



## **CAS PRÀCTIC D'ADAPTACIÓ METODOLÒGICA A LES DIRECTRIUS EEES D'UNA ASSIGNATURA D'ENGINYERIA INFORMÀTICA**

**Eix Temàtic: Avaluació dels aprenentatges**

### **AUTOR/S:**

Nom i Cognoms de l'autor: Xavier Fitó i Roig

Departament: Microelectrònica i Sistemes Electrònics

Centre: Escola Tècnica Superior d'Enginyeria

E-mail: francescxavier.fito@uab.es

Nom i Cognoms dels coautors: Guillermo Talavera Velilla, Bibiana Lorente Álvarez, Màrius Montón i Macián, Borja Martínez Huerta, Carles Ferrer i Ramis, Elena Valderrama Vallés

### **RESUM DE L'EXPERIÈNCIA:**

*La Universitat actual s'està transformant ràpidament per adaptar-se als nous canvis polítics, socials i tecnològics. La creació de l'Espai Europeu d'Educació Superior (EEES) suposa una oportunitat única pel futur immediat de les universitats espanyoles, on la docència ha estat tradicionalment magistral, una comunicació unidireccional d'un mestre cap als seus alumnes. Aquest canvi no és solament una decisió política, sinó que descriu una manera radicalment diferent d'entendre el procés d'aprenentatge.*

*Socialment, la Universitat també ha evolucionat. El perfil dels alumnes ha canviat, essent ara molt més heterogenis, amb objectius, criteris i expectatives diferents del que és la formació universitària.*

*Per últim, els avenços tecnològics, el món cada vegada més multimèdia on vivim, la universalitat d'Internet, els recursos informàtics i pedagògics dels quals es disposa, fan que els mitjans per arribar a comunicar-se amb l'alumne puguin ser molt més efectius i acords amb la realitat actual, molt influenciada per una pluja mediàtica d'impactes.*

*En aquest context, no podem suposar que la via més efectiva per assolir la formació requerida sigui exposar als alumnes a un coneixement general, sinó més aviat, permetre que explorin i resolguin problemes convenientment orientats. En aquest document s'examinarà els canvis realitzats a l'assignatura Fonaments de Computadors, matèria de primer any d'Enginyeria Informàtica, per adaptar-la a les noves necessitats de l'entorn actual.*



### **Especificar l'àmbit d'aplicació:**

L'àmbit d'aplicació és en l'assignatura de Fonaments de Computadors que s'imparteix durant el segon semestre del primer curs de la carrera d'Enginyeria en Informàtica. El nombre d'alumnes està al voltant de 300 i el total de professors que imparteixen classes són 7.

### **PARAULES CLAU:**

**Enginyeria, Tecnologia, EEES**

### **1. OBJECTIUS:**

L'establiment del Sistema Europeu de Crèdits ECTS [1], el Suplement Europeu al Títol [2] i la nova estructura dels estudis oficials de grau i postgrau [3] obliguen a la reelaboració dels plans d'estudis junt amb els canvis profunds i innovadors en els models docents.

La docència universitària a Espanya ha estat tradicionalment magistral. El terme no descriu només la activitat docent, sinó una manera d'entendre l'aprenentatge. Coincideix amb la creença de que l'educació és la transmissió de respostes inamovibles que els estudiants han de fer seves. Consisteix, a més, en la transmissió d'un coneixement al que se suposa el màxim valor per la seva major capacitat d'aplicació. En aquest escenari, l'estudiant se li assigna un rol passiu: escolta, pren apunts i assimila.

Social i tècnicament, la Universitat està canviant. La societat en el seu conjunt es transforma ràpidament i, per extensió, el perfil dels nostres alumnes. A més, actualment, disposem de nous mitjans i tecnologies que permeten variar la nostra tècnica docent.

Degut a les tres transformacions que està patint el nostre entorn, política, alumnes i tècnica, han de canviar els nostres objectius de formació i, amb ells, les vies per fitar-los, establint els mitjans per a què siguin autònoms i puguin contestar reflexivament a noves i complexes situacions com les que es trobaran en la seva futura vida professional.

En el curs 2004-2005, l'assignatura de primer curs *Fonaments de Computadors* [4], de la titulació d'Enginyeria en Informàtica, fou una de les assignatures escollides dins del pla pilot DURSI [5] de la Universitat Autònoma de Barcelona per començar amb el nou sistema de crèdits ECTS. Així doncs, el curs 04-05 fou un any intens en quan a canvis i el present curs ha estat la consolidació del nou sistema. La implementació d'aquests és encara més impactant, ja que es van realitzar mantenint exactament els mateixos recursos humans (mateixos professors i mateixa capacitat docent) que en anys anteriors. L'assignatura va sofrir una reestructuració conceptual total, i en aquest article analitzarem els canvis realitzats per adaptar-nos a aquesta nova realitat en la que vivim, la nostra experiència com a docents i els seus resultats.



## **2. DESCRIPCIÓ DEL TREBALL**

### **2.1 Introducció sobre l'assignatura i problemàtica.**

L'assignatura *Fonaments de Computadors* [6] es cursa durant el segon quadrimestre del primer any; és una assignatura important dins de la carrera i, històricament, tenia 7,5 crèdits de teoria i 1,5 crèdits de pràctiques en el laboratori. Amb el canvi de sistema ha passat a tenir 8 crèdits ECTS dels quals quatre estan assignats a pràctiques i la resta s'han de repartir entre teoria i seminaris. En aquesta assignatura hi acostuma a haver entre 360 i 400 alumnes matriculats que assisteixen a classes magistrals repartits en quatre grups (dos pel matí, i dos per la tarda) d'unes 80-100 persones cada un d'ells i en una sèrie de laboratoris pràctics d'unes 20 persones. El nombre de professors oscil·la entre sis i nou cobrint una capacitat docent de 510 hores.

Tot i que fou una de les assignatures seleccionades com a prova pilot per adaptar-se a les noves normatives europees, no hi va haver cap increment en la capacitat docent que donés suport a aquest canvis. El primer problema que es va plantejar fou el següent: com aconseguir, amb els mateixos recursos de sempre, una formació més professionalitzada, més didàctica, més intuïtiva, més innovadora i en la què l'alumne desenvolupés el seu propi aprenentatge.

### **2.2 Classes de teoria i seminaris.**

Per aconseguir unes classes molt més dinàmiques i personalitzades, es va decidir de crear unes classes de "seminaris" on, amb grups molt reduïts, d'unes 20-30 persones, i amb una atenció molt personalitzada, es resolguessin problemes pràctics, es plantejessin dubtes de les classes teòriques i que a la vegada permetessin avaluar a l'alumne de manera continuada. Tot un repte: d'on treure hores per a poder destinar-les a aquests seminaris?

#### **Teoria.**

Tot i que es volia minimitzar al màxim les classes magistrals, es necessari un mínim de teoria per a poder aprofitar al màxim el temps en els seminaris. Degut a les característiques de les classes magistrals, es va decidir d'unir els grups del matí en una sola sessió i fer el mateix amb els grups de tarda. Això va permetre alliberar força hores de professorat per dedicar-les a altres tasques. Les classes de teoria s'impartien amb transparències (power-point) que els alumnes tenien disponibles amb dies d'antelació, perquè la seva única feina a classe fos la comprensió conceptual de l'assignatura.

#### **Seminaris.**

Cada un dels grups (matí i tarda) es dividia després en seminaris amb, teòricament, 40 persones que ràpidament van passar a ser 30 i, posteriorment, 20. L'objectiu era aconseguir que només els alumnes amb interès en l'assignatura i disposats a seguir la matèria amb un treball regular assistís a aquests seminaris. Algunes sessions es dedicaven a explicar profundament els conceptes exposats a classe. A més, havien de permetre avaluar als alumnes per ser d'assistència obligatòria i on es recollien



### III Jornada d'Innovació Docent 2006

aleatòriament alguns exercicis proposats en l'anterior classe de teoria. També es fomenta el treball en grup proposant exercicis que havien de resoldre's al moment en grups de dos, tres o quatre persones. Es motivava la participació dels alumnes animant-los a sortir a la pissarra a resoldre algun dels problemes proposats.

Amb tan reduït nombre d'alumnes, l'atenció era molt personalitzada i, a les poques sessions, la relació entre ells i el professor era l'adequada per fomentar la participació en aquestes classes més dinàmiques.

Cal destacar que quan l'assistència era inferior als 15 alumnes, i degut a que es realitzaven com a mínim dos seminaris el paral·lel, una tècnica amb molt èxit fou la d'agrupar dos grups amb els seus respectius professors. Tenir dos professors amb, aproximadament, 20-30 alumnes va donar lloc a millor resultats en quan a la qualitat de l'ensenyança i participació dels alumnes

#### **2.3 Pràctiques.**

L'enfocament de les pràctiques de FC està dirigit a l'aprenentatge d'habilitats i competències en l'àmbit de l'assignatura que ens ocupa, és a dir, es pretén que els alumnes desenvolupin habilitats tant en la realització d'operacions aritmètiques bàsiques amb els diferents sistemes de representació de nombres, en el treball amb fulles d'especificacions de components i en l'anàlisi de circuits digitals. Han de ser capaços de dissenyar, simular i implementar circuits digitals de mesura reduïda utilitzant circuits integrats estàndards i altres components discrets i també es pretén que facin petits programes en llenguatge màquina utilitzant com base una màquina elemental didàctica. En definitiva, en aquesta assignatura es poden diferenciar dos tipus de pràctiques: les de maquinari, que requereixen de material específic (plaques, xips, [oscil·loscopis...](#)), i les de programari, que "només" requereixen un ordinador i el convenient programa amb el qual realitzaran les pràctiques (la màquina elemental didàctica).

Pel que fa a les competències, el nostre objectiu és desenvolupar competències en la capacitat d'anàlisi i síntesi d'organització i planificació, en raonament crític, en comunicació oral, en la comunicació escrita i en treball en equip.

Les pràctiques de l'assignatura suposen un 40% de la nota final. Estan dividides en 6 lliuraments on en cadascuna d'elles han de lliurar un dossier previ al pas al laboratori, aquest dossier és avaluat i si es considera correcte l'alumne passa a implementar la pràctica, implementaran físicament tot allò que han desenvolupat i simulat. A més i de forma aleatòria els alumnes van passant controls orals durant cadascuna de les 6 pràctiques.

Al finalitzar l'any, els alumnes han de lliurar un [portafoli](#) final amb els [dossiers](#) corregits o millorats, amb informació addicional que creen convenient per exemple, de totes les pràctiques que han anat desenvolupant al llarg del curs. Amb aquest nou plantejament de les pràctiques s'ha aconseguit la reducció d'hores en el laboratori i a l'hora l'augment de les hores de pràctiques. Això sembla una contradicció però s'ha aconseguit derivar treball de pràctiques fora de l'aula, de manera que l'alumne dediqui les mateixes hores compensant-les amb les hores no presencials. Això està fet amb la idea de desenvolupar



la capacitat de treball de l'alumne i completar-lo amb la intenció que adquireixin competències en la seva capacitat d'organització i gestió del temps.

#### **2.4 Recursos.**

Podem distingir dos tipus de recursos actualment: els recursos físics i els recursos virtuals, que cada vegada són més importants.

Els recursos de que es disposava, a més del professorat, per realitzar les pràctiques de l'assignatura es disposa del Laboratori de Sistemes Digitals del Departament de Microelectrònica i Sistemes Electrònics (MISE), equipat amb 15 llocs de treball complets tot i que normalment només se n'ocupen 12, deixant els altres tres per possibles incidències i recuperacions. En cada un d'aquests llocs de treball, es disposa d'oscil·loscopis, plaques de prototips, fonts d'alimentació i generador d'ones.

Per a poder simular les pràctiques abans de fer la implementació material en la laboratoris, els alumnes empen un simulador lògic de distribució gratuïta que poden descarregar-se d'Internet [7]. El departament disposa d'un simulador de la màquina elemental propi i, per tant, també gratuït, que es accessible des de la pàgina [8].

Una de les eines imprescindibles per gestionar el lliurament de material (ja siguin apunts, exercicis, etc. per part professorat o lliuraments de pràctiques o exercicis per part dels alumnes) i per facilitar la comunicació (notícies d'última hora, canvis en la planificació, tutories no presencials, ...) ha estat el Campus Virtual. Aquest es va convertint, cada vegada més, en el mitjà de comunicació oficial entre professors i alumnes. En el Campus Virtual és on l'alumne té tot el material disponible, solucions, apunts, transparències, programes, enllaços, adreces, tutories, correus electrònics, informació dels professors, ... A més, de ser el mitjà de comunicació per excel·lència entre professors i alumnes, també, ho ha estat entre alumnes, ja que en el directori de correu tenen totes les adreces dels seus companys de classe i era fàcil posar-se en contacte.

### **3. RESULTATS I/O CONCLUSIONS**

En aquest apartat s'examinaran quins han estat els resultats d'aquesta nova organització metodològica durant els dos cursos en que s'ha emprat, el 2004-2005, que fou el primer any en què es va implantar aquesta metodologia i el 2005-2006, any de consolidació d'aquest mètode.

#### **3.1 Resultats Quantitatius.**

Com es pot observar en la figura 1, el primer any de la implantació del nou sistema, va augmentar el nombre d'alumnes que no es va presentar a l'examen final, arribant a un xifra propera al 50% (davant del 30% de l'any anterior). Degut al fet de que a l'alumne se li exigia una presentació periòdica de treballs, aquest curs ha estat possible realitzar un seguiment de participació dels alumnes. Així, per exemple, sabem que entre el 10 i el 15% d'ells abandonen l'assignatura "el primer dia". Probablement es tracti d'alumnes que no han superat un mínim de crèdits durant el primer quadrimestre i han abandonat,



o si més no, posposat, els seus estudis. Aquest percentatge de No Presentats seria, probablement evitables amb una semestralització real de la matrícula.

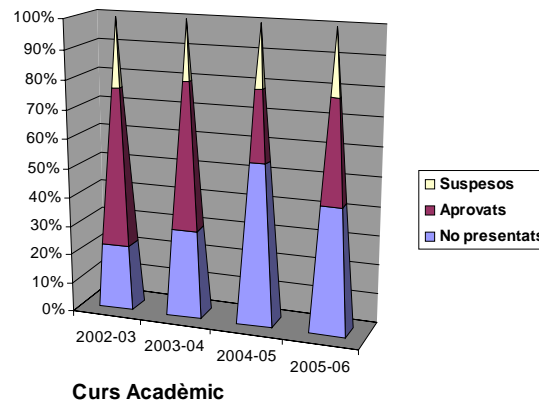


Figura 1. Resultats Acadèmics (en %) dels darrers cursos.

Entre un 20 i un 30% dels alumnes renunciaven després de passades 4-6 setmanes de curs, probablement per entendre que no seran capaços de seguir el ritme de treball de l'assignatura. Tot i tenir en compte que la càrrega de treball es va dissenyar curosament en funció dels ECTS, no hi ha dubte que serà necessari avaluar-ho de nou. El resultat a nivell del nombre d'aprovats no han estat millors que en cursos anteriors, però el que sí s'ha detectat és un increment de les qualificacions de notable.

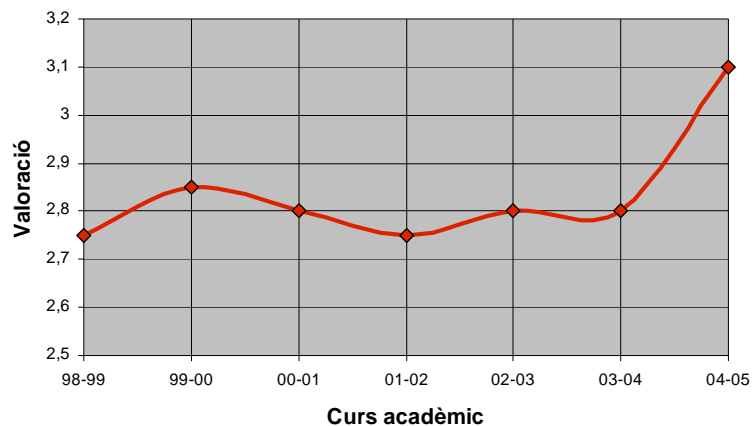
### 3.2 Resultats Qualitatius.

En el que fa referència als resultats qualitius dels alumnes, aquests han valorat molt positivament les modificacions introduïdes en el desenvolupament de les pràctiques. S'ha diferenciat molt bé el treball que un alumne podia i hauria de realitzar abans d'entrar al laboratori, amb la consegüent millora en el desenvolupament i aprofitament de les sessions presencials.

A pesar d'aquesta satisfacció, els alumnes detecten una manca de professorat en les mateixes. Els alumnes reivindiquen que a les sessions de pràctiques hi hagi la presència de més d'un professor.

Per a poder treballar amb grups de 20-40 alumnes, es va haver de "sacrificar" part de les hores de teoria, les quals consten de 160-180 alumnes. En opinió d'aquests, les classes de teoria en les assignatures que han adoptat aquest mètode els hi han agradat menys que les de cursos anteriors. A pesar d'haver-se emprat mitjans audiovisuals en totes elles, l'elevat nombre d'alumnes facilita l'aparició de distraccions, augmenta el soroll a classe i dificulta la concentració dels mateixos en les explicacions del professor.

Semestralment, la UAB realitza enquestes, i tot i que aquestes no estan dissenyades per a una assignatura específica, si no més aviat d'una manera general, sembla oportú reflexar els resultats en una gràfica d'evolució de l'assignatura Fonaments de Computadors. La gràfica de la figura 2 reflexa dita valoració mitjana dels diferents professors durant els cursos acadèmics de 1998-1999 fins el 2004-2005.



**Figura 2.** Evolució de la valoració del professorat (sobre 5).

En aquesta gràfica es pot observar com l'any de la implantació (2004-2005) la valoració sobre el professorat va millorar considerablement. Curiosament, aquest és l'any de més fracàs acadèmic. Parlant amb algun dels alumnes s'ha arribat a la conclusió de que, tot i que molts alumnes van afirmar que no estaven molt disposats a treballar regularment fora de les hores lectives, consideren en general que la metodologia els agrada, especialment el tracte i contacte en seminaris ja que al ser grups tan reduïts fomenta la participació i la coneixença i l'ambient és, en definitiva, agradable i a les classes de seminaris sí que participen de manera més o menys activa.

Per part dels professors, el primer comentari sempre és el mateix: la implantació de qualsevol tipus de metodologia requereix molta feina i, en contra del que podria semblar pel fet que s'han reduït el nombre d'hores presencials, qualsevol iniciativa basada en promoure el treball autònom de l'alumne, augmenta sensiblement el treball del professor, sobretot quan la relació alumnes/professors és elevada. I aquest treball és especialment oneros quan es tracta amb grups grans com és el cas d'Informàtica. Una conclusió a això és que es requereix de més recursos, sobretot, professors.

L'assistència d'alumnes a les classes, especialment a les de teoria, i en menor grau als seminaris, és baixa. Els professors detecten cert grau de falta de motivació dels alumnes, en el sentit de passotisme, i senten que els seus esforços no són aprofitats pels alumnes. Així doncs, un objectiu seria reduir el nombre d'alumnes a les classes de teoria.

L'avaluació contínua és possible (encara que costosa) però, quan el nombre d'alumnes és elevat, solament és possible avaluar als alumnes en grups de treball de 3 o més persones. En conseqüència, es manté la necessitat absoluta d'un examen final que permeti discriminar individualment el grau de coneixements sobre l'assignatura al com han arribat els alumnes.

Un nombre important de professors consideren molt convenient l'assistència a cursos que els ajudin a millorar el seu perfil docent i valoren molt positivament qualsevol iniciativa orientada a aquest sentit, encara que es mostren molt crítics ja que algunes d'aquestes iniciatives de metodologies docents, no són aplicables a grups de 300-380 estudiants.



### **3.3 Conclusions i Discussió.**

Com resultat de tots aquests canvis, es va aconseguir, mantenint els recursos humans de l'assignatura crear un entorn dinàmic i personalitzat d'aprenentatge, molt més d'acord amb les necessitats actuals. Les noves tecnologies (pàgines web, correu electrònic i “campus virtual” de l'assignatura són elements imprescindibles sense els quals no s'hagués pogut establir aquest dinamisme, gestió i flexibilitat de l'assignatura. Considerem que els seminaris van ser una oportunitat única per a estar directament en contacte amb els alumnes i acostar-nos a la seva realitat, problemes i anhels. Encara que el percentatge d'alumnes que van superar l'assignatura no va ser considerablement superior al d'anys anteriors, aquest any s'ha pogut observar en assignatures posteriors (primer quadrimestre del segon any) com els alumnes que van seguir amb normalitat l'assignatura tenen molt més assentats i assimilats els conceptes que es van impartir l'any anterior.

Els alumnes mostren un grau de satisfacció moderat pels canvis introduïts encara que detecten certes manques i deficiències de programació que haurien d'estudiar-se detingudament.

Altres alumnes, sobretot els que repeteixen l'assignatura o la compatibilitzen amb un treball estable, són molt crítics amb el sistema d'avaluació continuada i preferirien el sistema tradicional de l'examen final. De tots ells, el col·lectiu d'alumnes que treballen és el qual més preocupa; per això, algunes assignatures han deixat les “portes obertes” perquè aquests alumnes puguin adaptar-se a les metodologies proposades.

L'opinió del professorat pot resumir-se fàcilment en “més recursos i coneixements, menys alumnes i més motivació per part dels mateixos”. El professorat creu que, en línies generals, l'existència d'alumnes desmotivats té dues causes: la primera és que un cert nombre d'alumnes arriba als estudis d'Informàtica amb una idea errònia de la carrera, i hi ha molts que pensen que es tracta “de navegar per la web”, “dissenyar pàgines web” i “desenvolupar videojocs”. La segona causa és per la baixa nota d'accés a Enginyeria en Informàtica a la UAB. La solució al primer punt no és simple, i passa per realitzar una labor de difusió en instituts i escoles; mentre que la segona requereix adequar el nombre d'alumnes des d'un inici i adaptar el règim de permanència als cursos docents.

Finalment cal dir, que encara que hi ha un sector del professorat molt crític amb la nova titulació, hi ha també un grup nombrós de professors il·lusionats i motivats amb la reforma que estan treballant dur per a portar a terme aquests canvis.

### **4. BIBLIOGRAFIA.**

- [1] BOE 18 de setembre de 2003
- [2] BOE 11 de setembre de 2003
- [3] REAL DECRET 56/2005, de 21 de gener
- [4] <http://ei.uab.es>
- [5] <http://www10.gencat.cat/dursi>
- [6] Guia docent: disponible al Campus Virtual de l'assignatura
- [7] <http://www.softronix.com/logic.html>
- [8] [http://microelec.uab.es/ribas/edu/fc/virtual\\_lab.html](http://microelec.uab.es/ribas/edu/fc/virtual_lab.html)