

El método docente y resultados de la asignatura Ampliación y Estructura de Computadores

Gregorio Bernabé

Departamento de Ingeniería y Tecnología de Computadores
Universidad de Murcia. España
gbernabe@dittec.um.es

Resumen: En este trabajo se describe la asignatura de Ampliación y Estructura de Computadores que se imparte en el Grado de Ingeniería Informática de la Universidad de Murcia. Se trata de una asignatura de seis créditos ECTS en los que el alumno dispone de 150 horas para asistir a las clases teóricas y a las sesiones de prácticas, realizar su trabajo autónomo y llevar a cabo la evaluación correspondiente. En el artículo se analiza la metodología de enseñanza, la temporización, la coordinación, la evaluación de la asignatura, los resultados obtenidos por los alumnos durante distintos cursos académicos y la satisfacción de los alumnos con la actividad docente.

Palabras clave: Método docente, Ampliación y Estructura de Computadores, Arquitectura de Computadores, Metodología de enseñanza, Evaluación y resultados, Satisfacción de los alumnos.

Abstract: This paper describes the subject on Advanced Computer Structure given in the Computer Engineering Degree at the University of Murcia. The subject carries six ECTS credits and students have 150 hours during which they attend theory classes and practicals, and carry out their personal work along with the corresponding evaluation. This article analyzes the teaching methodology, the timing, the coordination, the assessment of the subject, the results obtained by students over various academic years and the level of satisfaction by students of the teaching.

Key words: Teaching experience, Advanced Computer Structure, Computer Architecture, Teaching Methodology, Assessment and results, Level of satisfaction by students.

1. Introducción

La asignatura Ampliación y Estructura de Computadores forma parte del módulo Común del Grado en Ingeniería en Informática ofertado por la Universidad de Murcia [UMGII 09]. La titulación toma como referente el Libro Blanco del Título de Grado en Ingeniería Informática [Aneca 05], sobre el cual existe un amplio consenso entre las 56 universidades participantes y el documento publicado en el BOE de 4 de agosto de 2009 [España 09] sobre recomendaciones de competencias académicas, y que constituye el documento de competencias base sobre el que se ha elaborado la titulación. Dicha asignatura se imparte en el primer cuatrimestre del segundo curso de la titulación y

consta de seis créditos ECTS. Algunos ejemplos similares se pueden encontrar en la Universidad de Granada [España 09], la Universidad de Almería [UALAC 16] o la Universidad Politécnica de Cataluña [UPCAC 16].

La asignatura profundiza en los aspectos estudiados en la asignatura cuatrimestral (2º cuatrimestre) de primer curso “Estructura y Tecnología de Computadores” y representa un acercamiento del alumno al diseño de arquitecturas de altas prestaciones, estudiando los parámetros de diseño que más influyen en las prestaciones de una arquitectura moderna y evaluando diversas técnicas que permitirán aumentar el rendimiento tanto de la CPU (por ejemplo, técnicas de segmentación del

procesador y planificación estática de instrucciones), así como del sistema de memoria de un computador. El objetivo general de esta asignatura es presentar un enfoque moderno e integrador de los niveles de estudio del computador, bajo el denominador común de las prestaciones, repasando diversas técnicas modernas de diseño de arquitecturas de alto rendimiento.

Las competencias, que el alumno será capaz de obtener al final de la asignatura, se encuentran recogidos en la guía docente [UMAEC 16] de la asignatura:

- Analizar el funcionamiento de un computador sencillo y escribir programas simples en su lenguaje máquina.
- Enlazar programas escritos en ensamblador con programas escritos en un lenguaje de alto nivel, y traducir de forma razonablemente eficiente código escrito en un lenguaje de alto nivel a ensamblador.
- Conocer, evaluar y comparar diversas arquitecturas, tanto aquellas que explotan el paralelismo a nivel de instrucción presente en una aplicación como las basadas en la explotación del paralelismo a nivel de hilo.
- Conocer el concepto de jerarquía de memoria, los distintos tipos de almacenamiento que la conforman y los principios de funcionamiento del subsistema de entrada/salida.
- Evaluar y comparar el rendimiento de diferentes variantes de un pequeño programa al ejecutarse sobre un computador con una configuración determinada.

La perspectiva que la asignatura introduce permite poner de manifiesto la importancia asociada al conocimiento de las características de la arquitectura del computador para mejorar sus prestaciones, justificando su presencia obligatoria en el segundo curso del Grado en Ingeniería Informática.

El temario de teoría, tal y como se especifica en la guía docente de la asignatura [UMAEC 16], incluye los siguientes contenidos:

- Tema 1. Análisis de prestaciones en arquitectura de computadores.
- Tema 2. Procesador segmentado.
- Tema 3. Segmentación avanzada y predicción de saltos.
- Tema 4. Planificación estática de instrucciones.
- Tema 5. Sistema de memoria de altas prestaciones

Las distintas prácticas tratan de desarrollar y aplicar los conocimientos adquiridos en la parte teórica de la asignatura:

- Práctica 1. Medidas y evaluación del rendimiento en arquitectura.
- Práctica 2. Unidad de instrucciones segmentada.
- Práctica 3. Planificación de instrucciones en computadores segmentados.
- Práctica 4. Evaluación de prestaciones de la memoria cache.

Se debe realizar un esfuerzo de coordinación para que los contenidos teóricos y prácticos se impartan en el orden adecuado.

Un factor clave en la evaluación y mejora de la calidad de enseñanza y el profesorado fue la implantación paulatina de los Sistemas de Garantía de la Calidad de los Centros de la Universidad de Murcia [UMUC 16], que afectan a todas las titulaciones oficiales impartidas en los mismos (grados y másteres), y que engloba a la asignatura Ampliación y Estructura de Computadores. La realización de una encuesta, entre otras actividades, para conocer la satisfacción del alumno con la actividad docente del profesor es un aspecto crucial [Martensen et al. 00].

La Sección 2 resume los principales objetivos de las distintas asignaturas relacionadas con la Arquitectura de Computadores dentro de la titulación de Grado en Ingeniería Informática impartido por la Universidad de Murcia. A continuación, la Sección 3 explica la metodología de enseñanza, así como la temporización y coordinación necesaria para impartir la asignatura Ampliación y Estructura de Computadores. En la Sección 4 se describe la forma de evaluar la asignatura, mientras que la Sección 5

analiza los resultados de la evaluación de los alumnos durante varios cursos académicos. La Sección 6 explica la estructura de las encuestas, que se realizan a los alumnos, y analiza los resultados para conocer el grado de satisfacción de la actividad docente del profesor. Finalmente, la Sección 7 establece las conclusiones principales del presente artículo.

2. El contexto de la asignatura.

La Arquitectura de Computadores constituye uno de los pilares de la Ingeniería Informática, por lo que es importante explicar los principales objetivos de las distintas asignaturas relacionadas con dicha materia para comprender como se han determinado los contenidos de la asignatura Ampliación y Estructura de Computadores.

En el primer cuatrimestre de primer curso, la asignatura de formación básica Fundamentos de Computadores [UMFC 16], de seis créditos ECTS, introduce al alumno en la organización y los principios de funcionamiento de un ordenador personal. Para ello, se realiza una primera aproximación a los temas básicos de representación de la información, los sistemas digitales, la arquitectura general de un computador (modelo de Von Neumann), los sistemas operativos, el proceso de generación de código máquina desde especificaciones en lenguajes de alto nivel (jerarquía de traducción) y las redes de computadores e Internet. A continuación, en el segundo cuatrimestre de primer curso, la asignatura Estructura y Tecnología de Computadores [UMETC 16], perteneciente a la formación básica y con seis créditos ECTS, continua con los contenidos introducidos en Fundamentos de Computadores y supone la introducción a la Arquitectura de Computadores. Por lo tanto, se desarrolla al alumno el conocimiento de la estructura de un computador según el modelo von Neumann. A lo largo del curso, se muestra la funcionalidad de cada uno de los componentes principales de un computador: unidad central de proceso, memoria, entrada/salida y conexiones. En el primer cuatrimestre del tercer curso de la titulación se imparte la asignatura Arquitectura y Organización de Computadores [UMAOC 16] como obligatoria y teniendo asignados seis créditos ECTS. Dicha asignatura tiene como

objetivo general mostrar a los alumnos los diferentes modelos de arquitectura existentes y que hacen uso del paralelismo a distintos niveles para aumentar el rendimiento, haciendo énfasis en el modelo de especial multiprocesador en un único chip (single-chip multiprocessor) adoptado reciente por la mayoría de fabricantes de microprocesadores. De esta forma, la asignatura aborda el estudio de los aspectos relacionados con la arquitectura de cada uno de los núcleos de ejecución, los cuales explotan el paralelismo a nivel de instrucción (ILP) para mejorar su rendimiento, así como los problemas que se plantean para poder usar de manera eficiente varios de estos núcleos, más concretamente la organización de la jerarquía de memoria y la sincronización y comunicación entre los mismos.

Finalmente, en el cuarto curso de la titulación se imparten las asignaturas optativas de seis créditos ECTS:

- Arquitecturas Multimedia y de Propósito Específico [UMAMPE 16].
- Programación de Arquitecturas Multinúcleo [UMPAM 16].

La primera asignatura describe la arquitectura y el funcionamiento de arquitecturas diseñadas específicamente para el procesamiento de aplicaciones multimedia, mientras que la segunda hace especial énfasis en los aspectos prácticos de uso, programación y evaluación del rendimiento de los procesadores multinúcleo.

3. Metodología de enseñanza.

En esta sección se describe la metodología de enseñanza, la temporización y la coordinación a realizar entre los distintos contenidos teóricos y prácticos en función de los conceptos de aprendizaje a desarrollar en la asignatura Ampliación y Estructura de Computadores. Las clases teóricas se realizan en un aula con una capacidad de 120 personas en sesiones de 2 horas, mientras que las prácticas se llevan a cabo en un laboratorio con 20 ordenadores en sesiones de 1 hora y 40 minutos. En la Tabla I se puede observar la planificación establecida y la coordinación necesaria

entre los temas de teoría y las distintas prácticas para impartir la asignatura en un cuatrimestre de 15 semanas. Se trata de una asignatura obligatoria para todos los estudiantes del grado que tiene asignados seis créditos ECTS, de los cuales 60 horas se han destinado a las clases teóricas y prácticas, y 90 horas para actividades y trabajo no presencial de los alumnos.

Tabla I: Planificación de la asignatura Ampliación y Estructura de Computadores en un cuatrimestre (15 semanas).

Semana	Teoría	Prácticas
1	Tema 1	
2	Tema 1	Práctica 1
3	Tema 2	Práctica 1
4	Tema 2	
5	Tema 2	Práctica 2
6	Tema 3	Práctica 2
7	Tema 3	Práctica 2
8	Tema 3	
9	Tema 3	Práctica 3
10	Tema 4	Práctica 3
11	Control	Práctica 3
12	Tema 5	
13	Tema 5	Práctica 4
14	Tema 5	Práctica 4
15	Tema 5	Práctica 4

En todos y cada uno de los temas de teoría, y como parte importante para la motivación y seguimiento del alumno de la asignatura [Ortega et al. 13] [Torres-Ayala et al. 12], el profesor propondrá una actividad a realizar de forma individual o en equipo como un problema del boletín de ejercicios del tema correspondiente, la participación activa en clase mediante resolución de cuestiones, analizar un determinado programa en ensamblador del DLX, etc. Dicha actividad será entregada por el alumno y corregida por el profesor para tener una buena retroalimentación entre ambas partes.

3.1. Tema 1. Análisis de prestaciones en arquitectura de computadores.

El primer tema analiza la definición de rendimiento, las métricas populares como el Tiempo de ejecución, MIPS o MFLOPS y la Ley de Amdahl. Se muestra al alumno como comparar resultados a través de la

obtención de varias medidas y la comparativa entre programas. Finalmente, se presentan los distintos Programas de prueba (benchmarks) disponibles. Estos conceptos se presentan en el aula haciendo uso de una metodología expositiva con lecciones magistrales participativas y medios audiovisuales durante 2 horas. Intercalados con las explicaciones teóricas se resuelven problemas relacionados con la materia guiados por el profesor de forma individual y grupal durante otras 2 horas.

Una vez explicados los conceptos teóricos del tema 1, se comienza a impartir la práctica 1 durante 2 sesiones de prácticas. Los alumnos disponen de un boletín guiado y de las explicaciones del profesor en el laboratorio de prácticas para que el alumno se familiarice con las fórmulas de cálculo del tiempo de ejecución, entienda el concepto de CPI y cómo calcularlo, y tome conciencia de que una mejora en una parte de un sistema no siempre consigue mejorar el rendimiento global. Además, se verá cómo calcular diversas medidas resumen del rendimiento en función de la métrica empleada. Los alumnos, agrupados en equipos de dos componentes y sin la presencia del profesor, dispondrán de una tercera sesión de prácticas para terminar de resolver y preparar la memoria explicativa a entregar con la resolución de la práctica.

3.2. Tema 2. Procesador segmentado

El segundo tema introduce el concepto de segmentación, describe la segmentación para la ejecución de instrucciones mediante un camino de datos y control segmentado, muestra los distintos riesgos de la segmentación (estructurales, de datos y de control), y concluye con la explicación sobre las excepciones y su implementación. Los conceptos teóricos son explicados por el profesor mediante lecciones magistrales durante 4 horas, a las que se añaden, de forma intercalada, otras 2 horas de resolución de problemas.

En cuanto el alumno ha recibido la explicación de los conceptos relacionados con la segmentación, durante 3 sesiones de prácticas se lleva a cabo el boletín guiado de la práctica 2 en la que, en primer lugar, se utiliza un simulador del computador DLX segmentado para asentar los conocimientos relacionados con el camino de datos y control segmentado. Posteriormente, se

analiza la influencia de los riesgos de control y datos en las prestaciones de la unidad de instrucción segmentada mediante el análisis de varios programas en ensamblador y finalmente, el alumno analiza la relación entre un programa escrito en un lenguaje de alto nivel y su traducción a lenguaje máquina. De nuevo, los distintos grupos de dos alumnos dispondrán de una sesión de prácticas adicional para finalizar la resolución de la práctica.

3.3. Tema 3. Segmentación avanzada y predicción de saltos.

El tema 3 introduce el concepto de adelantamiento para mitigar los riesgos de datos. De igual forma, se explica la predicción de saltos estática y dinámica para mitigar los riesgos de control. También, se aborda la segmentación del procesador DLX para punto flotante y se presentan las principales ideas de los cauces con terminación fuera de orden. Por la complejidad de los distintos conceptos, se presentan numerosos ejemplos reales y secuencias en lenguaje ensamblador DLX durante 6 horas de explicaciones magistrales. La resolución guiada de problemas durante 2 horas refuerza al alumno para detectar y mitigar riesgos de datos y control en distintas secuencias o programas reales en ensamblador DLX.

3.4. Tema 4. Planificación estática de instrucciones

En el cuarto tema se explican y se realizan ejercicios durante 2 horas para explotar el paralelismo a nivel de instrucción (ILP) y llevar a cabo planificación estática en tiempo de compilación mediante el análisis de bucles o dependencias.

La práctica 3 muestra al alumno como el rendimiento obtenido por una determinada arquitectura segmentada depende en gran medida de la calidad del código ejecutado, y cómo se puede optimizar el rendimiento de una arquitectura dada modificando adecuadamente el software que la utiliza. El boletín guiado de esta práctica se realiza durante 3 sesiones de prácticas, más una cuarta sesión sin la presencia del profesor, para terminar de resolver la práctica por parte de los grupos de dos alumnos. El alumno tiene que optimizar varios programas en lenguaje ensamblador DLX, teniendo en cuenta los distintos conceptos explicados en los temas 3 y 4.

3.5. Tema 5. Sistema de memoria de altas prestaciones

El último tema de la asignatura realiza una introducción a los sistemas de memoria incluyendo la memoria virtual y las técnicas de traducción rápida de direcciones virtuales. A continuación, el profesor muestra el diseño de una jerarquía de caches de alto rendimiento y analiza mediante varias alternativas como reducir la tasa de fallos, la penalización por fallo y el tiempo de acierto en caches. Las 6 horas de clases magistrales y 2 horas de resolución guiada de problemas se completan con la explicación de distintas organizaciones de la memoria principal.

En la práctica 4, a través de una herramienta de simulación software de jerarquías de memorias cache, se muestra al alumno durante 3 sesiones de prácticas, la forma de analizar el rendimiento de un determinado diseño, así como la comprobación del rendimiento obtenido por dicho diseño tiene una dependencia importante del tipo de aplicación ejecutada, y cómo se puede optimizar el rendimiento de una jerarquía dada modificando adecuadamente el software que la utiliza. Los alumnos tendrán que analizar y optimizar un determinado algoritmo mediante distintas técnicas para reducir la tasa de fallos, la penalización por fallos y el tiempo de acierto en caches.

4. Evaluación de la asignatura.

La evaluación de la asignatura Ampliación y Estructura de Computadores se realiza en dos partes, teoría y prácticas, que se califican de forma independiente. La calificación de la parte de teoría determinará el 70% de la nota final y la de prácticas el 30%. Es necesario superar ambas partes para poder aprobar la asignatura. Aunque dicha asignatura es presencial y la asistencia es obligatoria, ésta no se tiene en cuenta a la hora de obtener la calificación. Sin embargo es responsabilidad del alumno asistir a las clases de teoría, seminarios, tutorías y clases de prácticas.

La nota final de la asignatura se obtiene haciendo la media ponderada de la parte de teoría y la de prácticas, una vez que estén aprobadas ambas partes de forma independiente. La asignatura se

considerará aprobada cuando la nota final obtenida sea igual o superior a 5.

4.1. Evaluación de la parte de teoría

La evaluación de la parte de teoría se realizará mediante un examen final teórico-práctico que constará de dos partes: una parte tipo test y una parte de problemas. El tipo test está formado por 35 preguntas, que contiene cada una de ellas tres posibles respuestas, de las cuales sólo hay una verdadera. La parte tipo test supone el 50% de la nota del examen de teoría y será necesario obtener al menos 1.67 puntos (de los 5). Se plantean tres problemas a resolver, similares a los realizados en cada uno de los temas de la asignatura, en la segunda parte del examen.

Tabla II: Bonificación a la nota de teoría según la nota del control.

Nota del control	Bonificación
[4-5)	0.25
[5-7)	0.50
[7-9)	0.75
[9-10)	1.00

Además del examen final, se realizará un control en la semana 11 del cuatrimestre. Este control es opcional y no eliminatorio, y su finalidad principal es ofrecerle al alumno la oportunidad de enfrentarse a una prueba similar al examen final de teoría. La nota obtenida en este control dará lugar a una bonificación para sumar a la nota final del examen de teoría, según se puede observar en la Tabla II.

Las diversas actividades que el profesor organizará a lo largo del curso (realización de ejercicios, participación activa en clase, asistencia a clase, seminarios y tutorías y otras), podrán suponer 0.5 puntos adicionales a la nota final del examen de teoría. La bonificación máxima que un alumno puede obtener entre el examen de control y las diferentes actividades mencionadas anteriormente es de 1 punto.

La parte de teoría se considerará aprobada si la nota del examen más la posible bonificación es mayor o igual a 5.

4.2. Evaluación de la parte de prácticas

La evaluación de la parte prácticas se hará mediante la entrega de los cuatro boletines de prácticas, descritos en la Sección III, y la realización de una entrevista de prácticas de los dos miembros del grupo de prácticas con el profesor de la asignatura. Será imprescindible haber entregado todos los boletines en el plazo establecido y presentarse a la entrevista de prácticas para aprobar la parte de prácticas.

La nota final de prácticas será la media ponderada de las notas individuales de los boletines, cuyos pesos son, respectivamente: 10%, 20%, 30% y 40%.

5. Resultados de la asignatura.

En la Figura 1, se puede observar la Tasa de éxito y la Tasa de rendimiento de los alumnos durante las convocatorias de febrero desde el año 2012 hasta el 2016. Para cada convocatoria, aparecen los resultados de ambas tasas sin tener en cuenta la bonificación adicional de la parte teórica (representado por el año de la convocatoria, por ejemplo 2014), que puede ser como máximo 1 punto, y teniendo en cuenta dicha bonificación adicional en la parte de teoría (que aparece en el gráfico como el año de la convocatoria acompañado de un guion y 1P, por ejemplo 2015 – 1P).

Tal y como se puede ver en la Figura 1, tanto la Tasa de éxito como la Tasa de rendimiento aumentan considerablemente al tener en cuenta la bonificación adicional de la parte teórica. Por ejemplo, en el año 2013 la Tasa de éxito aumenta un 35% mientras que la Tasa de Rendimiento aumenta un 14%. De forma similar, en el año 2016 las Tasas de éxito y rendimiento aumentan un 34% y un 22%, respectivamente. Dicha tendencia pone de manifiesto que la consecución de la bonificación en la parte teórica motiva al alumno y fomenta que participe activamente en la asignatura.

En la Figura 2, se presenta la Tasa de éxito de los alumnos durante la segunda convocatoria de la asignatura, realizada en el mes de junio, desde el año 2012 hasta el 2016, y la tercera convocatoria de la asignatura, que se realizó en septiembre durante los años 2012 y 2013 y se anticipó al mes de julio durante los años 2014, 2015 y 2016.

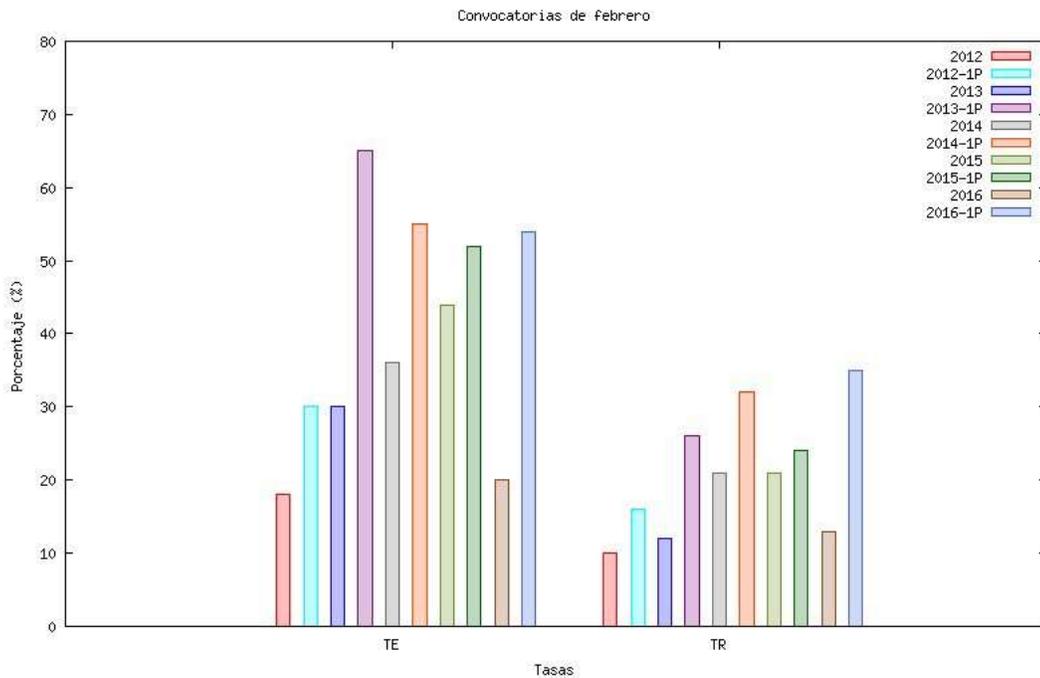


Figura 1: Tasa de éxito (TE) y Tasa de rendimiento (TR) de los alumnos en las convocatorias de febrero

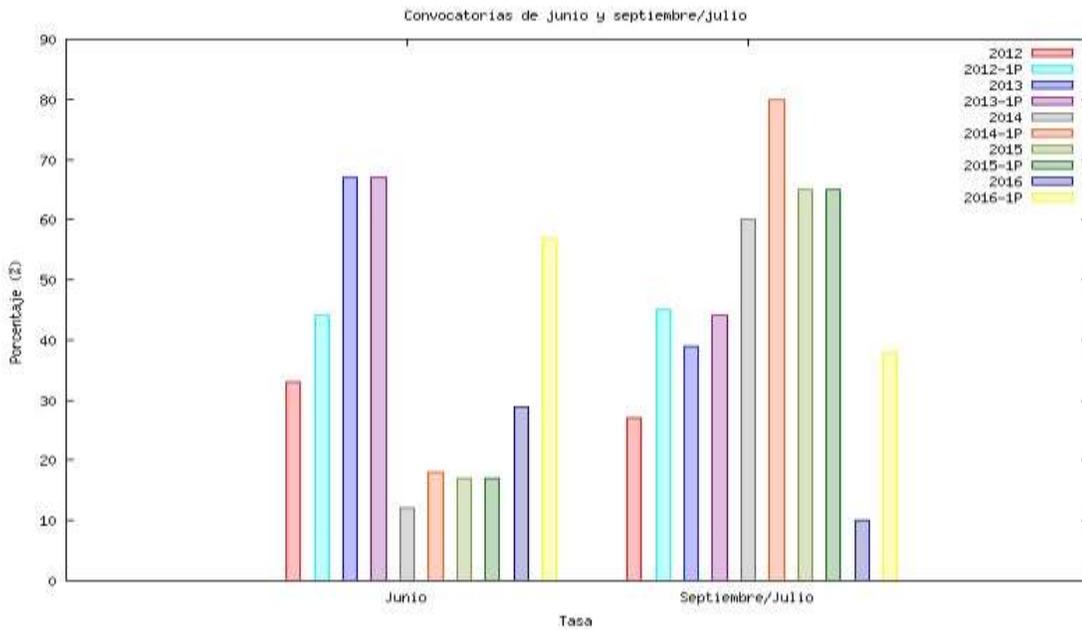


Figura 2: Tasa de éxito de los alumnos en las convocatorias de junio y septiembre/julio

Como se puede observar, aunque en una menor medida, se vuelve a repetir la tendencia descrita en la convocatoria de febrero, en la cual la Tasa de éxito aumenta al tener en cuenta la bonificación de la parte de teoría. Con respecto a la convocatoria de junio, el incremento de la Tasa de éxito es menor que en el resto de las convocatorias, llegando a ser nula en los años 2013 y 2015, mientras que aumenta en un 11%, un 6% y un 28% en los años 2012, 2014 y 2016, respectivamente. La tercera convocatoria alcanza valores similares a la de febrero, como por ejemplo en septiembre de 2012 donde la Tasa de éxito se incrementa en un 18%, mientras que en julio de 2014 y 2016 aumenta un 20% y un 28%, respectivamente. Sin embargo, no se producen cambios significativos o importantes al anticipar la tercera convocatoria al mes de julio.

En la Tabla III, se muestra la Tasa de rendimiento para la asignatura Ampliación y Estructura de Computadores y la media de la titulación Grado en Ingeniería Informática para cinco cursos académicos [UMRA 16]. Los datos ponen de manifiesto que los resultados de la asignatura están muy cercanos al comportamiento del resto de las asignaturas de la titulación durante el curso 2011–2012, aunque la Tasa de rendimiento de la asignatura es inferior a la de la media de la titulación. Sin embargo, en el curso 2012-2013 se produce un aumento significativo de la Tasa de rendimiento de la asignatura, que supera ampliamente a la media de la titulación, que también se incrementa, de forma importante, con respecto al curso anterior. En los siguientes tres cursos académicos, desde el 2013 hasta el 2016, se mantiene una tendencia en la que se obtiene un mejor desempeño de la asignatura con respecto a la media de la titulación, aunque ambas tasas siguen aumentando paulatinamente. Estos resultados determinan que tanto el trabajo de los profesores de la asignatura como el de los alumnos están mejorando a lo largo del tiempo, consiguiendo unas mejores tasas de rendimiento.

6. Evaluación de la actividad docente.

La evaluación de la actividad docente de los profesores está contemplada en los Estatutos de la Universidad de Murcia [UMEUM 16]. En el artículo 117 denominado “Evaluación de la actividad

Tabla III: Tasa de rendimiento (TR) de la asignatura Ampliación y Estructura de Computadores (AEC) y media de la titulación Grado en Ingeniería Informática (II).

Curso	TR-Asignatura AEC	TR-Media II
2011-2012	31.15%	32.26%
2012-2013	50.00%	41.14%
2013-2014	51.79%	45.31%
2014-2015	52.83%	52.40%
2015-2016	54.93%	54.39%

docente” indican que “la evaluación de la labor docente de los profesores se llevará a cabo periódicamente por la Comisión de Calidad” y añaden que “para esta evaluación se tendrá en cuenta la Memoria realizada por el profesor sobre su actividad docente, los informes del Centro y del Departamento sobre dicha actividad y la valoración por parte de los alumnos. El Consejo de Gobierno reglamentará los criterios para que dicha evaluación sea considerada positiva, así como los procedimientos y plazos para realizarla”. La encuesta para conocer la satisfacción del alumno con la actividad docente del profesor constituye un aspecto crucial para la evaluación docente del profesor, además de servir de un importante mecanismo de retroalimentación para el propio profesor.

En los años 2012 y 2014, la Unidad para la Calidad de la Universidad de Murcia realizó encuestas de satisfacción del alumno con la actividad docente del profesor en la asignatura de Ampliación y Estructura de Computadores.

Para determinar la calidad de la docencia mediante la evaluación de la satisfacción de los estudiantes con la instrucción recibida, en el curso 2012-2013, se empleó un cuestionario de 20 preguntas con una escala de valoración tipo Likert [Rasmussen 89] (1=Muy deficiente; 2=Deficiente; 3=Aceptable; 4=Buena; 5=Excelente). Adicionalmente, los alumnos rellenaron una primera parte de datos de identificación (género, asistencia regular a clase y primera matrícula en la asignatura). El cuestionario incluye 4 preguntas sobre los contenidos de la asignatura, 2 cuestiones sobre los recursos didácticos utilizados, 2 preguntas sobre los criterios de

evaluación, 4 cuestiones sobre la organización y coordinación de la asignatura, 5 preguntas sobre los conocimientos de la materia por parte del profesor, 1 cuestión sobre las tutorías, 1 pregunta sobre el trato a los alumnos y una última cuestión para establecer una valoración global de la asignatura. La encuesta descrita se realizó al 50% de los alumnos matriculados. En todas las preguntas, la valoración media de los alumnos fue superior a 3,6, superando a la media de las asignaturas del área y del departamento, poniendo de manifiesto una satisfacción adecuada por parte de los alumnos de la actividad docente del profesorado.

En el curso 2014-15, se utilizó un cuestionario de 17 preguntas con una escala de valoración tipo Likert [Rasmussen 89] (con valoraciones del 1 al 5, donde 1=En Desacuerdo y 5=De acuerdo). Como en la encuesta realizada en el curso 2012-2013, los alumnos rellenaron una primera parte de datos de identificación (género, asistencia regular a clase y primera matrícula en la asignatura). A continuación, el cuestionario integra 3 preguntas sobre los contenidos de la asignatura, 1 cuestión sobre los recursos didácticos utilizados, 2 preguntas sobre los criterios de evaluación, 2 cuestiones sobre la organización y coordinación de la asignatura, 7 preguntas sobre los conocimientos de la materia por parte del profesor y sus habilidades para impartir la asignatura, 1 cuestión sobre las tutorías y una última cuestión para establecer una valoración global de la asignatura. El cuestionario descrito se llevó a cabo al 56% de los alumnos matriculados en la asignatura. En la gran mayoría de preguntas, la valoración media de los alumnos fue cercana a 4, superando a la media de las asignaturas del área y del departamento, determinando, desde el punto de vista de los alumnos, un buen desempeño de la actividad docente del profesor. Sin embargo, en algunas cuestiones relacionadas con la mejora de la participación de los alumnos en clase y la resolución de dudas se alcanzaron unas valoraciones medias cercanas a 3, indicando al profesor los aspectos a mejorar para los cursos siguientes.

7. Conclusiones

En este trabajo se han descrito los contenidos teóricos y prácticos de la asignatura Ampliación y Estructura de Computadores de segundo curso del Grado en

Ingeniería Informática impartido por la Universidad de Murcia, así como las competencias que adquiere el alumno al superar la asignatura. Dichos contenidos vienen determinados por la pertenencia a la materia Arquitectura de Computadores, por lo que se han descrito los principales objetivos de las asignaturas relacionadas con dicha materia que se imparten en la titulación.

La metodología de enseñanza, así como la temporización y la coordinación de los diferentes temas de teoría y prácticas a realizar constituyen un aspecto clave para conseguir unos buenos resultados de aprendizaje. Una vez establecidos los criterios de evaluación, se han analizado los resultados obtenidos por los alumnos durante varios cursos académicos. Dichos resultados han puesto de manifiesto unas buenas tasas de rendimiento, similares o superiores a los de la media de la titulación, y que la realización de diferentes actividades como un problema a resolver en cada uno de los temas de teoría, un control para enfrentarse a una situación similar al examen final o el análisis de un programa en ensamblador del DLX, mediante las cuales el alumno puede conseguir una bonificación adicional, máxima de un punto en la nota de teoría, influyen, de forma determinante, en el incremento de las Tasas de éxito y de rendimiento en las distintas convocatorias y a lo largo de distintos cursos académicos.

La realización de encuestas a los alumnos para conocer su grado de satisfacción con la actividad docente del profesor constituye un pilar básico para la evaluación docente, así como una importante retroalimentación para conocer los aspectos a mejorar por el profesor, desde el punto de vista de los alumnos. Se han descrito y analizado los resultados de dos cuestionarios llevados a cabo en distintos cursos académicos, en los que los alumnos han establecido un nivel de satisfacción adecuado con la práctica totalidad de las cuestiones realizadas y algunos puntos menores a mejorar, por parte del profesor.

Como trabajo futuro y con el objetivo de mejorar los resultados obtenidos, se van a implantar en la asignatura algunas líneas de actuación de innovación docentes como desarrollo de controles virtuales de

cada uno de los temas de la asignatura para evaluar los conocimientos e indicar a los alumnos aquellas partes en las que deben afianzar y mejorar sus conocimientos, incorporación de video-tutoriales de algunos conceptos clave de la asignatura para que el alumno refuerce o termine de comprender conocimientos importantes de la materia, incorporación de video-tutoriales de algunos problemas resueltos para mejorar la comprensión, en los que el alumno sea capaz de resolver problemas similares o de mayor complejidad, y programación de varias sesiones siguiendo la metodología Flipped Classroom [Prieto et al. 14], durante las cuales los alumnos resolverán ejercicios y actividades (similares a las propuestas en los exámenes), en grupos de 3 o 4 alumnos.

Agradecimientos

El presente trabajo ha sido financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad (MINECO) del gobierno Español y fondos FEDER de la Comisión Europea con el proyecto TIN2015-66972-C5-3-R.

Referencias

[Aneca 05] Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación (ANECA). Libro Blanco del Título de Grado en Ingeniería Informática. http://www.aneca.es/media/150388/libroblanco_jun05_informatica.pdf, 2005.

[España 09] España. Resolución de 8 de junio de 2009, de la Secretaría General de Universidades, por la que se da publicidad al Acuerdo del Consejo de Universidades, por el que se establecen recomendaciones para la propuesta por las universidades de memorias de solicitud de títulos oficiales en los ámbitos de la Ingeniería Informática, Ingeniería Técnica Informática e Ingeniería Química. BOE, num. 187, 4 de agosto de 2009. <https://www.boe.es/boe/dias/2009/08/04/pdfs/BOE-A-2009-12977.pdf>, 2009.

[Martensen et al. 00] A. Martensen, L. Gronholdt, J. K. Eskildsen y K. Kristensen, Measuring student oriented quality in higher education: application of the ECSI methodology. *Sinergie-Rapporti di ricerca*, 18, 371-383, 2000

[Ortega et al. 12] Julio Ortega y Mancia Anguita. Enseñanza y aprendizaje de Ingeniería de Computadores. *Revista de Experiencias Docentes en Ingeniería de Computadores*, (2):13–26, 2012. <http://hdl.handle.net/10481/20528>.

[Ortega et al. 13] Julio Ortega, Mancia Anguita, Miguel Damas y Jesús González. Enseñanza y aprendizaje de Ingeniería de Computadores. *Revista de Experiencias Docentes en Ingeniería de Computadores*, (3):3–22, Mayo 2013. <http://hdl.handle.net/10481/26351>.

[Prieto et al. 14] Alfredo Prieto, David Díaz, Jorge Monserrat y Eduardo Reyes. Experiencias de aplicación de estrategias de gamificación a entornos de aprendizaje universitario. *ReVision*, 7(2), 2014.

[Rasmussen 89] Rasmussen, Jeffrey L. Analysis of Likert-scale data: A reinterpretation of Gregoire and Driver. *Psychological Bulletin*, Vol 105(1), Enero 1989, 167-170. <http://dx.doi.org/10.1037/0033-2909.105.1.167>

[Torres-Ayala et al. 12] Ana T. Torres-Ayala and Geoffrey L. Herman. Motivating learners: A primer for engineering teaching assistants. In *2012 ASEE Annual Conference*, San Antonio, Texas, June 2012. ASEE Conferences. <https://peer.asee.org/21706>.

[UALAC 16] Universidad de Almería. Guía docente de la asignatura Arquitectura de Computadores. <https://portafirma.ual.es/pfirma/downloadReport/file?idDocument=JCpL9573Er&idRequest=DkU1wEfyjO>, 2016.

[UMAEC 16] Universidad de Murcia. Guía docente de la asignatura Ampliación y Estructura de Computadores. https://aulavirtual.um.es/umugdocente-tool/guihtml/1889_2015_G_E, 2016.

[UMAMPE 16] Universidad de Murcia. Guía docente de la asignatura Arquitectura Multimedia y de Propósito Específico.

https://aulavirtual.um.es/umugdocente-tool/guihtml/1927_2015_G_E, 2016.

[UMAOC 16] Universidad de Murcia. Guía docente de la asignatura Arquitectura y Organización de Computadores.

https://aulavirtual.um.es/umugdocente-tool/guihtml/1909_2015_G_E, 2016.

[UMETC 16] Universidad de Murcia. Guía docente de la asignatura Estructura y Tecnología de Computadores.

https://aulavirtual.um.es/umugdocente-tool/guihtml/1893_2015_G_E, 2016.

[UMEUM 16] Universidad de Murcia. Estatutos de la Universidad de Murcia.

<http://www.um.es/documents/1467585/3190712/Estatutos+Universidad+de+Murcia.pdf/1d5ccff4-1bdf-49bc-bac4-69fbf101af6f>, 2016.

[UMFC 16] Universidad de Murcia. Guía docente de la asignatura Fundamentos de Computadores.

https://aulavirtual.um.es/umugdocente-tool/guihtml/1889_2015_G_E, 2016.

[UMGII 09] Universidad de Murcia. Título de Grado en Ingeniería Informática.

http://www.um.es/informatica/index.php?pagina=grado_ii_2011_-_descripcion_del_titulo, 2009.

[UMPAM 16] Universidad de Murcia. Guía docente de la asignatura Programación de Arquitecturas Multinúcleo.

https://aulavirtual.um.es/umugdocente-tool/guihtml/3870_2015_G_E, 2016.

[UMRA 16] Universidad de Murcia. Resultados Académicos.

<http://www.um.es/web/unica/contenido/titulaciones/resultados-formacion/resultados-academicos>, 2016.

[UMUC 16] Universidad de Murcia. Unidad para la Calidad. Evaluación del profesorado.

<http://www.um.es/web/unica/contenido/profesorado>, 2016.

[UPCAC 16] Universidad Politécnica de Barcelona. Guía docente de la asignatura Arquitectura de Computadores.

<http://www.fib.upc.edu/es/estudiar-enginyeria-informatica/assignatures.html?assign=AC#tabs-1>, 2016.