



## **COMalaWEB: PLATAFORMA BASADA EN NOVES TECNOLOGIES APLICADES A LA DOCÈNCIA**

*Juan A. Fernández Rubio, Carles Fernández Prades, Alejandro Ramírez  
González, Margarita Cabrera Bean, Christian Pomar*

***Departament de Teoria del Senyal i Comunicacions, Universitat  
Politécnica de Catalunya (UPC)***

{juan,carlos,aramirez,marga}@gps.tsc.upc.edu, pomar@ieee.org  
Tipus d'ajut rebut: DURSI\_2003

### **Resum**

Les possibilitats que ens ofereixen les noves tecnologies de la informació aplicades a l'àmbit de la docència és un tema encara no prou ben explotat. Aquest projecte pretén investigar aquests conceptes mitjançant la creació d'una plataforma docent que aprofita la potencialitat de tecnologies tals com les bases de dades, l'estructuració de documents en XML, l'hipertext o la representació gràfica interactiva. A més, aquesta estructura s'ha farcit amb continguts docents de qualitat que cobreixen el temari de dues assignatures obligatòries al programa d'Enginyeria Superior de Telecomunicacions de la UPC.

El procés d'aprenentatge es basa en la integració de petits conceptes sobre una base ja coneguda. La rigidesa d'un temari fix, o l'índex d'un llibre, forcen un seguiment lineal dels conceptes que sovint no és l'òptim ni per al professor ni per a l'alumne. COMalaWEB permet la consulta de diferents conceptes de forma no lineal, on l'usuari decideix quin nivell d'aprofundiment necessita, si vol més exemples, retornar a conceptes anteriors o anar a temes més avançats. Aquestes capacitats es complementen amb aplicacions d'autoavaluació i demostracions gràfiques interactives que reforcen la realimentació entre teoria i pràctica.

La totalitat del programari desenvolupat per a la implementació d'aquesta plataforma i els continguts docents que presenta han estat publicats sota llicència pública per assegurar-ne la lliure distribució i accés, així com la protecció dels drets intel·lectuals.

### **Paraules clau**

Comunicacions, web, applets, XML, PHP.

## EL PROJECTE

### 1. Introducció

Amb aquest projecte s'ha pretès dissenyar i implementar una plataforma multimèdia que contingui material docent de qualitat, proporcioni un punt de trobada entre alumnes i professors i estimuli l'interès i la implicació amb els àmbits de coneixement que s'hi ofereixen. Es tracta d'aprofitar la capacitat d'interacció que ofereixen les noves tecnologies per oferir una nova eina docent que compregui el contingut de diverses assignatures, facilitant la integració de tècniques i coneixements adquirits tant a nivell teòric com pràctic. Aquesta plataforma consta d'uns mòduls amb continguts teòrics, on s'hi ubica el material didàctic en format electrònic, i una part dinàmica on es buscarà una participació activa dels usuaris mitjançant eines de representació gràfica i sistemes d'autoavaluació.

S'ha preparat material didàctic de l'assignatura obligatòria Comunicacions I, corresponent al pla d'estudis de Enginyeria de Telecomunicacions de l'ETSETB, basant-se en el llibre "Comunicacions Analògiques" escrit per Juan A. Fernández Rubio, i se n'ha fet una ampliació per cobrir conceptes de l'assignatura obligatòria Comunicacions II. Es considera que el temari d'aquestes assignatures és ideal per actuar com a base teòrica sobre la qual es pugui anar aprofundint en diversos conceptes que arribin fins a temaris d'altres assignatures. Aquest material és accessible via web.

Respecte a la part dinàmica, s'han programat *applets* en Java que permeten interaccionar d'una manera molt intuïtiva amb les fórmules matemàtiques presentades als mòduls de teoria, i un sistema d'autoavaluació on l'usuari pot generar exàmens a mida, escollint els conceptes sobre els que vol ser preguntat, per anar comprovant els seus progressos.

Un aspecte clau d'aquest projecte ha estat fomentar l'ús del programari de llicència pública (GPL) i continguts lliures (Creative Commons) a la Universitat. Aquestes llicències promouen la compartició del coneixement, oferint gratuïtament tant aplicacions amb la seva implementació completa en forma de codi font, com continguts docents. En permet el lliure ús, modificació i distribució, punts bàsics a partir dels quals s'ha fonamentat l'evolució del coneixement científic, posant com a únic requisit la menció de l'autor original i el compromís de mantenir les mateixes condicions de llicència. Això evita l'ús lucratiu de terceres parts de les aportacions fetes pels usuaris. L'aplicació d'aquesta llicència es considera òptima en l'àmbit universitari des del punt de vista tècnic i ètic. Permet estudiar el funcionament intern dels programes, promou valors com la cooperació i la unió d'esforços (qualsevol usuari pot millorar el programa i d'això se'n beneficia tota la comunitat), i obre la compartició de coneixement a escala global. La totalitat de la plataforma, tant en implementació com en continguts, ha estat publicada sota llicència pública.

El fet de poder interaccionar amb diversos canals de comunicació també busca l'habitució per part dels estudiants en l'ús d'aquests nous mitjans com a mètodes de recerca i filtrat d'informació. L'alumne té actualment a l'abast una gran quantitat d'informació que ha d'aprendre a filtrar per treure'n un profit real i pràctic.

L'estructura modular facilita que aquesta plataforma pugui servir de suport per diferents assignatures del pla d'estudis d'enginyeria superior de Telecomunicacions de l'ETSETB que es relacionen entre sí, principalment Comunicacions I, Comunicacions II, Processament de Senyal, Senyals i Sistemes I, Senyals i Sistemes II, Emissors i Receptors, Radiocomunicacions, Teoria de Circuits, Probabilitat i Processos Estocàstics i Circuits i Sistemes Electrònics. El fet que els usuaris puguin participar directament en els continguts facilita l'obertura a temaris d'assignatures d'altres carreres i ja ha possibilitat la realització de Projectes de Fi de Carrera [1],[2],[3].

## 2. Descripció

COMalaWEB està constituït per un conjunt de mòduls docents. De la mateixa manera que el cervell humà aprèn realitzant connexions entre nous conceptes i els ja coneguts, l'aplicació permet un viatge no lineal entre els diferents conceptes que formen les assignatures. D'aquesta manera, l'usuari pot *tornar enrere* i revisar conceptes anteriors no prou ben assimilats o aprofundir en aspectes més avançats que li poden interessar. L'estructura en hipertext possibilita la creació d'un llibre multidimensional, on la lectura no és lineal i exhaustiva sinó que permet visions de conceptes amb diferents nivells d'aprofundiment. També facilita la interrelació de conceptes de diferents assignatures. Els sistemes de telecomunicació involucren molts aspectes que es van veient en diverses assignatures del pla d'estudis (conceptes matemàtics, anàlisi de sistemes, processament del senyal, electrònica, informàtica, protocols de xarxes...), i l'hipertext permet actuar com a integrador i classificador de fonts d'informació dels diferents àmbits implicats.

La implementació d'aquest projecte es va dividir en tres fases: producció del material docent, organització i estructuració d'aquest material en una base de dades i estudi i posada en marxa de l'aplicació complerta. A continuació se'n detallen les accions realitzades.

En la fase de producció de material docent, s'ha elaborat un conjunt de documents basats en el llibre "Comunicacions Analògiques" de Juan A. Fernández Rubio, catedràtic del Departament de Teoria del Senyal i Comunicacions de la Universitat Politècnica de Catalunya. Aquests documents estan descrits segons el format obert XML segons una plantilla desenvolupada específicament per aquesta aplicació. La tecnologia XML es pot definir com un format universal per facilitar el intercanvi de documents

estructurats: és a dir, es tracta d'arxius que a més del contingut inclouen informació addicional sobre el paper que aquest juga en el document (metadades). Es tracta d'un llenguatge independent de la plataforma on s'executa, pot ser tractat fàcilment per altres aplicacions, independitza la informació que conté respecte de la presentació i permet accedir a la informació amb una representació d'alt nivell.

S'han implementat també un nombre important d'*applets* que contenen explicacions gràfiques amb moviment, permeten la manipulació de paràmetres i l'anàlisi del seu efecte o visualitzen demostracions. Un *applet* es una aplicació escrita en el llenguatge Java que és accessible des d'un servidor web, es transmet per la xarxa, s'instal·la automàticament i s'executa com a part d'un document web de manera integrada.

El mòdul d'autoavaluació es un altre aspecte important de la plataforma: s'hi inclouen tests que permeten l'autoavaluació, amb un sistema de rotació que evita mostrar sempre les mateixes respostes: les respostes correctes i incorrectes que apareixen es trien aleatòriament d'entre un conjunt. L'aplicació controla que com a mínim aparegui una opció correcta, i es pot configurar per mostrar-ne més d'una per garantir el dinamisme de les preguntes. Cal mencionar també l'existència d'una col·lecció d'exercicis, exemples i problemes, promovent la participació dels usuaris en la publicació de solucions. L'orientació del material docent va dirigida a complementar la formació presencial i alhora en permet un ús autodidacta.

Tot el material ha estat estructurat a una base de dades *MySQL* dissenyada per facilitar la flexibilitat en les interconnexions entre mòduls. La plataforma constitueix una aplicació que relaciona continguts, presentació i gestió del material docent. Un aspecte innovador que presenta aquest projecte es la gestió d'informació. Aquesta està organitzada en petits nodes amb significat propi: definició, demostració, exemple, tema, subtema, fórmula, gràfica, applet o problema. Els nodes es poden relacionar entre sí mitjançant la definició d'itineraris o mapes. Cada itinerari estableix un camí a seguir per entendre uns determinats conceptes, indicant quin és el node anterior i posterior a partir del node on ens trobem. D'alguna manera, un itinerari defineix linealment quin és el camí a seguir per assolir una determinada fita. El canvi, un mapa ofereix la possibilitat a l'usuari de conèixer quins nodes té al seu voltant i trencar la linealitat d'un itinerari mitjançant camins secundaris per tal d'aprofundir en un punt, recordar conceptes previs o exemplificar conceptes. El mòdul de gestió d'itineraris i mapes, desenvolupat específicament per aquesta aplicació, permet generar-los de manera automàtica o manual. Un cop creats, es poden utilitzar per navegar pels continguts, oferint així la possibilitat d'establir molts camins alternatius a través del material docent, canviant-ne l'ordre, l'aprofundiment, els conceptes tractats, etc.

Finalment, una aplicació web basada en tecnologia PHP s'encarrega de presentar de manera agradable i ordenada els continguts, incloent-hi un buscador, i permetent diferents nivells de funcionalitat (bàsicament accés a

modificacions i introducció de continguts) segons quatre tipus d'usuaris: administradors, professors, usuaris registrats i usuaris no registrats. Cal destacar que els usuaris no registrats es poden moure lliurement pels continguts, podent accedir al material docent sense cap mena de restricció. També permet la generació automàtica de documents a mida en format PDF segons un itinerari que pot definir el propi usuari o escollir-ne un de fet, accés mitjançant dispositius PDA i un ampli conjunt de petites eines que milloren la interfície amb l'usuari.

### 3. Resultats

El resultat final d'aquest projecte es la millora de la qualitat docent mitjançant l'aprofitament que les noves tecnologies ens poden oferir: accés a la informació, capacitat d'emprar eines multimèdia per explicar conceptes abstractes, possibilitat d'emprar eines i tècniques professionals a baix cost i, el que considerem més important, experimentar noves metodologies docents que estimulin la motivació de l'estudiant i li facilitin la implicació amb idees i projectes pròpies del seu àmbit professional. El dinamisme de la tecnologia fa que la interdisciplinarietat sigui absolutament necessària, de manera que les eines docents han d'apropar-se a aquest concepte. Amb aquest projecte es pretén fomentar aquest gust per l'estudi lligat a la creativitat i el treball en equip.

Sovint el professorat prepara material docent que no s'aprofita suficientment per que l'alumnat no sap on trobar-lo. L'estructura modular de la plataforma permet anar afegint material amb un format estàndard (XML) i fàcil de tractar, ja que està integrat a una base de dades. A aquest efecte, s'ha desenvolupat una aplicació d'inserció de continguts que verifica automàticament el format correcte del document, omple les taules a la base de dades i copia els arxius al servidor web. De fet, alguns professors ja han expressat el seu interès en col·laborar i es pot afirmar que s'ha creat una eina amb capacitat per millorar la dinàmica de producció docent del departament.

A més, la pròpia implementació del projecte ens ha posat en contacte amb tecnologies innovadores (de fet, algunes ni tan sols existien en el moment de fer la proposta o es trobaven en estat embrionari) que poden ser de gran utilitat docent, tant per la facilitat de consulta com per les possibilitats d'interacció que ofereixen. Per exemple, els *applets* poden ser utilitzats a classe per mostrar conceptes que difícilment es poden representar a una pissarra.

### 4. Conclusions

Es considera que s'ha creat una eina molt útil per aprofitar la potencialitat de les noves tecnologies aplicades a l'àmbit de la docència. Precisament pel fet de ser *noves*, les característiques de llenguatges com Java, XML i derivats (sobretot MathML com a eina de representació de fórmules matemàtiques), i

la facilitat de gestió que possibiliten les bases de dades encara no han estat suficientment explorades en l'àmbit de la docència. Aquest projecte en pretén ser una primera incursió, esdevenint una eina complementària a l'ensenyança presencial. COMalaWEB pot ser consultada remotament des de qualsevol ordinador connectat a Internet, de manera que els professors poden emprar aquesta eina directament a les aules per mostrar determinats conceptes. En aquest sentit, els applets poden ser de gran ajuda. Els usuaris poden dissenyar els seus propis itineraris, seguir-ne de preestablerts, exercitar-se amb els mòduls de autoevaluació i problemes i, si ho desitgen, obtenir un document PDF de continguts a mida per imprimir-lo i llegir-lo còmodament en paper.

L'estructura creada per a aquesta plataforma és totalment transferible a molts altres àmbits a un cost mínim, al tractar-se de programari lliure. La plantilla creada en XML és directament exportable a altres assignatures, ja que conté etiquetes tals com *definició*, *exemple* o *fórmula*. Els mòduls d'inserció de continguts i de generació d'itineraris i preguntes test també son directament transferibles, de manera que el cost d'adaptació a altres àmbits es circumscriu a la pròpia creació de continguts. En aquest sentit, s'estan elaborant uns manuals per a professors detallant el procés d'inserció de continguts, fins i tot emprant eines més habituals i conegudes com el processador de textos Microsoft Word 2003.

## 5. Referències/Més informació

En el moment d'escriure aquesta comunicació, COMalaWEB es troba en fase de proves i encara no és accessible al públic. Una versió beta es pot visitar a <http://tecnav.upc.es>, i està previst el llançament oficial el 30 de Desembre de 2004 a un servidor encara per determinar. Memòries detallades sobre la implementació i els continguts es poden trobar a:

[1] Miguel A. Jara Burgos, *Plataforma basada en nuevas tecnologías aplicada a la docencia*, Projecte Final de Carrera dirigit per Carles Fernández Prades. Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona, Setembre 2004.

[2] Albert Font Valverde i Javier Tena *Programació d'applets de comunicacions per una plataforma docent*, Projecte Final de Carrera dirigit per Carles Fernández Prades. Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona, Novembre 2004.

[3] Javier Morcillo Aranda, *COMalaWEB: Implementació d'una plataforma docent (títol provisional)*, Projecte Final de Carrera dirigit per Carles Fernández Prades. Universitat Politècnica de Catalunya, en preparació.

