



JORNADA DE PRESENTACIÓ DE RESULTATS DELS PROJECTES DE MILLORA DE LA DOCÈNCIA
2008

ESTRUCTURA DOCENT EN TITULACIONS D'ENGINYERIA PER A FACILITAR LA INTRODUCCIÓ DE METODOLOGIES ACTIVES EN LA TRANSICIÓ A L'ESPAI EUROPEU D'EDUCACIÓ SUPERIOR

Pere Ponsa, José Antonio Roman, Marta Díaz, Josep Ferran Vives

***EPSEVG Escola Politècnica Superior d'Enginyeria de Vilanova i la Geltrú
Av. Víctor Balaguer s/n, 08800, Vilanova i la Geltrú***

pedro.ponsa@upc.edu, jose.antonio.roman@upc.edu,
marta.diaz@upc.edu, josep.ferran.vives@upc.edu

AGAUR: 2005MQD 00086

Resum

El present treball resumeix una proposta dins l'estructura docent de l'Escola Politècnica Superior d'Enginyeria de Vilanova i la Geltrú, en l'eix de la qualitat en la docència del seu pla estratègic, per a impulsar la coordinació i la qualitat docent de les titulacions. En primer lloc s'identifiquen els rols i responsabilitats de l'equip de professionals docents que intervenen en la docència de les titulacions: responsable d'assignatura, coordinador de curs, tutor de l'estudiantat, coordinador de projectes, coordinador de titulació i responsable del pla docent del Centre (cap d'estudis). Aquesta estructura pretén ser un suport institucional per a facilitar la introducció de metodologies actives com l'aprenentatge basat en problemes/projectes en les àrees de l'enginyeria. Es presenta un exemple escenificat en dos nivells: estructura docent per a una titulació en particular, així com les eines de reflexió, planificació i actuació detallades per al professor responsable d'assignatura. Per acabar, es plantegen els instruments i recursos que es consideren necessaris per a facilitar la incorporació progressiva de la cultura de la qualitat en la docència.

Paraules clau

Estructura docent, aprenentatge basat en projectes, metodologies actives

1. Introducció

La planificació estratègica de l'Escola Politècnica Superior d'Enginyeria de Vilanova i la Geltrú, EPSEVG, inclou com objectius, en l'eix dedicat a la qualitat de la docència, la determinació dels objectius formatius en continguts i competències, la coordinació eficient de les ensenyances, i la millora de metodologies i recursos per a la formació dels estudiants. Per a desenvolupar aquest objectiu, coordinar-los i potenciar-los des de la direcció del Centre, s'estan elaborant propostes en la comissió de coordinació docent (per a la seva

aprovació en la comissió permanent) per a identificar els rols i responsabilitats del responsable d'assignatura, coordinador de curs, coordinador de titulació, i responsable a nivell del Centre, així com el rol del professor tutor, assignat a cada estudiant durant la seva formació en el Centre. L'objectiu d'aquesta estructura docent es la millora de la qualitat en els processos de formació, considerant l'aprenentatge centrat en l'estudiant com factor clau per a la transició cap a l'espai europeu d'educació superior

El treball s'organitza en primer lloc presentant els agents que hi intervenen i com es pot facilitar la introducció de metodologies actives en la tasca docent. A continuació, s'ofereix un marc més ampli per tenir en compte l'estructura docent d'una titulació, així com exemples pràctics en l'àmbit de l'enginyeria. Finalment es presenten les valoracions a mode de conclusions.

2. Descripció

2.1. Agents i metodologies actives dins l'estructura docent

Responsable d'assignatura

Ha de treballar coordinadament amb la resta de professors de l'assignatura per al disseny dels objectius específics i les activitats docents, seguint la guia ECTS, i d'acord amb els objectius de l'assignatura, en context d'assignatures del curs i els objectius formatius de la titulació. Amb aquesta finalitat, cada responsable d'assignatura es coordinarà amb la resta de responsables d'assignatura del mateix curs, dirigits per un coordinador de curs en una **comissió de curs**. De igual forma, es coordinarà amb els responsables de les assignatures relacionades pels seus continguts, d'altres cursos (àrea), en una **comissió d'àrea**. Al finalitzar cada any, cada responsable d'assignatura haurà de realitzar un breu informe seguint una pauta de valoració que permeti proposar les millores oportunes en l'assignatura per al següent any. El professor responsable d'assignatura pot portar a terme activitats de seguiment del procés de ensenyança/aprenentatge. El seguiment es divideix en un conjunt de fases: Reflexió, Metodologies actives, Execució i Valoració.

La fase de **Reflexió** es decisiva per a l'accés a la resta de fases. El professor responsable fa un exercici d'autocrítica sobre l'estat actual de la docència que imparteix centrada en dos aspectes:

- millora de la qualitat docent a l'aula
- correspondència de l'activitat pròpia amb la planificació estratègica del Centre

La fase de **Metodologies actives** pretén mostrar al professor responsable d'assignatura que existeixen investigadors docents que plantegen una gran varietat de metodologies que poden aplicar-se a l'aula en funció de les necessitats específiques de cada docent. Les metodologies actives més rellevants:

- aprenentatge cooperatiu
- aprenentatge assistit per l'ensenyança a altres
- aprenentatge basat en la solució de problemes/projectes
- aprenentatge per investigació

- aprenentatge integrat amb el treball
- aprenentatge reflexiu
- aprenentatge holístic

La fase d'**Execució** permet plasmar de forma realista la metodologia en el marc de les activitats diàries a l'aula. Es tracta d'acompanyar a l'estudiantat per a que pugui planificar el seu temps i esforç en l'aprenentatge. La participació de l'estudiantat es clau per a la millora del funcionament del procés d'aprenentatge.

La fase de **Valoració** permet constatar la satisfacció de l'estudiantat en l'ús de metodologies actives front a les metodologies tradicionals. En aquest sentit, s'està concebut el disseny d'un sistema centrat en l'usuari. Aquesta idea no es nova, s'aplica en el desenvolupament de productes en l'enginyeria del programari, interacció persona ordinador, i en l'àmbit de la usabilitat de sistemes informàtics. És interessant veure com aquesta idea es pot traslladar a l'àmbit del procés d'ensenyança/aprenentatge.

Les quatre fases citades convergeixen a l'esquema de la figura 1. El professor responsable tanca el llaç de realimentació i pot acumular informació sobre l'assignatura al llarg dels semestres. Encara que no està representat a la figura 1, el professor responsable d'assignatura pot rebre *feedback* d'altres companys docents o dels responsables de la planificació docent del centre en forma de *input* extern (consigna sobre la forma de procedir) i *output* extern (generació d'informe per part del professor cap als responsables de planificació docent del Centre). Des de la planificació docent del Centre és important remarcar que es disposa de la valoració de l'estudiant i de la valoració del professor. El tractament i ús d'aquesta informació s'escapa de les pretensions d'aquest treball.

Coordinador de curs

El coordinador de curs s'ocuparà de conèixer les relacions transversals entre assignatures del mateix curs. Supervisarà la coherència horitzontal dels crèdits ECTS del curs en les diferents assignatures. Per això tindrà en compte les activitats vinculades a l'adquisició de competències transversals, que podran plantejar-se mitjançant activitats compartides entre diverses assignatures (aprenentatge basat en problemes o projectes), d'acord al nivell del curs en els estudis i seguint les pautes que el Centre tingui establertes. Treballarà en equip amb la resta de coordinadors de curs, dirigits per un coordinador de titulació en una comissió de titulació. Al finalitzar cada any, cada comissió de curs proposarà les millores oportunes per al següent any.

Coordinador d'àrea temàtica

És necessari també definir diferents àrees formades per assignatures de diferents cursos però relacionades entre si per la continuïtat de coneixements entre les mateixes. La coordinació entre aquestes assignatures precisa d'un "coordinador d'àrea" que normalment serà el responsable d'una assignatura d'últims cursos. Aquest coordinador d'àrea supervisarà l'adequada coordinació vertical entre les assignatures d'àrea, coneixerà amb detall els itineraris de

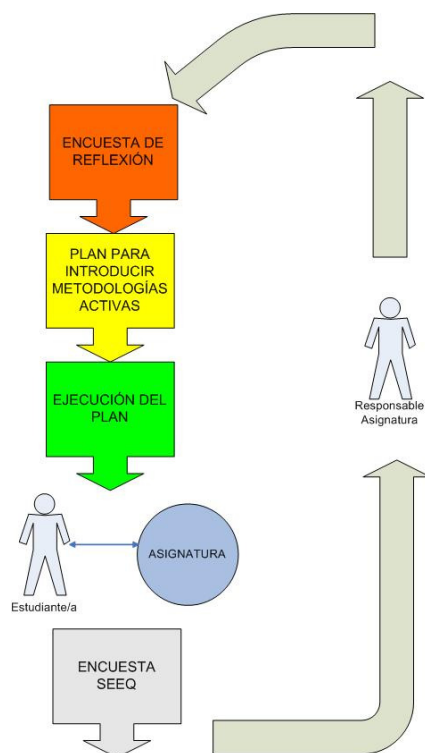


Figura 1. Esquema que vincula al professor de l'assignatura amb les tasques a realitzar sobre l'estudiantat i la matèria de l'assignatura

coneixements que requereix l'àrea. Treballarà en equip amb la resta de coordinadors d'àrea, dirigits per un coordinador de titulació en una comissió de titulació.

Coordinador de titulació

El coordinador de la titulació promou la coordinació entre cursos i àrees. Treballarà en equip amb els coordinadors de curs i els coordinadors d'àrea, en una **comissió de titulació**. Avaluarà globalment l'activitat docent de la titulació, i proposarà les millores globals més adequades cada any en la titulació. També assessorarà als tutors dels estudiants i observarà el progrés de l'estudiantat.

Coordinador de projectes

Treballarà en col·laboració amb el coordinador de titulació en la comissió de titulació, i s'encarregarà de dissenyar un pla global e interdisciplinari de projectes a realitzar per l'estudiantat al llarg dels estudis. El projecte fi de carrera seria, amb aquest plantejament, el darrer dels projectes realitzats per l'estudiant.

Responsable del pla docent del Centre

El responsable del Pla Docent del Centre (cap d'estudis) treballarà en equip amb els coordinadors de titulació en la **comissió de coordinació docent**,

consensuant les pautes i normes generals que permetin una coherència global entre els diversos plans d'estudi del Centre. Entre les seves atribucions, es proposa la realització d'una valoració anual dels indicadors globals de qualitat de la formació dels titulats, inclosos en la planificació estratègica del Centre.

Tutor

El tutor es la figura pròxima a l'estudiantat que l'orienta i ajuda en l'èxit del seu progrés acadèmic al llarg del Pla d'Estudis. Els tutors de cada titulació estaran també assistits pel coordinador de titulació, que els coordinarà i assessorarà en les seves activitats d'orientació als estudiants, donat el seu coneixement detallat tant del perfil professional desitjat per als titulats com del contingut del Pla d'Estudis.

L'estructura descrita es la representada a la figura 2, que mostra la relació entre els diferents agents esmentats.

Per finalitzar aquest apartat, indicar que dins les tasques associades amb el professor responsable d'assignatura, s'ha desenvolupat un qüestionari per facilitar la introducció de metodologies actives amb l'assessorament d'una experta en la generació de portafolis, Cristina Poyatos de la Griffith University d'Austràlia (Ponsa et. al. 2006).

2.2. Estructura de la titulació

Sobre un mapa d'assignatures de la titulació, s'han de plantejar quins són els elements que intervenen i la relació entre els mateixos: assignatures d'un mateix curs, assignatures d'una mateixa àrea temàtica (matèries afins estretament relacionades), possibles mòduls de projectes interdisciplinars, compartits entre diferents assignatures d'un mateix curs (PBL-Projectes), normalment en els cursos més avançats i possibles mòduls d'aprenentatge basat en problemes (PBL-Problemes) normalment en una sola assignatura i en els primers cursos. Es tracta d'aplicar aquestes idees d'estructura entre les assignatures de la titulació en el moment de definir els nous títols de grau, en el marc de l'Espai Europeu d'Educació Superior, tenint present l'estructura docent descrita en l'apartat anterior. Aquesta reforma està pendent encara de ser aplicada. Malgrat això, si que s'ha realitzat ja algun anàlisi preliminar en algun pla d'estudis actual, que es descriu a continuació.

Aplicació a la situació actual de la titulació d'Enginyeria Tècnica Industrial especialitat en Electrònica Industrial.

Algunes de les idees anteriors s'han aplicat a l'anàlisi de la titulació d'Enginyeria Tècnica Industrial especialitat Electrònica Industrial. S'ha analitzat el pla d'estudis actual de la titulació d'Enginyeria Tècnica Industrial especialitat Electrònica Industrial, detectant aquelles assignatures que com metodologia bàsica utilitzen l'aprenentatge basat en problemes/projectes. Una aplicació d'aquestes idees es troba a la figura 3, on s'intenta obtenir les relacions verticals entre assignatures del Pla d'Estudis de la titulació d'Enginyeria Tècnica Industrial especialitat Electrònica Industrial, ETIEI.

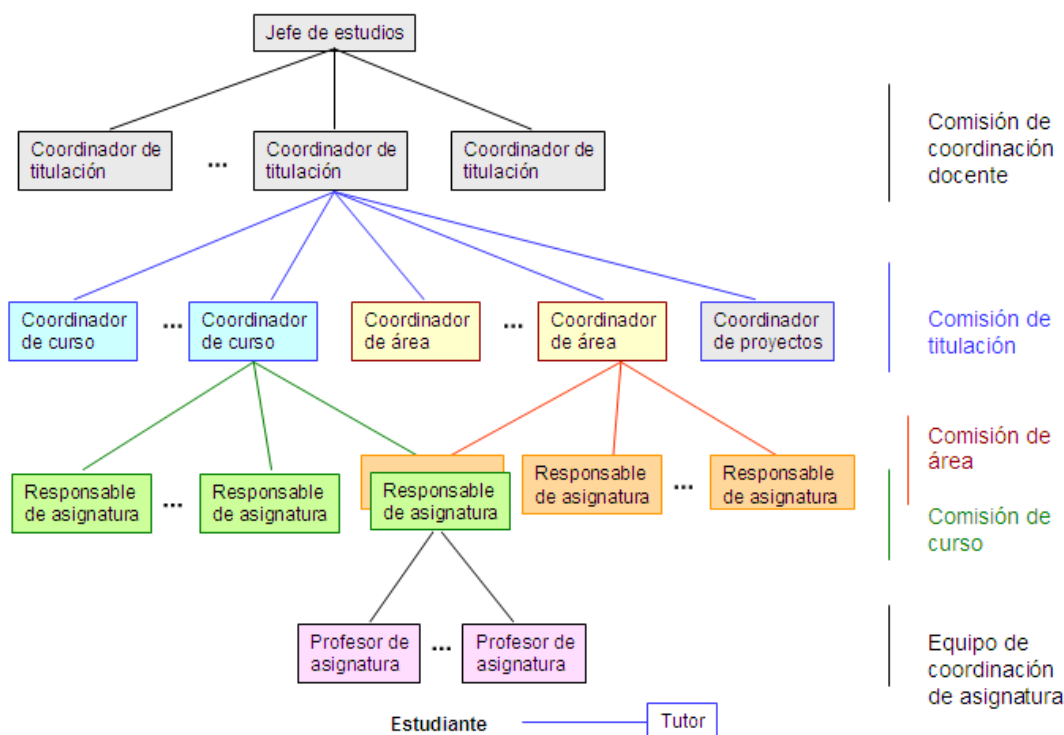


Figura 2. Estructura docent

Després de consultar la documentació disponible de les assignatures a la Guia Docent del Centre EPSEVG, entrevistes a diversos professors dels estudis i membres de l'organització docent s'han generat quatre itineraris parcials de matèries afins: *electrònica*, *control*, *sistemes electromecànics*, i *arquitectura de computadors*. Els quatre itineraris es mostren de forma conjunta, i separats per colors, a la figura 3. De forma resumida, es comenten alguns aspectes dels itineraris:

-Electrònica (color lila). Aquest itinerari està centrat en el desenvolupament dels diversos continguts de l'electrònica en les seves diverses modalitats. Des de l'electrònica analògica a la digital i passant per l'electrònica de potència.

-Control (color taronja). En aquest itinerari s'estudia el modelat de sistemes elèctrics i electrònics, així com la resposta temporal d'aquests sistemes per a posteriorment explicar complexos sistemes de control teòrics i d'aplicació industrial

-Sistemes electromecànics (color groc) Aquest itinerari l'integren múltiples components de l'àrea de l'electricitat, l'àrea de mecànica i de l'àrea de l'electrònica que conflueixen en els sofisticats equipaments industrials com és el cas del robot industrial

-Arquitectura de computadors (color verd) Aquest itinerari agrupa els continguts associats a l'arquitectura de computadors aplicats als estudis, començant per microcontroladors i microprocesadors i finalitzant en la utilització de controladors lògics programables (*PLCs*) en l'àmbit industrial

De forma superposada, la figura 4 afegeix més elements. En primer lloc aquelles assignatures detectades que com metodologia bàsica utilitzen

Sem. 1 [36c]	ALED 7,5c T	CALC 4,5c T	FINF 6c T	TELO 4,5c T	SLOG 4,5c Ob	FISI 4,5 T	TCIR 4,5c Ob	
Sem. 2 [39c]	EGRA 6c T	ANVE PROBL 7,5c Ob	FIS2 4,5c T	ELEB 4,5c T	CDIG 4,5c T	SMEC 6c T	ANCI PROBL 6c T	
Sem. 3 [37,5c]	LSDI 3c T	ESTA 6c T	LCIR 3c T	ELAN 4,5c Ob	MCOM 3c T	ELTE 6c Ob	TCON 6c T	Lliure Elecció 6 T
Sem. 4 [37,5c]	LINS 3c T	Optativa 1 6c Op	Optativa 2 6c Op	ELEP 6c T	INFI 6c T	INSI 6c T	REAU 4,5c T	
Sem. 5 [37,5c]	LAAI PROJ 4,5c T	ECON 6c T	OFTE 6 T	Optativa 3 PROJ 6c Op	AUTI 4,5c T	ROBT 3c T	TSIC 3c Ob	Optativa 4,5c C
Sem. 6 [37,5c]	PFCI 6c T	PFCII 15c Ob	Lliure Elecció 2 16,5 T					

Figura 3. Estructura docent aplicada al Pla d'Estudis de la titulació d'Enginyeria Tècnica Industrial especialitat Electrònica Industrial

l'aprenentatge basat en problemes (en color blau): ANVE i ANCI. Anàlisi vectorial i de Fourier utilitza metodologies centrades en l'aprenentatge cooperatiu. Es plantegen problemes matemàtics que tenen aplicació directa en situacions quotidianes coneguts per l'estudiantat. Anàlisi de Circuits estableix l'ús metòdic del càlcul per a la solució de circuits elèctrics. A destacar que els professors de les dues assignatures proposen problemes interconnectats entre les dues assignatures.

En el cinquè semestre es troben exemples de l'aplicació de l'aprenentatge basat en projectes en les assignatures LAAI i Optativa 3 (en color vermell). En Laboratori d'Automatització Industrial l'estudiantat realitza un complet projecte d'automatització que va des de el disseny d'especificacions, a la inserció de sensors i actuadors, i finalitza en la programació seqüencial que permet el control automàtic d'una màquina. En l'assignatura optativa, en aquest cas Robòtica Mòbil, l'estudiantat te com projecte el desenvolupament e implementació d'un robot mòbil com a millora dels models ja existents, integrant aspectes de mecànica, informàtica i electrònica.

Com a proposta de projecte fi de carrera que integri la diversitat de coneixements obtinguts de les assignatures, destaquen els projectes relacionats amb l'automatització industrial. En concret el Centre disposa d'un sistema de fabricació acadèmic en el que es proposen projectes fi de carrera que aprofiten la sinergia dels coneixements de les assignatures Informàtica Industrial, Automatització Industrial, Robòtica, Laboratori de Sistemes de Control (optativa).

L'estudi es pot estendre a altres titulacions del Centre, prèvia consulta amb el coordinador de la titulació i els professors de reconeguda experiència.

3. Resultats

A tall d'exemple es mostren dos línies de resultats derivats del desenvolupament del projecte: la virtualització d'assignatures mitjançant la generació de material multimedia i la resposta a qüestionari per part de professorat docent per a contribuir a la reflexió sobre la necessitat de transformar la docència actual amb el suport de les metodologies actives.

3.1. Aplicatiu multimedia

En la confecció de l'aplicatiu multimedia que incorpori aspectes de metodologies actives, s'ha triat com a exemple l'assignatura Sistemes de Producció Integrats, de la titulació Enginyeria en Automàtica i Electrònica Industrial. En aquest tipus d'assignatura destaca les metodologies presents en l'enginyeria de sistemes. L'ús de l'aplicatiu ha de permetre la valoració en un futur proper de l'impartiment de l'ensenyament en format semipresencial, potencial en les classes presencials l'aprenentatge d'habilitats pràctiques per part de l'estudiantat.

3.2. Qüestionari

El punt de partida prové de les reflexions efectuades al llarg de les Primeres Jornades de Docència realitzades al juliol de 2006 a Vilanova i la Geltrú. En primer lloc es recull les respostes de 10 professors universitaris al qüestionari anomenat "Pla per introduir metodologies actives". En segon lloc, i mitjançant els comentaris de la Doctora Cristina Poyatos de la Griffith University es presenta una millora del qüestionari "Pla per introduir metodologies actives" en el que s'han depurat les preguntes, evitant confusions, i es millora la comprensió del mateix.

Per la pregunta 2 s'observa un gran interès pel professorat en l'aplicació de metodologies actives, destacant **l'aprenentatge cooperatiu**, l'aprenentatge basat en problemes i l'aprenentatge basat en projectes.

4. Conclusions

L'objectiu general d'aquest projecte és presentar eines de suport al professorat/estudiantat per a la transició del tipus d'ensenyament/aprenentatge actuals envers l'Espai Europeu d'Educació Superior. En concret, i en primer lloc, s'ha creat un conjunt d'eines de suport a la introducció de metodologies actives. Alhora s'ha fet una proposta d'estructura docent genèrica que es pot aplicar a diverses titulacions de l'àrea d'enginyeria.

Respecte a accions portades a terme en l'àmbit de l'aprenentatge centrat en



Figura 4. Entrada a l'aplicatiu multimedia per a l'assignatura Sistemes de Producció Integrats (SPIN)

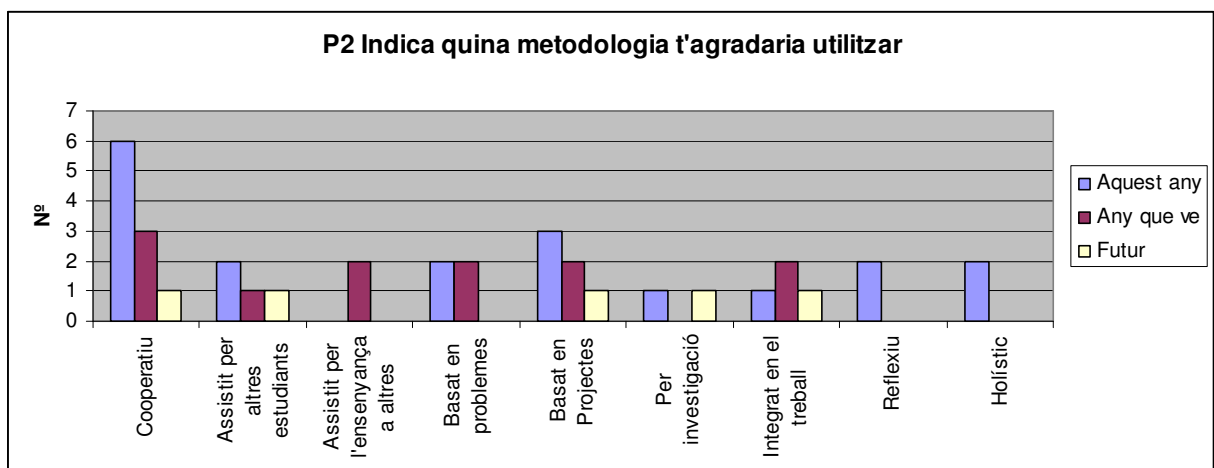


Figura 5. Metodologia activa

l'estudiantat i en l'aplicació de l'aprenentatge basat en projectes cal indicar:

- La combinació del material multimedia amb la planificació de tasques que ha de fer l'estudiantat exposades a Atenea V. 4.3 (Moodle) poden permetre un canvi en l'impartició de l'assignatura Sistemes de Producció Integrats. Aquest cas es podria estendre a altres assignatures
- La disminució de nombre de classes teòriques, i l'augment de nombre de classes pràctiques en el laboratori, poden enfortir l'ús de l'Aprenentatge Basat en Projectes PBL

A Febrer de 2008, cal comentar que les dues accions anteriors ja s'han consolidat en la forma d'impartir aquesta assignatura dins la titulació

d'Enginyeria en Automàtica i Electrònica Industrial.

Al llarg del projecte s'ha fet difusió de resultats i s'ha establert lligams d'intercanvi d'experiències amb professorat docent de la Universitat Autònoma de Barcelona, la Universitat Oberta de Catalunya, entre d'altres, així com de diverses Universitats estatals dins la participació en congressos. La metodologia presentada ha estat aspecte de discussió i debat al llarg de la presentació de les idees en els principals congressos d'innovació docent en àmbit estatal, tal com reflecteixen les publicacions aportades pels autors.

Agraïments.

El present treball ha estat subvencionat per la Convocatòria d'Ajuts per al Finançament de Projectes per a la Millora de la Qualitat Docent, Núm Expedient 2005MQD 00086, de AGAUR.

Agraïr la col·laboració en aquest treball de la Biblioteca de l'EPSEVG i La Factoria de Recursos Docents, i en concret de Silvia Sunyer i Taïs Bages.

Agraïr l'impuls al desenvolupament de tasques a J.A. Roman, com per exemple la creació del Forum de Docència Virtual¹.

5. Referències

MORILLAS, J. i PONSÀ, P. "Aplicatiu multimedia per a l'assignatura Sistemes de Producció Integrats". La Factoria de Recursos docents a l'EPSEVG. Enllaç URL: <http://bibliotecnica.upc.es/factoria/projectes/epsevg/spin/index.htm>
PONSÀ, P., ROMAN, J.A., DÍAZ, M., i VIVES, J.F. (2006). Propuesta de herramientas para la introducción de metodologías activas en el proceso de enseñanza/aprendizaje. 4rt CIDUI Congrés Internacional "Docència Universitària i Innovació", Barcelona, 2006
PONSÀ, P., ROMAN, J.A., DÍAZ, M., i VIVES, J.F. (2006). Propuesta de estructura docente en titulaciones de ingeniería para facilitar la introducción de metodologías activas. 14 CUIEET Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas, Gijón 2006
ROMAN, J.A., PONSÀ, P., DÍAZ, M., i VIVES, J.F. (2006). Propuesta de estructura docente en titulaciones de ingeniería para facilitar la introducción de metodologías activas en la transición hacia el espacio europeo de educación superior. 4rt CIDUI Congrés Internacional "Docència Universitària i Innovació", Barcelona, 2006

Jornades

PONSÀ, P., ROMAN, J.A., DÍAZ, M., i VIVES, J.F. (2006). Proposta d'estructura docent en titulacions d'enginyeria per a facilitar la introducció de metodologies actives en la transició a l'Espai Europeu d'Educació Superior. Jornades en Xarxa sobre l'Espai Europeu d'Ensenyament Superior. Universitat Oberta de Catalunya, 2006. A: <http://www.uoc.edu/symposia/eees>, <http://eprints.rclis.org/archive/00008991/>
PONSÀ, P. (2006). Pla d'introducció de metodologies d'aprenentatge actiu. Primeres Jornades de Docència de l'EPSEVG. Vilanova i la Geltrú, 2006. A: <http://www.epsevg.upc.edu/jd/programa.asp>
ROMAN, J. A. i PONSÀ, P. "Primeres Jornades de Docència de l'EPSEVG". La Factoria de Recursos docents a l'EPSEVG. Enllaç URL: http://bibliotecnica.upc.edu/factoria/materials_factoria.asp?id=3&Num_pagina=1

¹ El Forum es pot consultar a l'enllaç: <http://www.epsevg.upc.edu/fdv/>