

Ús de les TIC a la introducció a la programació de les Enginyeries Informàtiques

Ferran Prados, Francesc Castro, Joan Jesús Pujol, Josep Suy
{fprados,castro,jpujol,suy}@ima.udg.es

Departament Informàtica i Matemàtica Aplicada. Universitat de Girona
Escola Politècnica Superior. Edifici P4. 17071 Girona

RESUM

Presentem l'aplicació de les TIC a l'assignatura de Metodologia i Tecnologia de la Programació, assignatura de primer curs de les Enginyeries Tècniques Informàtiques de la Universitat de Girona. Aquests estudis estan emmarcats dins el Pla Pilot d'adaptació a l'Espai Europeu d'Educació Superior engegat pel DURSI el curs 2004-2005. Hem portat a terme un conjunt d'iniciatives per tal de realitzar millores en la docència de l'assignatura. En concret, hem desenvolupat un compilador del llenguatge de programació utilitzat a teoria (pseudocodi) amb el qual els alumnes han disposat d'una eina de treball per comprovar la correctesa dels seus algorismes. Alhora, hem incorporat una plataforma d'e-learning on hem integrat aquest compilador. La implantació i la utilització d'aquestes dues eines ha potenciat l'aprenentatge autònom, ens ha permès fer un seguiment del treball no presencial de l'alumne i, també, ha facilitat als alumnes l'aprenentatge de l'algorísmica.

PARAULES CLAU: suport a la docència, iniciació a la programació, aprenentatge autònom

INTRODUCCIÓ

Amb la perspectiva d'implantació de l'Espai Europeu d'Educació Superior (EEES) s'ha produït la proliferació de noves metodologies i eines docents, canvis de plans docents,... Tots aquests canvis i millores tenen com a eix central l'aprenentatge dels estudiants en contraposició del concepte més tradicional d'ensenyament centrat en el que explica el professor. Les carreres d'Enginyeria Tècnica Informàtica de Gestió i de Sistemes de la Universitat de Girona formen part d'un pla pilot d'adaptació a l'Espai Europeu d'Educació Superior [5]. És per això que s'han iniciat tota una sèrie d'iniciatives, entre les quals es troba el nostre treball, per tal de realitzar canvis i millores en les metodologies docents.

Metodologia i Tecnologia de la Programació (MTP) és una assignatura anual i troncal de primer curs de les Enginyeries Tècniques Informàtiques a la Universitat de Girona. En aquesta assignatura els alumnes fan la seva primera incursió en el món de l'algorísmica i de la programació. El nostre objectiu és millorar l'assoliment de les competències de l'assignatura de MTP utilitzant les noves tecnologies. Volem aprofitar aquestes eines per fomentar el treball autònom dels alumnes, especialment pel que fa referència a la realització d'exercicis [2].

Procés de desenvolupament d'un programa informàtic

A l'assignatura de MTP l'objectiu és que a partir d'un enunciat l'alumne aprengui a escriure un programa correcte i entenedor. En aquest procés diferenciem diverses fases:

1. Especificació del problema a partir de l'enunciat
2. Anàlisi i disseny de l'algorisme
3. Codificació de l'algorisme → Programa
4. Proves i validació del correcte funcionament del programa

A la primera fase, el que es demana a l'alumne és una definició més o menys formal del que vol implementar.

La fase 2 suposa l'elaboració d'un algorisme que resolgui el problema. Els algorismes s'acostumen a expressar en un pseudollenguatge, també anomenat pseudocodi, que sol variar depenent dels centres docents i dels textos usats, però que acostuma a estar inspirat en un llenguatge de programació professional com ara Pascal, C o Java. La raó d'utilitzar el pseudocodi i no un llenguatge de programació estàndard és, d'una banda, el voler donar als alumnes una visió més general, vàlida per la majoria de llenguatges, i d'altra, fer que es puguin abstrure dels detalls i complexitats pròpies d'un llenguatge de programació professional.

La fase 3 (codificació) sol ser més o menys obviada a classe de teoria, donant-hi tot l'èmfasi a les sessions de laboratori, que és on els alumnes s'han de barallar amb les peculiaritats dels llenguatges de programació, errors de compilació, etc.

La fase de proves i validació es feia fins ara fent comprovacions manuals sobre el pseudocodi (procés poc àgil) o bé codificant l'algorisme en un llenguatge de programació professional i executant-lo.

MILLORES APLICADES

Les millores que hem introduït afecten a les fases 3 i 4 de l'anterior procés, i consisteixen en:

- **Hem desenvolupat un compilador del pseudocodi utilitzat a teoria**
El pseudocodi utilitzat a teoria no permetia als alumnes de provar els seus programes. És per això que hem desenvolupat un compilador de pseudocodi per tal de que els alumnes puguin compilar i executar els programes que han fet com a exercici i, d'aquesta manera, tinguin una nova eina de treball per comprovar la seva correctesa.
- **Hem introduït l'ús d'una plataforma d'e-learning [1]**
Amb la utilització de la plataforma d'e-learning hem fet un seguiment i avaluació continuada del treball no presencial dels alumnes. A més, hem dotat als alumnes d'una eina de correcció automàtica dels seus exercicis [3] i d'un nou canal de comunicació amb el seu tutor, mitjançant el qual l'alumne pot rebre fàcilment i ràpida *feedback* del professor i viceversa.

DESCRIPCIÓ DEL TREBALL

Com hem indicat en el punt anterior, el nostre treball s'ha centrat en:

- Desenvolupar un compilador de pseudocodi
- Utilitzar una plataforma d'e-learning

El llenguatge POODI

POODI és l'acrònim de Pseudocodi Orientat a Objectes del Departament d'IMA, que és el llenguatge algorísmic que s'utilitza a MTP i altres assignatures de programació dels estudis d'informàtica de la Universitat de Girona. En els darrers anys va sorgir la idea de dotar el pseudocodi d'una sintaxi estricta, fruit del consens dels diferents professors que l'utilitzaven a les classes de teoria. Això ha permès de crear un compilador de pseudocodi, de manera que els estudiants han pogut programar directament en aquest pseudollenguatge en comptes de fer-ho en Java o Pascal. Això ha reforçat l'aprenentatge autònom.

Els alumnes han pogut provar els algorismes que han fet com a exercici, des del primer dia de curs, sense la necessitat d'haver de conèixer cap llenguatge de programació professional. Això ha permès posposar la introducció d'aquests llenguatges (en el nostre cas el Java) fins el moment en que els estudiants ja tenien nocions d'algorísmica bàsica. El fet d'utilitzar POODI, la primera part del curs, com a llenguatge de codificació ha permès que els alumnes se centressin en l'algorísmica, que és el punt més important de l'assignatura.

Avantatges del POODI

Els valors pedagògics aportats pel POODI en contrast amb un llenguatge de programació professional són:

- **Sintaxi més senzilla:** Tot i tenir pràcticament la mateixa potència que el Java, la sintaxi de POODI és clarament més simple, cosa molt positiva de cara als alumnes que s'inicien en la programació.
- **Sintaxi en català:** En comptes de ser en anglès com la majoria de llenguatges de programació. Tot i que sembli un detall poc important, pot ser agraït per alumnes de primer amb un coneixement limitat de la llengua anglesa, a qui es pot afegir la dificultat de la comprensió de la llengua a la dificultat pròpia de l'exercici.
- **Missatges d'error de compilació més entenedors:** S'ha tingut en compte el fet que moltes vegades els alumnes de primer s'encallen fortament quan es troben amb els missatges d'error més o menys críptics que ofereix un compilador professional. Ens referim als errors en temps de compilació. Aquest aspecte s'ha treballat molt en el POODI, ja que és un compilador d'un llenguatge encarat a la docència i l'aprenentatge de l'algorísmica. A més a més els missatges d'error són en català, cosa que ja facilita molt la feina a l'alumne com hem indicat al punt anterior. També s'ha procurat de fer-los el màxim de clars per als alumnes,

arribant a suggerir en algunes ocasions una possible solució a l'error. Els missatges s'han dissenyat intentant sempre ajudar l'alumne a resoldre el problema, o plantejant preguntes d'aspectes que hauria de revisar a dins del seu algorisme per tal de fer-lo millor. En aquest aspecte podem dir que el compilador de POODI fa de tutor virtual dels alumnes a través de les seves preguntes i missatges d'errors.

- **Semàntica orientada a la docència.** S'ha procurat que el traductor no només informi dels errors sintàctics sinó que també, a partir d'uns controls semàntics establerts, reporti com a errors molts dels mals usos de programació que poden fer els alumnes. D'aquesta manera els alumnes evitaran posteriors errors de funcionament i agafaran bons hàbits de programació. Cal remarcar que els compiladors professionals ja ofereixen alguns d'aquests controls, però en menor mesura.
- **Major flexibilitat.** POODI inclou característiques que el fan més flexible, i tot i que conceptualment són molt utilitzades a la classe de teoria, la majoria d'altres llenguatges no inclouen. Estem parlant, per exemple, del pas de paràmetres d'entrada/sortida i sortida, del retorn múltiple en funcions i mètodes o bé de l'assignació múltiple.

Valoració dels alumnes de la utilització del POODI

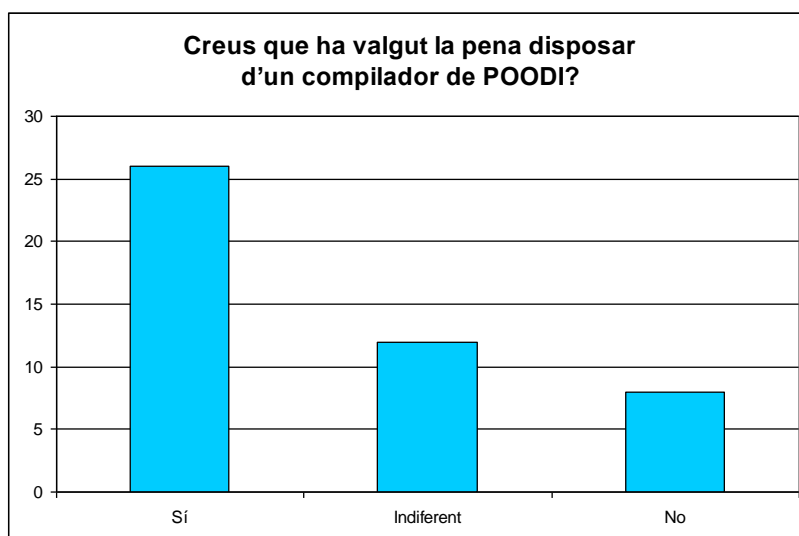
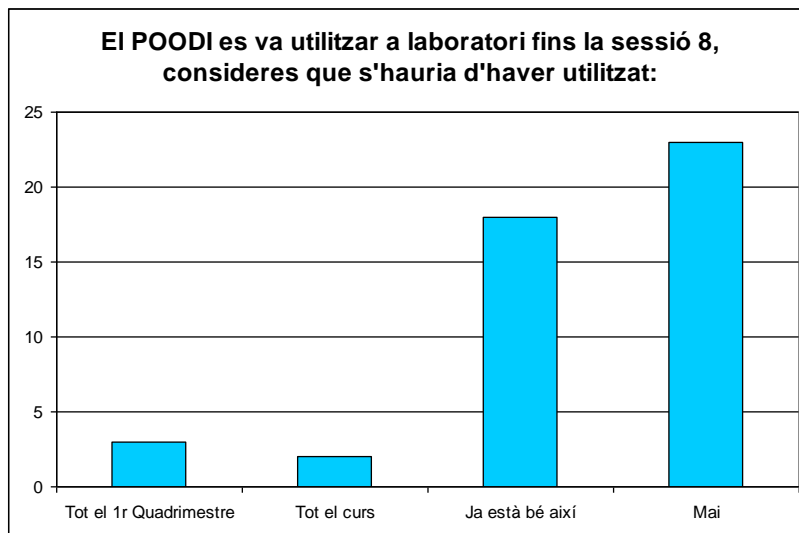
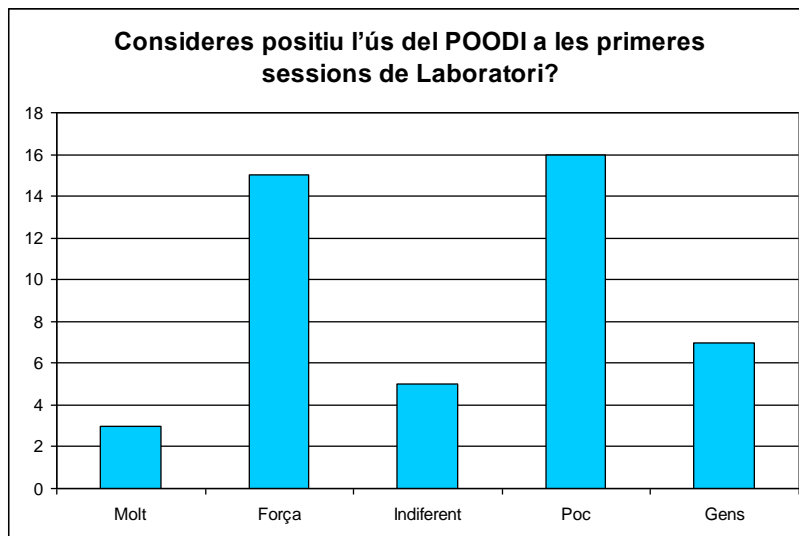
Per tal de fer un petit estudi de l'impacte que ha tingut la incorporació del compilador de POODI com a complement a l'assignatura, s'ha passat una enquesta als alumnes a final de curs on se'ls hi ha fet tres preguntes:

1. Consideres positiu l'ús del POODI a les primeres sessions de Laboratori?
2. El POODI es va utilitzar a laboratori fins la sessió 8, consideres que s'hauria d'haver utilitzat:
3. Creus que ha valgut la pena disposar d'un compilador de POODI?

L'objectiu de les dues primeres preguntes era que els alumnes valoressin l'ús del POODI a les sessions de laboratori dins aquest curs 2005/06. Podem veure que els resultats de la primera pregunta els alumnes es reparteixen d'una forma equilibrada entre els que consideren positiu l'ús del POODI i els que no ho consideren així. Els resultats de la segona pregunta ens mostren que els alumnes que consideren positiu l'ús del POODI, en general creuen que el període durant el que s'ha utilitzat a laboratori és l'adequat, i per tant no allargarien el seu ús.

Per altra banda, a la tercera pregunta, el que es pretén és mesurar el valor que ha tingut pels alumnes el fet de disposar d'un compilador de POODI. Els resultats d'aquesta pregunta ens mostren que els alumnes estan satisfets amb la possibilitat de disposar d'un compilador de POODI.

Els resultats de l'enquesta sobre POODI han estat:



La plataforma d'e-learning

La plataforma utilitzada per fer el seguiment dels alumnes ha sigut la plataforma ACME (acrònim d'Avaluació Continuada i Millora de l'Ensenyament). ACME és un entorn web que s'utilitza a totes les carreres de l'Escola Politècnica Superior de la Universitat de Girona. Els alumnes de les Enginyeries Tècniques d'Informàtica no només l'utilitzen a MTP sinó que també a d'altres assignatures com ara Matemàtiques, Estadística, Estructura de Computadors, Bases de Dades, etc.

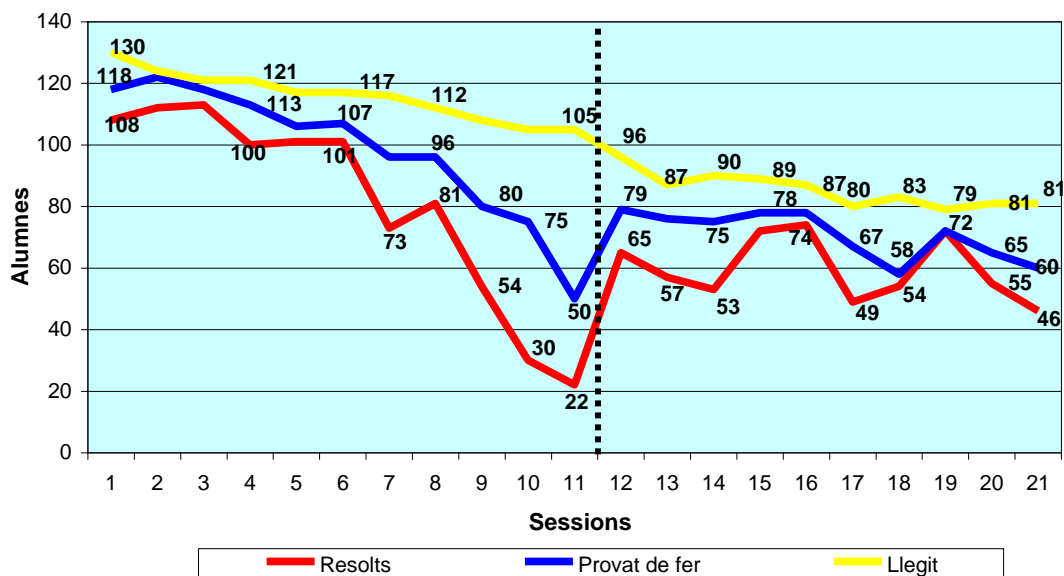
L'ACME es caracteritza perquè cada alumne pot tenir un dossier personalitzat de problemes i el sistema és capaç de corregir de forma automàtica i instantània [4] les solucions proposades per l'alumne. Aquest últim aspecte dona un feedback molt ràpid a l'alumne, ja que no ha d'esperar gens per saber si l'exercici l'ha fet bé o no. L'ACME ha permès fer un seguiment de la feina que fa cada alumne i conèixer en tot moment el seu nivell d'aprenentatge. Cal dir que l'ACME pot corregir programes fets amb POODI o amb Java entre d'altres llenguatges [3].

Resultat de les activitats programades amb l'ACME

L'ACME l'hem utilitzat per fer el seguiment de les diferents activitats que havien de realitzar els alumnes a les sessions de laboratori de l'assignatura. En total s'han dut a terme 21 activitats. A la següent taula es pot veure la distribució d'aquestes en bloc temàtics, en què han consistit, en quin llenguatge de programació s'han realitzat i de quantes setmanes han disposat els alumnes per tal de dur-les a terme.

Bloc Temàtic		Activitats	Setm.	Llenguatge	
1r Quadrimestre	Eines bàsiques de programació	1	Introducció a l'entorn de treball (POODI i ACME) i a la programació	2	POODI
		2	Activitats on els alumnes treballen les diferents estructures seqüencials, alternatives i iteratives	2	POODI
		3		3	POODI
		4		3	POODI
		5		3	POODI
	Seqüències	6	Tractament de seqüències de números	3	POODI
		7	Tractament de seqüències de caràcters	3	POODI
		8	Introducció al Java i repàs del tractament de seqüències	3	POODI + Java
	Taulas	9	Taules unidimensionals	3	Java
		10	Taules de taules	2	Java
		11	Matrius	3	Java
2on Quadrimestre	Programació Orientada a Objectes	12	Introducció a la utilització d'Objectes	2	Java
		13	Utilització d'objectes	2	Java
		14	Utilització d'objectes	2	Java
		15	Tractament de seqüències i objectes	2.5	Java
		16	Encapsulació d'una taula	2.5	Java
		17	Encapsulació d'una taula d'objectes	2.5	Java
		18	Activitat d'aplicació de tots els coneixements adquirits fins el moment	4	Java
	Recursivitat	19	Problemes bàsics d'introducció	1	Java
20		Exercici de recursivitat complet	2	Java	
Disseny d'aplicacions Orientades a Objectes	21	Activitat de disseny d'una aplicació orientada a objectes on els alumnes han necessitat aplicar tots els coneixements adquirits al llarg del curs	3.5	Java	

Tot seguit podem veure una gràfica amb els resultats de la realització d'aquestes activitats. En la gràfica veiem en groc el nombre d'alumnes que han llegit l'exercici, en blau els alumnes que han provat de fer-lo i en vermell els que l'han aconseguit resoldre. La línia de punts negres vertical separa el primer quadrimestre del segon.



Al llarg del curs es veu un descens dels alumnes “lògic”, però cal remarcar dos períodes importants:

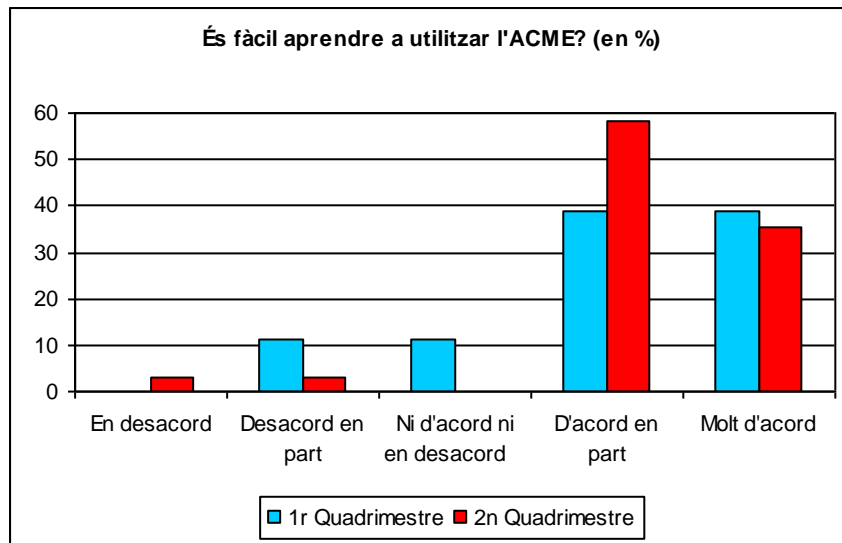
- La baixada importantíssima al final del primer quadrimestre pel que fa a activitats resoltes, deguda segurament a l'acumulació de feina de les diferents assignatures, i la proximitat dels exàmens de Gener.
- L'estabilitat en el nombre d'alumnes que han seguit l'assignatura al llarg del segon quadrimestre

Valoració dels alumnes de la utilització de l'ACME

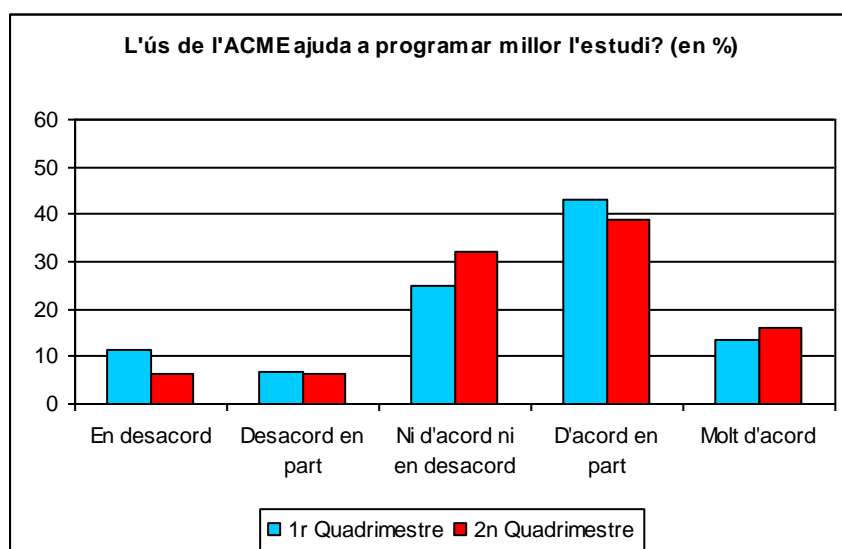
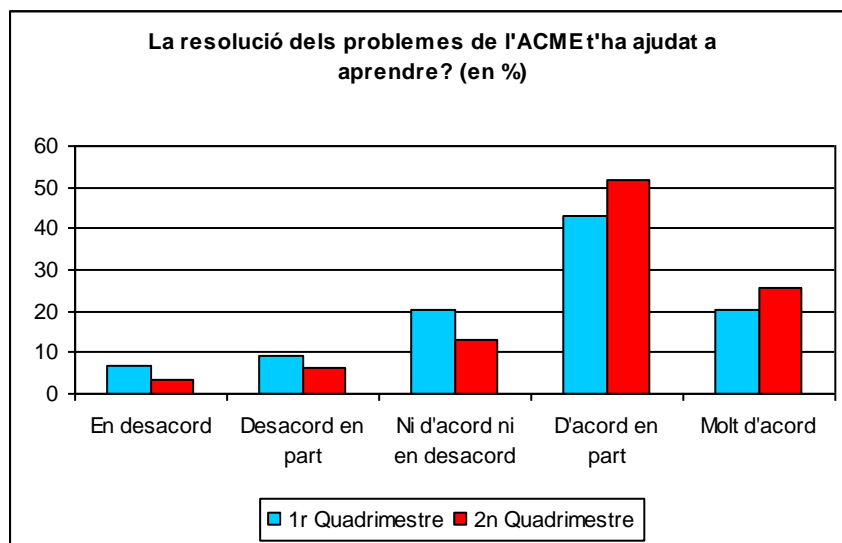
L'ACME disposa d'un sistema d'enquesta per tal d'anar valorant el seu funcionament i el seu impacte d'ús a cadascuna de les diferents assignatures que l'utilitzen. A Metodologia i Tecnologia de la Programació hem passat dues enquestes, cadascuna al final de cada un dels dos quadrimestres de l'assignatura. L'enquesta consta de diferents preguntes de resposta tancada (l'alumne ha d'escollir entre 5 valors) i 2 preguntes són de resposta oberta (se li demana què li ha agradat més i què li ha agradat menys).

Cal dir que l'enquesta del primer quadrimestre la van contestar voluntàriament 44 alumnes, i l'enquesta del segon quadrimestre la van contestar 31 alumnes. Per tal de poder comparar els resultats en les gràfiques els hem normalitzat.

Si ens fixem en els resultats obtinguts a la pregunta, “És fàcil aprendre a utilitzar l'ACME?”, qüestió important quan es comença a usar una eina d'aquest tipus, veiem que els alumnes no tenen massa problemes per entendre el funcionament.

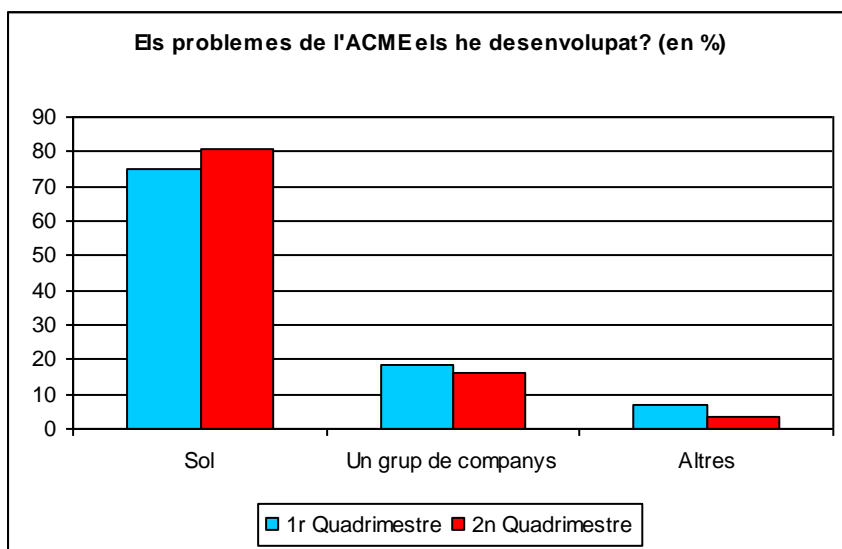


En l'enquesta hi ha un seguit de preguntes que intenten valorar l'impacte que té l'ús de la plataforma sobre el treball diari de l'alumne. El que es pot veure és que a mesura que avança el curs els alumnes valoren millor l'impacte didàctic de les activitats proposades a través de la plataforma.



Observem a l'anterior figura que la plataforma ajuda favorablement a planejar els estudis i l'execució de les diferents activitats, tot i això trobem un gruix d'alumnes que es mostren indiferents. El fet de que l'ACME sigui una eina d'avaluació continuada ha ajudat molt en aquest aspecte, ja que obliga als alumnes a portar la feina al dia i ser rigorosos a l'hora de realitzar els treballs i lliurar-los. A la proposta d'Espai Europeu d'Educació Superior [6] es dóna molta importància a la feina desenvolupada per l'alumne fora de classe i durant tot el curs. Per tant és molt important dotar als alumnes d'eines com l'ACME que els ajuden a planificar bé les diferents activitats.

La darrera pregunta tancada de l'enquesta d'ús de la plataforma ACME a MTP fa referència a si els alumnes han necessitat ajuda per resoldre els exercicis d'ACME. El que es veu és que majoritàriament els alumnes desenvolupen els seus programes sols, aspecte molt interessant per iniciar-se a la programació. Un petit nombre d'alumnes reconeix haver realitzat les activitats en grup. Cal destacar que un nombre simbòlic d'estudiants reconeix que realitza els problemes en acadèmies, amb ajuda de tercers, etcètera.



Finalment en l'apartat de preguntes obertes, el que més agrada als alumnes de l'ACME és per nombre d'aparicions:

- La correcció instantània
- La flexibilitat per poder fer la feina des d'on es vulgui
- Els jocs de proves que es fan passar als programes
- L'agenda i l'entorn

I pel que fa als aspectes que menys han agradat de l'ACME als alumnes, trobem:

- És molt estricte corregint
- Els terminis de lliurament

CONCLUSIONS

Valoracions positives

La introducció de les TIC a l'assignatura de MTP ha fomentat l'aprenentatge basat en el treball autònom de l'alumne, en la línia de les directrius de l'EEES. Més en detall:

- L'ús de POODI i del seu compilador ha ajudat a introduir més fàcilment els alumnes al món de l'algorísmica i la programació gràcies al seu enfocament didàctic
- La plataforma ACME ha permès als alumnes verificar automàticament la correctesa dels seus programes
- L'ACME ha facilitat als professors el seguiment i avaluació del treball fet fora de classe per part dels alumnes, i ha afavorit el feedback entre alumnes i professors

Crítica/Treball futur

- Cal remarcar que hi ha alumnes que no han entès que qui avalua finalment els exercicis és el professor i no l'ACME. En aquest sentit cal incidir perquè els alumnes enviïn les seves activitats a l'ACME es trobin en l'estat que sigui, per tal que els professors les puguin avaluar.
- S'ha d'incidir en què els professors revisin i avaluïn totes les activitats, tant les acceptades per l'ACME, com les que no.
- Cal revisar el període d'utilització del POODI a laboratori, de cara a millorar i facilitar la transició de POODI cap a Java. En aquest sentit, la nostra proposta seria, de cara al curs vinent, utilitzar el POODI a laboratori al llarg de tot el primer quadrimestre i introduir el Java a l'inici del segon quadrimestre.

AGRAÏMENTS

La plataforma d'e-learning ACME s'està desenvolupant amb el suport del projecte "Ampliació i Adequació de la plataforma ACME a l'EEES" 2005MQD 00160 del DURSI

BIBLIOGRAFIA

[1] F. Prados Carrasco; I. Boada Oliveras; J. Poch García; J. Soler Masó; J. Soler Villanueva; *El e-learning como complemento a las clases presenciales un caso práctico: el proyecto ACME* Congrès: Virtual Educa 2004 - Fòrum de les Cultures de Barcelona, Barcelona 16, 17 i 18 de Juny de 2004

[2] A. Venables; L. Haywood; *Programming students NEED instant feedback!* Congrès: 5th Australasian Computing Education Conference 2003, Adelaide, Australia

[3] I. Boada Oliveras; J. Soler Masó; F. Prados Carrasco; J. Poch García *A teaching/learning support tool for introductory programming courses* Congrès: 5th

International Conference on Information Technology Based Higher Education and Training: ITHET 2004, Istanbul 30 de Maig, 1 i 2 Juny 2004

[4] F. Prados Carrasco; I. Boada Oliveras; J. Soler Masó; J. Poch García *Automatic generation and correction of technical exercises* Congrès: International Conference on Engineering and Computer Education: ICECE 2005, Madrid 14, 15 i 16 Novembre 2005

[5] Departament d'Universitats, Recerca i Societat de la Informació de la Generalitat de Catalunya. *Pla Pilot d'adaptació de titulacions a l'Espai Europeu d'Educació Superior*. http://www10.gencat.net/dursi/ca/un/ees_pla_pilot.htm

[6] Ministres Europeus d'Educació, *Declaració de Bolonya*, 19 de Juny 1999