

Proyectos de Ingeniería Informática en la Universidad: Modelos Académicos de Desarrollo.

Òscar Coltell¹, José M. Torralba²

¹ Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos (Ingeniería Informática, Universitat Jaume I, Campus de Riu Sec, s/n, 12080-Castellón, coltell@lsi.uji.es)

² Departamento de Organización de Empresas, Economía Financiera y Contabilidad (Dr. Ingeniero Agrónomo, Universidad Politécnica de Valencia, Camino de Vera, s/n, 46022-Valencia, jtorral@omp.upv.es)

RESUMEN[#]

Los planes de estudio universitarios de la titulación Ingeniería Informática basados en créditos incluyen asignaturas dedicadas al diseño y desarrollo de proyectos informáticos. Estas asignaturas recogen parcialmente el espíritu de los antiguos proyectos de fin de carrera, pero deben restringir su alcance dado que tienen mucha menor carga. Entonces, también se debe limitar las posibilidades y variantes para el desarrollo de proyectos con respecto a lo que ocurre en el mundo profesional con respecto a la formación de equipos de proyecto y subproyectos, espectro de temas, colaboraciones externas y subcontrataciones, etc. Este trabajo presenta el estudio de diferentes modelos para el desarrollo de proyectos en un contexto académico, los criterios de selección de los modelos según los objetivos de la titulación, del centro y del entorno social, y destaca los modelos más adecuados una vez aplicados los criterios. Además, se describe con detalle la aplicación del proceso.

1. Introducción.

En el curso académico 2001-2002 se han puesto en marcha en la Universitat Jaume I (UJI) los nuevos planes de estudios aprobados en 2001 (BOE, 5 de diciembre de 2001) de las titulaciones Ingeniería Técnica en Informática de Sistemas (ITIS) [1], Ingeniería Informática (II) [2] e Ingeniería Técnica en Informática de Gestión (ITIG) [3]. ITIS es la primera vez que se imparte en la UJI y las otras dos se iniciaron con los planes de 1991 a partir de la propia creación de la universidad.

Por otra parte, en la Universidad Politécnica de Valencia (UPV), específicamente en la Escuela Universitaria de Informática (EUI) y en la Facultad de Informática (FIV), se han puesto en marcha paralelamente nuevos planes de las titulaciones homólogas [4], [5]. Estos planes sustituyen en su caso a los que se iniciaron en 1994 para las tres titulaciones. Las diferencias entre ambas universidades es que ITIS ya existía en la UPV; y que las asignaturas de proyectos no se ofertaban en ITIG de la UJI, pero sí en ITIG e ITIS de la UPV.

Esta situación será bastante más compleja que la actual en la UJI, donde se pueden aprovechar las experiencias de la UPV con los planes de 1994, cuando se alcancen los cursos en que se encuadran (Figura 1). Sin embargo, es necesario revisar los viejos planteamientos en ambas universidades intentando encontrar unos modelos comunes para el desarrollo académico de asignaturas de proyectos. Así, los parámetros de partida para confeccionar dichos modelos son los siguientes: se ofertarán tres asignaturas para el desarrollo de proyectos informáticos en las correspondientes titulaciones; los estudiantes pertenecerán a distintas a titulaciones técnicas o superiores con distinta carga total de créditos; y además, la gestión, supervisión y evaluación

[#] Este trabajo ha sido parcialmente financiado por CICYT (DPI 2000-1058).

de estas asignaturas corresponderá principalmente a dos departamentos distintos que deben establecer los mecanismos de coordinación oportunos.

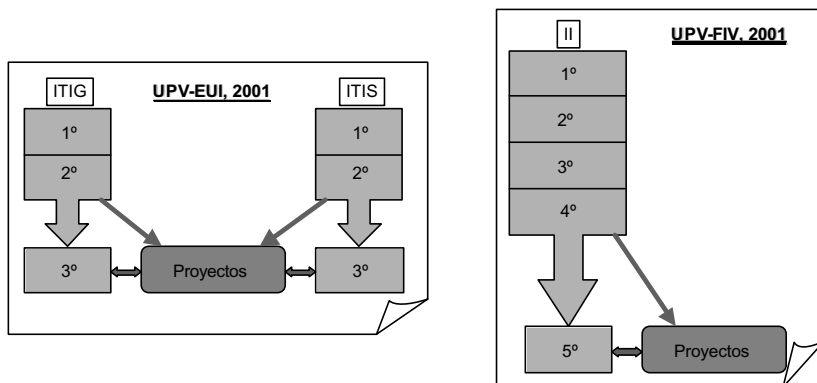


Figura 1: Estructuras de las titulaciones de informática con relación a las asignaturas de proyectos.

Por tanto, el objetivo establecido en este trabajo consiste en plantear un modelo docente básico para el desarrollo académico de las asignaturas de proyectos de informática, basado en un cuerpo de conocimientos teórico-prácticos que sea aplicable en las tres titulaciones. Este modelo se debe confeccionar teniendo en cuenta los fines de las titulaciones y los objetivos de las materias de proyectos según el enfoque que aplica el modelo MISE [6]. Esta información se puede encontrar en parte en los planes de estudios de las nuevas titulaciones.

En la sección que viene a continuación se fijará una definición del concepto de proyecto informático académico. A continuación, se estudiará la aplicabilidad del concepto a las tres titulaciones mencionadas. En una sección posterior se estudiarán los posibles modelos de desarrollo y los criterios y parámetros propios de cada titulación. A continuación, se describirán los modelos propuestos como los más adecuados. Y finalmente se establecerán las conclusiones obtenidas de todo el proceso.

2. Proyectos Informáticos en Ingeniería.

No se puede perder de vista que las tres titulaciones mencionadas tienen un ámbito común, la Ingeniería. Por tanto, los proyectos informáticos deben contemplarse como proyectos de ingeniería y su definición debe hacerse fundamentándose en el enfoque de ingeniería [7]. Hay varias definiciones de lo que es un proyecto de ingeniería y de proyecto informático, pero de las más completas es la de Francisco Sanchís [8], que además distingue varios tipos de proyectos informáticos: de desarrollo de software, de integración de tecnologías y de implantación y personalización de soluciones tecnológicas.

En general, un proyecto viene caracterizado por factores, operandos y operadores: Los factores son los objetivos definidos, la unicidad (responde a una demanda puntual), el dominio de aplicación, el coste, la flexibilidad (asignación de recursos) y el tiempo (duración limitada). Los operandos son los recursos (excepto los humanos). Y los operadores son los recursos humanos. En la Tabla 1 se presentan los factores, operandos y operadores de los proyectos informáticos en general y los particulares de los proyectos informáticos académicos.

		Proyectos Informáticos	Proyectos Informáticos Académicos
FACTORES	OBJETIVOS DEFINIDOS	Objetivos del proyecto	Objetivos de la asignatura (objetivos de aprendizaje). Objetivos propios del trabajo práctico
	UNICIDAD	Demanda fijada por el Plan de Sistemas	Descripción establecida en los planes de estudios
	DOMINIO DE APLICACIÓN	Según la sección de la empresa, el tipo de empresa y el sector al que pertenece	Entorno académico
	COSTE	Presupuesto operativo asignado	Restringida al subconjunto formado por profesores, estudiantes y recursos de los centros y departamentos de la universidad
	FLEXIBILIDAD en ASIGNACIÓN DE RECURSOS	Según el presupuesto, necesidades, regulación legal y prioridades asignadas	Carga docente expresada en créditos para los departamentos que imparten la asignatura. Créditos BOE que asumen los estudiantes. Créditos ECTS
	TIEMPO (DURACIÓN LIMITADA)	Duración y plazos según el proyecto, el Plan de Sistemas y condiciones de mercado	Curso académico (2 semestres)
OPERANDOS	RECURSOS MATERIALES	Instalaciones de la empresa e institución. Instalaciones de empresas subcontratadas	Instalaciones de los centros y departamentos de la universidad
	RECURSOS FINANCIEROS	Presupuesto asignado dentro de la provisión financiera del Plan de Sistemas	Presupuesto asignado a la asignatura dentro del POD departamental y otras unidades organizativas
	RECURSOS TÉCNICOS	Equipos informáticos y electrónicos existentes y/o adquiridos para el proyecto o compartidos con otros proyectos	Equipos informáticos y electrónicos proporcionados por los centros y departamentos de la universidad
	RECURSOS LÓGICOS	Software licenciado, documentación, formación y otros recursos existentes o adquiridos para el proyecto	Software licenciado de prácticas, documentación diversa, acceso a bases de datos internas y externas, biblioteca, hemeroteca, etc.
OPERADORES	RECURSOS HUMANOS	Determinados por la naturaleza del proyecto. Personal propio, personal externo y subcontratas	Coordinador de la asignatura (PDI), directores de proyectos (PDI); personal de apoyo (PAS de las secretarías de los departamentos y centros con la parte de dedicación correspondiente); y equipo de trabajo (estudiantes matriculados)

Tabla 1: Factores, operandos y operadores comparados de proyectos informáticos generales y académicos.

En el contexto de ingeniería, un trabajo es necesariamente un *trabajo técnico de ingeniería*: la obtención de una solución tecnológica a un problema real dado; con unos objetivos previamente definidos; realizando un conjunto de tareas y actividades sometidas a una planificación previa, limitadas en el tiempo, en las que se aplican conocimientos teóricos rigurosos y criterios, metodologías y técnicas comprobadas suficientemente, y en las que se necesitan determinados tipos de recursos. Este tipo de trabajos producen un “producto” mediante la realización de un “proceso de ingeniería”. La naturaleza del producto y del proceso está determinada por la disciplina que los ampara. En el caso de la informática, hay que hablar de *trabajo técnico de ingeniería informática*.

La *dirección* de un trabajo técnico de ingeniería comprende las responsabilidades siguientes: definición de objetivos, estimación grosera, planificación inicial, establecimiento de pautas de trabajo, asignación efectiva de recursos a tareas, supervisión de las tareas realizadas y de sus resultados, detección de desviaciones respecto de la planificación previa, evaluación parcial y global y presentación del resultado a terceros. También se asume la responsabilidad de los fallos y perjuicios que pueda ocasionar dicho trabajo, o de las consecuencias legales que puedan derivarse. La *dirección académica* de un trabajo técnico de ingeniería informática, en el contexto de las titulaciones de informática, tiene las mismas responsabilidades con algunas

restricciones:

1. La responsabilidad final debe asumirla obligatoriamente el profesorado adscrito a la asignatura de proyectos.
2. La evaluación global del trabajo no debe asumirla necesariamente la propia dirección, sino otros profesores adscritos que no hayan tenido relación directa con el trabajo
3. También puede existir el desdoblamiento en el proceso de evaluación: la dirección hace la evaluación técnica y una comisión la evaluación formal.
4. El peso de la presentación del trabajo y la defensa de sus resultados debe recaer en el estudiante o los estudiantes que lo hayan realizado.

Teniendo en cuenta las definiciones anteriores, el *proyecto informático académico* es un trabajo técnico de ingeniería informática, realizado, presentado y defendido por los estudiantes matriculados en la asignatura de proyectos, bajo la dirección académica de profesores adscritos a la misma asignatura.

Dicho de otro modo, es un conjunto de tareas y actividades técnicas y académicas, limitadas en el tiempo por el curso académico en que se imparte la asignatura, encaminadas a alcanzar unos objetivos mínimos bien definidos y acordes con la carga en créditos y la formación y capacidad de los estudiantes, en un plazo determinado por el profesorado adscrito a la asignatura y con unos recursos proporcionados por la universidad a través de los centros y departamentos relacionados directamente con la asignatura (humanos: estudiantes, PDI y PAS; materiales: instalaciones de los centros y departamentos; presupuestos: presupuesto asignado a la asignatura y carga docente en créditos; técnicos y lógicos: equipos informáticos y electrónicos de prácticas, software licenciado, acceso a bases de datos, libros, revistas y otros tipos de documentos, etc.)

3. El Proceso de Construcción de Modelos Docentes.

El proceso para la confección de un modelo docente para el desarrollo académico de las asignaturas de proyectos de informática, se inicia con la definición de unos criterios que sirven para caracterizar los distintos tipos de proyectos, tal como se muestra en la Tabla 2. Aunque no son los únicos, se ha considerado que son los más importantes y los que están más relacionados con la naturaleza académica del tema en estudio. Una simplificación adoptada para evitar la diversificación exponencial en la aplicación de los criterios es que cada uno de ellos puede tener sólo dos valores: “0” o “1” (criterios binarios). De la Tabla 2 se pueden deducir las combinaciones incompatibles que excluyen la viabilidad del tipo de proyecto: C2(0) con C3(1), C2(1) con C3(0) y C3(0) con C4(1).

Criterio	Valor	Significado
C1: Estructura del Equipo de Trabajo	0	Individual
	1	Múltiple: Compuesto por varios estudiantes con distintas responsabilidades
C2: Ámbito de Colaboración	0	Cerrado: Se restringe al entorno universitario
	1	Abierto: Se permite la colaboración con empresas e instituciones externas para desarrollar proyectos en ambientes reales
C3: Dominio de Aplicación	0	Cerrado: Se plantea un pequeño conjunto de temas y proyectos estándar
	1	Abierto: Se admite cualquier tema planteado por los profesores adscritos a la asignatura, por los estudiantes, o por interlocutores de empresas e instituciones externas
C4: Orientación	0	Exclusiva en Desarrollo: Solamente se permiten proyectos orientados exclusivamente al desarrollo de sistemas informáticos
	1	No Exclusiva en Desarrollo: Se permiten proyectos de desarrollo, de investigación, de integración de tecnologías y de implantación de soluciones tecnológicas

Tabla 2: Criterios para la caracterización de modelos de desarrollo operativos.

Seguidamente, se procede a la obtención de los tipos de proyectos derivados de la aplicación combinada de los valores de los criterios. En la Tabla 3 se muestran todas las combinaciones posibles (16) de los valores de los criterios que determinan los modelos de desarrollo de los proyectos informáticos académicos.

Código	C1	C2	C3	C4	Viable	Código	C1	C2	C3	C4	Viable
<i>A</i>	0	0	0	0	<i>SI</i>	I	1	0	0	1	
B	0	0	0	1		J	1	0	1	0	
C	0	0	1	0		K	1	1	0	0	
D	0	1	0	0		<i>L</i>	0	1	1	1	<i>SI</i>
<i>E</i>	1	0	0	0	<i>SI</i>	M	1	0	1	1	
F	0	0	1	1		N	1	1	0	1	
G	0	1	0	1		<i>O</i>	1	1	1	0	<i>SI</i>
<i>H</i>	0	1	1	0	<i>SI</i>	<i>P</i>	1	1	1	1	<i>SI</i>

Tabla 3: Combinaciones posibles modelos de desarrollo de proyectos informáticos académicos.

Finalmente, se tienen que aplicar las incompatibilidades seleccionando un subconjunto de proyectos viables según los objetivos y requisitos académicos expresados en los planes de estudios y en la Tabla 1. En la columna “Viable” de la Tabla 3 se ha puesto el valor “SI” para los proyectos que combinan criterios compatibles.

4. Propuesta de Modelos Docentes.

Los recursos docentes y administrativos disponibles para las nuevas titulaciones son menores que en las antiguas, debido a las reducciones en créditos totales aplicadas según la normativa legal vigente. Esto reduce la oferta de tipos de proyectos viables de la Tabla 3 por parte de los departamentos responsables de la administración de las asignaturas correspondientes. Es necesario considerar otros factores que reduzcan el conjunto de modelos viables según se muestra en la Tabla 4.

Factor	Significado	Muy bajo	Bajo	Alto	Muy alto
F1	Número de alumnos matriculados / crédito	1	2	3	4
F2	Número de alumnos matriculados / profesor adscrito	1	2	3	4
F3	Nivel de capacidad del estudiante	1	2	3	4
F4	Nivel de capacidad de la titulación (recursos)	1	2	3	4

Tabla 4: Factores de viabilidad de los proyectos y valores posibles.

A estos factores se le asignan determinados pesos (de 1 a 4) según la titulación de que se trate. De la misma forma, se asignan pesos (de 1 a 4) a cada uno de los valores de los criterios en función de los intereses de cada titulación. Con todo ello se obtiene la Tabla 5.

Criterio	Valor	II	ITIG	ITIS
C1	0	2	1	1
	1	3	4	4
C2	0	2	3	4
	1	2	1	1
C3	0	4	4	4
	1	3	1	1
C4	0	2	4	4
	1	1	1	1

Factor	II	ITIG	ITIS
F1	1	3	2
F2	1	3	2
F3	4	2	2
F4	4	1	1

Tabla 5: Pesos de los criterios y los factores de viabilidad según el tipo de titulación.

La modulación de los valores de los criterios por los factores se obtiene construyendo una matriz, denominada Matriz de Selección, donde se multiplican los pesos de los criterios por los de los factores. Por ejemplo, el elemento (1,1) se construye de la forma siguiente: $MS(1[II:F1],1[CI:0]) = F(1[F1],1[II]) * C(1[CI:0],1[II])$; siendo MS la matriz resultante, F la matriz de factores y C la matriz de criterios. El resultado final del proceso se muestra en la Tabla 6.

Los resultados de sumar los valores de cada una de las columnas de la Tabla 6 para cada titulación produce una fila denominada “TotalF” que se aplica en la valoración de cada uno de los proyectos viables de la Tabla 3. Esta valoración permite obtener un coeficiente de idoneidad para cada tipo de proyecto en las distintas titulaciones, tal y como se ha hecho en la Tabla 7.

Examinando la Tabla 7, el orden de prioridad en la selección es el siguiente: para II, E, A y O, H y P, L; para ITIG, E, A, O, P, H y L; para ITIS, E, A, H y O, P, L. El modelo a seleccionar es el que ha obtenido el máximo de puntuación, que ha resultado ser el de tipo E en las tres titulaciones, cuyas características son las siguientes: Proyecto en equipo, restringido al entorno universitario, que realiza un tema estándar previamente fijado, y orientado exclusivamente al desarrollo.

		C1		C2		C3		C4	
Titulación	Factor	0	1	0	1	0	1	0	1
II	<i>F1</i>	2	3	2	2	4	3	2	1
	<i>F2</i>	2	3	2	2	4	3	2	1
	<i>F3</i>	8	12	8	8	16	12	8	4
	<i>F4</i>	8	12	8	8	16	12	8	4
	TotalF	20	30	20	20	40	30	20	10
ITIG	<i>F1</i>	3	12	9	3	12	3	12	3
	<i>F2</i>	3	12	9	3	12	3	12	3
	<i>F3</i>	2	8	6	2	8	2	8	2
	<i>F4</i>	1	4	3	1	4	1	4	1
	TotalF	9	36	27	9	36	9	36	9
ITIS	<i>F1</i>	2	8	8	2	8	2	8	2
	<i>F2</i>	2	8	8	2	8	2	8	2
	<i>F3</i>	2	8	8	2	8	2	8	2
	<i>F4</i>	1	4	4	1	4	1	4	1
	TotalF	7	28	28	7	28	7	28	7

Tabla 6: Matriz de Selección.

Titulación	Tipo Proyecto	C1	C2	C3	C4	Total
II	<i>A</i>	20	20	40	20	100
	<i>E</i>	30	20	40	20	110
	<i>H</i>	20	20	30	20	90
	<i>L</i>	20	20	30	10	80
	<i>O</i>	30	20	30	20	100
	<i>P</i>	30	20	30	10	90
ITIG	<i>A</i>	9	27	36	36	108
	<i>E</i>	36	27	36	36	135
	<i>H</i>	9	9	9	9	36
	<i>L</i>	9	9	9	9	36
	<i>O</i>	36	9	9	36	90
	<i>P</i>	36	9	9	9	63
ITIS	<i>A</i>	7	28	28	28	91
	<i>E</i>	28	28	28	28	112
	<i>H</i>	28	7	7	28	70
	<i>L</i>	7	7	7	7	28
	<i>O</i>	28	7	7	28	70
	<i>P</i>	28	7	7	7	49

Tabla 7: Obtención del coeficiente de idoneidad para los modelos de proyectos.

Sin embargo, la propuesta que plantea este trabajo es que se permita la aplicación de algunos modelos alternativos para evitar una rigidez excesiva en el desarrollo de las asignaturas de proyectos. Por tanto, se descartan los modelos que han obtenido las menores puntuaciones (H, P y L en II; O, P, H y L en las otras titulaciones), de forma que la configuración completa queda de la forma siguiente:

1. En II se primarán los modelos que se lleven a cabo en equipo siempre y cuando se restrinjan al desarrollo de sistemas (proyectos E y O), independientemente de la apertura de colaboraciones y dominios de aplicación. También se deben permitir los

proyectos realizados individualmente pero cerrados en el resto (proyectos A), que simplifican y facilitan la supervisión y evaluación de los mismos.

2. En ITIG e ITIS se primarán los proyectos en equipo y cerrados (proyectos E), aunque debe existir la alternativa de proyectos individuales y cerrados (proyectos A) para los alumnos que no puedan formar parte de un equipo de trabajo.

5. Conclusiones.

Se presenta en este trabajo un enfoque conceptual para el diseño docente de las asignaturas de proyectos informáticos en las titulaciones de informática impartidas en la UJI y en la UPV (II, ITIG e ITIS), dado que se han puesto en marcha los nuevos planes de 2001. Se ha dado la definición precisa del concepto de proyecto informático académico, junto con otros conceptos adyacentes, como el de trabajo técnico y dirección académica.

Por otra parte, se ha propuesto un conjunto de modelos docentes operativos para el planteamiento y desarrollo de proyectos que cumplen determinados criterios fijados previamente. También se ha descrito el proceso de selección de los modelos más adecuados en función de la limitación de los recursos docentes y administrativos disponibles para las nuevas titulaciones. Así, en las titulaciones medias se promueve el desarrollo en equipo con temas estándar fijados a priori. En cambio, en la superior se permite también la colaboración externa y un dominio de aplicación más abierto, siempre y cuando los proyectos de este tipo sean exclusivamente de desarrollo.

Otros aspectos, como el procedimiento y criterios de asignación de recursos PDI a cada modelo y los criterios de evaluación, quedan pendientes de tratar para futuras ampliaciones de este trabajo.

Referencias.

- [1] 22892-RESOLUCIÓN de 20 de noviembre de 2001, de la Universidad “Jaume I” de Castellón, por la que se hace público el plan de estudios de la titulación de Ingeniero Técnico en Informática de Sistemas de esta Universidad. Boletín Oficial del Estado, 5-12-2001; 291: 45058-45064.
- [2] 22893-RESOLUCIÓN de 20 de noviembre de 2001, de la Universidad “Jaume I” de Castellón, por la que se hace público el plan de estudios de la titulación de Ingeniero en Informática de esta Universidad. Boletín Oficial del Estado, 5-12-2001; 291: 45065-45078.
- [3] 22894-RESOLUCIÓN de 20 de noviembre de 2001, de la Universidad “Jaume I” de Castellón, por la que se hace público el plan de estudios de la titulación de Ingeniero Técnico en Informática de Gestión de esta Universidad. Boletín Oficial del Estado, 5-12-2001; 291: 45079-45088.
- [4] Escuela Universitaria de Informática, Universidad Politécnica de Valencia. “Nuevos planes de estudios de Ingeniería Técnica en Informática de Gestión e Ingeniería Técnica en Informática de Sistemas, 2001”. <http://www.eui.upv.es/webeui/valenciano/index.html> (acceso 25/04/2002).
- [5] Facultad de Informática, Universidad Politécnica de Valencia. “Nuevos planes de estudios de Ingeniería Informática, 2001”. <http://www.fiv.upv.es/> (acceso 25/04/2002).

- [6] Doménech, F.; “Proceso de enseñanza/ aprendizaje universitario. Aspectos teóricos y prácticos”. Castellón: Publicacions de la Universitat Jaume I, 1999.
- [7] Sánchez MA, Gómez-Senent E. "La profesión de ingeniero". Gómez-Senent E. (ed.) La ingeniería desde una perspectiva global. Servicio de Publicaciones de la Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, 2000.
- [8] Sanchís F. Proyectos Informáticos. Departamento de Publicaciones de la Escuela Universitaria de Informática, Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, 1998.