

1. Títol

“La interdisciplinarietat com a recurs de millora de l’aprenentatge dels alumnes de primer d’enginyeria”

2. Autors

Rosa Maria Alsina i Pagès
Departament de Comunicacions i Teoria del Senyal, Enginyeria i Arquitectura la Salle,
Universitat Ramon Llull.
ralsina@salleURL.edu
Pg Bonanova, 8 – 08022 Barcelona

Xavier Canaleta Llampallas
Departament d’Informàtica, Enginyeria i Arquitectura la Salle, Universitat Ramon Llull.
xavic@salleURL.edu
C/ Lluçanès, 41 – 08022 Barcelona

José Antonio Montero Morales
Departament de Comunicacions i Teoria del Senyal, Enginyeria i Arquitectura la Salle,
Universitat Ramon Llull.
montero@salleURL.edu
Pg Bonanova, 8 – 08022 Barcelona

David Vernet i Bellet
Departament d’Informàtica, Enginyeria i Arquitectura la Salle, Universitat Ramon Llull.
dave@salleURL.edu
C/ Lluçanès, 41 – 08022 Barcelona

3. Resum

La interdisciplinarietat entre assignatures d’uns mateixos estudis millora l’assimilació dels coneixements impartits en les assignatures per separat. Aquest és el motiu que ha portat a les matèries de Càlcul, Àlgebra i Programació a aprofitar les aplicacions pràctiques que es realitzen en la última assignatura per a millorar la comprensió de conceptes clau de les assignatures de matemàtiques. Alhora, també Programació ha utilitzat alguns conceptes bàsics matemàtics per a insistir en temes complicats del seu propi temari. Aquesta relació entre assignatures ajuda a l’alumnat a veure que cal unir els conceptes de cada una de les matèries per separat per a solucionar problemes del món real. Amb el disseny d’aquesta col·laboració es pretenia augmentar l’interès de l’alumnat cap a les assignatures relacionades amb matemàtiques, normalment mancades de comprensió de la seva aplicació pràctica. Alhora es volia augmentar la variabilitat de la temàtica dels exercicis de les pràctiques de Programació. Els resultats obtinguts i les opinions de l’alumnat ens esperonen a ser optimistes al respecte d’aquesta col·laboració entre matèries bàsiques del primer curs d’enginyeria de telecomunicació i d’informàtica.

4. Tres paraules clau

interdisciplinarietat, aplicació pràctica, motivació

5. Desenvolupament (1600 paraules)

1. Introducció

Tot aprenentatge requereix que l'estudiant construeixi activament el seu coneixement [Feden&Vogel 03]. Els coneixements previs d'aquest alumne tenen una gran influència en el que serà la instrucció, però cal tenir clar que l'objectiu principal del professor serà generar un canvi en l'estructura cognitiva de l'estudiant. L'aprenentatge amb cooperació amb altres companys és una important font de motivació, perquè l'aprenentatge és clarament un fet social.

Tradicionalment, s'ha intentat dividir els problemes en comptes d'integrar-los per tal de solucionar-los, i separar-los en disciplines diferents en lloc de tractar-los de forma interdisciplinària [Sancho 03]. Aquest fet no prepara adequadament als professionals per a enfrontar-se amb el món real, amb problemes complexos que evidentment cal tractar amb coneixements adquirits en diferents disciplines.

Els alumnes d'enginyeria són estudiants amb molta inquietud per a trobar una aplicació pràctica a tota teoria impartida a classe. En aquest sentit, les assignatures d'Àlgebra i de Càlcul de primer d'enginyeria tenen una mancança respecte algunes de les altres del mateix curs, i són freqüents les preguntes sobre l'ús de les diferents eines matemàtiques en el món real [Montero 02] [Gomez 00].

2. Objectius

Basant-nos en aquestes tres idees fonamentals, s'ha començat a implantar un conjunt d'aplicacions pràctiques dins del marc de l'assignatura de Programació de primer d'enginyeria amb components i conceptes a tractar totalment matemàtics.

Des del punt de vista de les assignatures d'Àlgebra i de Càlcul, s'aconsegueix que els alumnes vegin una implementació pràctica dels conceptes teòrics que s'imparteixen en aquestes assignatures. A més, degut al caràcter cooperatiu de les pràctiques de l'assignatura de Programació, també aconseguim introduir la vessant social de l'aprenentatge en l'assimilació dels conceptes matemàtics.

Pel que fa a l'assignatura de Programació, reforça els conceptes que s'han explicat des del punt de vista teòric. Per altra banda, l'aplicació dels mètodes algorísmics en la implementació de tècniques matemàtiques de resolució de problemes deixa palesa la significativa reducció de temps en l'obtenció de les solucions als problemes.

És la interdisciplinarietat, però, el gran objectiu d'aquesta metodologia. Com hem vist a l'apartat 1, sempre s'ha tendit a separar i fragmentar els problemes en diferents disciplines, i això els allunya de la realitat. El nostre objectiu és plantejar problemes molt més propers al món real; d'aquesta manera els estudiants han d'usar els conceptes vistos en diferents assignatures, relacionar-los i extreure conclusions.

3. Descripció del treball

A continuació descrivim els punts que hem tingut en compte a l'hora de seleccionar els exercicis que hem proposat. També detallem l'estructura de les pràctiques que es

realitzen a l'assignatura de programació i finalment fem un breu comentari d'algun dels exercicis resolts pels alumnes. Finalment, veurem els mètodes d'avaluació usats en aquestes aplicacions pràctiques.

3.1. Selecció dels temes a preguntar

Per part de les assignatures d'àlgebra i de càlcul interessava que els temes que apareguessin en aquestes pràctiques fossin conceptes de difícil comprensió teòrica, de tal manera que una visió pràctica ajudés a completar l'assimilació per part de l'alumnat. D'aquesta manera s'assegurava una segona visió d'aquests conceptes, amb l'ajut que pel fet de que l'objectiu final fos una implementació pràctica, motivés a l'alumne a comprendre perfectament el contingut teòric de l'activitat.

Amb la intenció d'aglutinar els objectius de les tres assignatures, es van escollir temes considerant tres vessants diferents:

- Temes de difícil comprensió conceptual, que amb una visió aplicada es poden assolir millor.
- Temes que comprenen execucions amb un elevat cost computacional, poc còmodes de resoldre en una classe sense la possibilitat d'executar determinats algorismes que ens facilitin la resolució. Tot això amb la intenció que l'alumne s'adoni que alguns problemes requereixen d'un sistema que doni una determinada potència de càlcul per a la seva resolució.
- Temes que permetin practicar conceptes clau en la programació sobre alguna aplicació bàsica de càlcul o àlgebra.

3.2. Estructura de les pràctiques a realitzar

L'assignatura de Programació utilitza tres models d'exercicis segons la seva dificultat i el seu tamany de resolució [Salamó 01].

- Pràctica del trimestre.

És el tipus d'exercici més complex. Es realitza en grups de dues persones durant un trimestre sencer, i disposa de diferents sessions pràctiques de seguiment i d'explicació amb els professors de l'assignatura i monitors de pràctiques. Hi apareixen diferents conceptes fonamentals de la teoria de l'assignatura impartits en el trimestre en qüestió, i es procura fer-ho coincidir amb el ritme d'impartició del temari per a que ajudi a consolidar conceptes.

- Pràctica de sessió

Es tracta d'un exercici de dificultat moderada i de poca longitud (un màxim d'una sessió de laboratori, és a dir, dues hores). L'objectiu és resoldre'l amb l'ajuda del company de grup i el suport del monitor de pràctiques.

- Exercici de la setmana

Es tracta d'un exercici que es publica via web. És de caràcter voluntari i es renova cada

setmana. Es proposen exercicis directament relacionats amb el temari que s'està impartint en cada moment del curs.

3.3. Exemples d'aplicacions pràctiques proposades

A continuació detallem alguns dels exercicis proposats durant aquest curs en l'assignatura de Programació. Hem procurat posar d'exemple un cas per a cada tipus d'exercici proposat (una pràctica de trimestre, una pràctica de sessió i un exercici de la setmana), i alhora fer servir en cada un d'ells un punt de motivació diferent, dels comentats en el punt 3.1.

Càlcul del límit d'una successió de nombres segons la seva definició

L'objectiu d'aquest exercici era aclarir el concepte de límit d'una successió segons la seva definició. Aquesta definició és un punt que resulta força difícil de comprendre per part de l'alumne, tot i que és capaç d'assolir el coneixement de la resolució de límits de successions en general.

Des del punt de vista de l'assignatura de Càlcul és un punt fonamental, ja que sobre aquesta definició es basarà posteriorment la definició de límit d'una funció, més complexa encara, i cal que el concepte estigui ben assolit.

Aquest exercici fou proposat com a pràctica del primer trimestre, ja que comporta l'ús d'eines de programació que s'imparteixen durant aquest període del curs. En aquest cas, la pràctica no és tan extensa com les dels altres dos trimestres, perquè durant el primer parcial s'assenten les bases de l'assignatura de Programació.

Càlcul d'un zero d'una funció pel teorema de Bolzano

En aquest cas, l'objectiu era el segon que es comentava en l'apartat 3.1: fer prendre consciència a l'alumne que moltes de les operacions que es realitzen a l'assignatura de Càlcul de forma analítica, es resolen mitjançant algorismes amb un elevat cost computacional.

Calia que l'alumne prengués consciència que el cost de càlcul numèric i per tant, de temps associat a aquest càlcul des del punt de vista computacional, variava molt en funció de la precisió requerida en el resultat.

Aquest exercici fou proposat com a exercici de sessió de laboratori durant el segon trimestre, coincidint amb el temari de Càlcul i aprofitant que l'assignatura de Programació ja havia donat els conceptes bàsics per a la seva resolució.

Càlcul d'un producte de matrius de qualsevol dimensió

L'objectiu d'aquest exercici estava centrat en l'assignatura de Programació, amb la pràctica del concepte de punter i de memòria dinàmica, utilitzant un concepte bàsic de l'assignatura d'Àlgebra. En algun altre exemple d'aplicació d'aquesta assignatura ja han estat contemplats els conceptes clau, més complicats d'entendre.

Per tal de poder practicar els conceptes de memòria dinàmica vistos a classe de Programació, cap a la meitat del segon trimestre es va proposar un exercici que havien de resoldre en el termini d'una setmana. Es tractava d'implementar el producte de matrius, dimensionant-les segons els valors que entri l'usuari. D'aquesta manera, combinàvem la pròpia algorísmica del producte de matrius, amb la definició de punter i petició de memòria segons els requeriments de l'usuari.

Al mateix temps, les matrius havien d'estar definides en fitxers de text, amb la qual cosa també practicaven la manipulació de fitxers, aspecte realment important dins el temari de l'assignatura de Programació.

4. Conclusions

Es tracta d'una experiència nova que s'ha posat en marxa aquest any dins del marc de les assignatures de primer de la carrera d'enginyeria a Enginyeria i Arquitectura La Salle. Des del punt de vista d'Àlgebra i de Càlcul, les assignatures més teòriques, ens hem trobat que la gent s'interessa més pels fragments de teoria que cal implementar a la pràctica. L'assignatura de Programació ha guanyat en variabilitat de la temàtica dels exercicis que proposa als alumnes. A mesura que es van realitzant les pràctiques anem avaluant els resultats obtinguts, a partir de les opinions dels alumnes i de les millores en els conceptes implicats. De moment els resultats ens permeten ser optimistes.

Per altra banda també cal advertir d'un possible perill. Cal tenir mesura a l'hora d'aplicar la interdisciplinarietat. L'experiència ens diu que, des del punt de vista de l'alumnat, l'àlgebra i el càlcul de primer d'enginyeria són dues assignatures "avorrides" i, sobretot, "poc útils" (sense aplicació pràctica). Això fa que la motivació baixi, el temps de dedicació també i els resultats ho constatin. En canvi, l'alumne considera l'assignatura de Programació (independentment de la seva dificultat) com una assignatura "pràctica", "distreta" fins i tot, on no cal "estudiar". L'objectiu nostre ha de ser aconseguir que la interdisciplinarietat porti aquesta darrera percepció a les assignatures de càlcul i àlgebra. Però cal aplicar aquesta tècnica amb mesura i equilibri, no sigui que els resultats es girin en contra nostra i al final els alumnes trobin "avorrida" l'assignatura de Programació degut a que totes les pràctiques són de matemàtiques.

També podem constatar que aquesta interacció entre professors d'ambdues disciplines fa que els enunciats i redactats d'aquests exercicis on hi apareixen conceptes matemàtics siguin ara més formals i conceptualment més correctes que en el passat.

Pel que fa a línies futures, l'assignatura de Programació està oberta a col·laborar amb altres assignatures del mateix curs, ja que es podria usar com a eina en moltes d'elles. S'ha començat amb aplicacions numèriques perquè són les assignatures de primer curs que tenen més manca d'una aplicació pràctica directa.

També ha estat plantejat dins de les assignatures de Càlcul i d'Àlgebra la possibilitat de valorar les notes de les pràctiques de Programació associades a exercicis matemàtics dins de la nota de l'assignatura. El plantejament inicial ha estat tenir-ho en compte de cara a l'avaluació contínua d'aquestes assignatures [Montero 03], però encara s'està en fase de desenvolupament del criteri a aplicar.

5. Referències

[Feden&Vogel 03] “Methods of teaching. Applying cognitive science to promote student learning”, Preston D. Feden, Robert M. Vogel. McGraw Hill, 2003.

[Sancho 03] “En busca de respuestas para las necesidades educativas de la sociedad actual. Una perspectiva transdisciplinar de la tecnología”. Juana María Sancho Gil. Article publicat per la revista “Fuentes”, n. 4, juliol 2003. <http://www.cica.es/aliens/revfuentes/firma.htm>.

[Montero 02] “ALGTEC: Un complemento a la enseñanza del álgebra lineal en carreras de ingeniería de telecomunicaciones”, José Antonio Montero, Elisa Martínez, Jose Antonio Morán, Virtual Educa, Valencia, juny 2002.

[Gómez 00] “L'altra cara de les matemàtiques”, Joan Gómez i Urgellés, Col·lecció el Cep i la Nansa, Vilanova i la Geltrú, 2000.

[Salamó 01] “Iniciativas para motivar a los alumnos de Programación”, Maria Salamó, Joan Camps, Carles Vallespi, David Vernet, Xavier Llorà, Esther Bernadó, Josep Maria Garrell, Xavier González, Actas de las VII Jornadas de la Enseñanza Universitaria de la Informática (JENUI 2001), páginas 329 a 334, marzo de 2001.

[Montero 03] “Evaluación continua. Experiencia llevada a cabo en la asignatura de álgebra lineal en Ingeniería la Salle”, José A. Montero, José A. Moran, Elisa Martínez. Congreso de la RED-U, Castellón de la Plana, febrer 2003.