte, el trabajo es cooperativo, dado que los estudiantes operan simultáneamente en el mismo modelo 3D. Las clases se realizan en un aula multimedia en la cual cada estudiante puede utilizar todas las aplicaciones de software tratadas. Se han realizado encuestas a los estudiantes para obtener una retroalimentación desde su experiencia así como para hacer una valoración de su satisfacción con el proceso de aprendizaje. Los resultados de esas encuestas son discutidos en el artículo.

### Abstract

A high productivity rate in Engineering is related to an efficient management of the flow of the large quantities of information and associated decision making activities that are consubstantial to the Engineering processes both in design and production contexts. Dealing with such problems from an integrated point of view and mimicking real scenarios is not given much attention in

Engineering degrees. In the context of Engineering Education, there are a number of courses designed for developing specific competencies, as required by the academic curricula, but not that many in which integration competencies are the main target. In this paper, a course devoted to that aim is discussed. The course is taught in a Marine Engineering degree but the philosophy could be used in any Engineering field. All the lessons are given in a computer room in which every student can use each all the treated software applications. The first part of the course is dedicated to Project Management: the students acquire skills in defining, using Ms-PROJECT, the work breakdown structure (WBS), and the organization breakdown structure (OBS) in Engineering projects, through a series of examples of increasing complexity, ending up with the case of vessel construction. The second part of the course is dedicated to the use of a database manager, Ms-ACCESS, for managing production related information. A series of increasing complexity examples is treated ending up with the management of the pipe database of a vessel. This database consists of a few thousand of pipes, for which a production timing frame is defined, which connects this part of the course with the first one. Finally, the third part of the course is devoted to the work with FORAN, an Engineering Production package of widespread use in the shipbuilding industry. With this package, the frames and plates where all the outfitting will be carried out are defined through cooperative work by the students, working simultaneously in the same 3D model. In the paper, specific details about the learning process are given. Surveys have been posed to the students in order to get feed-back from their experience as well as to assess their satisfaction with the learning process. Results from these surveys are discussed in the paper.

## 1. INTRODUCCION

No es habitual en una publicación técnica como la que aquí nos ocupa el incluir un artículo de una naturaleza no tanto técnica como relativa a aspectos centrados en la formación. Al proponerlo, pretendemos alimentar un debate que ha venido sugerido desde las instituciones y dentro de una de las líneas, la 4, del plan actuación para el futuro de las instituciones [4] del Colegio Oficial de Ingenieros Navales y Oceánicos. Creemos que las acciones formativas que aquí se documentan son relevantes no solo en formación de grado sino que podrían definir vectores muy importantes también en la formación permanente de nuestros titulados.

Una alta productividad en Ingeniería está asociada entre otras cosas a una gestión eficiente del flujo de las enormes cantidades de información y correspondientes tomas de decisiones consubstanciales a los entornos de diseño y producción. En la formación de nuestros ingenieros no se le ha prestado mucha atención a tratar con tales problemas desde un punto de vista integrado y a recrear escenarios reales. La razón de esa falta de interés reside en la dificultad para reproducir en contextos de aprendizaje los flujos de información antes mencionados. Esto se ve reflejado en la referencia [9] donde aunque se documenta de modo general el software usado en la formación de ingenieros navales, no es tratado ninguno relacionado con la ingeniería de producción.

En las titulaciones de Ingeniería casi todas las asignaturas están diseñadas para desarrollar competencias específicas requeridas por el currículum académico, pero no hay muchos en los cuales las competencias de integración sean el objetivo principal. Un ejemplo de esto último se trata en [6,8,19], en el que se documenta como se realiza de modo integrado la enseñanza en el contexto de la ingeniería de procesos de manufactura. En nuestra asignatura nos centramos en la integración de actividades de ingeniería de producción y más específicamente en el ámbito de la construcción de buques. La integración se manifiesta en que el mismo producto de la ingeniería (un buque concreto en este caso) es tratado en las diferentes partes de la asignatura desde puntos de vista diferentes y utilizando software de gestión masiva de información orientado a producción. Un enfoque similar, aunque referido exclusivamente a aspectos de diseño, se encuentra en las referencias [6,8,19] donde se trata el diseño de un determinado sistema desde el punto de vista de una serie de ramas particulares de un currículum académico.

La primera parte de la asignatura está dedicada a la planificación y gestión de proyectos; los

estudiantes adquieren capacidades en la definición, usando Ms-PROJECT [10], de la estructura de la descomposición de tareas (WBS) y de la estructura de descomposición de la organización (OBS) –asignación de recursos- en proyectos de Ingeniería. Para ello se introducen una serie de ejemplos de complejidad creciente, finalizando con el caso de la construcción de un buque. La enseñanza de gestión de proyectos ha recibido una atención significativa en la literatura. De hecho, en la referencia [2] se documenta una experiencia de aprendizaje de gestión de proyectos en Ingeniería a través del trabajo para clientes reales. El presente trabajo comparte el interés de dichos autores en la presentación de problemas vinculados con actividades de empresas del mundo real.

La segunda parte de la asignatura está dedicada al uso de un administrador de base de datos, Ms-ACCESS [10], para la administración de la información relativa a la producción. Otra vez se tratan una serie de ejemplos de complejidad creciente, finalizando con la administración de una base de datos de tuberías de un buque real. Esta base de datos esta compuesta de unos cientos de tuberías, para las cuales se han definido plazos de subcontratación, recepción, instalación a bordo, etc., temporalización que conecta esta parte de la asignatura con la primera.

Finalmente, la tercera parte de la asignatura está dedicada al trabajo con FORAN, paquete de ingeniería de producción de uso generalizado en la industria de la construcción naval [15] y desarrollado por SENER. Con este paquete, los estudiantes realizan el despiece estructural del buque tratado en la parte 1 a partir de la información correspondiente a un proyecto fin de carrera, generando una lista muy grande de elementos susceptible de ser tratada con las técnicas utilizadas en la parte 2.

Una particularidad interesante de esta asignatura es que varias sesiones son lideradas por expertos procedentes de los tres campos. Sus sesiones se dedican a afianzar aspectos específicos y a aportar su experiencia, lo cual se realiza no a manera de discursos descriptivos sino guiando a los estudiantes a través del trabajo en el ordenador con ejercicios y casos de la vida real.

El documento está organizado como sigue: primero se discute la estructura de la asignatura, y se describe la metodología usada en las tres partes. Luego se trata la evaluación, cubriendo la evaluación del trabajo de los estudiantes y los resultados de la encuesta interna y de una encuesta externa realizada por la UPM. Finalmente, se resumen algunas conclusiones y trabajos futuros.

## **2. ESTRUCTURA DE LA ASIGNATURA**

### **2.1 General**

La asignatura aquí descrita pertenece a la titulación de ingeniería Naval y Oceánica ofrecida por la Universidad Politécnica de Madrid (UPM), plan 2002, e impartida en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Navales (ETSIN). El nombre de la asignatura es “Tecnologías de la información aplicadas a la construcción naval (TICN)” y consta de un máximo de 60 horas presenciales. La asignatura tiene un carácter opcional y en el momento del envío de este artículo acaba de concluir su tercera edición. Se imparte en un aula multimedia de 15 puestos, que es un tamaño muy adecuado para crear una atmósfera interactiva durante las clases. La matrícula ha sido completa en las tres ediciones de la asignatura, lo cual es un logro significativo debido a la gran oferta de asignaturas optativas dentro de la titulación. Tal como se mencionó en la introducción, la asignatura presenta una visión integrada de la ingeniería de producción en el entorno de la construcción naval, utilizando metodologías de aprendizaje basadas en problemas (problem based learning - PBL) y cubriendo el aprendizaje de la planificación y gestión de proyectos, bases de datos, e ingeniería de detalle.

### **2.2 Planificación y gestión de proyectos**

La planificación y gestión de proyectos es una parte central en las actividades profesionales de

muchos ingenieros independientemente del sector específico donde trabajen. Por tal razón, esta parte de la asignatura es a la que se le dedica un mayor esfuerzo. Esta parte comienza presentando los mapas mentales [5] como una herramienta para planificar las actividades iniciales. MINDMANAGER es la aplicación usada para este propósito [11]. Se discuten proyectos con complejidad creciente: construcción de una estantería, remodelación de una cocina, proyecto de un aula multimedia y construcción de un jardín en una gran urbanización. Se elabora una estimación inicial de la WBS usando MINDMANAGER. En la figura 1 se presenta un mapa mental de la WBS del proyecto del aula multimedia como muestra del tipo de WBS que los estudiantes suelen manejar.



Figura 1: Mapa mental de la WBS de un aula multimedia

La WBS es exportada directamente a Ms-PROJECT para establecer las relaciones entre las tareas y para la asignación de los recursos. En la asignatura se tratan las técnicas de asignación de recursos basadas tanto en trabajo como en mediciones. También se ejecutan algunas simulaciones correspondientes al seguimiento del proyecto durante su ejecución. Finalmente, se trabaja con proyectos combinados, utilizando un “pool” de recursos común.

Durante este proceso se resalta la componente humana de la gestión de proyectos (lo racional y lo razonable de la cita del principio del artículo). La gestión de proyectos requiere no solamente tomar decisiones racionales sino sobre todo razonables, en las cuales, las relaciones interpersonales, las habilidades de negociación y otros aspectos humanos son con frecuencia más relevantes que los argumentos puramente técnicos. Estamos de acuerdo con la profesora Martha Nussbaum[13] con respecto a que los valores humanos son extremadamente importantes en la educación de nuestros estudiantes; la gestión de proyectos requiere trabajar aspectos como la empatía, el conocimiento ajeno, etc.

Para integrar las habilidades adquiridas y aplicarlas en el contexto de la construcción de buques, se realiza un ejercicio consistente en la planificación de la construcción de un buque. Las referencias que pueden ser usadas para la enseñanza de la gestión del proyecto de construcción de buques son escasas. Iglesias–Baniela[7] se basa en su experiencia como jefe de planificación de Gondán Shipyards para escribir un interesante manual sobre el tema. Sin embargo, la referencia les ha sido ofrecida a los estudiantes una vez que la asignatura concluyó ya que estábamos interesados en promover el desarrollo de ideas originales por parte de los estudiantes, partiendo de lo que habían aprendido mediante los ejemplos mencionados.

Aprovechándonos de la distribución del aula (matriz de 5x3 puetos), se forman 5 grupos de 3 personas y se le proporciona a cada grupo un documento con el enunciado del ejercicio en cuestión. El enfoque cooperativo en la planificación de proyectos es un enfoque acertado para su aprendizaje tal y como se describe en la referencia [12]. La información disponible para los estudiantes consiste en un proyecto de ingeniería básica de un buque, tomado de la base de datos de proyectos fin de carrera de cursos académicos previos. La información está organizada

en una serie de documentos y los estudiantes profundizan en ellos para seleccionar lo que es relevante para la planeación: disposición general, pesos, maquinaria y presupuesto son los documentos más relevantes. Se les dan algunas indicaciones con respecto al astillero donde se construiría el buque, la capacidad de las grúas, diques secos, etc...

El enfoque PBL es usado con toda intensidad en este ejercicio, donde los estudiantes son libres de tomar las decisiones que ellos creen más convenientes para la entrega del buque dentro de una fecha límite. A ellos se les pide presentar su trabajo en un presentación tipo Power Point, la cual debe contener por lo menos los diagramas de descomposición de bloques, como el de la figura 2, la cual corresponde a la disposición general de la figura 3, un mapa mental de la WBS, como el de la figura 4, y un diagrama de Gantt, como el de la figura 5. Presentamos este último diagrama para mostrar la complejidad de las tareas que los estudiantes son capaces de planificar, y no para resaltar específicamente ninguno de los aspectos de la planificación, los cuales están cubiertos específicamente por otras referencias[7].

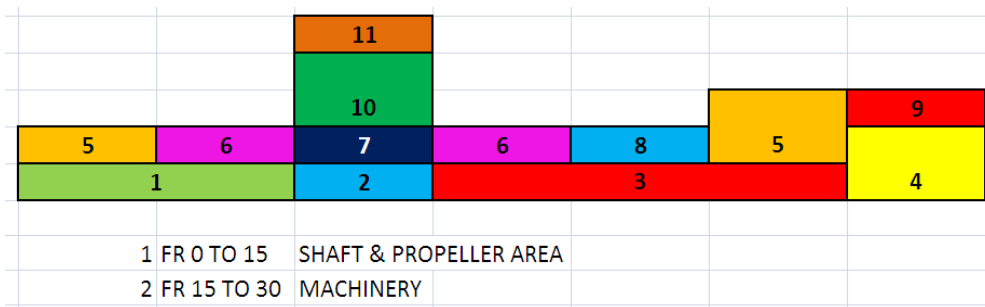


Figura 2: Ejemplo de la solución del diagrama de construcción para el ejercicio propuesto

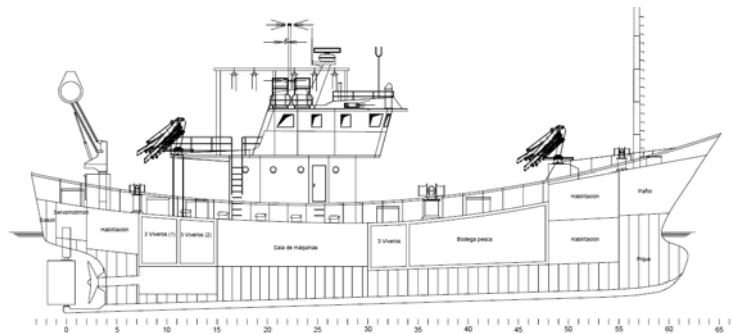


Figura 3: Plano de disposición general para el ejercicio propuesto

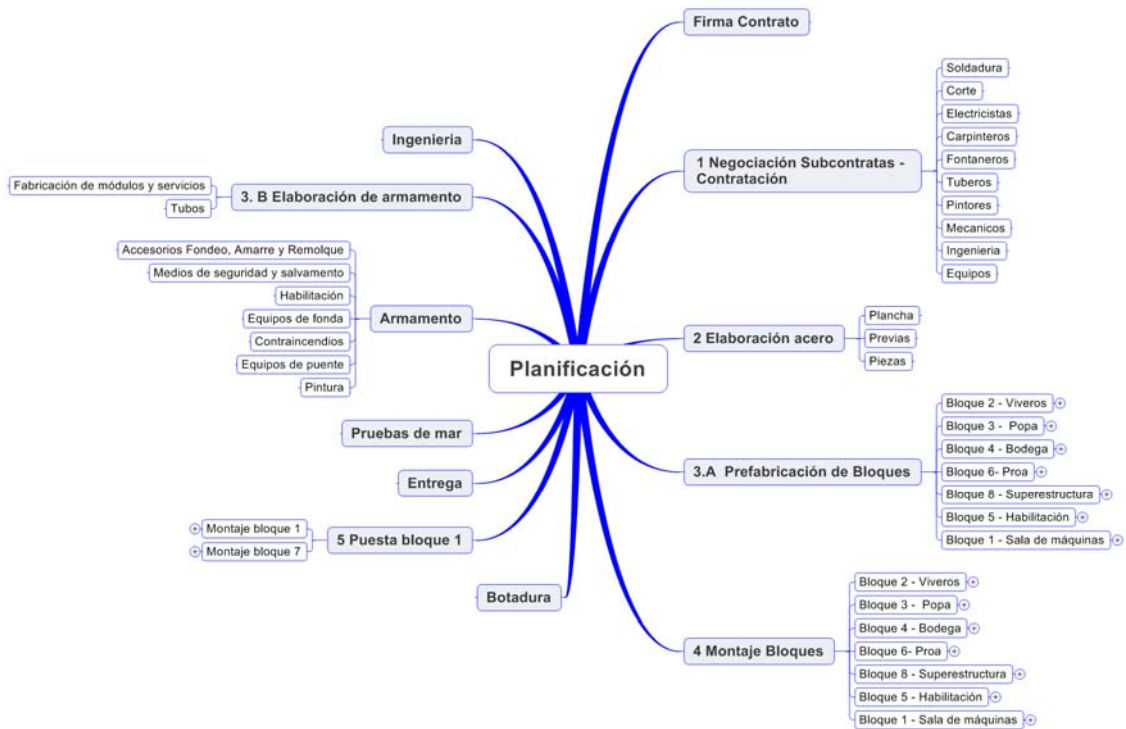


Figura 4: Mapa mental para el ejercicio de la planificación de la construcción del buque

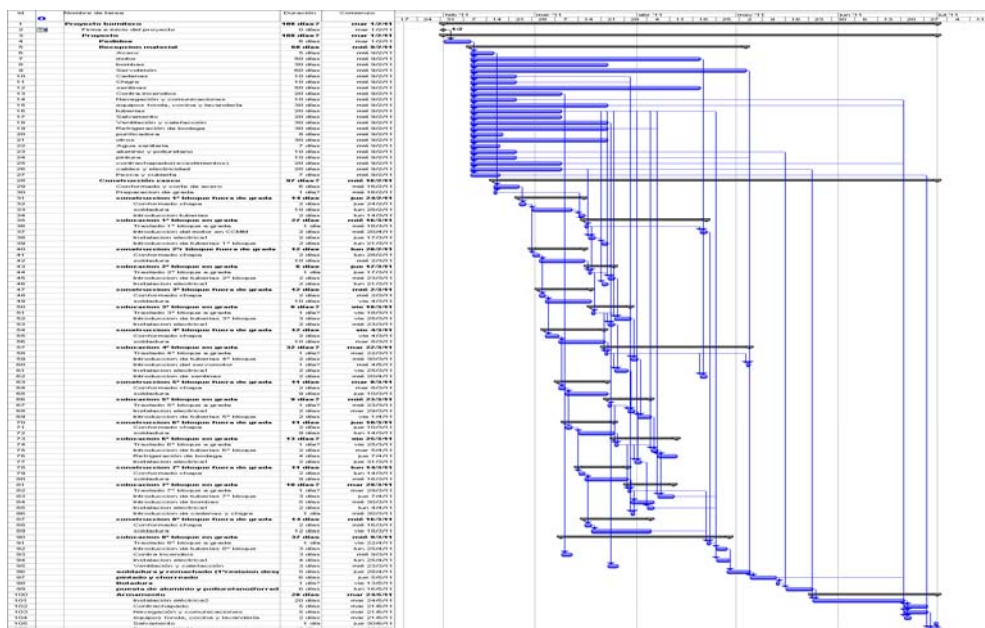


Figura 5: Diagrama de Gantt para el ejercicio de la planificación de la construcción del buque

### 2.3 Bases de datos (BD)

Con la planificación de la construcción del buque, los estudiantes adquieren competencias para definir las tareas necesarias para llevar a cabo un proyecto complejo de ingeniería. También comprenden que cada una de esas tareas posee una gran cantidad de pequeñas operaciones

que tienen que ser organizadas específicamente en los niveles de gestión más básicos (láminas, tubos, elementos eléctricos y de aislamiento, etc). Para organizar esas operaciones y llegados a este punto, los estudiantes se dan cuenta de que se necesitan herramientas más poderosas que Ms-PROJECT para el manejo de la información. Las herramientas más potentes a su disposición para tratar grandes cantidades de información son las hojas de cálculo, principalmente las de EXCEL. Es necesario presentar las tecnologías de bases de datos como algo diferente y mostrarles que EXCEL no es suficiente para tratar tal cantidad de información con la seguridad y eficiencia requerida. De este modo, la adquisición de competencias en el diseño y utilización de bases de datos se convierten en el siguiente objetivo de aprendizaje.

La enseñanza a estudiantes de Ingeniería de las competencias en gestión de bases de datos ha sido siempre compleja por múltiples razones [17,18]. Esas competencias están asociadas normalmente a las titulaciones del ámbito de las TIC, ámbito en el que los estudiantes usan habitualmente los conceptos propios de las bases de datos y son además capaces de un nivel abstracción para el cual no están preparados los estudiantes de ingeniería. Además, los estudiantes de Ingeniería prefieren métodos de aprendizaje basados en la resolución de problemas concretos, la realización de proyectos, etc., en lugar de los conceptos abstractos que aparecen en el diseño de bases de datos. Por estas razones, la metodología que se aplica en la presente asignatura presenta estos conceptos empezando con una base de datos sencilla, la cual almacena las dimensiones principales de algunos buques. Se trabajan otros ejemplos de complejidad creciente y finalmente se proponen ejercicios relativos a la gestión de una base de datos de 5000 tubos de un buque real. Para esa base de datos, cuyas relaciones son presentadas en la figura 6, se realizan consultas e informes, teniendo en cuenta la información requerida por el departamento de producción, el almacén del astillero, el departamento de compras, etc. Además, para esas tuberías se han definido plazos de subcontratación, recepción, instalación a bordo, etc., temporalización que conecta esta parte de la asignatura con la primera

#### 2.4 Generación de la información de la ingeniería de detalle. (DEIG)

Finalmente, la tercera parte de la asignatura está dedicada a trabajar con FORAN, un paquete orientado a la ingeniería de detalle para producción, de uso general en la industria naval[15]. La motivación para esta parte surge de cuestionar cómo se genera, a partir del proyecto básico, la información que contiene la enorme base de datos de tuberías. Los elementos estructurales del buque son definidos con todo detalle mediante el trabajo en conjunto de los estudiantes, operando sobre el mismo modelo FORAN 3D (figura 7). El enfoque es análogo al de la ingeniería basada en el conocimiento (KBE)[1] en la que se discute cómo se crea un modelo virtual que incorpora no solamente características geométricas sino características materiales y la constructivas.

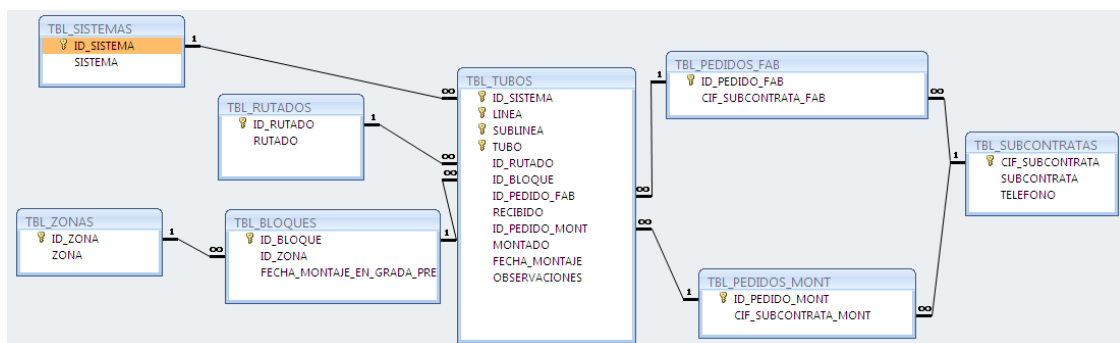


Figura 6: Relaciones de la base de datos de tuberías

La política de licencias de FORAN es bastante restrictiva y además, configurar el software localmente en los equipos del aula donde se imparte la asignatura es muy complicado. Por estas razones se ha usado una solución más sofisticada. El software se ejecuta en modo remoto en los servidores de SENER en la oficina central de la empresa, usando una aplicación web con

tecnología CITRIX [3]. Esto además facilita que los estudiantes puedan trabajar simultáneamente en el mismo modelo geométrico, simulando escenarios del mundo real en las empresas que realizan la ingeniería de detalle. Cada estudiante realiza la definición de una serie de elementos estructurales, utilizando la información de compartimentación y estructural correspondiente al proyecto fin de carrera de referencia (figura 7). Se exporta una lista de elementos, que puede ser leída directamente por MS-ACCESS para alimentar la base de datos. Realmente, el motor del FORAN está basado en el ORACLE [14]. La definición de la red de tuberías es significativamente más compleja que la definición de los elementos estructurales y hemos dejado esa tarea para el futuro.

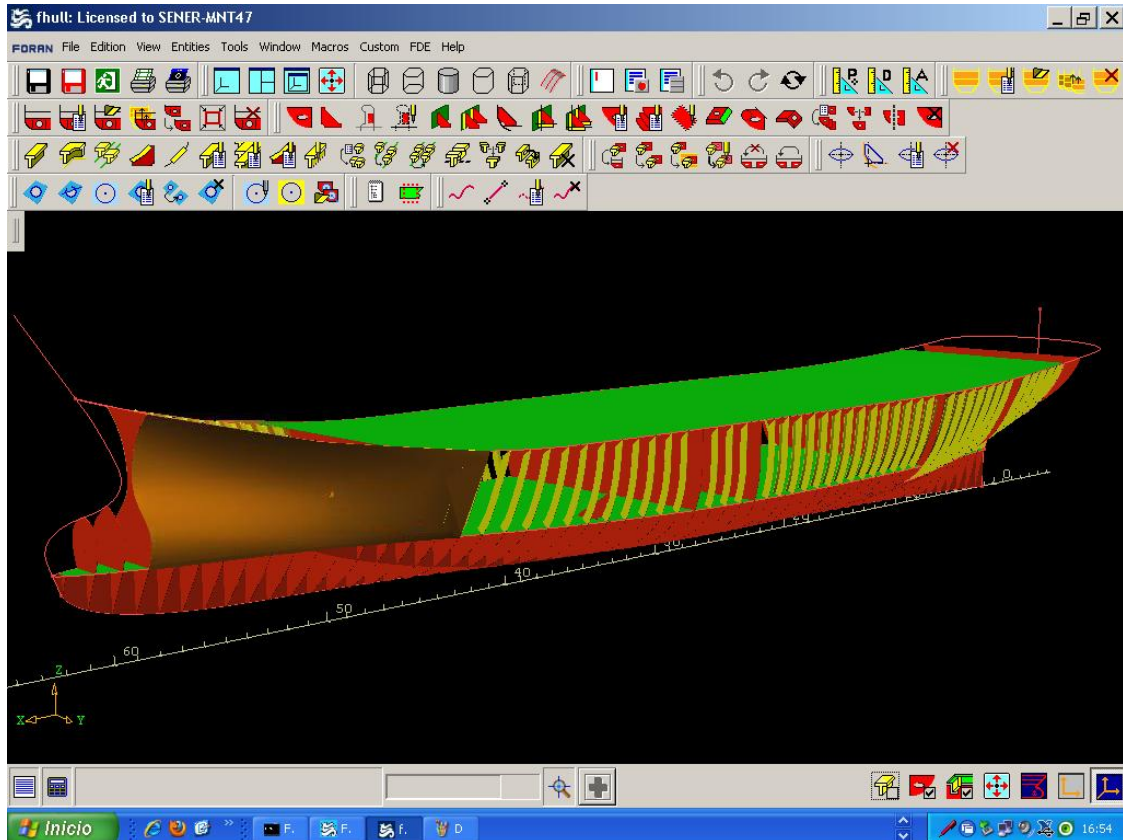


Figura 7: Definición del marco con el modulo FORAN FHULL

### 3. EVALUACIÓN

#### 3.1 General

Se consideran tres niveles de evaluación. En primer lugar, describimos brevemente la evaluación del trabajo de los estudiantes. El proceso de enseñanza/aprendizaje es evaluado por una encuesta institucional (para nosotros es una evaluación externa) y finalmente nosotros mismos realizamos una exhaustiva encuesta interna, la cual apunta a aspectos específicos de la asignatura. Presentamos los resultados más relevantes de estas evaluaciones en las siguientes secciones.

#### 3.2 Evaluación del trabajo de los estudiantes

Evaluar el trabajo de nuestros estudiantes es en nuestra opinión una parte fundamental de la educación. Como se mencionó en la sección 2.1, esta asignatura tiene un carácter optativo. Es bien sabido que las tasas de éxito en las asignaturas optativas es cercano al 100% en las



titulaciones universitarias en España. En el caso particular de nuestra escuela, la oferta es además bastante amplia. La titulación es bastante exigente en lo que respecta a las asignaturas obligatorias y por tanto el nivel de esfuerzo que podemos demandar de nuestros estudiantes debe ser ajustado. En este contexto es fácil deducir que si se oferta una asignatura con un historial de bajas tasas de éxito, la matriculación será bastante limitada y eventualmente la asignatura podría no tener suficientes estudiantes como para ser impartida. Por lo tanto, la tasa de éxito tiene que ser alta y nosotros tenemos que diseñar un itinerario que nos permita alcanzar los objetivos de la asignatura y que además garantice altas tasas de éxito. Ese itinerario se apoya en que los estudiantes realicen un trabajo intenso durante las sesiones presenciales, en la que se tiene un control muy grande de las actividades realizadas. Estas sesiones están organizadas de tal modo que el profesor expone unos pocos conceptos y después guía el trabajo de los estudiantes haciendo uso de esos conceptos a través de ejemplos dirigidos cada uno directamente en su puesto. El aula multimedia dispone de funcionalidades que permiten que el profesor comparta archivos con los estudiantes y estos entre ellos, de tal modo que es posible comprobar cómo los estudiantes han resuelto un determinado ejercicio y mostrarlo a los demás.

Puesto que las clases presenciales son el centro de la asignatura, la asistencia es obligatoria. Si el estudiante no alcanza tasa de asistencia de al menos 85%, directamente suspende la asignatura y tiene que realizar un examen final. Si el estudiante asiste a clase y está activo durante las mismas (por nuestra experiencia, todos lo están), entonces el éxito está garantizado. Las calificaciones son altas con el objetivo de compensar las bajas calificaciones que obtienen en la mayor parte de las materias. Para ilustrar la opinión de los estudiantes sobre este sistema de evaluación, citamos un comentario de un estudiante en la encuesta interna: *“Aprobaría esta asignatura un ficus sentado delante del ordenador. Seguramente sí. Pero lo mejor es que saldría con un 9 y sabiendo gestionar bases de datos (y otras cosas). Por eso funciona”*.

Resumiendo, las ratios de éxito académico han sido del 100% en las 3 ediciones de la asignatura. La matriculación ha sido del 100% de capacidad en la primera y la tercera edición y 87% en la segunda en la que dos estudiantes se retiraron debido a que sus horarios no eran compatibles una vez que fue establecido el horario de la asignatura.

### **3.3 Encuesta institucional**

En 2009 la UPM lanzó el programa DOCENTIA con el objetivo de evaluar las actividades del profesorado, como un paso importante en el proceso de adaptación a la Educación Superior Europea (EHEA). Una de las acciones fue ofrecer al profesorado la posibilidad de evaluar su curriculum docente, y como parte de esa evaluación realizar a los estudiantes encuestas relacionadas con cada asignatura. Nosotros decidimos hacer encuestas sobre la asignatura tratada en este artículo y presentamos aquí los resultados más relevantes. Las calificaciones son sobre 5 puntos y mostramos en la tabla 1 nuestras calificaciones junto con las calificaciones promedio (columna MEDIA) de todas las encuestas en nuestra escuela. Se añade el cuantil, asumiendo una distribución Gaussiana, en la que se sitúa la asignatura (MEJOR %), dado que se dispone del dato de la desviación estándar de las respuestas de cada pregunta para el total de encuestas de la ETSIN. Es relevante resaltar que las calificaciones obtenidas por la asignatura están cerca del valor máximo en todas las preguntas, y la asignatura se sitúa siempre entre el 20% de las calificaciones más altas para todas las preguntas.

La pregunta 1 de esta encuesta nos indica que los estudiantes creen que la metodología de enseñanza es apropiada para conseguir los objetivos. La 2 muestra que los contenidos tratados, enfocados en los flujos de información en ingeniería de producción, no son tratados en otras asignaturas en la carrera, lo cual es una conclusión destacada. La 6 informa que los estudiantes creen que el sistema de evaluación de su trabajo es adecuado. Resumiendo, pensamos que los resultados son buenos.

Esta encuesta es importante para nosotros ya que es una evaluación externa que puede ser presentada oficialmente para documentar la opinión que el estudiante tiene de la asignatura.

Aparte de la encuesta externa, nosotros realizamos una encuesta interna con 50 preguntas orientada a aspectos específicos del curso. La encuesta es realizada online mediante una página html que crea, usando una pequeña aplicación cgi, un archivo ASCII con las respuestas de los estudiantes. Los resultados más relevantes de esta encuesta se muestran en la tabla 2.

	Pregunta	TICN	MEDIA	MEJOR %
1	Las tareas previstas (teóricas, prácticas, de trabajo individual, en grupo, etc.) guardan relación con lo que se pretende que aprenda en la actividad docente.	4.62	3.55	17
2	En el desarrollo de esta actividad docente no hay solapamientos con los contenidos de otras actividades ni repeticiones innecesarias.	4.69	3.48	13
3	Se han coordinado adecuadamente las tareas teóricas y prácticas previstas en el programa	4.62	3.30	13
4	El volumen de contenidos y tareas que comprende la actividad docente guarda proporción con los créditos que tiene asignados.	4.62	3.10	12
5	La dedicación que exige esta actividad docente se corresponde con la prevista en el programa.	4.69	3.11	10
6	El modo en que se evalúa (exámenes, memorias de prácticas, trabajos individuales o de grupo, etc.) guarda relación con el tipo de tareas (teóricas, prácticas, individuales, grupales, etc.) desarrolladas..	4.77	3.35	12
7	He mejorado mi nivel de partida, con relación a las competencias previstas en el programa.	4.54	3.33	16

Tabla 1: Resultado de la encuesta institucional

	Pregunta	
1	¿La asignatura TICN te ha dejado una idea clara de la importancia de la relación entre las tecnologías de la información (TIC) y la productividad?	1/1
2	¿En cuántas asignaturas que has cursado la importancia de la relación entre las TIC y la productividad te ha sido transmitida con más fuerza que en TICN?	0
3	¿Te parece que TICN está bien estructurada, diferenciando tres grandes aspectos: gestión y planificación de proyectos (MS PROJECT), bases de datos-DB (ACCESS) y tecnologías asociadas a la generación de información para producción (FORAN)? Explicar en el cuadro situado al final de la encuesta qué cambiarías.	1/1
4	¿La asignatura te ha dejado una idea clara de la importancia de la relación entre esos tres temas?	0.92/1
5	¿Te parece que el ejercicio de realizar una planificación para la construcción de un buque correspondiente a un proyecto fin de carrera (PFC) permite integrar los conocimientos de la parte de gestión de proyectos de la asignatura?	1/1
6	¿Te parece que el ejercicio de operar sobre una DB real de tubos de un buque permite integrar los conocimientos de la parte de DB de la asignatura?	1/1
7	¿Te parece que el ejercicio de generar secciones constructivas en un pequeño buque real es adecuado para adquirir los conocimientos de la parte de GENERACIÓN DE INFORMACIÓN PARA PRODUCCIÓN (FORAN)?	0.92/1
8	¿Crees que TICN es, metodológicamente hablando, radicalmente diferente a la mayoría de las asignaturas de la carrera?	0.85/1
9	¿Crees que la metodología (clases básicamente prácticas con evaluación basada en el trabajo realizado en clase y asistencia obligatoria) facilita la consecución de los objetivos de la asignatura?	1/1
10	En esta asignatura se pretende trabajar con problemas reales, en escenarios reales, y con soluciones reales, ¿Has tenido esa impresión tú durante el desarrollo de la misma?	1/1
11	¿Recomendarías esta asignatura a un compañero?	1/1

Tabla 2: resultados de la encuesta interna

Parece claro por las respuestas mostradas en la tabla 2 que los estudiantes creen que las relaciones entre las TIC y la productividad se han hecho patentes con esta asignatura más que con ninguna otra asignatura de la titulación. Creen también que las conexiones entre las 3 partes del curso son claras después de realizar la asignatura y que las principales actividades en las tres partes son útiles para asimilar las ideas principales. Además, la metodología usada en la asignatura es vista por los estudiantes como radicalmente diferente de la utilizada en la mayoría de las otras asignaturas y opinan que esa metodología facilita el alcance de los objetivos de la asignatura. Otro resultado importante de la encuesta es que los estudiantes tienen la impresión de que aprenden en un contexto vinculado al mundo real. Además, le recomendarían el curso a un compañero, lo cual significa que la impresión global del curso es positiva.

#### **4. CONCLUSIONES**

En este artículo hemos documentado una asignatura dedicada a desarrollar las competencias de integración en el contexto de Ingeniería de producción de buques. La primera parte de la asignatura está dedicada a la planificación y gestión de proyectos, en la que los estudiantes adquieren competencias en la definición, usando Ms-PROJECT, de la estructura de la descomposición de tareas y en la asignación de recursos y seguimiento de proyectos de Ingeniería, finalizando dicha parte con la planificación de la construcción de un buque. La segunda parte de la asignatura está dedicada al aprendizaje de un gestor de bases de datos, Ms-ACCESS, para la administración de la información relativa a la producción. Esta parte se concreta en la administración de una base de datos de tuberías de un buque, para las cuales se establecen hitos de producción, recepción y montaje, lo que conecta esta parte con la primera. Finalmente, la tercera parte de la asignatura está dedicada al trabajo con FORAN, con el cual se definen con detalle los elementos estructurales de todo el buque sobre el que se ha elaborado la planificación, trabajando en un entorno cooperativo.

Hemos realizado encuestas a los estudiantes con el fin de obtener una retroalimentación de sus experiencias, así como para evaluar su satisfacción con el proceso de aprendizaje. Los resultados de estas encuestas muestran que los estudiantes piensan que la metodología fomenta la adquisición de los objetivos de la asignatura.

Aunque somos conscientes de que no es habitual incluir en Ingeniería Naval artículos centrados en la formación, creemos que este concretamente puede ser útil para alimentar el debate sobre formación permanente promovido por el COIN. Creemos que las acciones formativas que aquí se documentan son relevantes no solo en formación de grado sino que podrían definir vectores muy importantes también en la formación permanente de nuestros titulados, vectores a los que no se les ha dado en nuestra opinión la importancia que tienen en el mundo laboral.

#### **AGRADECIMIENTOS**

Durante la preparación de esta asignatura hemos recibido ayuda de un buen número de profesionales del sector. De entre ellos, nos gustaría destacar especialmente a Jesús Vilacañas de Zamakona Pasaia, a Sebastián Abril Pérez y Miguel Angel Marín Fuentes de NAVANTIA y a Salvador Aguilera de PACECO. Finalmente es fundamental para nosotros agradecer el entusiasmo e interés de los estudiantes que han seguido este curso durante los últimos tres años.

#### **REFERENCIAS**

- [1] Calkins, D. E., Egging, N., Scholz, C., 2000. Knowledge-based engineering (KBE) design methodology at the undergraduate and graduate levels. *International Journal of Engineering Education* 16 (1), 21-38.
- [2] Cano, J. L., Lidón, I., Rebollar, R., 2008. Learning Project Management through working for Real Clients. *International Journal of Engineering Education* 24 (6), 1199-1209
- [3] Citrix Systems, Inc., 2010. Official homepage of CITRIX, Available at: <http://www.citrix.com/>.
- [4] Colegio Oficial de Ingenieros Navales, 2010, Memoria del Plan de Actuación para el Futuro

de las Instituciones.

- [5] Davies, M., 2010. Concept mapping, mind mapping and argument mapping: what are the differences and do they matter? *Higher Education*, 1-23.
- [6] Elizalde, H., Rivera-Solorio, I. N., Pérez, Y., Morales-Menéndez, R., Orta, P., Guerra, D., Ramírez, R. A., 2008. An Educational Framework based on Collaborative Reverse Engineering and Active Learning: a Case Study. *International Journal of Engineering Education* 24 (6), 1062-1070.
- [7] Iglesias-Baniela, S., López-Varela, P., 2008. La planificación de la construcción de buques. Tórculo, Santiago de Compostela, (in Spanish).
- [8] Jefferson-Salas, I., Logan, J., Mylonas, D., 2008. America's cup yacht design process as an engineering educational method for students. In: III International Symposium on Motor and Sailing Yacht Design and Production, MDY'08. pp. 111-122.
- [9] Latorre, R., Vasconcellos, J. M., 2002. Introduction of Software Packages in Naval Architecture, Marine and Ocean Engineering Courses. *International Journal of Engineering Education* 18 (1), 98-105.
- [10] MICROSOFT, 2010. Official homepage of MS-ACCESS and MS-PROJECT, Available at: <http://www.microsoft.com/>.
- [11] MINDJET Group, Official homepage of MINDMANAGER, Available at: <http://www.mindjet.com/>, 2010.
- [12] Nembhard, D., Yip, K., Shtub, A., April 2009. Comparing Competitive and Cooperative Strategies for Learning Project Management. *Journal of Engineering Education* 88 (2).
- [13] Nussbaum, M. C., 2010. Not for profit: why democracy needs the humanities. Princeton University Press, Princeton, N.J.
- [14] ORACLE, 2010. Official homepage of ORACLE, Available at: <http://www.oracle.com/>.
- [15] SENER Engineering Group, Official homepage of the FORAN system, Available at: [www.foransystem.com](http://www.foransystem.com), 2006.
- [16] Smith, H., 2007. The Self-Regenerating Engineering Design Course: A Top-Down Approach. *International Journal of Engineering Education* 23 (1), 141-149.
- [17] Zeid, A., 2006. Teaching Database Courses to Engineering Students. *ASME Conference Proceedings* 2006 (47810), 203-209.
- [18] Zeid, A., Kamarthi, S., 2008. Best Teaching Practices in Database Courses for Engineering Students. *International Journal of Engineering Education* 24.
- [19] Ziemian, C. W., Sharma, M. M., 2008. Adapting Learning Factory Concepts Towards Integrated Manufacturing Education. *International Journal of Engineering Education* 24 (1), 199-210.