
PRESENTACIÓ DE RESULTATS DELS PROJECTES DE MILLORA DE LA DOCÈNCIA**TÍTOL DEL PROJECTE: Acció mobilitzadora per a la renovació de la metodologia docent en el primer curs dels nous graus a l'ETSETB**

*Professor/a responsable: Ramon Bragós Bardia
sotsdirinnovacio@etsetb.upc.edu, DEE, ETSETB*

Professorat que ha intervingut:

Eduard Alarcón, Adriano Camps, Josep Pegueroles, Albert Oliveras, Miguel García Hernández, Joan Sardà, Carolina Consolación, Olga Pons, Jaume Mussons, Albert Orpella, Lluís Prat, Xavier Moncunill, Orestes Mas, Olga Muñoz, a més de la participació indirecta dels coordinadors i part del professorat de les 10 assignatures implicades

Estudiants becats que han intervingut:

Raúl Onrubia, Iván Álvarez

Tipus d'ajut rebut: **UPC_2009**

Data de la comunicació de resultats: 15 gener 2011

Resum

Al document de sol·licitud del projecte, es plantejaven 5 objectius:

- 1.- Millorar l'actitud i motivació dels estudiants en la fase inicial
- 2.- Aconseguir un millor aprofitament del treball autònom dels estudiants
- 3.- Aconseguir una bona implicació del professorat en la implantació de la fase inicial dels nous graus
- 4.- Aconseguir una implementació exitosa de la nova assignatura ENTIC
- 5.- Millorar la situació d'accés dels estudiants als estudis de grau

Tal com s'explica en el text que acompanya l'informe econòmic, la reducció del pressupost porta a una reducció d'objectius, però també la coexistència d'altres programes com l'Eix C i les beques Enginycat, permeten mantenir tots els objectius (compartits amb els altres programes) exceptuant el 5è, que es desestima donada la limitació de recursos i al tenir coneixement que s'estava preparant una acció similar per part de professors del departament de MAIV.

Podem separar els resultats en dos grups d'actuacions:

- les destinades a la millora en els resultats de l'aprenentatge dels estudiants de la fase inicial i a la inclusió de les competències genèriques en les assignatures d'aquesta fase (objectius 1 a 3).
- les destinades a la creació de la nova assignatura d'Introducció a l'Enginyeria TIC (ENTIC) i a la coordinació d'activitats entre aquesta i algunes altres assignatures (objectiu 4).

Paraules clau

Competències Genèriques, Introducció a l'Enginyeria, CDIO

Catalogació segons aspecte d'actuació docent (*)

- Disseny curricular
- Competències genèriques

Àmbit de coneixement UPC

- Enginyeries en Tecnologies de la Informació i les Comunicacions

Destinatari

Assignatures de primer curs (fase inicial) dels graus de l'ETSETB: Pla pilot en els graus de Sistemes Audiovisuals i Enginyeria Electrònica durant el curs 2009-2010, amb 90 alumnes i aquests graus més la resta (Telemàtica, Sistemes de Telecomunicació i Ciències i Tecnologies de la Telecomunicació) amb una entrada total de 360 alumnes, el quadrimestre de tardor del curs 2010-2011. Es completarà la implantació el quadrimestre de primavera d'aquest curs.

Resultat

Pel que fa al primer grup (millora en els resultats de l'aprenentatge dels estudiants de la fase inicial i inclusió de les competències genèriques en les assignatures d'aquesta fase), s'ha dut a terme les següents actuacions:

- Encàrrec al professorat de recollir periòdicament el llistat d'assistència dels alumnes (grups de teoria). Material de suport (fulls d'assistència) i becari Enginycat per gestionar la informació recollida. Informació per als professors sobre les notes d'accés dels estudiants del seu grup per poder supervisar els objectius de rendiment per als estudiants amb nota d'accés >7.
- Encàrrec al professorat de facilitar materials als mentors Enginycat i coordinar-se amb ells i de fer promoció dels tallers de problemes de l'assignatura corresponent.
- Preparació d'un mínim de dues activitats formatives avaluable repartides en el curs que promoguin l'assoliment dels objectius de les competències genèriques assignades a cada assignatura i que generin evidències per a la seva avaluació qualitativa (A,B,C,D). Document de suport "Plantejament de la inclusió de les competències genèriques a l'ETSETB"
<http://atenea.upc.edu/moodle/mod/resource/view.php?id=535663>. Creació del curs d'Atenea "Professorat ETSETB" per tal d'allotjar materials comuns.
- Reunions (2 per quadrimestre) amb els coordinadors i professors de les assignatures de fase inicial per fer seguiment del disseny de les activitats formatives i dels resultats de l'avaluació continuada. Nomenament dels coordinadors de competències personals i interpersonals (3 a 7) i pròpies de l'enginyeria (8 a 10). Falta per confirmar el coordinador de competències d'emprenedoria i entorn social (1 i 2).

Pel que fa la creació de l'assignatura ENTIC i la seva relació amb les altres, ENTIC és la primera de quatre assignatures que inclouen la realització d'un projecte i que se situen en el segon semestre de cadascun dels quatre cursos. Totes elles inclouen activitats de disseny i implementació d'un sistema TIC complex. El disseny d'ENTIC parteix de diverses especificacions i restriccions inicials:

- Com s'indica en l'estàndard 4 de la iniciativa CDIO, és recomanable situar en el primer curs una assignatura d'introducció a l'enginyeria que proporcioni un marc adequat per a la pràctica del desenvolupament de productes i serveis en enginyeria i introdueixi competències personals i interpersonals bàsiques.

- Per coherència amb els altres graus similars impartits en la UPC, ha d'incloure competències específiques d'economia i empresa.

- D'acord amb les recomanacions de la nostra comissió de pla estratègic i de les comissions que van dissenyar el marc dels graus, s'ha d'introduir la visió de sistema en els productes processos i serveis des del primer curs. Amb la finalitat d'aconseguir aquests requisits, hem organitzat l'assignatura en tres itineraris que es realitzen en paral·lel i estan connectats entre si a través d'un tema comú. Dels 6 crèdits (150 hores, 66 presencials) es fan tres sessions presencials per setmana (dues de 2 hores i una d'1 hora), cadascuna corresponent a un dels itineraris:

- Itinerari 1: Conceptes bàsics d'Economia i Empresa. Aspectes organitzatius i econòmics del desenvolupament de productes i serveis TIC: Introducció a la gestió de projectes, models de negoci TIC, eines de generació d'idees, màrqueting, costos i inversions, propietat intel·lectual i industrial, implicacions socials. Al final presenten una idea de negoci basada en el desenvolupament de l'itinerari 3, com a element de cohesió entre els 3 itineraris.

- Itinerari 2: Visió de sistema. Sis sessions en les quals el professor exposa als estudiants l'estructura de sistema i els principals aspectes tecnològics, econòmics i socials de diversos productes TIC complexos (Internet, telefonia mòbil, implant coclear, ...). Posteriorment, es duu a terme un seminari sobre comunicació oral i escrita i després quatre sessions més en què les que els estudiants preparen i presenten en públic altres productes o serveis TIC diferents dels exposats pel professor.

- itinerari 3: Experiència de disseny implementació. (2 hores / setmana) Disseny i implementació d'un sistema complex. Projecte parcialment guiat en el qual els equips de quatre estudiants realitzen la implementació de la part mecànica d'un sistema prèviament dissenyat (per exemple un robot) i dissenyen i implementen un o diversos subsistemes TIC sobre aquesta plataforma (mesura, control, comunicacions, ...). Els primers 5 anys, els projectes s'estan construint al voltant de la plataforma SeaPerch, del MIT Sea Grant Program, pel que l'ETSETB ha establert un conveni amb aquesta institució.

Es reforça el lligam entre ENTIC i altres assignatures mitjançant activitats formatives específiques amb coherència temàtica.

Avaluació del projecte

Com ja s'ha comentat, algunes de les accions del primer grup (millora en els resultats de l'aprenentatge dels estudiants de la fase inicial i inclusió de les competències genèriques en les assignatures d'aquesta fase), s'han desenvolupat conjuntament amb altres actuacions de l'Escola (Eix C, programa de becaris Enginycat), amb el que el resultat s'ha de considerar conjunt i està documentat a l'informe de gestió de l'Escola. Així, es valora molt positivament l'efectivitat del control d'assistència a la fase inicial, ja que apart de la pressió que exerceix sobre els estudiants, permet constatar la correlació que hi ha entre la no assistència i el fracàs. També han resultat molt positives les classes de problemes dutes a terme pels mentors Enginycat, amb millores d'entre el 15 i el 30% pel que fa al nombre d'aprovat entre els estudiants que han assistit als cursos i el total.

Particularitzant a les accions més relacionades amb el projecte, s'ha dut a terme una presentació global a tots els professors de cada curs cada quadrimestre, dues reunions amb els coordinadors i una amb els professors de cada grup. Pel que fa a les activitats formatives per a l'aprenentatge de les competències específiques i genèriques, es constata que no hi ha cap assignatura que no hagi endegat accions en aquest sentit si bé només dues (FO i ENTIC) ho han fet de forma coordinada i global a tota l'assignatura, amb rúbriques d'avaluació comuns. A les altres hi ha una certa dispersió, amb algunes actuacions originals i notables per part d'alguns professors, actuacions més convencionals a la major part de grups i molt pocs que hagin fet molt poc o res respecte a la metodologia tradicional. Durant el quadrimestre de tardor s'han recollit en taules excel aquestes activitats. Els coordinadors de competències proposaran activitats concretes als professors que necessiten recolzament per al disseny d'aquestes activitats formatives i la seva avaluació.

Pel que fa a la formació del professorat en metodologies docents, s'ha constatat un augment notable de la participació en cursos de l'ICE, tal com es pot veure a la taula següent, de la que s'han exclòs els cursos d'anglès, els de formació inicial del professorat i els que ha dut a terme l'equip directiu:

curs	professors-curs	hores
2007-2008	73	360
2008-2009	81	626
2009-2010	102	705

Tot i això, es constata una certa reluctància per part del professorat a rebre formació en forma de cursos-taller llargs. Juntament amb la FIB i l'ETSECCPB hem proposat a l'ICE la realització de versions curtes dels cursos (2-4 hores) per trencar la resistència inicial. També hem començat un pla de formació interna per a les assignatures de projectes que consisteix en una espècie d'aprenentatge pràctic al llarg d'una trajectòria: a molts professors els resulta molt atractiva l'assignatura de projectes de tercer curs, però es defineix un itinerari de formació que assegurí la coherència de la metodologia en els 3

primers projectes (el TFG es realitza individualment a departaments o empreses). Així, els professors han de començar per ENTIC, seguir a PBE i avançar a PAE, quedant-se en més d'una assignatura. Quan un professor nou entra a un nivell, fa l'assignatura en tàndem amb un que ja l'ha fet. Abans de fer ENTIC, reben 10-12 hores de formació específica en sessions impartides pel coordinador i un altre professor. Ara hi ha 15 professors involucrats i s'espera tenir-ne al voltant de 40 en els propers 3 anys. S'espera també que aquests professors permeabilitzin part de les metodologies apreses a les altres assignatures que impartiran.

Pel que fa a ENTIC, l'assignatura s'ha desenvolupat amb èxit amb els dos grups de 2A del grau d'Electrònica i de Sistemes Audiovisuals durant el quadrimestre de primavera (60 estudiants) i amb un altre grup més petit (16 estudiants, els que no l'havien pogut cursar l'anterior) durant el quadrimestre de tardor. El resultat de les enquestes no és espectacular (3,1 a la pregunta de satisfacció global), tot i que ocupa el 3r lloc de les 10 assignatures de primer curs. Els estudiants estan molt motivats i la pràctica totalitat (excepte 2 abandonaments) han complert satisfactòriament els encàrrecs i per tant l'han aprovat, donant-se casos de resultat molt brillant. Tot i això, a la primera realització es va deixar massa obert el grau de definició del projecte, el que va crear una certa angoixa entre els estudiants. En la segona realització s'ha corregit parcialment, ja que no es vol deixar el projecte completament guiat, com si fos unes pràctiques. Cal polir el lligam entre l'itinerari d'empreses i els altres i el ritme d'entrega de les parts de la documentació.

L'assignatura la van preparar i impartir inicialment 8 professors, 4 del departament d'OE, que es faran càrrec de l'itinerari d'Economia i Empresa amb tots els grups en el futur i 4 més que vam preparar i impartir els itineraris 2 i 3. A la tardor 2010 se n'hi ha afegit dos més i s'ha preparat a 9 professors més per tal d'escometre l'entrada en explotació de l'assignatura amb una estimació de 250 estudiants (6-7 grups) el quadrimestre de primavera que ve. La part més cridanera i que ha portat més feina és el projecte de disseny i construcció basat, com s'ha dit, en un petit robot o vehicle submarí amb control remot (ROV) molt simple. La part electromecànica del robot es construeix amb tubs de PVC, motors, cables i interruptors i els estudiants la conclouen en les primeres 3 sessions de laboratori, afavorint la consolidació dels equips de treball i l'aprenentatge dels conceptes bàsics de gestió de tasques. Posteriorment els estudiants s'enfronten al repte de dissenyar i construir un determinat payload pel ROV que canvia cada any i que està constituït per un sistema TIC relativament complex. Els projectes previstos inclouen el mesurament i registre de paràmetres de l'aigua (temperatura, profunditat, absorció de llum, conductivitat, ...), comunicacions (RF, òptiques, acústiques), control (gestió dels motors, control de navegació) i les xarxes de comunicacions. En el primer i segon quadrimestres en què s'ha implementat, s'ha dut a terme la mesura de la temperatura de l'aigua en funció de la profunditat i la transmissió de la mesura d'absorció de llum en funció de la profunditat. El quadrimestre de primavera d'aquest curs, els estudiants han de dissenyar i implementar un sistema que reconstrueixi la trajectòria recorreguda

usant una brúixola electrònica (compass sensor). En funció de la capacitat de cada grup, se'ls demana que afegeixin prestacions addicionals al robot.

Aquest projecte parteix d'un dispositiu electromecànic senzill, pel qual no són necessaris coneixements específics i resulta atractiu i fins i tot divertit, però assenta les bases per traçar i seguir un pla de treball. En el disseny dels subsistemes TIC bàsics s'usen conceptes apresos en les assignatures precedents i concurrents amb aquesta i, sobretot, es fan evidents els problemes les solucions avançades dels quals es descobriran en les assignatures dels següents cursos, amb el que es motiva per al seu estudi. Aquest any, al laboratori d'electrònica i física, compartit per les assignatures Fonaments d'Electrònica i Fonaments de Física, els estudiants dissenyen parcialment i construeixen una font d'alimentació que ha de servir per carregar les bateries del ROV i que està especificada en funció d'això. D'altra banda, a l'assignatura Circuits Lineals, s'explica la estructura i l'anàlisi d'un amplificador diferencial que a ENTIC s'utilitza com a condicionador per al sensor de pressió i es fan consideracions sobre la seva necessitat i les seves prestacions.

El projecte permet posar en pràctica els conceptes de gestió i documentació de projectes explicats en l'itinerari 1 i que es reforçaran en les següents tres assignatures de projecte, de complexitat creixent. Com que el projecte d'ENTIC està parcialment guiat, els aspectes econòmics són molt simples i no permeten explotar els conceptes explicats en l'itinerari 1. Per superar aquest problema, els estudiants han de preparar al llarg del curs i a un nivell bàsic, un producte o servei (mesura de la contaminació, recerca arqueològica, ...), construït al voltant d'un ROV similar al que construeixen i presentar-lo en públic. Aquest tema comú actua com a enllaç entre els itineraris. El primer any s'ha dut a terme amb 60 estudiants en grups de 16, però el semestre de primavera d'aquest curs ho cursaran al voltant de 250 estudiants, pel que s'està formant actualment a 12 nous professors.

Pel que fa a les competències genèriques, les assignatures de projectes permeten treballar-les gairebé totes, tot i que es fa èmfasi en algunes d'elles. En el cas concret d'ENTIC, per exemple, es cobreix de manera natural el treball en equip, la tercera llengua (tota la comunicació escrita es fa en anglès), la recerca d'informació, amb un seminari específic i part de l'informe del projecte, apart de les quatre que s'avaluen explícitament, tal com es pot veure a la taula següent:

#	Competència Genèrica	Exposició	Treball	Avaluació
1	Emprenedoria i Innovació	X	X	X
2	Sostenibilitat i Compromís Social	X	X	X
3	Tercera Llengua	X	X	
4	Comunicació oral i escrita	X	X	X
5	Treball en equip	X	X	
6	Ús solvent de recursos d'informació	X	X	
7	Aprenentatge autònom	X		
8	Capacitat per identificar, formular i resoldre problemes d'enginyeria	X		
9	Capacitat per concebre, dissenyar, implementar i operar sistemes complexos en l'àmbit TIC	X	X	X
10	Experimentalitat i coneixement d'eines i instruments	X	X	

Els materials corresponents als tres itineraris i tota la planificació del curs, que està feta sessió a sessió, es poden veure al curs d'Atenea:

<http://atenea.upc.edu/moodle/course/view.php?id=36675>

S'han generat diverses comunicacions a congressos que es detallen a l'apartat de referències.

Conclusions

- La impressió general és que s'ha vençut la reticència inicial de molts professors a la introducció de noves metodologies docents i, sobretot a la inserció de les competències genèriques. Hi ha contribuït el model mixt que hem utilitzat en el que una bona part de les activitats formatives per a l'aprenentatge de les competències genèriques "dures" s'inclouen a les assignatures de projectes i es deixen a les assignatures més convencionals dues competències que s'han d'inserir de forma bastant natural. Un cop conegut el tema per part dels professors, creiem que la barrera ara no és tant la manca de voluntat de fer-ho com la falta de coneixement o imaginació sobre com fer-ho. En aquest sentit, hem constatat que el format i el missatge dels cursos convencionals (tipus ICE) no acaba de satisfer a molts professors o crea resistència inicial (sensació de barrera o canvi massa gran) i els professors demanen propostes d'activitats concretes més digerides.
- D'altra banda, l'itinerari de formació fet pels professors que s'involucren a les assignatures de projectes, començant per ENTIC, hauria d'ajudar a millorar el l'aprenentatge de noves metodologies docents per part d'un nombre elevat de professors.
- Estem satisfets del disseny de l'assignatura d'Introducció a l'Enginyeria i dels seus resultats i creiem que és exportable. Necessita una involucració important per part dels professors però el feedback rebut dels estudiants i la seva motivació són molt bons. També el treball conjunt de professors de diferents departaments genera experiències molt positives.

Referències/més informació

“Proceso de inserción de competencias genéricas en los nuevos planes de estudios de grado de la ETSETB-UPC de acuerdo con el modelo CDIO”

R. Bragós, E. Alarcón, M. Cabrera, A. Calveras, J. Comellas, J. O'callaghan, J. Pegueroles, L. Prat, G. Sáez, J. Sardà Y E. Sayrol, TAEE'2010, Madrid, Abril 2010 [\[PDF\]](#)

“Conceiving and Designing an “Introduction to Engineering” Course Within the New Curricula at Telecom BCN, UPC Barcelona”

Ramon Bragós, Eduard Alarcón, Adriano Camps, Josep Pegueroles, Joan Sardà, Elisa Sayrol.

2010 International CDIO Conference, June 2010, Montréal [\[PDF\]](#)

“Mixed Integration of CDIO skills into Telecommunication Engineering Curricula”

E. Sayrol, R. Bragós, E. Alarcón, M. Cabrera, A. Calveras, J. Comellas, J.O'Callaghan, J. Pegueroles, E. Pla, L. Prat, G. Sáez, J. Sardà, C. Tallón
21st EAEEIE Annual Conference, June 2010, Palanga, Lithuania [\[PDF\]](#)

“Implementación y primeros resultados de la asignatura de introducción a la ingeniería en los nuevos grados de la ETSETB-UPC”

Ramon Bragós, Eduard Alarcón, Adriano Camps, Josep Pegueroles, Joan Sardà, Elisa Sayrol
FINTDI' 2011 (acceptat)

Inserció de la metodologia CDIO als plans d'estudis de l'ETSETB i informació sobre la implementació del projecte SeaPerch duta a terme a ENTIC:

http://www.etsetb.upc.es/info_sobre/metodologia_cdio/

Plantejament de la inclusió de les competències genèriques als plans d'estudis de l'ETSETB: <http://atenea.upc.edu/moodle/mod/resource/view.php?id=535663>
