

PRESENTACIÓ DE RESULTATS DELS PROJECTES DE MILLORA DE LA DOCÈNCIA

**IMPLANTACIÓ I DIFUSIÓ DE LA COMPETÈNCIA
'SOSTENIBILITAT I COMPROMÍS SOCIAL' EN L'ENGINYERIA
DE SISTEMES**

Professora responsable: Yolanda Bolea Monte
yolanda.bolea@upc.edu

Equip participant: Antoni Grau Saldes
Juan Gámiz Caro
Herminio Martínez García
Manuel Manzanares Brotons

Edmundo Guerra Paradas
Alexandre Miranda Añón

Tipus d'ajut rebut: **UPC_2011**

Data de la comunicació de resultats: 15 gener 2013

Resum

L'objectiu d'aquest projecte és dotar al cos docent de la UPC de materials, coneixements i sensibilitat necessaris per integrar en els seus ensenyaments la competència transversal de la "Sostenibilitat i el Compromís Social". Aquesta competència ja s'ha començat a impartir en el primer curs d'alguns dels nous Graus a la UPC, però encara queda una gran tasca per aconseguir: estendre i ampliar la competència en les assignatures de cursos superiors i, sobretot, en les especialitats de 5è i 6è quadrimestre. Per cobrir aquesta mancança encara no estan en marxa la creació de materials ni la preparació del personal docent que haurà de desplegar la competència. La finalitat, doncs, del projecte és dotar de capacitat al professorat per integrar la competència de "Sostenibilitat i Compromís Social" en les assignatures de cursos superiors i especialitats. Ho hem centrat bàsicament en l'àrea de l'Enginyeria de Sistemes tot i que també volem que sigui un exemple a seguir per altres àrees. Cal remarcar que aquest projecte és la continuació d'un projecte desenvolupat pels mateixos autors per integrar la competència en els primers quadrimestres dels nous Graus.

Paraules clau

Recursos interactius, Simulació de sistemes dinàmics per a la Sostenibilitat, Energia solar

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

Assignatures:

- Simulació de Sistemes Dinàmics de l'Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Industrial de Barcelona (ETSEIB), tercer any de carrera.
- Modelització i Simulació de Sistemes Dinàmics de l'Escola Universitària d'Enginyeria Tècnica Industrial de Barcelona (EUETIB), tercer any de carrera.

Resultat

Els resultats del projecte són els següents:

1. S'ha fet una recerca de diversos processos reals i s'ha trobat el model matemàtic que els governa. Aquests models s'han retocat i simplificat de manera que s'han programat sobre un simulador no complex. El fet de treballar amb un simulador fàcil per l'usuari és poder descriure el funcionament del model per propòsits educacionals, sense anar a buscar molta precisió en la simulació sinó veure'n el funcionament per entendre el procés real. Els models corresponen a sistemes dinàmics variants en el temps i que tenen un caire sostenibilista. El docent farà especial èmfasi en aquesta vessant dels processos reals quan ho expliqui a l'aula. S'han escollit els models d'una assecadora solar molt usada en països en vies de desenvolupament, i el model d'una placa solar per trobar-ne el punt òptim de treball i treure'n el màxim rendiment (MPP, *Maximum Power Point*).
2. Els models i les simulacions s'han penjat d'una web accessible no només pels estudiants de la nostra Universitat sinó també per totes les persones interessades en aquesta classe de models i simulacions. Això dóna visibilitat al projecte i incrementa una web ja existent, creada pels mateixos membres d'aquest equip. Aquesta web de fet pretén ser un repositori i referent de models matemàtics i simulacions de sistemes dinàmics de caire sostenibilista i amb compromís social.
3. S'ha donat un ús docent als models i simulacions que apareixen en la web dels models sostenibilistes. Els docents poden usar en les seves classes teòriques o classes magistrals la web per mostrar el model matemàtic com si fos part de les seves transparències a passar a classe. L'alumne pot seguir les explicacions penjant-se en el mateix moment a la web sense necessitat d'un campus digital perquè la informació es comparteix a través de la mateixa web pública. A més a més de les explicacions teòriques més estàtiques, el docent pot executar la simulació del model per mostrar-ne el funcionament com a part complementària a les explicacions teòriques. La simulació s'executa com

a *applet* sobre el dispositiu client permetent-ne la modificació dels seus paràmetres; així doncs es pot mostrar als alumnes l'evolució del model en funció de la variació dels paràmetres del model, simulant diverses situacions o escenaris del procés real. Al mateix temps, l'alumne també pot executar la simulació sobre el seu dispositiu replicant al professor o experimentant escollint els valors dels paràmetres del model de simulació. Aquesta nova eina docent és innovadora en aquest aspecte i creiem que de molta utilitat.

4. El material elaborat permet ser usat per cobrir la competència genèrica de "Sostenibilitat i Compromís Social", obligatòria en els estudis de la UPC.

A continuació es mostren diverses pantalles de la web model.upc.edu en la qual hi ha el repositori de models corresponents a processos reals de caire sostenibilista.



Pàgina principal de la web model.upc.edu.



Pàgina per accedir als diferents models ordenats segons el seu caire.

Com a resultat del projecte, els autors han publicat un dels models, l'assecadora solar, en una revista indexada en el JCR en el Quartil 2n. La cita bibliogràfica és:

Yolanda Bolea, Antoni Grau, and Alexandre Miranda (2012), "SDSim: A Novel Simulator for Solar Drying Processes," *Mathematical Problems in Engineering*, vol. 2012, Article ID 976452, 25 pages, June 2012. doi:10.1155/2012/976452. <http://hdl.handle.net/2117/16266>

Avaluació del projecte

La web s'ha usat per fer els laboratoris de les dues assignatures citades anteriorment tant a l'ETSEIB com a l'EUETIB. L'experiència ha estat molt enriquidora i sorprenent també. Els docents no ens esperàvem la gran realimentació que hem tingut per part dels nostres alumnes els quals ens han ajudat a polir errors que no havíem detectat en la simulació dels models. A més ens ha sorprès la bona acollida que ha tingut aquesta web i la metodologia docent usant els models de la web dins de les classes teòriques i com a complement a les explicacions dels professors. L'alumne ha pogut participar en la classe manipulant els paràmetres dels models a simular aportant una discussió molt rica a la classe.

Conclusions

El projecte ha estat molt positiu tant en la seva realització com en la seva implantació. S'ha provat en la realitat sobre dues assignatures en l'ETSEIB i l'EUETIB i ha tingut una gran rebuda per part dels alumnes.

En quant a l'extensió a altres àrees i assignatures la idea seria usar la mateixa eina, o sigui, la web repositori dels models. El que caldria adaptar són els models per cada matèria a impartir (models aplicats a la Física, models de processos químics...) on es puguin modelitzar matemàticament els processos que són propis de la matèria a impartir.

Aquest projecte pot tenir una clara continuació si es treballa en col·laboració entre departaments, per exemple, per una part entre els dissenyadors de la web i programadors dels models, i per l'altra els docents de matèries que elaborin els models matemàtics propis de la seva àrea. De fet, es pot treballar conjuntament pràcticament amb qualsevol departament de la UPC (físics, matemàtics, químics, arquitectes, obra civil, telecomunicacions...) així com altres àrees menys tecnològiques (biologia, medicina, ciències socials...) on també existeixen processos modelitzables matemàticament.

Com a recomanació a l'ICE per a properes edicions d'ajuts docents, es podrien premiar aquells projectes que incorporin el treball col·laboratiu i coordinat entre diferents àrees de coneixement dins la UPC, de forma demostrable i amb clar avenç en les metodologies docents.

Referències/més informació

Per més informació es poden consultar les diverses publicacions que els autors han elaborat mitjançant la recerca feta en el projecte.

1. Yolanda Bolea, Antoni Grau, and Alexandre Miranda (2012), "SDSim: A Novel Simulator for Solar Drying Processes," Mathematical Problems in Engineering, vol. 2012, Article ID 976452, 25 pages, June 2012. doi:10.1155/2012/976452. <http://hdl.handle.net/2117/16266>
2. E. Guerra, Y. Bolea, A. Grau (2011), "Simulation and Modeling of Systems in Engineering Education for the Sustainability. The Renewable Energy Case", International Conference on Renewable Energies and Power Quality, ICREPQ'11, 13-15 Abril 2011, Las Palmas de Gran Canaria. ISBN: 978-84-614-7527-8, <http://hdl.handle.net/2117/12634>.
3. Y. Bolea, A. Grau (2011), "A Novel Pedagogical Tool integrating Sustainability Competence into Engineering Degrees", 41st ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference, FIE2011, pp. T2C-1 - T2C-6, 12-15 Octubre, Rapid City, SD, USA. ISBN: 978-1-61284-469-5, <http://hdl.handle.net/2117/15502>. DOI: [10.1109/FIE.2011.6142908](https://doi.org/10.1109/FIE.2011.6142908)
4. Y. Bolea, A. Grau (2011), "'Green' Remote Laboratory for Chemical Engineering Degree: A New Paradigm for Training", 41st ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference, FIE2011, pp. T3G-1 - T3G-6, 12-15 Octubre, Rapid City, SD, USA. ISBN: 978-1-61284-469-5, <http://hdl.handle.net/2117/15501>. DOI: [10.1109/FIE.2011.6142911](https://doi.org/10.1109/FIE.2011.6142911)
5. Y. Bolea, A. Grau (2012), "Present and prospective evolution of eolic energy in Catalonia", 3rd International Conference on Nuclear and Renewable Energy Resources NURER 2012, 20-23 May, Istanbul, Turkey. ISBN: 978-605-88549-2-5.
6. Y. Bolea, A. Grau (2012), "Renewable energy solutions for off-grid autonomous robotics", 3rd International Conference on Nuclear and Renewable Energy Resources NURER 2012, 20-23 May, Istanbul, Turkey. ISBN: 978-605-88549-2-5.
7. Y. Bolea, A. Grau (2012), "CTS. A Centralized Temporary Storage for nuclear waste", 3rd International Conference on Nuclear and Renewable Energy Resources NURER 2012, 20-23 May, Istanbul, Turkey. ISBN: 978-605-88549-2-5.
8. A. Grau, Y. Bolea (2012), "The Uranium Fuel Cycle and Renewable Energy Alternatives from a Pedagogical Point of View", 6th International Conference on Environmental Science and Technology, ICEST 2012, paper #878, 25-29 Junio, Houston, EEUU.
9. Y. Bolea, A. Grau (2012), "A Novel Mathematical 'Sustainable University Model' School Case", 6th International Conference on Environmental Science and Technology, ICEST 2012, paper #904, 25-29 Junio, Houston, EEUU.

A més, el repositori dels models es troba a model.upc.edu. Aquesta web està oberta a tothom que vulgui proposar nous models matemàtics de sistemes dinàmics relacionats amb la Sostenibilitat i el Compromís Social.

