

Arquitectura de Computadors. Cas Pràctic.

Eduard Fernandez Alonso
Departament d'Enginyeria i Animació i Arts Digitals
La Salle Universitat Ramon Llull Barcelona
eduard.fernandez@salle.url.edu

Guillem Guerrero Massana
La Salle Universitat Ramon Llull Barcelona
guillem.guerrero@salle.url.edu

Abstract—Arquitectura de Computadors abasta una quantitat important de temari que pot comportar una certa por i cert rebuig en l'alumnat. En aquest article es presenta la metodologia emprada a La Salle per impartir Arquitectura de Computadors en el grau d'Enginyeria Informàtica. L'enfocament principal és l'aprenentatge de l'alumne. En general, l'experiència que tenim és molt positiva, ja que hem pogut constatar que els alumnes milloren els seus coneixements de la matèria i el seu rendiment acadèmic. Igualment, la valoració que fan els alumnes de l'assignatura és molt positiva.

Keywords—Arquitectura de Computadors, NCA, docència universitària

I. INTRODUCCIÓ

Els estudis universitaris d'Enginyeria Informàtica tenen un abast molt ampli en termes de dominis de coneixement i matèries. Igualment, les tècniques que empra el professorat per impartir les matèries són molt diverses. A La Salle s'ha impulsat un nou marc docent, anomenat NCA (Nou Context d'Aprenentatge), que precisament posa el focus en la manera d'impartir les classes. En aquest marc es vol situar l'estudiant com a centre de l'aprenentatge.

Arquitectura de Computadors és una de les assignatures més tradicionals d'aquests estudis i el seu contingut pot no tenir afinitat amb els estudiants que se sentin més atrets pel camp de software de més alt nivell. Alhora, la manera tradicional d'impartir l'assignatura estava centrada en les classes magistrals del professorat, que era el factor rellevant i destacat. En aquests casos, el paper de l'alumne és sobretot passiu durant la major part de l'assignatura: el professor fa les seves explicacions fent servir presentacions i/o transparències i la pissarra i l'alumnat en pren nota, i després es creen unes activitats complementàries, exercicis i exàmens principalment. I és als exàmens on l'alumnat demostra si ha assolit el coneixement necessari per superar l'assignatura.

Aquest article presenta com a La Salle Campus Barcelona s'ha reformulat la manera d'impartir l'assignatura d'Arquitectura de Computadors amb un objectiu principal, l'aprenentatge de l'alumne, i seguint l'estratègia de centrar el protagonisme de les sessions en l'alumne i no en les explicacions del professor. En aquest sentit, el professor és el guia que acompanya l'estudiant en el seu camí d'aprenentatge en el domini de coneixement de l'assignatura.

Si bé la gran referència en l'arquitectura de computadors continua sent el llibre de Hennessy i Patterson [1], pares docents de l'arquitectura de computadors, llibre-guia present a les referències de l'assignatura, també s'hi han inclòs nombrosos articles de revistes científiques que componen l'esquelet de la matèria.

II. CONTEXT DE L'ASSIGNATURA

A. Curs d'impartició, creditatge

Per entendre el context de la proposta docent que s'ha implementat a Arquitectura de Computadors, primer fem notar que parlem d'una matèria que es fa a quart curs del grau en Enginyeria Informàtica, en concret al primer semestre de l'últim curs del grau, amb una càrrega de 5 crèdits ECTS. En el cas de La Salle Barcelona, a més a més, l'assignatura s'imparteix tant en el grau d'Enginyeria Informàtica en català com en el grau internacional d'informàtica anomenat International Computer Engineering.

Dintre del context NCA, a La Salle Barcelona això implica que el semestre consisteix en 36 sessions de 50 minuts cada sessió. La distribució de classes que s'ha considerat apropiada és de tres sessions seguides un dia per setmana durant dotze setmanes.

B. Temari i objectius

La disciplina d'Enginyeria Informàtica és força recent en comparació amb moltes altres enginyeries i té un nivell evolutiu molt elevat tant en contingut com en tendències. En el cas de l'assignatura que ens ocupa, l'evolució també és molt forta, sobretot els últims anys amb l'aparició de diferents entorns de computació. Així doncs, l'abast de coneixement de l'assignatura va des d'entendre els fonaments, l'estructura, l'arquitectura i la tecnologia de computadors fins a dominar les tècniques utilitzades en les arquitectures paral·leles, multiprocessadors, multicomputadors i computacions d'altres prestacions. Des dels processos tecnològics de creació d'ASICs (de l'anglès Application Specific Integrated Circuit) fins als grans sistemes multiprocessadors o multicomputadors (HPC – High Performance Computer).

A grans trets, el temari passa pels punts següents:

1. Introducció i història
2. Disseny computador (ISA i CPU)
3. Sistema de memòria
4. Sistema d'interconnexió
5. Sistemes multiprocessador i altres arquitectures

C. Principis del disseny de l'assignatura

Per redissenyar l'assignatura no només es va revisar el contingut que calia explicar (on es van incloure conceptes com les Network-on-Chip [2]), sinó que es va replantejar el mètode docent. En va sortir un decàleg amb els següents factors clau que resumeixen les idees i els principis de l'assignatura:

1. Reduir al màxim, que no eliminar, les classes on l'alumne és un element passiu de la sessió. Evitar llargues exposicions i monòlegs.
2. Despertar l'interès de l'alumne en l'arquitectura de computadors, com a mínim en algun dels seus aspectes.
3. Descobrir el temari com un procés històric, evolutiu.
4. Portar l'estudiant al procés de la recerca, com a mínim en part, per revisar el temari.
5. Dotar l'estudiant d'eines i d'un procés d'investigació.
6. Destil·lar i concentrar el focus de coneixement en les parts essencials de l'extens contingut del temari.
7. Veure el temari a través de revisions d'articles i treballs que fan els alumnes.
8. Lectures, recerques i anàlisis obligatòries.
9. Sessions on l'alumne és el protagonista. Debats entre els alumnes. El professor és el moderador del debat (guia, provoca i dirigeix). Els debats poden créixer per àrees inesperades del temari degut als interessos dels estudiants.
10. Proporcionar als alumnes lectures i anàlisis optatives.

Per tant, l'assignatura es basa en l'anàlisi d'articles i en debats a classe, i l'avaluació surt de la participació a classe i dels escrits d'anàlisi presentats. Igualment, en cas que la participació sigui escassa, hi ha una entrevista personal a l'alumne en què s'avalua si ha assolit el domini de l'assignatura.

III. RECURSOS DOCENTS

La TABLE I. Activitats presenta les activitats que es realitzen durant el curs i la seva relació amb els diferents punts del temari de l'assignatura. Cada activitat inclou l'anàlisi d'un

article científic o de la secció d'un llibre de referència del domini de coneixement.

CONCLUSIONS

La metodologia emprada a l'assignatura pretén que l'estudiant interioritzi els objectius d'aprenentatge de tal manera que el mateix estudiant sigui el protagonista del seu desenvolupament personal. A l'article s'han presentat els principis que sustenten aquesta metodologia i un exemple de les activitats proposades per assolir els objectius. Aquestes activitats, a més a més, estan en consonància amb la metodologia NCA de La Salle Barcelona. Els resultats obtinguts són altament satisfactoris, ja que es donen molt pocs NP (3% en els últims 4 cursos) i pràcticament cap suspens. D'altra banda, el nivell que assoleixen els estudiants és molt elevat. Com a conclusió, veiem que el fet d'anàlitzar articles individualment i preparar escrits de cada treball força els estudiants a investigar, a resumir i a assolir conceptes que en ocasions no tenien clars, cosa que fa que assimilïn els coneixements amb solidesa i, ahora, els fa guanyar una bona base de rigor en el treball.

TREBALLS	RELACIÓ TEMARI
Computer Architecture Overview	Tema 1
Risc vs Cisc	Tema 2
Von Neumann vs Harvard architectures	Tema 2
Computer Generations	Tema 1
Llei Amdahl	Tema 2
Anàlisi: Assembler and Pipeline: Fibonacci	Tema 2
Pipeline Hazards	
Exceptions and Interruptions	Tema 2
Locality Principle	Tema 3
Memory cache: types of mapping	Tema 3
NoCs	Temes 4,5
Flynn's taxonomy	Tema 5
EXERCICI FINAL	
Disseny	Tots

TABLE I. ACTIVITATS

REFERENCES

- [1] HENNESSY, John L.; PATTERSON, David A. *Computer Architecture: A Quantitative Approach*. Waltham: Morgan Kaufmann, 5a edició, 2012.
- [2] DUATO, José; YALAMANCHILI, Sudhakar; NI, Lionel. *Interconnection Networks: An Engineering Approach*. San Francisco: Morgan Kaufmann, edició revisada, 2003.