
PRESENTACIÓ DE RESULTATS DELS PROJECTES DE MILLORA DE LA DOCÈNCIA**TÍTOL DEL PROJECTE: RECURSOS PEDAGÒGICS PER A LA SOSTENIBILITAT I COMPROMÍS SOCIAL**

Professor/a responsable: Antoni Grau
antoni.grau@upc.edu, Dept ESAII, ETSEIB

Professorat que ha intervingut:
Yolanda Bolea Monte
Juan Gámiz Caro
Joan Domingo Peña
Herminio Martínez García

Estudiants becats que han intervingut
Edmundo Guerra
Muriel Botella
Alexandre Miranda

Tipus d'ajut rebut: **AGAUR_MQD_2009**

Data de la comunicació de resultats: 07 febrer 2012

Resum

Aquest projecte ha consistit bàsicament en l'elaboració d'un repositori de recursos pedagògics basats en la Sostenibilitat i el Compromís Social. Aquests recursos consisteixen en un conjunt de models matemàtics que representen sistemes reals els quals s'han modelitzat i se n'ha simulat el seu comportament en el temps. Per cada recurs hi ha una introducció teòrica en la qual es planteja el problema i s'en deriva el seu model matemàtic basat en equacions algebraïques i/o equacions diferencials ordinàries. Es mostra així mateix el seu diagrama de blocs, les variables d'entrada i de sortida i les relacions entre ambdues. A part de la part teòrica del model, s'ha implementat el model amb totes les seves equacions a través d'un programari de simulació (EasyJava Simulations) per tal de mostrar-ne la seva evolució en el temps, permetent la modificació de certs paràmetres del model, donant interacció amb l'usuari i realimentació sobre l'evolució de la dinàmica de la simulació. Aquesta forma d'implementar i presentar els models, el seu marc teòric i la seva simulació serà una eina molt útil per als professors que imparteixin assignatures de Modelització i Simulació de Sistemes Dinàmics. Pels professors serà una eina addicional per a les seves classes teòriques, complementària a la pissarra i a les presentacions digitals, ja que podrà presentar l'evolució dinàmica d'un model matemàtic teòric. De cara als alumnes, cada recurs serà l'enunciat d'una pràctica de Simulació i Modelització, en el qual trobaran la formulació

necessària per programar el model. La simulació que s'els dona serà útil per comparar-la amb la seva solució. En resum, els objectius del projecte s'han assolit, creant un repositori de recursos pedagògics basat en models de casos sostenibles.

Paraules clau

Sostenibilitat, Compromís Social; Recursos Pedagògics, Modelització i Simulació de Sistemes Dinàmics,.

Catalogació segons aspecte d'actuació docent (*)

- Competències genèriques
- Materials didàctics

Àmbit de coneixement UPC

Àmbit o matèria principal beneficiària del projecte

- Enginyeries Industrials
- Medi Ambient, Sostenibilitat i Recursos Naturals

Destinatari

Aquesta eina s'ha provat en l'Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Industrial de Barcelona, ETSEIB, i en aquest proper trimestre es provarà en l'Escola Universitària d'Enginyeria Tècnica Industrial de Barcelona, EUETIB. En ambdues escola existeix una assignatura de Simulació de Sistemes Dinàmics, amb un fluxe anual de 40 i 30 alumnes respectivament.

Resultat

Els resultats obtinguts són els següents:

- 1) Creació d'uns recursos pedagògics on-line que es poden usar pel procés d'ensenyament-aprenentatge en qualsevol disciplina contemplat la competència de Sostenibilitat i Compromís Social.
- 2) S'han desenvolupat continguts docents (aspectes teòrics, exercicis, problemes i pràctiques) d'assignatures que incloen la competència de la Sostenibilitat.
- 3) Dotar de continguts l'espai virtual de recursos de Sostenibilització curricular en la web <http://model.upc.edu>.
- 4) Facilitar als professors la inclusió de temes que integrin la competència de Sostenibilitat i Compromís Social en les seves assignatures.

- 5) Generar documents de referència per als departaments implicats que siguin utilitzats en diferents assignatures.
- 6) Posar a disposició de la comunitat docent materials innovadors sobre Sostenibilitat i Compromís Social en els estudis.
- 7) Incidir de forma transversal en la Sostenibilització curricular dels estudis universitaris.
- 8) Fer ús de les noves tecnologies de la informació i les comunicacions en l'àmbit de l'educació.
- 9) Capacitar als estudiants en la competència de Sostenibilitat i Compromís Social que significarà un repte en el seu futur professional.

Avaluació del projecte

Pel que fa a l'avaluació del projecte els docents el valoren molt positivament perquè permet mostrar als alumnes els resultats de les simulacions d'una manera molt visual la qual es fa més entenedora pels alumnes. A més, el fet de tenir els materials en una web permet que tots els alumnes puguin veure i arribar als materials d'una forma més directa.

Els alumnes a la seva vegada també valoren positivament que les pràctiques s'hagin implementat amb aquest sistema perquè els permet veure els resultats d'una forma molt visual i saber què s'espera del seu treball. A més, la competència en Sostenibilitat i Compromís Social ha sortit molt ben valorada entre els alumnes que ja l'han cursat, cosa que fa pensar que l'eina ha permès una millor introducció de la competència cap als alumnes.

En definitiva, els responsables del projecte valoren satisfactòriament els resultats del projecte i la seva aplicació real.

Conclusions

Les conclusions més importants són:

1. S'ha aconseguit crear una plataforma de suport a recursos docents en Sostenibilitat i Compromís Social.
2. S'ha facilitat la difusió i l'ús de la web realitzada distribuint-la entre els professors interessats i fent-la arribar tant mateix a altres universitats.
3. S'ha facilitat als professors uns recursos pedagògics intradisciplinars, interdisciplinars, multidisciplinars i transdisciplinars proporcionant una eina d'ensenyament/aprenentatge sistèmica per al docent.

S'espera que a través d'aquesta experiència el grau de sostenibilització curricular en els estudis de la UPC augmenti. Així mateix, els responsables del projecte estem segurs que a l'utilitzar aquest tipus d'estratègia docents els alumnes tindran referències pràctiques en relació al medi ambient i la seva interacció amb la seva formació professional.

Estem segurs que aquest projecte motivarà a altres professors universitaris a que elaborin els seus propis materials docents en Sostenibilitat donant continuïtat al projecte. Pel que fa al nostre web, la continuïtat està garantida perquè el nombre de models a afegir és molt ampli i extens.

Referències/més informació

Fruit del projecte s'ha elaborat el web <http://model.upc.edu>, el qual té el següent logo:



Allà es poden trobar els diferents models i referències bibliogràfiques en cadascun d'ells.

(*)

Aspectes d'actuació docent:

Competències genèriques: integració i avaluació de les 7 competències genèriques definides per la UPC

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

A continuació s'afegeixen els 2 primers capítols de la memòria lliurada a la Generalitat com a informe final del projecte MQD2009 al qual correspon aquest informe.

Introducció

L'educació és la institució social que té la responsabilitat principal en la transmissió a les generacions futures de la saviesa, els coneixements i l'experiència obtinguts del passat. A més, potser, és el que més pot influir en el canvi de les actituds i els comportaments humans, en la promoció del creixement econòmic i l'augment de la qualitat de vida, i en l'aportació del coneixement i les habilitats que generen ocupació i incrementen la productivitat. En un món on la manca de recursos i els desastres naturals han quedat ben palesos s'han de desenvolupar programes educacionals on s'incorporin conceptes de sostenibilitat en tots els nivells de l'ensenyament, des de primària fins a la universitat, i per a tots els grups de la societat. En aquesta ambiciosa tasca d'educació ambiental que moltes persones i institucions s'han plantejat d'ençà els anys 80, portem ja un bon tram de camí recorregut, en el qual són molts els qui han aportat el seu gra de sorra. A més d'això, en la societat actual l'educació a distància es presenta com la solució idònia per a un conjunt de col·lectius que exigeixen el disposar de sistemes d'ensenyament molt més flexibles, accessibles i adaptables (sense limitacions d'espai ni temporals). Resulta inqüestionable que les noves tecnologies de la informació es presenten com les formes alternatives de millorar la interacció professor-alumne.

Dintre del conjunt de les noves tecnologies, destaquen dues eines com les més adequades per oferir un nou enfocament en el model educatiu de l'educació a distància: els sistemes hipermèdia com a forma d'estructurar la informació, i les xarxes de comunicació d'àrea estesa com a suport de la informació, és a dir, la xarxa Internet. No obstant que aquestes dues eines es consideren suficients per a la creació de sistemes de recolzament per a l'aprenentatge de matèries dotades d'una component pràctica no molt fort, l'ensenyament del control automàtic, o de qualsevol disciplina amb un fort contingut experimental, requereix d'alguna cosa més, d'un element que permeti a l'estudiant posar en pràctica tots els coneixements que vagi adquirint al llarg de l'estudi de la matèria. Aquest paper d'ensenyaments tradicional es duu a terme mitjançant el laboratori de pràctiques, que inexorablement requereix la presència de física de l'estudiant per a poder manipular els sistemes de control i les plantes existents en un entorn controlat sota la supervisió del professor. De fet en la concepció tradicional que es té dels laboratoris de pràctiques, la seva explotació i extensió estan limitades per factors econòmics, espacials i temporals. Econòmics com a conseqüència de l'elevat cost que representa l'adquisició i manteniment d'equipament el que no permet als centres educatius la renovació i/o implantació dels seus recursos. Espacials ja que en els seus ensenyaments massificats no és possible oferir suficients sales de laboratori per ubicar a tots els estudiants o comptar amb llocs d'experimentació per a tots ells. I temporals ja que l'horari d'accés als laboratoris està restringit, normalment a la presència de l'instructor, restant el laboratori tancat i infrautilitzat la major part del temps (Dormido, 2004). Per tant, és important i necessari traslladar aquest entorn

pràctic a l'ensenyament a distància, l'element necessari per abordar la realització de pràctiques de control automàtic és l'existència d'un sistema de recolzament a l'ensenyament de l'automàtica consistent en un laboratori virtual i de telepresència accessible a través d'una xarxa basada en protocols TCP/IP que permeti a l'alumne practicar d'una forma el més similar possible a com si estigués *in situ* en el propi laboratori.

La crisi ambiental que pateix la nostra societat va ser un clau desencadenant per tal que alguns professors des de diferents universitats catalanes, seguint els passos d'algunes universitats europees [url1] [url2], s'hagin conscienciat de la situació actual del Planeta i el paper clau que tenen els futurs professionals. De la mateixa manera, nosaltres, des que la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC) va aprovar el seu Primer Pla de Medi Ambient al 1996 [url3] ens hem adonat com a docents d'escoles superiors i facultats tècniques que el medi ambient i la sostenibilitat juga un paper clau en les decisions i maneres de fer dels professionals tècnics (Capdevila, 1999) (Weaver, 2000) (Grau, 2006). A més, en la actualitat són molts els docents que conscients de la importància que té potenciar la realització de pràctiques amb les TIC ja que la concepció tradicional que es té dels laboratoris de pràctiques, la seva explotació i la seva extensió estan limitades per factors econòmics, espacials i temporals. Econòmics com a conseqüència de l'elevat cost que representa l'adquisició i manteniment de l'equipament el que no permet als centres educatius la renovació i/o ampliació dels recursos. Espacials ja que en ensenyaments massificats no és possible ofertar suficients sales de laboratori per a ubicar a tots els estudiants o comptar amb llocs d'experimentació per a tots ells. I temporals ja que l'horari d'accés als laboratoris està restringit, normalment, a la presència de l'instructor, restant el laboratori tancat i infrautilitzat la major part del temps (Candelas, 2005).

Per aquesta raó, un petit grup de professors que impartim classes dintre de l'àrea de l'Enginyeria de Sistemes, Automàtica i Informàtica Industrial hem començat l'ambientalització curricular de les assignatures de l'àrea que impartim. Això no ha estat fàcil ja que relacionar matèries com l'ecologia, la biologia, la medicina, etc., amb altres clarament de naturalesa tecnològica com la l'automàtica, la informàtica, el processament del senyal ..., és poc usual donat que la nostra formació ha estat molt llunyana dels problemes socials, i per tant, de l'entorn humà i natural que ens envolta. Però, encara que en principi sembla que els termes 'Tecnologia' i 'Medi Ambient' són dos conceptes considerats oposats, això no és del tot cert ja que estan estretament lligats i, a més, són complementaris. Dintre d'aquest projecte de Millora de la Qualitat Docent 2009MQD-00014 s'han desenvolupat una sèrie de recursos pedagògics en forma de simulacions matemàtiques per emprar en assignatures principalment de modelització i simulació amb el propòsit principal d'estudiar, analitzar i predir els processos ecològics.

Objectius i metodologia

El principal objectiu de l'ambientalització curricular és aconseguir que els professors incorporin en les seves assignatures les consideracions sobre sostenibilitat que fan referència a les matèries que imparteixen, tant d'una manera formal (explicant aquests aspectes en les seves classes) com d'una manera implícita (transmetent als estudiants la importància de ser respectuosos amb el medi). L'ambientalització curricular d'assignatures de modelització i simulació no difereix de l'ambientalització de qualsevol altra matèria, ja que no es modifiquen els conceptes i descriptors bàsics de les assignatures, sinó que s'incorporen criteris de sostenibilitat en la teoria, pràctiques, problemes i exercicis.

Per tant, l'objectiu d'aquest projecte és crear un seguit de recursos pedagògics que puguin ser emprats pels docents que imparteixin assignatures de l'àrea de la "Simulació i modelització de sistemes dinàmics", bàsicament dins de l'àrea de l'Enginyeria de Sistemes i Automàtica. Per mantenir i mostrar aquests recursos s'ha creat la pàgina web [url6] i així mostrar les possibilitats educacionals que tenen la simulació i elaboració de models en assignatures on s'imparteixi aquesta temàtica.

Aquest lloc pretén dotar als docents i als alumnes d'unes eines que permetin de manera senzilla, intuïtiva i gràfica, l'elaboració de models i la seva posterior simulació dins un àmbit que creiem decisiu: la sostenibilitat com a part essencial del currículum.

Per tant, aquesta eina permetrà:

- Introducció del model, mitjançant la seva representació amb equacions diferencials.
- Simulació del model amb ajust de paràmetres de forma dinàmica.
- Visualització immediata del comportament del model.
- Creació de pàgines web amb applets de Java, [url5], amb el simulador.

Els recursos pedagògics que hem creat poden servir tant per als docents com per als alumnes. Pels docents, els poden ajudar a l'impartició de les seves classes ja que permetran tenir un suport dinàmic en l'explicació de la teoria. Pels alumnes els poden servir com a enunciat de les pràctiques, ja que no hi ha la programació dels models en cap lloc de la web. Així doncs la metodologia per a l'elaboració de les pràctiques de laboratori serà la següent:

Pas 1. Els alumnes han de llegir atentament l'enunciat del problema en l'apartat "Model Ecològic" per tal d'entendre què es demana i en quin entorn es desenvolupa.

Pas 2. Els alumnes han de programar el model que es presenta en el apartat mencionat de forma local en la seva màquina, on es desenvoluparan tots els assaigs. Com a referència de funcionament, es pot executar la simulació que es mostra en aquesta pàgina web, la qual només permet veure el resultat de l'execució del simulador. Per raons òbvies docents, no es permet veure la programació del model.

Pas 3. Quan els alumnes considerin que el seu resultat és suficientment satisfactori han d'enviar la programació del seu model al professor, el qual avaluarà les pràctiques executant el programa de l'alumne. Cal enviar un únic fitxer .XML que genera l'EasyJava [url5]. Com podreu comprovar la mida d'aquest fitxer és realment reduïda i en format ASCII, facilitant tanmateix que l'intercanvi d'informació no carregui la xarxa ni la bústia del professor.

Facilitats que permet aquest sistema:

Es poden anar introduint pràctiques de forma acumulativa, posant enunciats pels alumnes. Per cada enunciat el professor pot afegir la simulació en la pàgina web donat que es tracta de diversos fitxers .html que contenen els *javascripts*, permetent així que l'alumne vegi el resultat de la pràctica que ha de resoldre.

Tenir una plataforma web per a la resolució de pràctiques de simulació i modelització en temes ambientals i sostenibles.

Pla de Treball

Per elaborar aquest projecte s'ha seguit un conjunt de fases:

1a Fase. Recull de models matemàtics i classificació. En aquesta fase els responsables docents ja tenien decidit que es podrien incorporar com a recurs docent en les seves matèries. Això permetia tenir a l'abast de les matèries a les quals havien de pertànyer els models. Fruit d'aquesta fase és la classificació i els models que s'indiquen en la següent secció.

2a Fase. Implementació dels diferents models matemàtics. Aquesta fase ha estat de desenvolupament de les simulacions dels models, la seva implementació amb el programari Ejs i el disseny de les vistes que es pretenien fer. Aquí també s'ha hagut de sintonitzar tots els valors dels paràmetres dels models perquè la seva simulació tingués sentit físic.

3a Fase. Publicació a la web i refinament. La darrera fase del projecte ha consistit en publicar en la web els recursos que s'han escollit i implementat. També és una fase de desenvolupament la qual ha permès depurar errors en el disseny i implementació de les simulacions.

Conclusions

Els objectius del projecte s'han assolit completament. S'han creat un repositori, [url6], de recursos pedagògics en Sostenibilitat i Compromís Social, els quals poden ser usats pel professorat i alumnat de titulacions tècniques, concretament per donar suport a assignatures relacionades amb Simulació i Modelització de Sistemes Dinàmics.

En la realització del repositori de recursos pedagògics ha participat un equip interdisciplinari de professionals de l'Educació Superior així com diversos alumnes de les titulacions d'Enginyeria Informàtica i Enginyeria Industrial.

La creació del repositori és només l'incí d'un treball incremental que ja s'ha començat a ampliar gràcies a l'impuls inicial donat per aquest projecte; actualment ja s'està treballant amb nous models en els camps presentats aquí i en més camps, sempre dins de casos sostenibles i de compromís social.

Referències Generals

L.A.Barba, "Two species ecological models", *Handout #14*, 30 Novembre 2005.

A.D. Bradshaw, Andy P. Dobson, *Hopes for the future: Restoration ecology and conservation biology*, Science, Vol. 277, N° 5325, 1997, pags. 515-522, 1997.

F.A. Candelas i J. Sánchez, "Recursos didácticos basados en Internet para el apoyo de la enseñanza de materias del área de ingeniería de sistemas y automática", *Revista Iberoamericana de Automática e Informática Industrial (RIAI)*, vol.2, pp.93-101, 2005.

I. Capdevila, *L'ambientalització de la Universitat, Col·lecció Monografies d'Educació*, 1999.

M.L. Davis, and D.A. Cornwell, *Introduction to Environmental Engineering*, McGraw-Hill, 2007.

S. Dormido, Control Learning: Present and Future, *Annual Reviews in Control*, vol.28(1), pp.115-136.

A. Grau et al., *Automàtica i sostenibilitat*, Edicions UPC, 2006.

B.J. Nebel i R.T. Wriqth, *Ciencias Ambientales. Ecología y Desarrollo Sostenible*, Prentice-Hall, 1999.

R.E. Ricklefs, *Invitación a la Ecología. La Economía de la Naturaleza*, Panamericana, 1998.

C. Solidoro, R. Pastres and G. Cossarini, "Nitrogen and plankton dynamics in the lagoon of Venice", *Ecological Modelling*, vol. 184, pp 103-124, 2005.

[url1] <http://fee.mit.edu/programs/peer>

[url2] <http://www.odo.tudelft.nl/english/index.html>

[url3] <http://www.upc.es/mediambient>

[url4] <http://w3eos.who.edu/12.747/outline.html>

[url5] <http://fem.um.es/Ejs/>

[url6] <http://model.upc.edu>

Weaber,P.,et al., *Sustainable Technology Development*, GreenLeaf, 2000.

L.C. Wu, C.B. Wei, S.S. Yang, T.H. Chang, H.W. Pan, and Y.C. Chung, "Relationship between carbon dioxide/methane emissions and the water quality/sediment

characteristics of Taiwan's main rivers", *Air Waste Management Association*, vol 57, Mar 2007.

O. Yaldiz, C. Ertekin, and H.I. Uzun, "Mathematical modeling of thin layer solar drying of sultana grapes", *Energy*, vol 26, pp 457-465, 2001.