

**UNA EXPERIÈNCIA D'APRENENTATGE BASADA EN PROJECTES EN L'ÀMBIT DE LA  
INFORMÀTICA**

Àgata Lapedriza  
Estudis d'Informàtica, Multimèdia i Telecomunicacions  
Universitat Oberta de Catalunya  
Centre de Visió per Computador  
[agata@cvc.uab.es](mailto:agata@cvc.uab.es)

Jaume Garcia  
Departament de Ciències de la Computació  
Escola Tècnica Superior d'Enginyeria  
Universitat Autònoma de Barcelona  
Centre de Visió per Computador  
[jaumegb@cvc.uab.es](mailto:jaumegb@cvc.uab.es)

Ernest Valveny  
Departament de Ciències de la Computació  
Escola Tècnica Superior d'Enginyeria  
Universitat Autònoma de Barcelona  
Centre de Visió per Computador  
[ernest@cvc.uab.es](mailto:ernest@cvc.uab.es)

Robert Benavente  
Centre de Visió per Computador  
[robert@cvc.uab.es](mailto:robert@cvc.uab.es)

Miquel Ferrer  
Centre de Visió per Computador  
[miquel.ferrer@cvc.uab.es](mailto:miquel.ferrer@cvc.uab.es)

Gemma Sánchez  
Departament de Ciències de la Computació  
Escola Tècnica Superior d'Enginyeria  
Universitat Autònoma de Barcelona  
Centre de Visió per Computador  
[gemma@cvc.uab.es](mailto:gemma@cvc.uab.es)

---

## RESUM DE L'EXPERIÈNCIA

En aquest treball es presenta l'adaptació a l'EEES de les assignatures de *Algorismes i Programació* (AP) i *Llenguatges de Programació* (LP) de la titulació d'Enginyeria Informàtica de la UAB. Per a aquesta adaptació s'ha utilitzat, entre d'altres, una metodologia d'aprenentatge basada en un projecte comú.

AP engloba coneixements teòrics sobre anàlisi i disseny d'algorismes, mentre que a LP es treballa el llenguatge de programació C i la seva aplicació pràctica. Tradicionalment aquestes dues assignatures s'han tractat de forma independent malgrat que els seus continguts són complementaris.

Amb la finalitat de treure un benefici d'aquesta vinculació es va decidir coordinar els seus programes. A més, per a potenciar la transferència de coneixements d'una assignatura a l'altra es proposa desenvolupar un projecte comú al llarg del curs. D'aquesta manera s'aconsegueix de forma més natural que AP i LP comparteixin un mateix fil argumental i a la vegada els alumnes adquireixen una visió més global dels fonaments de la programació.

A l'inici del curs es proposa un enunciat genèric que presenta el projecte sense especificar què aportarà cada assignatura a la seva resolució. Els projectes que es plantegen intenten ser atractius pels alumnes per tal de motivar-los. Per això, bàsicament es proposa la programació de jocs. A mesura que el curs avança es van detallant els passos que cal seguir a nivell de disseny (AP) i a nivell d'implementació (LP) per a construir la solució final.

La implementació d'aquesta metodologia ha estat molt satisfactòria i s'ha observat un major interès per part dels alumnes. A més, ha descendit el nombre de no presentats i ha pujat el nombre d'aprovatats i la nota mitjana.

## ABSTRACT

In this work we describe part of the process carried out to adapt to the EEES two subjects (*Algorithms and Programming* – AP and *Programming Languages* – LP) of the degree on Computer Science at UAB. The adaptation is based on the utilization of a Project-Based Learning methodology.

AP is a subject devoted to explain the theoretical basis of the analysis and design of algorithms, whereas LP applies these theoretical concepts using the C programming language. In the past, both subjects were seen as independent units although their contents are clearly complementary.

In order to exploit this complementarity we decided to work towards a greater coordination of activities. The basis of this coordination is the development of a common programming project along all the semester. In this way, both subjects share the same piece of work and the students can acquire a global view of the programming basis.

At the beginning of the semester we propose a generic problem that the students must solve and implement. We try to propose projects that can be appealing and motivating to the students. A good source of inspiration for that is programming videogames. As the semester advances we provide more details about the work to be done at the level of the design of the algorithm (AP) and at the level of programming in C (LP).

The results of using this methodology are quite satisfactory. We have observed a greater interest and motivation of the students. Besides we have also quantitatively improved the academic results.

## PARAULES CLAU

Informàtica, Aprenentatge Basat en Projectes, Experiències Docents

## ÀMBIT GENERAL D'INTERÈS DE LA INNOVACIÓ

Aprenentatge basat en projectes per a assignatures d'algorísmica i programació.

### DESENVOLUPAMENT

#### 1. Objectius

En aquest treball es presenta l'adaptació a l'EEES de les assignatures de *Algorismes i Programació* (AP) i *Llenguatges de Programació* (LP) de la titulació d'Enginyeria Informàtica de la UAB. Per a aquesta adaptació s'ha utilitzat, entre d'altres, una metodologia d'aprenentatge basada en un projecte comú.

Aquestes dues assignatures pertanyen al mateix àmbit de coneixement dins de la informàtica. Concretament, al camp de la programació en llenguatges imperatius d'alt nivell. Per una banda AP engloba coneixements teòrics sobre anàlisi i disseny d'algorismes, mentre que a LP es treballa el llenguatge de programació C i la seva aplicació pràctica, de manera que els continguts d'aquestes dues assignatures són complementaris i permeten donar una visió completa i global de la programació d'ordinadors. De fet, podríem considerar que constitueixen un únic mòdul d'introducció a la programació

Malgrat aquesta vinculació tan clara entre AP i LP, aquestes dues assignatures sempre s'havien tractat de forma separada, la qual cosa feia que es produïssin situacions poc eficients durant el procés d'aprenentatge. Per exemple, els alumnes tenien dificultats a l'hora de veure la relació entre AP i LP i no eren capaços de tenir una visió global sobre el contingut de les dues assignatures i el procés de construcció d'un programa. D'altra banda, això feia que de vegades hi hagués solapament de temari, repetició de temes i activitats (per exemple, les pràctiques de les dues assignatures eren molt similars) o falta de sincronització entre l'explicació teòrica del disseny d'un algorisme (AP) i la seva posterior implementació en un llenguatge concret de programació (LP).

Dins del procés d'adaptació de la titulació a l'EEES es va decidir coordinar els programes de les dues assignatures amb la finalitat de potenciar la seva vinculació i la transferència de coneixements d'una assignatura a l'altra. Com a element central de la coordinació es proposa desenvolupar un projecte comú al llarg del curs. D'aquesta manera s'aconsegueix de forma més natural que AP i LP comparteixin un mateix fil argumental i a la vegada els alumnes adquireixin una visió més global dels fonaments de la programació.

Per tant, els objectius principals d'aquesta adaptació de les assignatures *Algorismes i Programació* (AP) i *Llenguatges de Programació* (LP) a l'EEES són els següents:

- Aconseguir que els alumnes tinguin una visió global de la programació, des de l'inici (plantejament d'un problema i disseny d'un algorisme) fins al final (implementació de l'algorisme en un llenguatge de programació concret).
- Optimitzar el funcionament de les dues assignatures, evitant la repetició de temari i activitats.
- Incentivar la participació i implicació dels alumnes per a augmentar el seu rendiment, tot plantejant

problemes reals i motivadors.

- Treballar en les dues assignatures competències bàsiques com ara la capacitat de planificació de feina o el treball en equip.

## 2. Descripció del treball

A l'inici del procés d'adaptació a l'EEES, es va veure la possibilitat de coordinar les assignatures d'AP i LP pel fet d'estar tan relacionades i tenir una naturalesa complementària. D'altra banda, existia la necessitat d'optimitzar el temps total disponible i volíem millorar la qualitat a l'hora d'impartir les assignatures per tal que l'alumne pogués tenir una visió més global de la programació.

El primer que es va fer va ser una enumeració dels objectius bàsics de les dues assignatures, que són:

- Coneixements teòrics bàsics sobre algorísmica
- Anàlisi i síntesi d'algorismes per a resoldre problemes de programació
- Coneixements bàsics de programació en Llenguatge C
- Aplicació pràctica del Llenguatge C per a la resolució de problemes de programació

Els dos primers objectius es treballen bàsicament a AP mentre que els dos darrers corresponen a LP, tot i que per a assolir el darrer punt és fonamental haver assolit els dos primers.

Per tal de donar una visió global d'un problema real de programació es va decidir usar la tècnica d'Aprenentatge Basat en Projectes [1,2] per a cohesionar les dues assignatures. Així, a l'inici del curs es proposa als estudiants un projecte que han d'anar realitzant al llarg del semestre, tractant cada aspecte del seu desenvolupament a l'assignatura que es correspongui (AP o LP). D'aquesta manera a AP es resolen els problemes relacionats amb el seu enfoc teòric, d'anàlisi i disseny de l'algorisme, mentre que a LP es treballa la part més pràctica, d'implementació del programa utilitzant el Llenguatge C. Els projectes es realitzen en grups de dues persones.

## 3. Metodologia

El primer pas que es segueix és presentar als estudiants a principi de curs un enunciat genèric del projecte, comú a les dues assignatures. Aquest enunciat ha de correspondre a un problema el més real i motivador possible (habitualment s'utilitzen versions simplificades de videojocs coneguts). A més a més, es proposa un enunciat amb la suficient llibertat perquè l'alumne pugui prendre les seves pròpies decisions de dissenys i hagi d'analitzar-lo en profunditat per concretar els detalls d'implementació i escollir les estructures de programació més adequades.

Malgrat que el projecte representa un dels principals resultats d'aprenentatge de l'estudiant, cal tenir en compte que aquestes dues assignatures són assignatures de primer curs i que l'alumne arriba sense coneixements previs de programació. Per tant, cal dedicar un temps significatiu, especialment els dos primers mesos del curs, per presentar els fonaments de la programació. Això es fa utilitzant les sessions de classes de teoria i seminaris d'AP i LP. El cicle d'aprenentatge es coordina per poder introduir primer els conceptes teòrics a AP i després donar la implementació pràctica a les classes de LP. Així, la seqüència temporal

d'aprenentatge que se segueix per a cada tema és la següent:

- 1- Classe de teoria d'AP: Es presenten els continguts teòrics del tema, de forma general. Per explicar els algorismes s'utilitza pseudo-codi, que no correspon a cap llenguatge de programació concret
- 2- Seminari de problemes d'AP : Es proposa als alumnes una sèrie de problemes a analitzar i han de trobar els algorismes adequats per a solucionar-los. Durant aquests seminaris de problemes s'utilitzen tècniques d'aprenentatge cooperatiu [3,4,5] per motivar i fomentar la participació dels alumnes.
- 3- Seminari de programació de LP: Els seminaris de LP consten de dues parts. Primer s'explica la traducció a instruccions del llenguatge C de les estructures que s'han après a AP. En la segona part es proposen problemes que resolen els alumnes a classe, amb l'ajuda del/la professor/a. Durant la segona part s'utilitzen tècniques d'aprenentatge cooperatiu [3,4,5].
- 4- Pràctiques de Laboratori de LP: Es proposen problemes que s'han de resoldre dissenyant un algorisme adequat i implementant-lo al llenguatge C, usant un ordinador. Per tant, en aquestes sessions s'apliquen tan els coneixements adquirits a AP com els que s'adquireixen als seminaris de LP.

L'ús de metodologies d'aprenentatge cooperatiu tant en els seminaris de problemes de AP com en els seminaris de LP permet el treball de competències com les capacitats de treballar en grup, d'analitzar problemes, sintetitzar informació i comunicar-se.

Aquestes sessions de classe presencial, necessàries per introduir els conceptes teòrics i pràctics de la programació, estan lligades i relacionades també amb el projecte final de curs, per tal d'integrar tot el procés d'aprenentatge de l'alumne. Tant en els seminaris com en les pràctiques de laboratori, la majoria dels problemes proposats pertanyen a petites parts del projecte final, de manera que a mesura que els van resolent estan desenvolupant diferents parts del projecte. D'aquesta manera l'alumne es veu obligat a ser constant en el desenvolupament de la feina i durant tot el curs té el suport del professorat per anar avançant.

D'altra banda, després dels dos primers mesos de classe, un cop introduïts els fonaments de la programació, el treball personal de l'alumne s'ha de dedicar bàsicament, amb la tutorització del professor, al desenvolupament del projecte, tant per integrar les parts realitzades al llarg de les sessions prèvies de pràctiques com per implementar la part restant i més complexa del projecte, que serveix per integrar tots els conceptes que s'han explicat prèviament.

Per poder fer un seguiment del treball de l'estudiant es programen tres lliuraments avaluable al llarg del curs. Aquests lliuraments són incrementals, de forma que cadascun es basa en el treball realitzat al lliurament anterior. D'aquesta forma, els lliuraments tenen també una funció tutoritzadora ja que el professor pot aprofitar, a més a més d'avaluar el treball realitzat, per corregir errors i orientar a l'estudiant respecte a com continuar el treball. Cadascun d'aquests lliuraments té una part que correspon a AP i una part que correspon a LP. A la part corresponent a AP es demana a l'estudiant que faci el disseny genèric de l'algorisme, mentre que a la part de LP se li demana la implementació en C. Com que, dins del cicle de programació, el disseny d'un algorisme ha de ser previ a la seva implementació en un llenguatge concret, els lliuraments d'AP són sempre anteriors als lliuraments de LP. D'aquesta forma, l'estudiant veu la utilitat real de la fase de disseny com a pas previ a la implementació.

Pel que fa a l'avaluació de les assignatures, el treball del projecte té un pes força important (un 30% de la nota final), sent obligatori aprovar el lliurament final per tal de demostrar que s'han assolit els objectius d'aprenentatge. A més a més, la metodologia proposada permet realitzar un seguiment personalitzat de cada grup al llarg del curs. A partir del treball realitzat en els seminaris de problemes de AP i en els seminaris de LP s'obté una nota d'avaluació continuada que suposa també una part important de la nota final de les

assignatures, un 30%. Finalment, l'avaluació es completa amb un conjunt de proves escrites individuals (40% de la nota global, cal que les proves escrites individuals estiguin aprovades), per poder validar per cada estudiant, individualment, que s'han assolit els coneixements necessaris.

#### 4. Resultats

Els resultats de l'adaptació a l'EEES de les assignatures de *Algorismes i Programació* (AP) i *Llenguatges de Programació* (LP) que es proposa en aquest treball han estat molt satisfactoris.

En general s'han assolit els objectius que es van plantejar inicialment. S'ha aconseguit solucionar els problemes de solapament de temari i, a la vegada, els alumnes acaben les assignatures tenint una visió global del procés de programació. Desenvolupen una major capacitat de solucionar problemes, i aconsegueixen relacionar els conceptes teòrics de AP amb la seva corresponent aplicació pràctica a LP d'una forma més satisfactòria.

També s'ha observat una major motivació per part de l'alumnat així com un augment de l'assistència a classe. El fet que les dues assignatures estiguin coordinades i tots els continguts tinguin un mateix fil argumental, facilita el seguiment de les classes i l'assoliment dels objectius de les dues assignatures. A més, el canvi de metodologia ha permès treballar competències bàsiques associades a la titulació com la planificació i el treball en grup.

A nivell quantitatiu volem destacar les següents observacions:

- En la primera convocatòria, després de la implantació de la proposta, el percentatge de no presentats ha descendit del 39.31% a un 11.56%
- El percentatge d'aprovats a AP ha augmentat del 20.44% al 41.62% i el de LP ha passat del 20.81% al 35.84%
- La nota mitjana dels alumnes presentats a AP ha passat del 5.07 al 7.12, i a LP ha passat del 7.66 al 7.88
- Hi ha hagut un augment de la correlació entre els aprovats d'AP i LP. Per una banda el 75.32% dels que aproven AP també aproven LP, mentre que el 78.37% dels que aproven LP també aproven AP

Des d'aquest punt de vista, els resultats corroboren que la metodologia emprada permet als alumnes un millor seguiment del curs, fet que es tradueix en què un major percentatge es presenta a l'avaluació final i adquireixen millor els coneixements de les assignatures.

#### CONCLUSIONS

En aquest article es presenta una experiència d'aprenentatge basada en projectes en l'àmbit de la Informàtica, proposada per a adaptar al EEES dues assignatures pertanyents al camp de la programació. Concretament, les assignatures són *Algorismes i Programació*, que engloba coneixements teòrics sobre anàlisi i disseny d'algorismes, i *Llenguatges de Programació*, on es treballa el llenguatge de programació C i la seva aplicació pràctica.

La iniciativa principal és la proposta d'un projecte comú per a les dues assignatures per tal de coordinar-les amb més facilitat i aconseguir que l'alumne tingui una visió més global de la programació.

La implantació d'aquesta adaptació ha donat uns resultats molt satisfactoris, ja que s'ha observat una major motivació i interès per part dels alumnes i un increment del percentatge d'aprovats, així com un increment de la nota mitjana.

## REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES

- [1] J.D. Bransford, B.S. Stein. The IDEAL problem solver. W.H. Freeman and Co., 1993.
- [2] E. Martí, D. Gil, C. Julià. Una experiència de PBL en la docència de la assignatura de Gràfics por computador en Ingeniería Informática. IV Congreso Internacional de Docencia Universitaria e Innovación, v.1, pp.375, Barcelona, 2006.
- [3] D.W. Johnson, R.T. Johnson, K.A. Smith. Active Learning: Cooperation in the college classroom. Edina MN: Interaction Book Company, 1998.
- [4] P. Carrasquer, A. de Lama, F. Gibert, N. Orgaz, S. Parella, N. Reynal, X. Solà. Aprenentatge cooperatiu en ciències socials. Servei de Publicacions UAB-IDES, Col. Eines d'Innovació docent en Educació Superior, Bellaterra, 2006.
- [5] M. Ferrer, R. Benavente, E. Valveny, J. Garcia, A. Lapedriza, G. Sánchez. Aprendizaje cooperativo aplicado a a la docencia de las asignaturas de programación en ingeniería informática.VIII Jornada sobre aprendizaje cooperativo y I Jornada sobre Innovación docente, pp. 41-46, Lleida, 4 julio, 2008.