

**TÍTOL DEL PROJECTE:**  
**Disseny i implantació de les assignatures de programació als nous Graus d'Enginyeria Informàtica**

*Professor/a responsable:*

**ALBERT RUBIO GIMENO**

[albert@lsi.upc.edu](mailto:albert@lsi.upc.edu)

*Dept. Llenguatges i Sistemes Informàtics  
Facultat d'Informàtica de Barcelona*

*Professorat que ha intervingut*

**MARTA ARIAS VICENTE**  
**BERNARDINO CASAS FERNÁNDEZ**  
**JULITA CORBALAN GONZALEZ**  
**RICARD GAVALDÀ MESTRE**  
**GUILLEM GODOY BALIL**  
**M. ÀNGELS HERNANDEZ GÓMEZ**  
**LLUÍS MÁRQUEZ VILLODRE**  
**ALBERT OLIVERES LLUNELL**  
**JORDI PETIT SILVESTRE**  
**ENRIC RODRIGUEZ CARBONAELL**  
**ENRIQUE ROMERO MERINO**

*Estudiants becats que han intervingut*

**ALEX ALVAREZ RUIZ**  
**ALEX CATARINEU MORALES**  
**ALBERTO FIOL ARGUIMBAU**  
**MARIO GONZALEZ MUNZON**  
**POL MAURI RUIZ**  
**MARTI MAYO CASADEMONT**  
**ERIC VENTI CRESPO**  
**RAMON XURIGUERA ALBAREDA**

Tipus d'ajut rebut: **UPC\_2010**

Data de la comunicació de resultats: 15 gener 2012

**Resum**

El projecte planteja el repte de dissenyar i implantar quatre assignatures de forma conjunta. Les assignatures desenvolupen una mateixa matèria i estan situades consecutivament als quatre primers quadrimestres del nou Grau en Enginyeria Informàtica de la UPC. La feina realitzada ha estat principalment orientada a la docència impartida a la Facultat d'Informàtica de Barcelona (FIB),

però també s'han aprofitat els resultats per al grau impartit a l'Escola Politècnica Superior d'Enginyeria De Vilanova i la Geltrú (EPSEVG).

El procediment més usual per dissenyar assignatures en un Pla d'Estudis és assignar-les a diferents coordinadors que es comuniquen entre sí, però que les dissenyen i les implanten de forma independent. Aquesta manera de dissenyar assignatures és molt més senzilla organitzativament, però resulta molt menys efectiva des del punt de vista docent. Aquest projecte pretén mostrar l'impacte que té en l'aprenentatge global d'una matèria el fet de definir conjuntament tant les competències, els objectius i els continguts com les activitats d'aprenentatge i d'avaluació i el material i les eines docents. Els resultats del projecte trigaran un temps a poder-se avaluar completament però, en aquest moment, ja hi ha indicis clars dels beneficis que aquest manera de procedir comporta.

### **Paraules clau**

- Coordinació docent
- Disseny i implantació d'assignatures
- Rendiment acadèmic

### **Catalogació segons aspecte d'actuació docent (\*)**

- Coordinació entre el PDI
- Materials didàctics

### **Àmbit de coneixement UPC**

Àmbit o matèria principal beneficiària del projecte

- Enginyeries en Tecnologies de la Informació i les Comunicacions

### **Destinataris**

La següent taula mostra les assignatures del Grau en Enginyeria Informàtica de la FIB implicades en el present projecte.

Tipus	Nom	Matrícula	
		Q1	Q2
Obligatòria	Programació 1 (FIB)	480	240
Obligatòria	Programació 2 (FIB)	240	300
Obligatòria	Estructura de Dades i Algorismes (FIB)	180	180
Obligatòria	Projectes de Programació (FIB)	120	120

Degut a que són assignatures situades consecutivament en els quatre primers quadrimestres, el nombre d'estudiants beneficiaris de l'estudi és molt gran encara que, com és natural, va minvant a mida que les assignatures són de quadrimestres més avançats.

Adicionalment, encara que de forma més indirecte els resultats del projecte també han tingut impacte en les següents assignatures del mateix Grau que s'imparteix a la EPSEVG.

Tipus	Nom	Matrícula	
		Q1	Q2
Obligatòria	Fonaments de programació (EPSEVG)	60	30
Obligatòria	Programació 1 (EPSEVG)	30	30
Obligatòria	Programació 2 (EPSEVG)	30	0
Obligatòria	Programació professional (EPSEVG)	0	30

El fet de que la primera de les assignatures sigui compartida amb altres estudis ha comportat que la seva orientació no pogués ser la mateixa que la de la FIB i al ser la primera, això s'ha arrossegat a la resta d'assignatures. Per aquesta raó, encara que no s'ha pogut aprofitar el producte concret que representa el disseny de les quatre assignatures, sí es pot aprofitar el model de disseny i implantació, així com les metodologies docents. Val a dir que, alguns canvis que s'han introduït en alguna de les assignatures de la FIB encara no s'han implantat a la EPSEVG, ja que s'ha preferit observar el seu impacte primer a la FIB.

## Resultat

El projecte mostra bàsicament un exemple de bona pràctica docent. La raó principal per iniciar aquest projecte va ser el fet de que la reducció d'hores dedicades a les diferents matèries dins dels nous Graus motivava la necessitat d'evitar qualsevol ineficiència en el procés d'aprenentatge dels estudiants. En el cas de la matèria de programació dins del Grau en Enginyeria Informàtica, aquest problema era encara més evident ja que les competències assignades (tot i que en alguns casos a un nivell menor) estaven repartides en l'antic pla entre un total de 8 assignatures que tenien assignats uns 51 crèdits ECTS i han passat en el nou Grau a haver-se d'assolir en 4 assignatures que tenen assignats 27 crèdits ECTS. Donada aquesta situació, es va considerar que la manera d'evitar ineficiències era realitzar una proposta global de les 4 assignatures no només a nivell d'objectius i continguts sinó també a nivell d'activitats i mecanismes d'avaluació.

D'aquesta manera, encara que el producte concret obtingut és una proposta global de disseny d'aquestes quatre assignatures, el projecte pretén demostrar,

de la forma més objectiva possible, quins són els guanys de dissenyar assignatures no de forma individualitzada sinó per matèries, a la vegada que recollir l'experiència de com gestionar un procés d'aquest tipus. Aquesta manera de dissenyar les assignatures comporta per una banda un avantatge per a l'estudiantat: una coherència dels continguts i mètodes d'avaluació farà que l'esforç dels estudiants es centri en l'aprenentatge i no en els processos accessoris; i per una altra per al professorat: el seguiment de l'evolució i percepció de l'alumnat durant les quatre assignatures permetrà seguir millorant la seva activitat docent.

Dissortadament, donat que el Grau està en ple procés d'implantació i que aquest curs 2011-2012 és tot just el segon curs en que s'imparteixen aquestes assignatures, encara no estem en disposició de poder valorar l'impacte del model seguit, però tot sembla indicar que, tal com s'esperava, s'ha aconseguit minimitzar les diferències que els estudiants troben quan comencen una nova assignatura de la matèria, i que, per tant, es puguin centrar en l'aprenentatge de la matèria i en l'assoliment de les competències, augmentant així el seu rendiment.

Cal remarcar que, per poder realitzar una valoració acurada d'aquest model, haurem de fer un seguiment dels estudiants al llarg d'aquestes assignatures i demanar l'opinió d'aquests estudiants un cop finalitzin el bloc d'assignatures. En aquest cas, és molt important tenir tant la informació dels estudiants que han superat en poc temps les assignatures com d'aquells que han tingut més dificultats. Per aquesta raó fins possiblement un o dos cursos més, no tindrem tota la informació que ens cal per a concloure l'estudi.

Finalment, s'ha aprofitat el projecte per iniciar l'experiència d'introduir l'aprenentatge mitjançant vídeos, amb la intenció d'estendre el seu ús a totes les assignatures. La raó principal és que, si podem constatar l'efectivitat de l'aprenentatge amb aquest tipus de material dins de la matèria que ens ocupa, serà molt important aprofitar aquest hàbit d'estudi en totes les assignatures i no només de forma puntual en alguna d'elles. Per això s'han creat ja una sèrie de vídeos per a la primera assignatura i s'espera poder realitzar ja una experiència pilot amb un grup durant el proper quadrimestre. Noteu, que la creació de tots els vídeos docents és un projecte docent en sí mateix i no es pretén que s'entengui com un producte del present projecte. El que sí que s'analitzarà en el futur com a resultat del projecte són els avantatges de tenir un model conjunt de les assignatures a l'hora de plantejar un canvi metodològic d'aquesta magnitud i l'experiència obtinguda al fer aquests canvis en el cas que es consideri adequat realitzar-los.

<http://www.lsi.upc.edu/~pro1>

<http://www.lsi.upc.edu/~pro2>

<http://www.lsi.upc.edu/~eda>

<http://www.lsi.upc.edu/~prop>

## Avaluació del projecte

Tal com s'ha indicat, les assignatures es van posar en marxa durant el curs passat. Les tres primeres es van iniciar en el quadrimestre de tardor i la quarta en el de primavera. D'aquesta manera, les tres primeres estan en el seu tercer quadrimestre d'impartició i la quarta en el seu segon. Durant el curs passat es va fer la feina principal de coordinació de la implantació.

Per una banda hi ha hagut una feina de presentació, dissenyant pàgines web uniformitzades per a les quatre assignatures. Per una altra, s'ha treballat des del primer moment, i amb aquesta visió global de les assignatures, en la correcció dels problemes de coordinació. D'aquesta manera, com a exemple, després de l'experiència del primer quadrimestre d'impartició es va decidir moure alguns continguts entre la segona i la tercera assignatura. Gràcies al tractament global de la matèria, aquest canvi es va realitzar amb gran facilitat i coordinació per part de tot el professorat implicat.

Així mateix, durant aquest primers quadrimestres d'implantació s'han realitzat variacions en els mètodes d'avaluació i les activitats proposades en algunes de les assignatures, però sempre respectant els criteris globals d'avaluació de la matèria. Això significa que totes les assignatures han de tenir tant actes d'avaluació que requereixen el treball sobre paper com el treball sobre l'ordinador. D'aquesta manera, a totes les assignatures s'adquireix el mateix tipus d'hàbit de treball, i encara que suposi un esforç en els primers cursos, l'estudiant sap que aprofitarà aquests hàbits al llarg de l'aprenentatge de tota la matèria. A més, en totes les assignatures s'intenta estimular que l'estudiant dediqui les hores necessàries a programar, i per això, en quant l'estudiant té un mínim de capacitats es proposen treballs pràctics que resultin atractius, que obliguin a treballar, però fomentant la idea de demanar productes acabats. Val la pena mencionar, per la seva singularitat, que per aconseguir això en la tercera assignatura (EDA), on pels objectius assignats no semblava fàcil, es va dissenyar un treball pràctic del tipus "joc competitiu" que ha tingut un gran èxit entre els estudiants i que acaba amb una *final* que té lloc a la Sala d'Actes de la FIB (vegeu l'apartat de referències).

Similarment, en les dues assignatures en que es realitza un projecte (de dimensió i dificultat adequada al nivell de l'assignatura), com són la segona i la quarta, s'utilitza el mateix tipus d'eines de generació de documentació malgrat no s'utilitza el mateix llenguatge de programació. Encara que en la segona assignatura potser no caldria, l'ús d'aquest tipus d'eines és ben rebut pels estudiants i el fet de que ho tornin a trobar a la quarta assignatura els permet reaprofitar l'experiència i augmenta la sensació de continuïtat. A més, el fet de que sempre que calgui documentar un projecte s'utilitzin el mateix tipus d'eines, ajuda a crear l'hàbit de cara a futures assignatures, així com en el seu futur professional.

L'avaluació que hem pogut fer dels resultats del projecte fins ara es basa en l'opinió del professorat de les assignatures implicades, l'opinió dels coordinadors d'assignatures on les competències assolides en aquest bloc

tenen un impacte rellevant i l'opinió dels delegats de les assignatures i altres estudiants que ens han fet arribar comentaris.

Els resultats fins ara són encoratjadors en dos sentits: per una banda, gràcies al model seguit, s'han pogut fer canvis en els continguts de forma consensuada i amb agilitat, minimitzant els problemes de la posada en marxa d'assignatures; per una altra, malgrat la forta davallada en el nombre de crèdits assignats a la matèria en el nou Grau i a la dificultat de la matèria, segons l'opinió de la majoria de coordinadors, els estudiants assoleixen les competències necessàries en un nivell raonable. Així mateix, les opinions recollides dels estudiants són positives i mostren una creixent motivació per la matèria.

Finalment, encara que no té una relació directe, també creiem que el fet que l'especialitat de Computació, que és la més relacionada amb la matèria de les assignatures implicades, sigui la segona especialitat més triada de les cinc possibles, és un indicador de que, si més no, els estudiants han trobat interessant les assignatures que han realitzat i la proposta docent que han rebut.

Com s'ha indicat en l'apartat anterior, per a que els resultats del projecte puguin ser valorats completament caldrà fer una avaluació molt més acurada de l'impacte acadèmic i de l'opinió del professorat i de l'estudiantat, que requereix el temps mínim per a que les assignatures s'hagin impartit un nombre significatiu de vegades i un nombre significatiu d'estudiants de diferents perfils les hagin cursat totes.

Respecte a la implantació de l'aprenentatge amb vídeos, l'avaluació de l'experiència pilot es farà a partir dels resultats obtinguts pels estudiants que participin en aquest model de curs en comparació amb els altres i de la opinió dels dos professors que portaran aquest grup. La raó d'implicar a dos professors i que un d'ells no hagi participat en l'edició dels vídeos és molt important per poder detectar potencials problemes en la implantació generalitzada del model.

## **Conclusions**

Com a coordinador docent del departament de Llenguatges i Sistemes Informàtics, des del punt de vista de coordinació acadèmica, la conclusió és que, malgrat en un primer moment l'esforç organitzatiu és molt més gran i requereix convèncer al professorat de que el model de treball és l'adequat, un cop s'ha fet el disseny de les assignatures, la seva implantació i posterior manteniment és molt més fàcil i permet garantir que la coordinació entre elles no es deteriora en el temps.

Val a dir que, malgrat no és el model seguit en les altres matèries en les que es reparteixen les assignatures obligatòries dels dos primers cursos del Grau,

l'existència dels "coordinadors verticals" (un per matèria) avala el model i facilita la coordinació global, ja que el càrrec ve definit pel Centre Docent.

D'aquesta manera amb el model de treball proposat, tant el coordinador docent del departament al centre com el coordinador vertical de la matèria tenen una visió global de les assignatures a tots els nivells i, els coordinadors de les assignatures, a banda de conèixer les demés assignatures, saben que no poden realitzar canvis que afectin no només a les competències a assolir, sinó tampoc a les activitats docents i organització docent en general, sense coordinar-se amb les demés assignatures.

Això no implica que no es puguin fer canvis, i de fet, com ja s'ha comentat, en el poc temps en que fa que s'estan impartint les assignatures ja se n'han realitzat. D'altra banda la necessitat de coordinació obliga a pensar millor els canvis proposats i les seves implicacions.

Per concloure, relatiu al rendiment demostrat, malgrat que encara els estudiants mostren dificultats d'adaptació a la primera assignatura, els resultats en la segona i la tercera assignatura han millorat i en la quarta s'han mantingut respecte a assignatures similars ja extingides del pla d'estudis anterior. Pel que fa a la millora del rendiment en la primera assignatura, ja s'han realitzat alguns canvis i s'ha proposat l'experiència pilot d'utilitzar vídeos en l'aprenentatge, tot intentant augmentar la dedicació dels estudiants que és, segons el nostre parer, el problema principal, ja que la matèria no és senzilla i en molts casos els estudiants arriben amb coneixement nuls des del batxillerat. A més, el fet de que s'hagin reduït dràsticament els crèdits destinats a la matèria i que aquesta calgui ara en assignatures de tercer quadrimestre com ara Sistemes Operatius, que en l'anterior pla estaven un quadrimestre més tard, fa que la quantitat de competències associades a les dues primeres assignatures de la matèria sigui molt gran i molt superior a les altres matèries.

Relacionat amb això, i per mirar de comprovar si els continguts i mètodes docents emprats en l'assignatura eren raonables, es va aprofitar el fet de que professors del departament realitzaven a la FME un curs intensiu de 8 hores diàries durant 5 dies d'*Algorísmia i programació* per a estudiants de secundària i batxillerat dins del Programa de Joves i Ciència de CatalunyaCaixa. Malgrat disposar de menys hores i no comptar amb gaire temps d'estudi personal addicional durant els dies del curs, els continguts presentats van ser bàsicament els que s'inclouen en la primera assignatura de la matèria, cosa que reforça la creença de que els contingut que s'imparteixen no són el problema i que l'actitud dels estudiants sí és molt rellevant quan les competències a assolir no són trivials.

En qualsevol cas, l'objectiu principal del projecte era aconseguir, per via de la coordinació, una millora en l'eficiència del procés d'aprenentatge dels estudiants i proporcionar una percepció clara de la relació entre totes les assignatures de la matèria que fomentés al cursar cada una d'elles el reaprofitament per part de l'estudiantat, no només les competències assolides

en les assignatures anteriors sinó també de l' experiència adquirida sobre els mètodes d'avaluació i les eines docents.

## Referències/més informació

Com s'ha indicat la documentació de les assignatures dissenyades es pot trobar a:

<http://www.lsi.upc.edu/~pro1>

<http://www.lsi.upc.edu/~pro2>

<http://www.lsi.upc.edu/~eda>

<http://www.lsi.upc.edu/~prop>

A més, a continuació s'inclouen algunes mostres dels vídeos que s'estan creant per a la prova pilot a l'assignatura de PRO1. Aquests vídeos encara no són oficials però donen una idea del material que s'està produint:

<http://www.youtube.com/watch?v=MRZhyOKFhg4>

[http://www.youtube.com/watch?v=srcZqlc\\_H2U](http://www.youtube.com/watch?v=srcZqlc_H2U)

<http://www.youtube.com/watch?v=5Bg3X-QALE0>

Quan tot el material estigui preparat es posarà accessible al web de l'assignatura.

Respecte al *joc* de l'assignatura EDA (la tercera de la matèria) es poden visualitzar per exemple els vídeos de les dues darreres finals, que com les anteriors es van realitzar a la Sala d'Actes de la FIB:

- Final del joc del quadrimestre de tardor 2011-2012  
<http://media.fib.upc.edu/fibtv/streamingmedia/view/2/439>
- Final del joc del quadrimestre de primavera 2010-2011  
<http://media.fib.upc.edu/fibtv/streamingmedia/view/2/350>

A <http://media.fib.upc.edu/fibtv/catalogs/view/2> es poden trobar les finals dels anys anteriors.

Sobre el curs d'Algorísmia i Programació per estudiants de secundària i batxillerat consulteu l'adreça:

<http://algoproj.jutge.org/?p=58>

Finalment, un article parcialment relacionat amb el projecte ha estat acceptat per a ser presentat a la conferència internacional d'educació *43rd ACM*



*Technical Symposium on Computer Science Education (SIGCSE-2012)*. Aquest article descriu resultats sobre una eina que s'utilitza en dues de les quatre assignatures i que en el futur proper seran tres:

J. Carmona, J. Cortadella, J. de San Pedro, and J. Petit.

Integrating formal verification in an on-line judge for e-learning digital circuit design.

In *Proc. of the 43rd ACM Technical Symposium on Computer Science Education (SIGCSE-2012)*, 2012.

---

(\*)

Aspectes d'actuació docent:

**Coordinació entre el PDI:** foment del treball en equips multidisciplinaris en torn a assignatures i/o matèries, iniciatives, observació entre iguals, elaboració de portafolis docents

**Materials didàctics:** millora i creació de materials docents i d'aprenentatge en diferents formats, facilitació d'accés als materials i difusió dels mateixos