

LA ARQUITECTURA DE COMPUTADORES EN LA UNIVERSIDAD DE ALICANTE.

A. Fuster Guilló, F. A. Pujol López, J. M. García Chamizo

*Departamento de Tecnología Informática y Computación
Universidad de Alicante.*

e-mail: [fuster, fpujol, juanma]@dtic.ua.es

Resumen: Siguiendo el objetivo de estas jornadas para dar a conocer distintos métodos de trabajo dentro de la enseñanza de la Informática en las universidades españolas, presentamos el proyecto docente aplicado en la asignatura de Arquitectura de Computadores, impartida dentro del plan de estudios de Ingeniería Informática en la Universidad de Alicante, así como las necesidades que los alumnos que cursan estos estudios tienen en relación con la materia específica que se aborda.

1.- INTRODUCCIÓN

La docencia tiene por objeto dotar al estudiante de conocimientos, habilidades y actitudes en un campo concreto del conocimiento. La labor del docente debe orientarse a poner en contacto el objeto de estudio, en este caso la Informática, con los estudiantes, conjugando los aspectos conceptuales e instrumentales de la ciencia a impartir con la capacidad, preparación, motivaciones, etc., de las personas destinatarias de la enseñanza; teniendo en cuenta las limitaciones de recursos materiales y humanos, restricciones de tiempo, masificación, etc.

El desarrollo docente de una disciplina está condicionado por factores relacionados con el entorno, como son: las misiones de la Universidad, la normativa que vertebra las titulaciones, la autonomía universitaria en la elaboración de planes de estudios concretos, la metodología docente propuesta, el centro en el que se desarrollan los estudios y las características de los departamentos encargados de la docencia y la investigación.

La ley orgánica de reforma universitaria (LRU) [4] permite el proceso de reforma de la Universidad en nuestro país y desarrolla la autonomía

universitaria, procurando libertad académica, autonomía estatutaria, autonomía financiera y capacidad de seleccionar y promocionar el profesorado. El Real Decreto 1459/1990, de 26 de octubre [1], establece el título oficial de Ingeniero en Informática, mientras que los Reales Decretos 1460/1990 y 1461/1990, de 26 de octubre, establecen los títulos oficiales de Ingeniero Técnico en Informática de Gestión y de Sistemas, y las directrices generales de los planes de estudios para la obtención de cada uno de los títulos.

De acuerdo con los Planes de Estudios de Informática de la Universidad de Alicante [6], la asignatura de *Arquitectura de Computadores*, de 3^{er} curso, es *troncal* para la titulación de Ingeniero Informático, siendo *optativa* para las titulaciones técnicas. La carga docente de 9 créditos (6 de teoría y 3 de tipo práctico) y su duración anual son suficientes para la materia propuesta, y el reparto de créditos teóricos y prácticos es equilibrado.

2.- LÍNEAS METODOLÓGICAS DOCENTES

La ordenación de los contenidos de la asignatura podría vertebrarse a partir de una metodología constructivista del conocimiento que permita evolucionar de las “ideas más simples” a las más complejas. La amplitud de la materia obliga a que la profundización en una sola asignatura se reduzca a un subconjunto de la misma, condicionado por condiciones materiales (laboratorios, por ejemplo) y legislativas que establece, en este caso, la Universidad de Alicante, condiciones departamentales y del área en la Universidad, metodología docente, otros planes de estudio españoles y extranjeros,...

El avance de ciencia y técnica, y en particular de la Informática, es vertiginoso. Cuando los alumnos que tenemos ante nosotros se conviertan en profesionales probablemente los instrumentos disponibles en el ejercicio de su actividad sean sensiblemente diferentes a los que nosotros hayamos descrito. Lo que importa no es tanto poseer una información determinada sino haber adquirido la capacidad para descubrir y saber encontrar esa información. Concebido así el proceso educativo, la misión encomendada al educador pasa en gran medida a transformarse en un director y organizador de la situación de aprendizaje.

Planteamos un modelo híbrido, que toma los aspectos relevantes de las metodologías existentes, dando forma a un modelo intermedio. Asignamos a la clase magistral un papel relevante en la transmisión de conocimientos y situamos el papel activo en la conexión de los mismos con la experimentación y preconcepciones. Dividiremos los contenidos en bloques temáticos formados

por capítulos y éstos a su vez por unidades conceptuales que constituirán la unidad mínima de enseñanza-aprendizaje. Se propone el desarrollo de actividades previas, clase magistral, clase de problemas, prácticas de laboratorio, trabajos complementarios y seminarios monográficos, apoyado por las tutorías, una evaluación coherente y recursos didácticos adecuados.

3.-CONTENIDOS GENERALES

a) Contenidos teóricos.

La base conceptual de Arquitectura de Computadores viene dada por la asignatura troncal de 2º curso *Estructura de Computadores I*, de 6 créditos. En ella se introducen la mayoría de los conceptos básicos de la disciplina y por tanto es una asignatura de corte teórico con una fuerte componente descriptiva. El objetivo global de ella es introducir las ideas básicas y generales sobre la estructura, organización y funcionamiento de los computadores.

La asignatura Arquitectura de Computadores tiene un total de 9 créditos (6 teóricos y 3 prácticos), que equivalen a 90 horas de clase. Esta materia requiere una importante parte práctica para comprender la abstracción que comporta y los aspectos de implementación y, así, la relación 2:1 entre créditos teóricos y prácticos está bien compensada. Por tanto, el número de horas de teoría disponibles es de 60. Se propone el siguiente contenido y distribución temporal, estructurado en tres bloques temáticos, cada uno de los cuales plantea una serie de temas que se desglosarán en unidades temáticas:

Bloque I: Arquitecturas clásicas: diseño e implementación.

Bloque II: Mejoras del rendimiento de la CPU, la memoria y la E/S.

Bloque III: Arquitecturas no clásicas.

| | <i>Tema</i> | <i>Duración</i> |
|------------------|---|--------------------|
| <i>Bloque I</i> | Tema 1. Introducción. Parámetros de rendimiento | 6 h / 3 s |
| | Tema 2. Diseño del repertorio de instrucciones | 10 h / 5 s |
| | Tema 3. Técnicas de implementación y control | 8 h / 4 s |
| | <i>Subtotal</i> | <i>24 h / 12 s</i> |
| <i>Bloque II</i> | Tema 4. Segmentación | 10 h / 5 s |
| | Tema 5. Arquitecturas RISC | 8 h / 4 s |
| | Tema 6. Rendimiento de la jerarquía de memoria | 4 h / 2 s |
| | Tema 7. Rendimiento de la Entrada- Salida | 4 h / 2 s |
| | <i>Subtotal</i> | <i>26 h / 13 s</i> |

| | | |
|-------------------|---|------------------|
| Bloque III | Tema 8. Arquitecturas de alto nivel y orientadas a aplicaciones | 5 h / 2 ½ s |
| | Tema 9. Arquitecturas paralelas | 5 h / 2 ½ s |
| | Subtotal | 10 h/5 s |
| | Total | 60 h/30 s |

Tabla 1: Contenido de la asignatura

b) Prácticas y laboratorio.

En el laboratorio cubriremos los aspectos prácticos de la asignatura usando los ensambladores del x86 y R2000. Se utilizará el turbodebugger como entorno de desarrollo de ensamblador x86 y el SPIM que permite al alumno familiarizarse con la filosofía RISC. Se implementarán programas de prueba (benchmarks) y se medirán las frecuencias de aparición de instrucciones (a nivel de lenguaje máquina), justificando así las diversas tendencias y mejoras tecnológicas. Se utiliza también un simulador de arquitectura DLX segmentada para ilustrar la organización y el camino de datos de esta arquitectura. Finalmente, se usará el simulador SMPL orientado a la declaración de arquitecturas segmentadas, para evaluar su rendimiento.

La distribución cronológica de los créditos prácticos, para mantener relación con la ordenación de los temas expuestos en teoría, es la siguiente:

| Bloque | Título | Horas |
|---|--|--------------|
| Blq. 1. Ensamblador 80x86. Turbodebugger | Práctica 1. Introducción al turbodebugger. | 1 hora |
| | Práctica 2. Impl. de cinco rutinas en ensamblador 80x86. | 5 horas |
| | Práctica 3. Implementación de un benchmark reducido. | 3 horas |
| | Práctica 4. Implementación de un benchmark sintético. | 3 horas |
| | Práctica 5. Evaluación del T_{eje} de un programa. | 1 horas |
| | Práctica 6. Cálculo matemático con el coprocesador 80x87 | 2 horas |
| Blq 2. SPIM-DLX | Práctica 1. Simulación de arquitectura DLX segmentada. | 4 horas |
| | Práctica 2. Introducción al SPIM. | 2 horas |
| | Práctica 3. Impl. de cuatro rutinas en ensamblador SPIM. | 4 horas |
| Blq 3. SMPL | Práctica 1. Modelado de una unidad segmentada lineal. | 2 horas |
| | Práctica 2. Modelado de una CPU segmentada lineal. | 3 horas |

Tabla 2: Prácticas de Arquitectura de Computadores

4.-EVALUACIÓN DE LA ASIGNATURA

La evaluación de la asignatura es parte importante de la tarea docente e influye en la calidad percibida por el alumno. El carácter descriptivo de la asignatura en su parte teórica indica la conveniencia de la realización de ejercicios por el alumno, que serán entregados para su revisión y evaluación. Este método permite la evaluación continua de la evolución del alumno. Además cada semestre culminará con un examen parcial que obligará al alumno a realizar la revisión de los conocimientos adquiridos. Aquellos alumnos que no superen la evaluación continua o no la utilicen podrán realizar un examen final.

Las prácticas de laboratorio serán de asistencia obligatoria para observar la progresión de los alumnos, que además deberán entregar memorias del trabajo realizado. Toda esta tarea desarrollada de forma continua durante el curso, será evaluada y calificada siguiendo los siguientes criterios: la calificación final de la asignatura podrá obtenerse del máximo entre la nota obtenida mediante evaluación final (examen final y prácticas) y la calificación alcanzada mediante evaluación continua:

$$C_F = \max\{C_{EF}, C_{EC}\}$$

C_F = Calificación final.

C_{EF} = Calificación de la evaluación mediante examen final.

C_{EC} = Calificación obtenida mediante evaluación continua.

La calificación de la evaluación continua se reparte por igual entre dos pruebas parciales y la calificación obtenida en las prácticas de laboratorio.

$$C_{EC} = \frac{1}{3} \cdot C_{PA} + \frac{1}{3} \cdot C_{PB} + \frac{1}{3} \cdot C_{PLA}$$

C_{PA} = Calificación primer parcial.

C_{PB} = Calificación segundo parcial.

C_{PLA} = Calificación de prácticas de laboratorio.

En la calificación de cada parcial intervienen por igual dos factores: la nota del examen y la calificación de los problemas propuestos en clase.

$$C_{PA} \equiv C_{PB} = 0,5C_{PRO} + 0,5C_{EPAR}$$

C_{PRO} = Calificación de problemas.

C_{EPAR} = Calificación examen parcial.

5.-CONCLUSIONES

Tradicionalmente son varias las misiones asignadas a la Universidad, como adquisición del conocimiento (investigación), transmisión del conocimiento (docencia) y aplicación del conocimiento (socialización). La labor docente permite poner en contacto el *objeto de estudio*, que fuerza al docente a reflexionar sobre la naturaleza de la ciencia a impartir; y *los estudiantes*, cuya diversidad de capacidades, preparación e interés motiva la reflexión sobre la definición de un *modelo racional de enseñanza*.

El trabajo docente no debe ser una tarea aislada, sino que debe darse un trabajo colectivo en todo el proceso de enseñanza/aprendizaje. Se trata de orientar la tarea docente como un trabajo conjunto de innovación, investigación y formación permanente. Además, al finalizar cada curso escolar se reflexionará sobre la programación, se modificarán aquellos aspectos erróneos de la misma, se actualizarán aquellos puntos que hayan quedado desfasados, y se potenciarán los aspectos favorecedores.

Además, es imprescindible presentar la asignatura con unos objetivos claros y unos contenidos adecuados a las necesidades de los alumnos, tal y como se ha realizado. El método de evaluación propuesto, por su parte, permite una mayor relación profesor-alumno y una evaluación continua de la progresión de los alumnos, aspectos ambos importantes y no demasiado utilizados, en general, en la realidad docente universitaria actual.

6.-REFERENCIAS

- [1] Consejo de Universidades, *Directrices Generales Propias de los Planes de Estudios conducentes a la obtención de los títulos oficiales de Ingeniero en Informática, Ingeniero Técnico en Informática de Gestión e Ingeniero Técnico en Informática de Sistemas*, Boletín Oficial del Estado Reales Decretos 1459-60-61 de 26 de Octubre de 1990.
- [2] Hennessy J. L.; Patterson D. A. *Arquitectura de Computadores. Un Enfoque Cuantitativo*. Ed. McGraw-Hill, 1993.
- [3] Hwang K. y Briggs F. *Arquitectura de Computadores y Procesamiento Paralelo*. Ed. McGraw-Hill, 1988.
- [4] *Ley de Reforma Universitaria*, Boletín Oficial del Estado Ley Orgánica 11/1983 de 25 de Agosto de 1983.

- [5] Patterson D.A. y Hennesy J.L. *Organización y diseño de computadores*. Ed. Mc Graw-Hill, 1994.
- [6] *Plan de Estudios conducente al título de Ingeniero en Informática de la Escuela Politécnica Superior de la Universidad de Alicante*. Resolución de 18 de septiembre de 1992 de la Universidad de Alicante. B.O.E. nº 37, de 12 de febrero de 1993, pag. 4467-4478.

