

METODOLOGÍA PARA LA IMPARTICIÓN DE “DISEÑO DE PROCESADORES”

L. Lemus, A. Pont, J. L. Poza

Departamento de Ingeniería de Sistemas, Computadores y Automática
Universidad Politécnica de Valencia

{lemus, apont}@disca.upv.es

Resumen. En esta ponencia, se presenta la metodología empleada y las experiencias obtenidas al impartir la asignatura optativa “Diseño de Procesadores”, de la Escuela Universitaria y de la Facultad de Informática de la Universidad Politécnica de Valencia. Con la metodología presentada se pretende motivar a que los alumnos trabajen en grupo y que las prácticas les sean útiles divertidas e interesantes.

1. Introducción.

En el pasado curso 95/96 se puso en marcha la asignatura “Diseño de Procesadores” en la Facultad de Informática de Valencia. Esta asignatura de carácter optativo se imparte en el segundo cuatrimestre del tercer curso de la titulación de Ingeniero Informático.

En el momento de la puesta en marcha los profesores responsables de la misma nos hicimos una serie de reflexiones sobre cuál debía ser la metodología óptima para impartir esta asignatura cuyo número de créditos prácticos (3) iguala a los teóricos.

Al desarrollar la metodología, mantuvimos en mente que la función del profesorado no es únicamente la de aportar al alumno una serie de conocimientos científicos sino que debe motivarle para que sea una persona activa y responsable en la sociedad de la que forma parte.

Teniendo como problemas principales, que en los nuevos planes de estudio, uno de los aspectos más novedosos y a la vez más criticado es el elevado número de créditos prácticos que incluyen. Por un lado parece razonable la idea de hacer que el alumno aprenda a trabajar en grupo, a aportar ideas y sobre todo a confrontarlas con sus compañeros, es un buen método para que los alumnos sean un elemento activo a la hora de realizar las prácticas.

Los objetivos del curso 95/96 que nos propusimos cumplir fueron:

- *Fomentar que nuestros futuros ingenieros trabajen en grupo, orienten correctamente una investigación y desarrollen un especial sentido de análisis y síntesis.*
- *Potenciar a que las prácticas sean útiles, divertidas y que desarrollen la capacidad de razonamiento, por lo que no se pretende que sean únicamente unos ejercicios donde se calculen unos datos o se estudien características de sistemas sin interactuar con ellos lo realmente interesante es que se encuentre el porqué de una decisión tomada en un sistema, es decir obtener conclusiones de los datos tomados*

Como conclusiones positivas de organizar el curso de esta manera, consideramos que cumplimos con los dos objetivos planteados, teniendo en cuenta además que las notas obtenidas por los alumnos (Promedio 7.30 con una desviación estándar de 1.29) fueron muy satisfactorias.

Como punto a modificar en la metodología, observamos que el trabajo práctico que en un principio se veía como un aspecto innovador, más cercano a la realidad y mucho más pedagógico estaba resultando una carga adicional tanto para profesores como para alumnos.

Desde ese punto de vista, al finalizar el curso, los alumnos nos hicieron las siguientes críticas:

- Las prácticas deberían tener un mayor peso en la nota final.
- Eliminar contenidos de prácticas que tuviesen semejanza con otras realizadas en cursos anteriores.

Con este preámbulo, decidimos modificar la metodología desarrollada, conservando los objetivos primarios pero reestructurando las prácticas y trabajos. Para conseguir motivar al alumnado a que trabaje en equipo, se interese y sienta que está aportando algo diseñamos nuevas prácticas en las cuales los estudiantes a partir de un guión desarrollan la práctica a su gusto.

2. Objetivos y contenidos del curso.

Como ya se ha mencionado, en la asignatura de *Diseño de Procesadores*, optativa de la Escuela Universitaria y de la Facultad de Informática de Valencia, se tienen asignados un total de seis créditos, tres de los cuales corresponden a la parte teórica y otros tres a la parte práctica. Esta circunstancia nos obliga, en cierta medida, al problema de tener que llevar parte de los contenidos teóricos a las prácticas, esto se compensa por el hecho de que en esta asignatura pensamos que es fácil tener contenidos de prácticas interesantes debido a su propia naturaleza.

En nuestras prácticas se busca potenciar el trabajo en grupo y la capacidad de síntesis y análisis mediante una participación activa del alumno, teniendo cuidado que para llevar a cabo esta tarea evitaremos caer en el error de que las prácticas sean repetitivas, obsoletas o aburridas.

Al mismo tiempo, para evitar que los alumnos realicen tareas duplicadas, utilizaremos a la *Web* como medio para compartir información, lo que tiene como ventaja la cooperación y participación de los alumnos.

A continuación se detallan el temario y los objetivos del curso *Diseño de Procesadores*. El programa que consta de 5 temas y 5 prácticas.

Los temas son:

- | | |
|---------|---|
| TEMA 1. | Fundamentos del diseño de computadores. |
| TEMA 2. | Diseño del juego de instrucciones |
| TEMA 3. | Diseño del procesador |
| TEMA 4. | Diseño de la jerarquía de memoria |
| TEMA 5. | Diseño del sistema de entrada/salida |

Las cinco prácticas propuestas son:

- | | |
|-------------|--|
| PRÁCTICA 1: | Estudio de mercado. Comparación precio/prestaciones de sistemas comerciales. |
| PRÁCTICA 2: | Estudio de la frecuencia de utilización de las instrucciones. |
| PRÁCTICA 3: | Influencia del juego de instrucciones en el diseño de la UCP. Estudio comparativo de UCP's reales. |
| PRÁCTICA 4: | Evaluación de prestaciones en las memorias cache. |
| PRÁCTICA 5: | Diseño y evaluación de un sistema de entrada/salida. |

Tema	Semanas	Horas	Créditos
Fundamentos del diseño de procesadores	2	4	0,4
Diseño del juego de instrucciones	2	4	0,4
Diseño del procesador	5	10	0,8
Diseño de la jerarquía de memoria	3	6	0,6
Diseño de la entrada/salida	3	6	0,6
Total	15	30	3

Tabla 1. Distribución de tiempos y créditos para teoría de la asignatura DPO

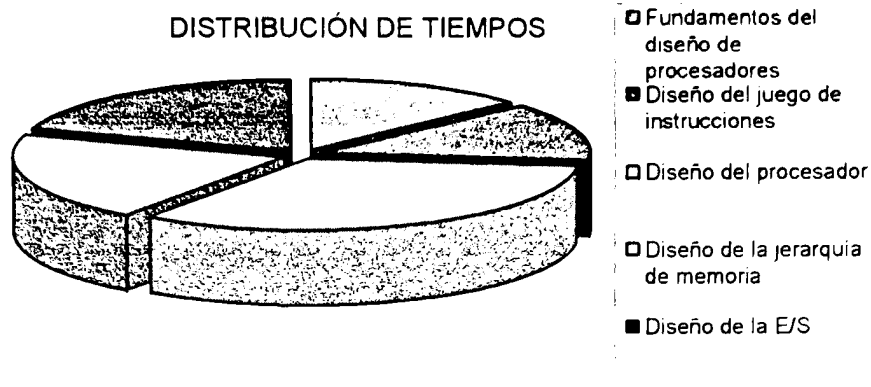


Figura 1. Distribución de tiempos para los temas de teoría de DPO

La distribución de créditos y tiempos para las prácticas es la siguiente:

Práctica	Tiempo en horas	Créditos
Práctica 1: Estudio de mercado	8	0,8
Práctica 2: Frecuencia de utilización de las instrucciones	4	0,4
Práctica 3: Influencia del juego de instrucciones en el diseño de la UCP. Estudio de UCP's reales	10	1
Práctica 4: Evaluación de las prestaciones en las memorias cache	4	0,4
Práctica 5: Diseño y evaluación de un sistema de entrada/salida	4	0,4
Total	30	3

Tabla 2. Distribución de tiempos y créditos para las prácticas de la asignatura DPO

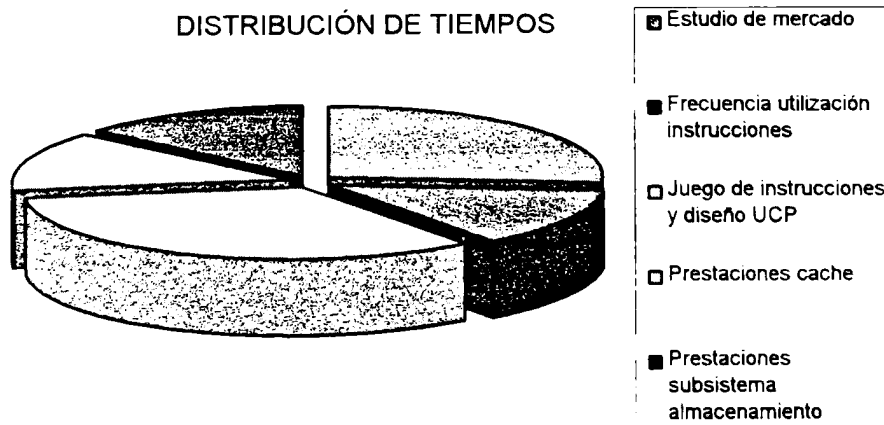


Figura 2. Distribución de tiempos para las prácticas de DPO

En cuanto a los objetivos propuestos, destacamos:

- Proporcionar una visión cuantitativa de la arquitectura de computadoras enfatizando en los aspectos relativos a coste y prestaciones.
- Estudiar los principios básicos del diseño de computadoras desde su juego de instrucciones a los diferentes bloques computacionales que lo componen (procesador, jerarquía de memoria, entrada/salida...).
- Proporcionar las bases necesarias para el análisis comparativo de diferentes computadoras.
- Establecer las bases necesarias y proporcionar las herramientas adecuadas para predecir el comportamiento de un sistema.
- Acercar a las aulas problemas reales y establecer un contacto con el mundo de la empresa.
- Desarrollar la iniciativa, razonamiento y capacidad de síntesis de los alumnos.

3. Metodología y evaluación.

Puesto que el número de créditos asignados para esta asignatura es igual para el caso de la teoría como para la práctica se creyó conveniente reflejar este hecho en la evaluación de manera que la nota final reflejara por igual ambos aspectos. Sin embargo, intercambiando opiniones con los alumnos y dada la manera en que se enfocaban los trabajos prácticos, se creyó conveniente por ambas partes, valorar más la parte práctica de la asignatura y hacer que esta supusiera el 60% de la nota final del curso.

Esta postura, no sólo pretende servir de acicate para los alumnos, sino que además intenta adaptar la mentalidad de trabajo y de desarrollo en grupo que tan importante es en el mundo laboral en la actualidad.

Se propone realizar la evaluación de las prácticas de la siguiente manera: todas las prácticas se presentarán a través de un informe escrito en el que se valorará la presentación, cantidad y calidad de información no superflua, claridad, utilización de ejemplos, y ante todo el contenido y el trabajo de deducción, creatividad y obtención de conclusiones.

De manera adicional, la tercera práctica requerirá una exposición oral y pública, disponiéndose de un tiempo aproximado de 15 minutos, en el que se deberán explicar los aspectos más importantes del trabajo y en la que deberán intervenir de forma activa todos los miembros del grupo. En esta prueba se valora la capacidad de síntesis y comunicación de los alumnos, así como de la correcta utilización y máxima obtención de las prestaciones de los medios de comunicación que éstos tengan a su disposición. Tras la exposición el profesor y también cualquiera de los alumnos del público podrá formular las preguntas que considere pertinentes, a cualquiera de los miembros del grupo, o bien hacer las aclaraciones y puntualizaciones que estime oportunas.

El peso de cada práctica en la nota final de prácticas se calcula de acorde con el tiempo estimado de trabajo en cada una de ellas, teniendo en cuenta que la práctica 3 requiere un trabajo extra debido a su presentación oral. Por ello, se propone que las prácticas 2, 4 y 5 supongan cada una de ellas el 12% de la nota, la práctica 1 el 24% y la 3 el 40%.

Para evaluar la parte teórica (40% de la nota final) se realizará un único examen escrito a final del cuatrimestre. Este examen podrá estar compuesto tanto por cuestiones teóricas cortas (alejadas de

contenidos memorísticos) como pequeños problemas deducibles directamente de la teoría e incluso algunas cuestiones tipo test. Este examen además de evaluar los conocimientos aprendidos en clase permitirá detectar a los alumnos que en las prácticas han “delegado” su parte de trabajo en el esfuerzo de los demás miembros del grupo.

La nota final se obtiene por tanto como:

$$Nota_final = 0.3 \cdot Nota_teoria + 0.7 \cdot (0.24 \cdot P1 + 0.12(P2 + P4 + P5) + 0.4 \cdot P3)$$

Debe destacarse que la nota de teoría no debe ser inferior a cuatro, y deben tenerse todas las prácticas evaluadas, de esta forma se intenta que no se desvíe la atención hacia las prácticas y se descuide la base que supone el conocimiento de la teoría.

Respecto a la metodología que se emplea para las clases prácticas, ésta depende del tipo de práctica en cada caso ya que evidentemente, el apoyo que presta el profesor es muy diferente cuando los trabajos se desarrollan en el laboratorio que cuando éstos suponen asistir a conferencias, realizar visitas a empresas, llevar a cabo búsquedas bibliográficas, etc. Pero, en cualquier caso, se procura mantener un contacto próximo con todos los alumnos aunque, evitando la tutela excesiva.

Para cada práctica se proporciona a los alumnos un folleto explicativo con el contenido de la misma, sus objetivos generales, información sobre las herramientas a utilizar y la bibliografía básica a tener en cuenta. A partir de esta información se intenta dejar libertad a cada grupo para que:

1. Se marque los objetivos propios que desea conseguir.
2. Lleve a cabo una investigación bibliográfica hasta el punto que él considere suficiente.
3. Decida la forma como lograr sus objetivos (metodología de trabajo).
4. Presente sus resultados (síntesis de la información recabada).
5. Extienda el ámbito del mismo

En cuanto a la forma de llevar a cabo las clases teóricas éstas serán de tipo clase magistral fundamentalmente, pero aprovechando la circunstancia del relativamente bajo número de alumnos, se procurará conseguir la máxima participación de éstos en clase fomentando debates, realizando cuestiones e intercambiando opiniones sobre todo relativas a decisiones de diseño de los computadores.

Por otra parte, las conferencias dadas por las grandes compañías (HP, Silicon Graphics, IBM y SUN) y las visitas a empresas (Manufacturing Services Limited e IBM) han contribuido enormemente a fomentar el interés de los alumnos por la materia y a acercar los problemas del mundo de la empresa a las aulas.

Con lo que se ha dicho hasta ahora, se cubren los aspectos de formación del alumno, pero nos hace falta lo que nos habíamos planteado como meta principal del curso:

Fomentar que nuestros futuros ingenieros trabajen en grupo, orienten correctamente una investigación y desarrollen un especial sentido de análisis y síntesis.

Para ello potenciaremos que las prácticas sean útiles, divertidas y que desarrollen la capacidad de razonamiento, evitando que sean únicamente unos ejercicios donde se calculen unos datos o se estudien características de sistemas sin interactuar con ellos lo realmente interesante es que se

encuentre el porqué de una decisión tomada en un sistema, es decir obtener conclusiones de los datos tomados.

4. Potenciación del trabajo en grupo.

Veamos en este punto como durante este curso se está potenciando el trabajo en grupo y la colaboración entre los distintos alumnos.

Para que los alumnos realicen los trabajos se les proporciona una información básica de partida (ellos deberán continuar la búsqueda de bibliografía a través de la biblioteca, hemeroteca o internet) sobre diferentes procesadores que deben estudiar (Familia 80x6 de Intel, Familia 68XXX de Motorola y Procesadores MIPS RX000, PowerPC, etc.), herramientas de análisis de prestaciones, y un cuadernillo explicativo con los contenidos mínimos que deberá recoger su trabajo.

Puesto que la carga que suponen estos trabajos puede ser considerable, se insta a los alumnos a que compartan información y creen un pequeño foro de debate a través de una Web creada con ese propósito. En este curso probaremos el uso de la Web para que los alumnos depositen figuras, tablas, y datos que todos necesitan.

Un ejemplo de utilización es el siguiente: en los trabajos relacionados con la práctica 3 deben presentar un esquema de bloques de la arquitectura de una serie de microprocesadores así como sus características más importantes, esto les obliga a repartirse entre ellos el trabajo desde el inicio del curso, de modo que cada grupo realice las figuras y gráficos que conciernen a una sola arquitectura, y se pone a disposición de los demás grupos; cuando tengan necesidad de utilizar dicha información bastará con obtenerla de la Web.

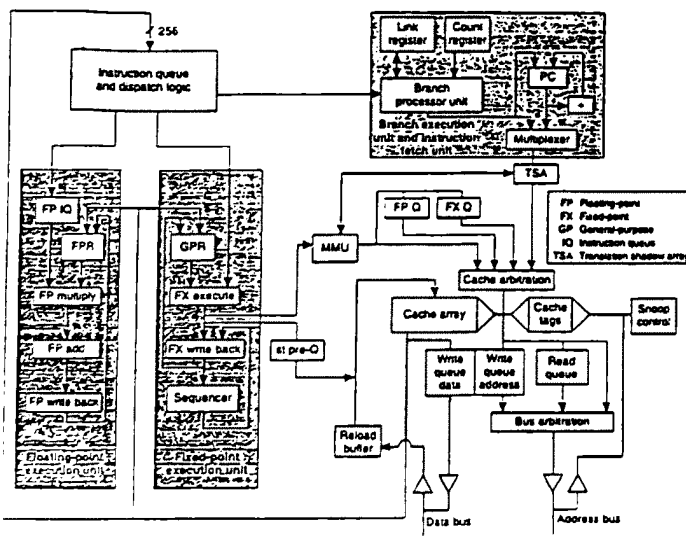


Figure 2. Internal datapath diagram

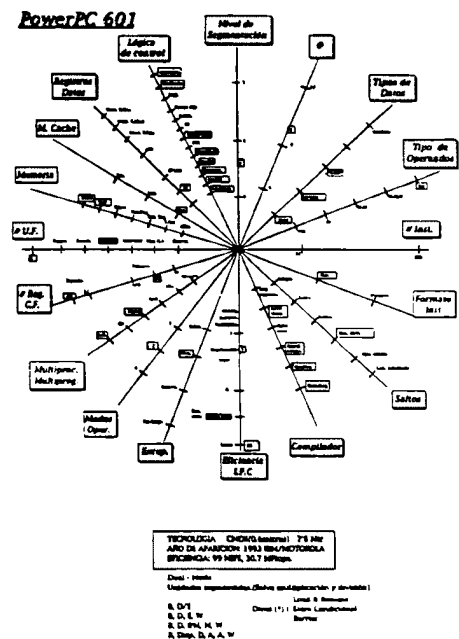


Figura 3. Ejemplo de diagrama a bloques y figura con las características más importantes de un microprocesador

A nivel pedagógico, es conveniente que cada grupo realice el diagrama a bloques y los gráficos de un ordenador, pero es de poca utilidad que tenga que realizar 5 o más diagramas a bloques.

5. Resultados.

Este curso todavía no se dispone de los resultados obtenidos por los alumnos en esta materia, pero por las prácticas y trabajos que ya han sido evaluados, suponemos que mejorarán, incluso, los del curso pasado.

Las notas obtenidas por los alumnos durante el pasado curso 95/96 se muestran en la tabla 3.

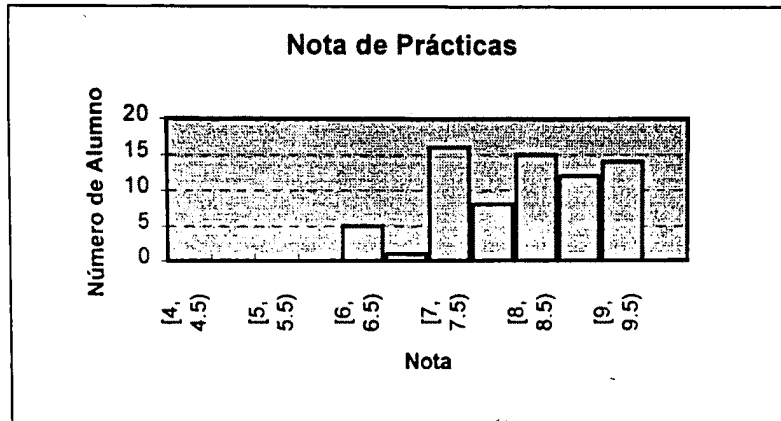


Tabla 3. Nota de prácticas curso 95/96

Las notas finales del curso fueron las siguientes:

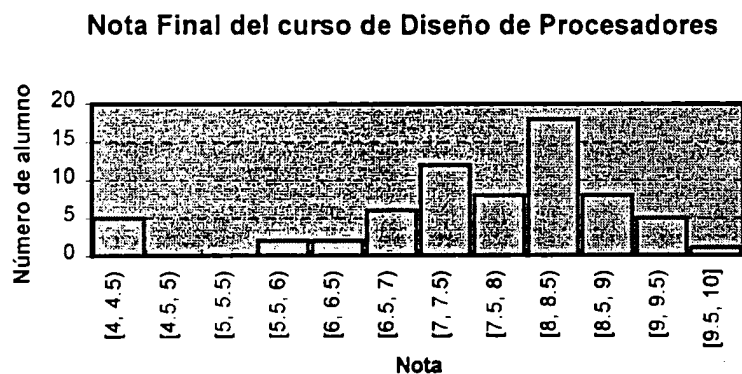


Tabla 4. Nota final del curso de Diseño de Procesadores curso 95/96.

Las estadísticas de los resultados del curso son:

	ALUMNOS	% PRESENTADOS	% TOTAL
Excelentes	6	8.82	6.98
Notables	47	69.12	54.65
Aprobados	10	14.71	11.63
Total Aptos	63	92.65	73.26
No Aptos	5	7.35	5.81
Total Presentados	68	100.00	79.07
No presentados	18	20.93	
Total	86	100.00	
	PRESENTADOS		TODOS
Nota Media	7.38		5.84
Dev. Estandar	1.29		1.14

Tabla 5. Estadísticas de las notas del curso 95/96.

6. Conclusiones.

Con esta experiencia metodológica hemos constatado que la opción de dejar que los alumnos elijan los puntos sobre los cuales enfocan una práctica o un trabajo tiene la ventaja de que los motiva, se centran en temas que les resultan interesantes y fomenta su creatividad. Cabe destacar que el contenido y punto de vista abordado por cada uno de los equipos han sido diferentes los cual ha sido de nuestro agrado, debido a que muestra que si se les da la oportunidad los alumnos tienen iniciativa y creatividad. Las notas finales obtenidas han sido muy satisfactorias (Promedio 7.30 con una desviación estándar de 1.29).

Las presentaciones orales públicas, les han servido a los alumnos para aprender a sintetizar y elegir el material recopilado, sin olvidar la experiencia de realizar, en el caso de la mayoría, su primera exposición, cabe destacar que la calidad y contenido de las presentaciones fue muy buena.

Consideramos que los objetivos del curso los hemos cubierto sobradamente.

BIBLIOGRAFIA:

- [1] J. L. Hennessy D. A. Patterson: Arquitectura de Computadores, un enfoque cuantitativo. New York: Mc Graw Hill, 1993.
- [2] D. A. Patterson, J. L. Hennessy: Organización y Diseño de Computadores, New York: Mc Graw Hill 1995.
- [3] J. M. Angulo Usategui: Microprocesadores, Arquitectura programación y desarrollo de sistemas. Madrid España: Paraninfo 1982.
- [4] 80C286 Hardware Reference Manual: USA: Harris Corporation.
- [5] 80C386: Hardware Reference Manual: USA: Harris Corporation.
- [6] 8-Bit Microprocessor & Peripheral DATA. Motorola, 1985