

Evaluación del aprendizaje de la asignatura “Ingeniería de Control” en las titulaciones de Informática en el sistema europeo de créditos

Francisco Ortiz, Pablo Gil, Miguel Baquero
Departamento de Física, Ingeniería de Sistemas y Teoría de la Señal
Universidad de Alicante
Ap. Correos 99, 03080 Alicante

1. Introducción y motivación

En este artículo se presenta un estudio sobre la adaptación de la asignatura de “Ingeniería de Control” de las Ingenierías en Informática de la Universidad de Alicante al nuevo espacio europeo de educación superior y créditos ECTS. Asimismo, en este trabajo se ha realizado un estudio sobre el método de evaluación aplicado en la asignatura y la valoración del aprendizaje de la asignatura.

La evaluación de la asignatura se ha llevado a cabo mediante la realización de dos trabajos. Para la realización de los trabajos se ha optado en una división temporal, el primero de ellos se debía entregar antes de las fiestas de Navidad y el segundo de ellos al finalizar el cuatrimestre, durante la semana de exámenes.

Con estos trabajos, no sólo se ha buscado el desempeño personal del alumno, desde el punto de vista de que fuese el propio alumno el que desarrollará un tema para su estudio y para la comprensión del resto de compañeros matriculados en la asignatura, sino que también se buscaba evaluar dos parámetros difícilmente cuantificables por el profesor: dedicación del alumno y dificultad encontrada en cada tema.

2. Nueva metodología docente

2.1 Metodología

La metodología didáctica propuesta para la enseñanza universitaria de las asignaturas objeto de este estudio está basada en el modelo de crédito europeo ECTS. Teniendo en cuenta que estos créditos representan las horas de lección magistral, trabajos prácticos, seminarios, periodos de prácticas, trabajo de campo, trabajo personal (en biblioteca o en domicilio), así como los exámenes u otros posibles métodos de evaluación, habrá que adecuar la metodología docente al estudiante. El trabajo del profesor es muy relevante para ayudar al alumno en su formación. Es importante poner de manifiesto que, en esta propuesta no se altera la dedicación actual del profesorado, al contrario, se incentiva su labor. Entre esta labor destacaremos:

- Clases teóricas.
- Clases de problemas.
- Clases prácticas de laboratorio.
- Nuevo sistema de tutorías.

A continuación se analizarán cada una de estas formas didácticas.

2.1.1. Clases teóricas

Las clases de teoría deben entenderse como un encuentro del alumno con los contenidos de la asignatura, durante el cual el estudiante tiene que lograr conocer y comprender dichos contenidos. El profesor es el encargado de su transmisión, pero ha de superar con eficacia didáctica la simple emisión de contenidos, en el sentido de facilitar y conducir al alumno a la comprensión de los mismos.

En la Universidad, el tipo de clase teórica que suele emplearse es aquella en la que el profesor expone durante un tiempo determinado, una lección frente a un auditorio. La transmisión es oral y unidireccional. La receptividad es la característica fundamental del alumnado. Por lo general, el extenso uso que se hace de la lección magistral se debe a la rapidez y sencillez para la transmisión de conocimientos, pese a sus conocidos inconvenientes (masificación, escasa motivación, pasividad del alumnado, etc.)

2.1.2. Clases de problemas

En un contexto académico el término problema hace referencia a un ejercicio, por lo general numérico, que supone hallar, determinar o calcular algo sobre la base de una situación que se describe suficientemente en el enunciado del problema. Con la resolución de problemas se facilita la comprensión de un concepto o una ley. De aquí la importancia de las clases de problemas, pues es en ellas en las que se comprueba si el alumno ha asimilado realmente los conocimientos teóricos que se les han impartido.

La resolución de un problema es, en esencia, una secuencia o sucesión de acciones y operaciones que, partiendo de la información disponible permite responder completamente a las preguntas o incógnitas planteadas en el enunciado y alcanzar el propósito o meta de dicho problema.

2.1.3 Clases prácticas de laboratorio

El laboratorio ha sido siempre una característica inseparable de la enseñanza de las Ciencias Experimentales y, en particular, desempeña un papel importante en la formación de ingenieros. Otras razones para llevar al alumno al laboratorio son de tipo didáctico, pues pasa por ser un método fundamental y eficaz de aprendizaje, y complementa a las clases de teoría y problemas en el logro de los objetivos propuestos. Será aquí donde el alumno encuentre el nexo de unión entre lo estudiado en los libros.

El conjunto de prácticas propuestas deben tener por objetivo el ilustrar los resultados obtenidos en las clases teóricas, así como familiarizar al alumno con el manejo de instrumentos y equipos empleados en situaciones reales. Es por esto que en este caso es el propio alumno el protagonista, y como tal debe sentirse.

2.1.4. Nuevo sistema de tutorías

Como no podía ser de otro modo, la enseñanza mediante el sistema de créditos europeos ECTS supone una reorganización del concepto de tutorías. Este hecho es debido, principalmente, a la mayor flexibilidad que se produce en el proceso de aprendizaje, y además consecuentemente, esta mayor flexibilidad supondrá que el alumno deberá aprender a trabajar de forma autónoma. De ahí, que el tiempo y la forma de tutorización tiene que estar enfocada a orientar y supervisar ese proceso de aprendizaje del estudiante. Se trata de realizar un seguimiento más personal del alumno, guiando su estudio y proponiéndole nuevas fórmulas de autoaprendizaje. El Campus Virtual de la Universidad de Alicante facilita al profesor nuevos canales de comunicación para llevar a cabo este nuevo modelo de tutoría. Entre estos canales se pueden destacar los debates virtuales, foros, así como el depositar multitud de material adicional respecto al que se facilita en clase, como test, problemas, etc.

2.2 Estrategias de aprendizaje

Se pueden realizar algunas reflexiones acerca de como plantear el proceso enseñanza-aprendizaje en el nuevo marco de educación superior. Ahora debe ser un proceso activo en el cual el alumno participa y no se limita a tomar apuntes. Es un proceso en que el alumno se debe encontrar motivado para reflexionar y adquirir conocimiento.

Consideramos el Campus Virtual de la Universidad de Alicante como un nuevo modelo de enseñanza que aumenta la interacción entre profesor y estudiante, y que permite nuevas estrategias de autoaprendizaje. Los tests de autoevaluación, por ejemplo permiten al alumno comprobar sus conocimientos en cualquier momento. Los ejercicios y demás trabajos propuestos, y que el alumno descarga de la red también conforman un soporte adicional al tradicional apunte de clase.

También, y como trabajo complementario puede resultar interesante que el alumno participe en proyectos de investigación en equipo, como es la elaboración de material didáctico empleando nuevas tecnologías como son las páginas web. La simulación de algoritmos en formato visual es una de las posibilidades que ofrecen las herramientas basadas en lenguaje HTML. Este tipo de trabajos que, mientras se elaboran ayudan a asimilar contenidos trabajando en equipo, sirven en el curso siguiente a los alumnos como complemento docente.

3. Plan de trabajo de los alumnos

La enseñanza presencial se estructura en clases teóricas, clases de problemas y de laboratorio. La enseñanza no presencial se plantea como un conjunto de actividades propuestas a los alumnos entre las que cabe destacar los trabajos autónomos o cooperativos basados en proyectos de investigación y documentación, trabajo de laboratorio y resolución de problemas optativos.

En el sistema actual, la asignatura de Ingeniería de Control consta de 6 créditos (3 prácticos +3 teóricos) lo que supone un total de 60 horas lectivas durante el cuatrimestre en el que se imparte. El crédito europeo debe englobar el tiempo de exposición de los contenidos, de comprensión de

éstos por parte del estudiante y la realización de actividades complementarias propuestas. En las recomendaciones actuales para estudios de ciencias, el esfuerzo de 1 hora de exposición teórica supone aproximadamente 2 horas de comprensión por parte del alumno; por lo tanto, 30 horas teóricas equivaldrían en ECTS a una dedicación de 90 horas. En estas mismas recomendaciones, 1 hora de exposición de clases prácticas, entre las que se incluyen las clases de problemas y de laboratorio, supondría 1 hora adicional de estudio. De esta manera, 30 horas prácticas se convertirían en unas 60 horas reales de trabajo. Sumando el esfuerzo real para asimilar los conceptos teóricos y adquirir destrezas prácticas en la asignatura de Ingeniería de Control se obtiene un total de 150 horas.

En la Tabla 1 se detallan las horas por semana destinadas a la enseñanza y aprendizaje de la asignatura en modelo ECTS.

	Teoría (1h presencial +2h estudio)	Práctica Problemas y Laboratorio (1h presencial + 1h estudio)
Horas totales	90 horas	90 horas
Horas semanales	6 horas	4 horas
Horas de clase semanales	2 horas	2 horas

Tabla 1. Distribución temporal de la asignatura de Ingeniería de Control en modelo ECTS.

A partir de la planificación anterior es posible distribuir las horas teóricas de la asignatura en los diferentes bloques en los que se divide, tal y como se aprecia en la Tabla 2.

Bloques	Porcentaje	Horas clase	Horas Trabajo alumno	Horas correspondencia ECTS
Bloque I	20%	6	12	18
Bloque II	40%	12	24	36
Bloque III	10%	3	6	9
Bloque IV	30%	9	18	27
TOTAL	100%	30	60	90

Tabla 2. Contenidos teóricos de la asignatura de Ingeniería de Control en modelo ECTS.

4. Evaluación de los aprendizajes

4.1 Sistemas de evaluación

4.1.1 Evaluación de la teoría

La evaluación de la parte teórica de la asignatura objeto de estudio se ha llevado a cabo mediante la realización de dos trabajos. El primer trabajo corresponde a los primeros temas del temario (del Tema 1 al Tema 7) centrándose en el modelado de sistemas físicos, análisis de la respuesta en el dominio del tiempo y estabilidad y errores (ver apartado 4.2). El segundo trabajo

práctico se ha centrado en el estudio del análisis dinámico de un sistema mediante la técnica del lugar de las raíces y acciones de control para regular un sistema (Temas 8 y 11). Para la realización de los trabajos se ha optado en una división temporal, el primero de ellos se debía entregar antes de las fiestas de Navidad y el segundo de ellos al finalizar el cuatrimestre, durante la semana de exámenes.

Los trabajos se han realizado de manera cooperativa por grupos de trabajo, entre alumnos matriculados en la asignatura. Se han agrupado estos entornos a 3 ó 4 personas.

Con estos trabajos, no sólo se ha buscado el desempeño personal del alumno, desde el punto de vista de que fuese el propio alumno el que desarrollará un tema para su estudio y para el estudio del resto de compañeros matriculados en la asignatura, sino que también se buscaba evaluar dos parámetros difícilmente cuantificables por el profesor, como son:

- El esfuerzo en minutos de dedicación por el grupo de trabajo a la elaboración de cada trabajo. Y por tanto, el esfuerzo de preparación, estudio de cada uno de los contenidos de cada uno de los temas abordados en los trabajos (Figuras 1 y 2).
- La dificultad que se ha encontrado el alumno en la elaboración de cada trabajo. Así, se ha buscado una medida por parte del profesor que permitiese cuantificar y valorar que temas son más costosos de contextualizar, entender, desarrollar... (Figuras 3 y 4).

Para la realización de ambos trabajos, se ha recomendado a los alumnos atender a cinco fases básicas necesarias. Así, la primera fase atiende a una búsqueda bibliográfica de documentación sobre la que sustentar la exposición del tema que se prepara. La segunda fase consiste en un proceso de esquematización en la que se planteen qué contenidos son importantes, cómo deben plasmarse y que nivel de detalle se requiere para cada uno. En la tercera fase, se produce el desarrollo del tema. Es en esta fase cuando el esquema o resumen inicial, toma cuerpo y comienzan a presentarse conceptos, ideas, teorías, etc. Finalmente, se tienen dos fases más, las de figuras y maquetación. Una determinando que conceptos o ejemplos es necesario ilustrar con alguna figura; bien desarrollándola de manera original, o bien recogéndola a partir de la información bibliográfica de la primera fase. Y por último, es necesario para que el trabajo resulte una exposición coherente, y explicativa del tema, un conjunto de ejercicios que ayuden a dar una visión práctica de los contenidos del tema.

Así, cada trabajo, debía ser acompañado por una colección de 6 problemas, representativos de cada una de las partes más importantes del tema presentado y desarrollado. Con la realización de estos problemas se han buscado dos finalidades, por un lado se quería que los alumnos fueran capaz de extraer que partes pueden ser más importantes, o representativas y podrían ser materia de un posible examen. Y por otro lado, comprobar la destreza del alumno para resolver ejercicios y problemas tipo, después de la auto-preparación de una serie de temas a base del trabajo y esfuerzo personal.

Desde un punto de vista general, si se observan como se han distribuido la dedicación temporal del conjunto de todos los alumnos matriculados en la asignatura, para la elaboración de cada trabajo, se tiene:

Distribución de la dedicación temporal (Trabajo 1)

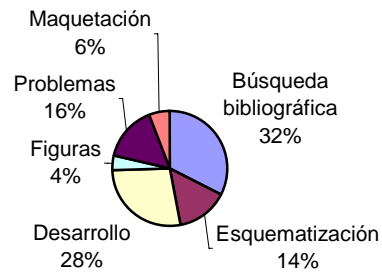


Figura 1. Distribución media del tiempo en la realización de las fases del primer trabajo.

Distribución de la dedicación temporal (Trabajo 2)

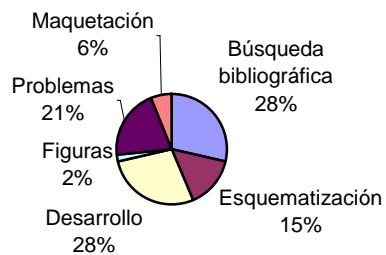


Figura 2. Distribución media del tiempo en la realización de las fases del segundo trabajo.

Si se hace un estudio del esfuerzo en minutos de dedicación para la realización del trabajo 1 en función de la temática escogida:

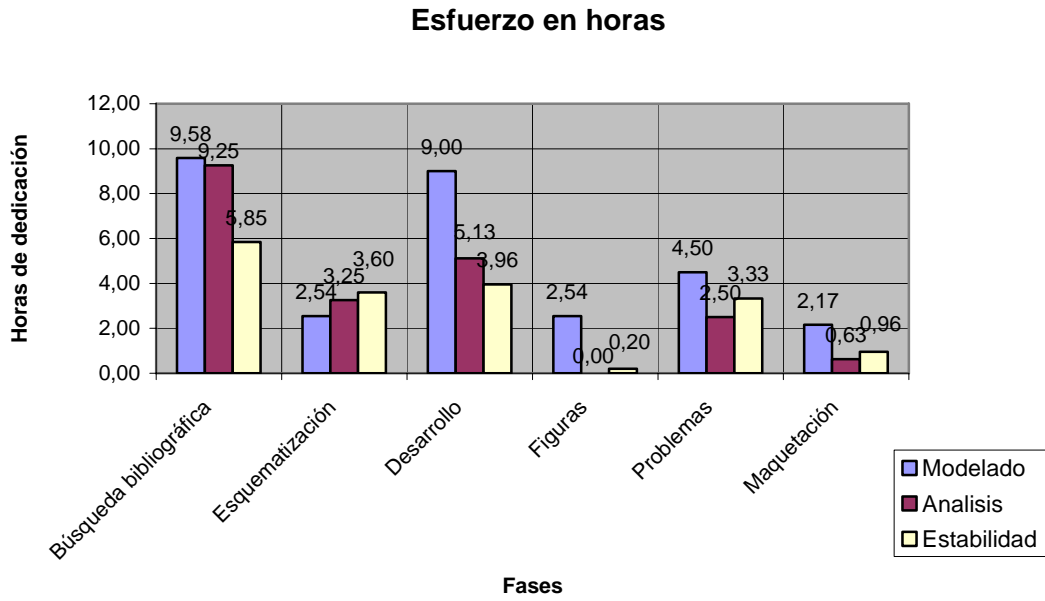


Figura 3. Distribución media del tiempo de dedicación en función de la temática en el primer trabajo.

Si se hace un estudio del esfuerzo en minutos de dedicación para la realización del trabajo 2 en función de la temática escogida:

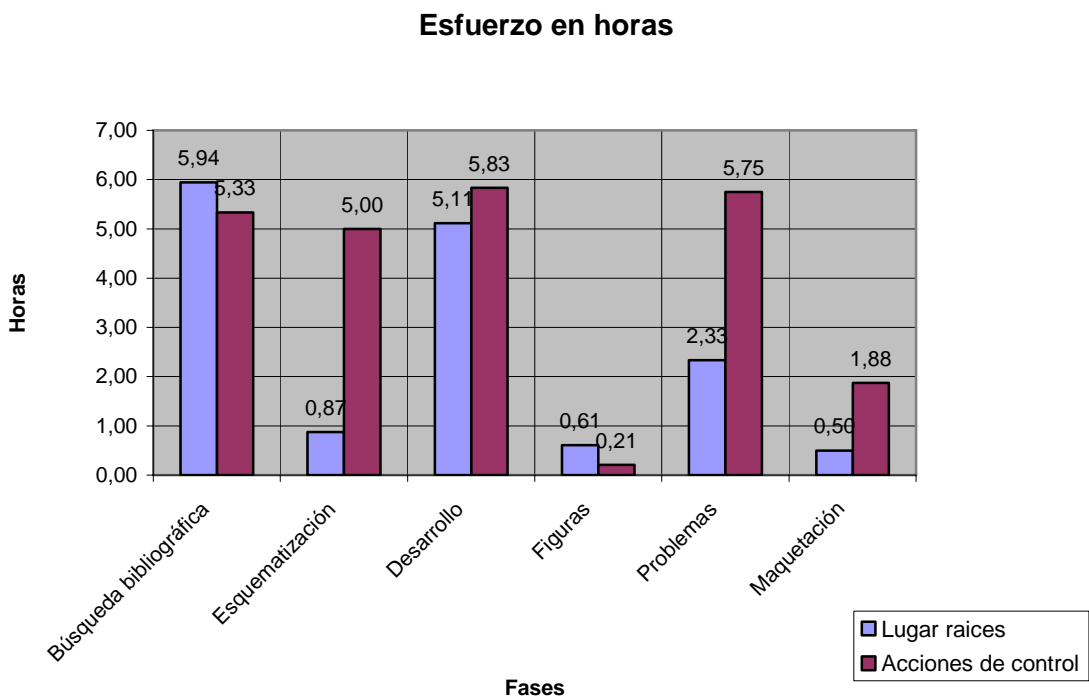


Figura 4. Distribución media del tiempo de dedicación en función de la temática en el segundo trabajo.

Por otro lado, se ha intentado que el alumno autoevalúe la dificultad que ha encontrado en la realización de ambos trabajos 1 y 2 (Figuras 5 y 6). Para ello se ha pretendido que el alumno determine tres parámetros:

- El nivel de dificultad encontrado en la comprensión del tema sobre el que va a realizar el trabajo. Es importante destacar, que antes de la realización del material, el tema es expuesto, esquematizado y desarrollado en sus contenidos fundamentales por el profesor. Además, se realizan problemas modelo y prácticas sobre el tema en cuestión.
- El nivel de dificultad encontrado en la elaboración del trabajo, en función de los conocimientos adquiridos bien a partir de la exposición y transmisión de contenidos por parte de los profesores, bien a partir del estudio y trabajo personal durante las fases de elaboración.
- El nivel de dificultad en la maquetación, ilustración, taquigrafía y presentación del trabajo en formato papel o digital.

El criterio para autoevaluar los niveles de dificultad ha sido: 0.- Ninguna dificultad, 1.- Muy poca dificultad, 2.- Poca dificultad, 3.- Alguna dificultad, 4.- Bastante dificultad y 5.- Mucha dificultad.

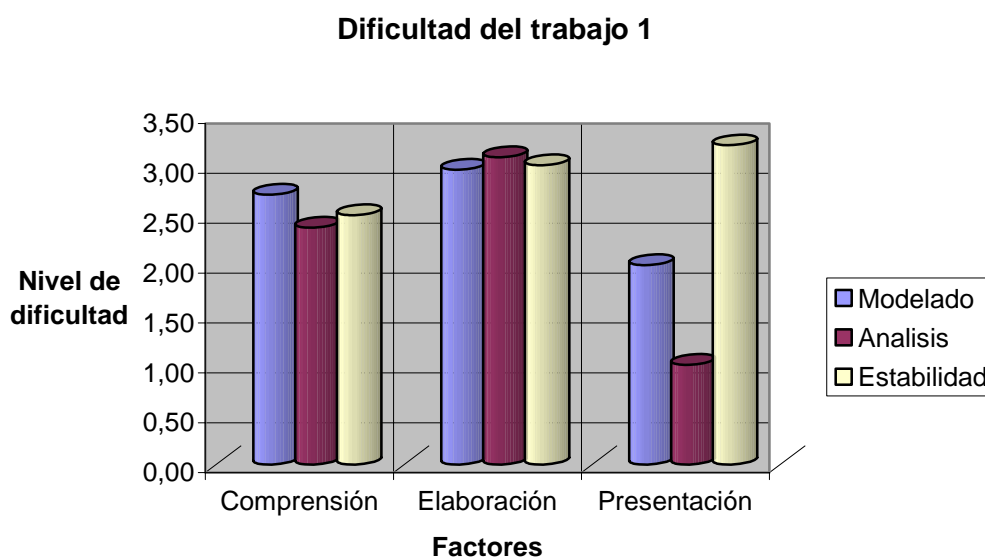


Figura 5. Cuantificación por parte del alumno del nivel de dificultad en el trabajo 1.

Dificultad del trabajo 2

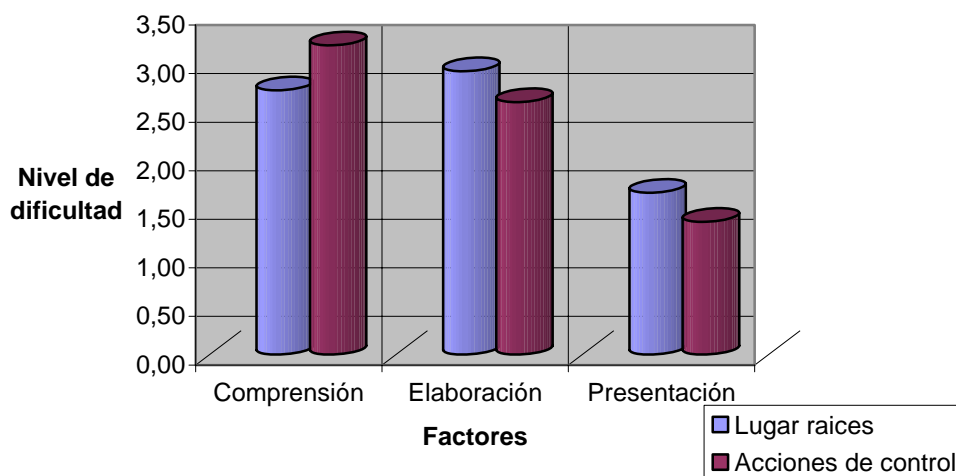


Figura 6. Cuantificación por parte del alumno del nivel de dificultad en el trabajo 2.

4.1.2 Evaluación de las prácticas

La evaluación de las prácticas tiene en cuenta el modo de realización de las mismas. En este sentido, se consideran una serie de experimentos que, junto a la realización de problemas compondrán el 50% de la nota de la asignatura.

Las prácticas se realizan en un laboratorio que dispone de PC's así como equipos instrumentales relacionados con el control de procesos. En el curso 2005/2006 se pretende que el alumno evalúe el proceso de realización de prácticas, pues en el curso 2004/2005 sólo se realizó este proceso en la evaluación de la teoría.

Referencias

- [1] "Diseño de un nuevo plan de estudios para Ingeniería Informática (Borrador)". Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación. 2004.
- [2] "Espacio Europeo de Educación Superior – Universidad de Alicante". Disponible *online* en [Http://eee.ua.es](http://eee.ua.es).
- [3] "Plan de Estudios de Informática 2001". Universidad de Alicante. BOE 25/09/2001.
- [4] "Programa de convergencia europea. El crédito europeo". Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación. 2003.
- [5] P. Gil, "Proyecto Docente de Ingeniería de Control". Universidad de Alicante. 2002.
- [6] J. López. "Evaluación Educativa". Psicología Educativa, Vol.2. U.N.E.D. Madrid, 1985.

- [7] A. Medina. “El sistema metodológico del profesorado: integración metodológica”. U.N.E.D. 2002.
- [8] F. Ortiz, “Proyecto Docente de Ingeniería de Control”. Universidad de Alicante. 2002.
- [9] R. Pagani, J. Gonzalez, “El crédito europeo y el sistema educativo español. Informe técnico”. Informe técnico. Ministerio de Educación. 2002.
- [10] M. Rico, C. Rico, “El Portfolio Discente”. Instituto de Ciencias de la Educación. Universidad de Alicante. Serie Docencia Universitaria. Ed. Marfil. 2004.
- [11] M. Rodriguez, “Evaluación docente: reto en la Universidad”. Disponible *online* en Terra Networks.

Apéndice

En este apéndice se presentan las plantillas que emplearon los alumnos a la hora de evaluar la docencia de Teoría de la asignatura. En primer lugar (Figura 7), el alumno introducía los datos relacionados con el tiempo dedicado a los apartados de la actividad o tarea realizada. En la segunda plantilla (Figura 8), el alumno valora el grado de entendimiento que ha conseguido con la asignatura.

Planificación temporal: Indicar el tiempo en minutos dedicado a cada una de las siguientes actividades de planificación y desarrollo de los distintos apartados que componen el trabajo. Valoración de dificultad: Indicar de 0 (mínima) a 5 (máxima dificultad) el grado de dificultad encontrado a la hora de elaborar los apartados del trabajo, teniendo en cuenta la dificultad a la hora de comprender los conceptos de la materia abordada, la dificultad en el momento de pensar y desahogarla por escrito y

Planificación temporal (minutos)						
Apartados y secciones	Búsqueda bibliográfica	Esquemización	Desarrollo	Figuras	Problemas	Maquetación
Apartado 1						
Apartado 2						
Apartado 3						
Apartado 4						
Apartado 5						

Valoración de la dificultad (0 a 5)			
Apartados y secciones	Comprensión	Desarrollo	Maquetación
Apartado 1			
Apartado 2			
Apartado 3			
Apartado 4			
Apartado 5			

0	ninguna
1	muy poca
2	poca
3	alguna
4	bastante
5	mucha

Figura 7. Cuantificación por parte del alumno del nivel de dificultad en el trabajo.

Asimilación: (0-5) Indicar el grado de entendimiento que se cree haber adquirido de los conceptos y materias abordadas en cada uno de los trabajos. Y finalmente, el grado de entendimiento de todos los conceptos de la asignatura, gracias a la elaboración de los trabajos y a las explicaciones del profesor en clases de teoría y prácticas. **Evaluación:** (0-5) ¿Qué te parece el método de evaluación por trabajos para evaluar la parte I de la asignatura, la parte II y la asignatura completa?. **Método de evaluación que se prefiere:** (examen oral, examen escrito, trabajo, trabajo con exposición, entrega de problemas, trabajo+problemas, trabajos de laboratorio, etc.) tanto para cada una de las partes de la asignatura como para toda la asignatura. **Tipo de enseñanza:** (Clase magistral, clase participativa, exposiciones de alumnos, clases de laboratorio, clases de problemas, etc.) para cada una de las partes de la asignatura como para toda la asignatura.

Valoración del aprendizaje (0-min a 5-max)				
	Asimilación	Método de evaluación usado	Método de evaluación	Tipo de enseñanza
Trabajo 1 (Parte I)				
Trabajo 2 (Parte II)				
Asignatura (Trabajos+explicación profesor)				

0	ninguna
1	muy poca
2	poca
3	alguna
4	bastante
5	mucha

Figura 8. Valoración del aprendizaje obtenido por parte del alumno.