

Taller sobre la incidència de les matemàtiques en el currículum

F.Pedroche, J.Moreno i M.J.Fullana
Departament de Matemàtica Aplicada
Universitat Politècnica de València.
Camí de Vera s/n 46022 València.
{pedroche, jmflores, mfullana}@mat.upv.es

Resum:

En aquesta comunicació es presenten els continguts d'un taller sobre una proposta metodològica per a estudiar la incidència de les matemàtiques en el currículum de les carreres tècniques. Aquesta proposta té l'antecedent més immediat en un projecte d'innovació docent, constituït per més de 40 professors, que els autors estan portant a terme en l'Escola Universitària d'Arquitectura Tècnica (EUAT) de la Universitat Politècnica de València (UPV) i que consisteix, bàsicament, en la realització d'una enquesta sobre la incidència de les matemàtiques en la resta d'assignatures de la carrera. En el taller expliquem com dur a terme el projecte d'investigació i oferim l'assessorament tècnic per la posada en marxa del projecte en altres centres.

1-Introducció.

En la X convocatòria dels Projectes d'Innovació Docent (curs 1999-2000) de la Universitat Politècnica de València es va aprovar el projecte 10.032, de títol *La incidència de les matemàtiques en l'Arquitectura Tècnica*, que comptava entre les seues finalitats, amb les següents:

1-Realitzar un estudi sobre la incidència de les Matemàtiques en el currículum de la carrera d'Arquitecte Tècnic, des d'un punt de vista tant qualitatiu com quantitatiu. Valorar, així mateix, si l'alumne inicia l'estudi de les assignatures del currículum amb el nivell de coneixements matemàtics requerits en cada una d'elles. Tot això, mitjançant l'elaboració d'una enquesta de consulta a tot el professorat de l'Escola.

2-Contribuir a una revisió de la secuenciació, temporalització i de l'enfocament dels continguts de l'assignatura Fonaments Matemàtics de l'Arquitectura Tècnica (FMAT), amb la finalitat de millorar l'adaptació a les necessitats matemàtiques reals de la carrera.

3-Assegurar de manera sistemàtica la transferència dels coneixements matemàtics als contextos tècnics de la carrera, mitjançant la realització d'una col·lecció de problemes reals i concrets del currículum, en els quals es pugua mostrar clarament la incidència de les matemàtiques.

4-Aconseguir, d'aquesta manera, una major motivació de l'alumnat, mitjançant l'apropament de l'assignatura als seus interessos professionals.

5-Realitzar una coordinació entre les assignatures de Matemàtiques i la resta de les implicades en el projecte, des del punt de vista de la temporalització així com d'unificació del vocabulari, nomenclatura i desenvolupament dels conceptes matemàtics implicats.

6-Contribuir a que la presentació de cada assignatura de matemàtiques siga un tot coherent, tenint en compte el caràcter eminentment pràctic que han d'oferir dins del context d'una carrera tècnica.

7-Realitzar una presentació multimèdia del material docent elaborat, dins d'un context multidisciplinar.

Aquest projecte inicial estava format per un equip de 16 professors i professores de la EUAT de la UPV. Des d'aleshores ençà el projecte ha estat prorrogat, s'han incorporat més professors a l'equip, comptant ara amb 40 professors i professores, i actualment estem encetant l'elaboració dels problemes (projecte que anomenem *Fitxes Docents*) i terminant de concloure l'anàlisi de les dades de l'enquesta estudiant la incorporació d'una anàlisi multivariant.

Considerem que l'experiència assolida en aquests tres anys i el propi desenvolupament real del projecte poden ser de molta utilitat com a un exemple de Projecte d'Investigació Multidisciplinar en el camp de la Investigació Educativa. Per tal de difondre la metodologia usada al llarg del projecte i per a evitar que algú més cometa els mateixos errors que nosaltres, hem realitzat recentment un taller, adreçat als professors del Departament de Matemàtica Aplicada (DMA), i amb el vist i plau del seu director, que s'ha emmarcat dins dels cursos organitzats per l'Institut de Ciències de l'Educació (ICE) de la UPV. Aquest taller s'ha realitzat en dues ocasions amb una assistència global de 26 professors i professores universitaris de matemàtiques, de 9 Escoles o Facultats de la UPV: ETSI Geodèsica, Cartogràfica i Topogràfica, EUIT Agrícoles, ETS Arquitectura, F. Informàtica, EUIT Industrials, EPS Gandia, ETSI Telecomunicacions i EPS d'Alcoi.

En aquesta comunicació detallem el contingut de l'esmentat taller, que s'ha centrat en l'objectiu primer del projecte inicial 10.032.

El taller (vegeu el programa en l'annex 1) té una durada de 15h amb l'estructura següent:

- Una primera part dedicada a definir el problema de partida: el baix grau de coneixement que existeix en general, per part dels professors de matemàtiques, sobre les necessitats reals de la resta d'assignatures.
- Una segona part, dedicada a exposar un mètode per a obtenir dades suficients per establir aquesta incidència: proposem l'elaboració d'una enquesta que servisca per a avaluar diverses característiques dels continguts matemàtics que són usats per la resta d'assignatures.
- Una tercera part dedicada a la metodologia a aplicar per a classificar les dades i extraure conclusions de l'enquesta.
- Una quarta part per a establir, juntament amb els assistents al taller, les conclusions d'aquest.

En aquesta comunicació seguirem aquesta mateixa estructura per tal d'ordenar els continguts.

2. Sobre la incidència de les nostres assignatures en el currículum.

Una deficiència molt comuna en els professors de matemàtiques en carreres tècniques és el baix grau de coneixement de les necessitats matemàtiques concretes de la resta d'assignatures que conformen el currículum de la carrera. Aquesta deficiència no és, ni de bon tros, exclusiva dels professors de matemàtiques, sinó que pot estendre's gairebé a qualsevol assignatura universitària. Per exemple, en la referència [4] podem trobar que un dels aspectes més criticats de la Universitat, com a institució educativa de nivell superior, és la manca de coordinació entre programes de les diferents matèries o, fins i tot, dins d'una mateixa matèria. En el nostre cas estem referint-nos a la matèria (assignatura) de matemàtiques i la seua relació amb la resta d'assignatures. Ací usarem el terme currículum en l'accepció de "suma de continguts" [3] que apareixen en les diferents assignatures que conformen el pla d'estudis que condueix a la consecució del títol de diplomant/licenciat.

Creiem que part de les deficiències que hi pot haver en els programes de les assignatures de matemàtiques en les escoles tècniques (carreres de 3 a 5 anys) tenen l'arrel en un desconeixement del medi social i professional en el qual treballem. Per tal de palesar això, obrim un debat entre els assistents al taller centrat en les qüestions següents:

Q1: Penseu que els continguts matemàtics que adquireixen els alumnes que aproven la vostra assignatura són els adequats per a afrontar amb èxit els problemes matemàtics involucrats en la resta d'assignatures que conformen el seu currículum?

Q2: Penseu que teniu prou coneixements del contingut de les assignatures que conformen el seu currículum?

Q3: Penseu que els professors de les altres assignatures tenen informació suficient de les habilitats matemàtiques que requereix la seua assignatura?

Q4- Penseu que els professors de les diverses assignatures que conformen el currículum d'una carrera estan prou relacionats entre si?

Q5- Penseu que és important que els problemes de matemàtiques que apareixen a la vostra assignatura tinguen una aplicació directa en problemes professionals de l'àmbit curricular dels vostres alumnes?

Q6- Teniu els coneixements adients dels futurs problemes professionals dels vostres alumnes com per a proposar i resoldre d'una manera propera a la realitat professional aquests problemes?

Aquestes qüestions desperten l'interés dels assistents que, fent grups de dos o tres professors comencen a elaborar les respostes. Després d'un temps de debat per grups d'una durada d'uns vint minuts, encetem un debat obert a tot el grup.

Aquest debat dona, entre d'altres, les conclusions següents:

Respecte a la qüestió Q1 hi ha diversitat d'opinions, però solen agrupar-se en algun dels grups de respostes següents:

a) Aquells qui pensen que quan es va fer l'actual pla d'estudis, algú va tenir en compte aquesta incidència de les matemàtiques en la resta d'assignatures i, en conseqüència, el programa actual de l'assignatura de matemàtiques ha de ser l'adequat. És a dir, no coneixen la resposta però l'assumeixen. Normalment aquesta sol ser l'opinió dels professors novells.

b) Aquells qui pensen que els continguts matemàtics que impartim són excessius (en el sentit que no els seran de profit als alumnes en el seu desenvolupament professional) en la majoria dels temes i no arriben a un nivell suficient en altres temes. Aquesta sol ser l'opinió dels professors amb més antiguitat, però assumeixen que és una percepció biaixada, obtinguda, la majoria de les ocasions en converses “de café” o “de passadís”. També solen estar en aquest grup aquells qui coneixen molt bé les característiques de l'exercici professional de la carrera, els quals són els que, en general, tenen més elements de judici per parlar de la connexió de les matemàtiques amb la resta d'assignatures.

c) Aquells qui pensen que no tenen suficient informació per a respondre a aquesta pregunta, però consideren necessari trobar una resposta i fer-ho d'una manera racional, metòdica, contrastable.

Les respostes a la resta de qüestions també es poden agrupar, si fa no fa, en grups que són semblants a aquests. Com a conclusions globals d'aquest debat s'arriba a les següents:

- Ens falten dades per a respondre a certes qüestions que els professors universitaris hauríem de tenir més clares.
- Cal fer un estudi particular en cada Escola. Ha de ser un estudi seriós, metòdic, racional.
- Les relacions personals són molt importants per a dur a terme aquest estudi.

És interessant palesar ací que, si bé hem començat definint el nostre objecte d'estudi (el currículum, la incidència de les matemàtiques en aquest) com a “suma de continguts”, ara ens acaba d'aparèixer el currículum en un sentit més global, en el sentit de “conjunt de pràctiques socials que s'observen en les institucions educatives”, en fer referència a que les relacions personals i professionals entre professors de diferents assignatures són importants a l'hora d'estudiar la incidència dels continguts matemàtics en elles [3] [8].

D'acord amb el concepte d'Investigació Educativa com “el conjunt d'activitats adreçades a la recerca sistemàtica de coneixements que contribuïsquen a la comprensió dels processos educatius i a la millora de l'educació” [1], nosaltres proposem la realització d'una enquesta com a principal mitjà de recollida d'informació per tal de poder respondre d'una manera seriosa a les qüestions plantejades. Sobre el tipus d'enquesta i la població a la qual va adreçada, parlem en l'apartat següent.

3-Proposta d'enquesta per estudiar-ne la incidència.

Portarem a terme un disseny descriptiu, concretat en una enquesta, amb l'objectiu d'estudiar la incidència de les matemàtiques en el currículum dels nostres alumnes. La justificació de tal elecció es basa en què aquest procediment és molt útil per a posar de relleu l'estat de la qüestió, permet arreplegar informació per elaborar posteriorment

hipòtesis ben fonamentades, permet treballar simultàniament amb moltes variables i permet així mateix la utilització de procediments variats de recollida d'informació (el qüestionari en si mateix, les entrevistes prèvies, l'observació directa, etc [2]).

Volem conèixer com incideixen les matemàtiques en el currículum i pensem que això es pot concretar en quins conjunts de coneixements o habilitats matemàtiques necessiten la resta d'assignatures en el seu desenvolupament pràctic o teòric. Per tal d'esbrinar això pensem que una primera aproximació ens pot venir donada per les opinions dels professors de la resta d'assignatures. Al cap i a la fi, ells són els qui les ensenyen i, per tant, en el desenvolupament de les seues classes, faran un ús més o menys extens de determinats conceptes matemàtics. Per tant, la població sobre la qual actuarem seran els professors de la resta d'assignatures, dins de la nostra escola o titulació. Noteu que també podríem passar l'enquesta als i les alumnes per a preguntar-los el mateix, o a exalumnes que ja han acabat la carrera i estant exercint o, fins i tot, a professionals que han estudiat en altre centre o en altre país, etc. Ara bé, donat l'estat de la qüestió, palés en la primera part del taller, creiem que el primer que hem de detectar és com els nostres companys professors i professores perceben els continguts de la nostra assignatura, com la fan servir, en quins conceptes concrets (matrius, derivades, integrals, etc) quan els usen, etc. És un estudi que tothom està d'acord que ja hauria d'estar fet, però en la majoria de centres i assignatures encara no s'ha dut a terme.

Respecte a la població sobre la qual actuem, en el cas de la EUAT la constitueixen, en principi, els 117 professors que impartien docència en la mateixa quan vam començar l'estudi. Ara bé, hi ha assignatures que no usen d'una manera instrumental les matemàtiques (i així ens ho han fet saber explícitament) com ara les assignatures d'Idiomes i Aspectes Legals de la Construcció. Tampoc anem a passar l'enquesta als professors i professores de les assignatures de matemàtiques. Això ens deixa una població de 103 professors i professores. Donat que aquests individus comparteixen un mateix espai físic ens plantejarem que la mostra estadística fóra coincident amb aquests 103 individus i, per això, vam enviar el qüestionari a tota aquesta població. Com a resultat vam aconseguir que 75 professors el contestaren. Per tant, la mostra sobre la qual efectivament treballarem la constitueixen aquests 75 professors, un 72.8% de la població sota estudi. Creiem, per tant, que aquesta mostra a compleix els criteris de representativitat i validesa estadística. Donat que hi ha professors que imparteixen més d'una assignatura, el nombre d'enquestes contestades és de 81. Si parlem de representativitat en termes de crèdits, actualment les assignatures representades en la mostra constitueixen el 100% dels crèdits troncal i obligatoris de què consta la carrera d'Arquitectura Tècnica (excloent les assignatures de matemàtiques, les que no fan un ús instrumental d'elles, i l'assignatura Projecte Final de Carrera). Aquest alt grau de participació no ha estat, però, fàcil d'aconseguir. És per això que creiem que la nostra experiència pot ser molt útil a l'hora d'exportar aquest projecte a altres centres i també a altres assignatures.

La presentació de l'enquesta la separem en dues parts: una que afecta l'aspecte formal (disseny i passe de l'enquesta) i una altra que afecta el contingut de l'enquesta (preguntes, llistat d'ítems i àmbits a avaluar). És important fer notar que aquesta enquesta, aquest estudi descriptiu, convé que s'emmarque dins d'algun procediment institucional (Projecte Europa en la UPV, Projecte d'Innovació Docent, etc) patrocinat per la pròpia universitat, en tant que representa un projecte d'investigació curricular.

3.1. Disseny de l'enquesta i organització de l'equip de treball.

És ampliament acceptat que una enquesta, per a servir com a una eina de descripció de certs atributs d'una població, ha d'acomplir els requisits següents [2]:

1- Absència de manipulació per part dels investigadors. És important que diversos professors i professores, de diverses àrees, arriben a acords sobre cada pas del projecte, per tal de minimitzar, d'alguna manera, algun tipus de manipulació conscient o inconscient sobre les dades o la seua anàlisi.

2- L'objectiu és obtenir un conjunt de dades quantitatives per tal de descriure alguns aspectes rellevants de la població sota estudi.

3- El principal mitjà de recollida d'informació són les preguntes organitzades en un qüestionari, esdevenint les respostes les dades per a l'anàlisi.

4- La informació s'arregla únicament sobre una mostra representativa de la població.

Els mètodes de recollida de la informació poden ser:

- 1-Enquesta personal.
- 2-Enquesta telefònica.
- 3-Enquesta per correu.

Donat la coincidència geogràfica de tota la mostra sota estudi nosaltres podrem usar els tres mètodes, fent servir majoritàriament el mètode d'enquesta per correu per l'enviament del qüestionari a tota la mostra, però sense oblidar que farem un seguiment personalitzat o mitjançant representants d'assignatures.

Sobre la qualitat de l'enquesta, cal controlar els factors següents:

-Errors de no observació:

1-Errors de no cobertura: donat que preguntem només a la mostra. Com a exemple extret de la nostra experiència, nosaltres vam tardar dos anys a poder comptar amb la resposta d'una assignatura que té un gran pes en la carrera.

2-Errors de no resposta: deguts a que alguns qüestionaris no són totalment contestats. En el nostre cas aquests errors se solucionen amb entrevista personal.

-Errors de mesura: deguts als factors següents

- 1- Influència de l'enquestador.
- 2 -El qüestionari.
- 3 -L'actitud del subjecte i el seu grau de cooperació.
- 4-La influència de la forma de recollida de dades (enquesta personal, per correu, telefònica, etc)

-Errors de processament: aquests errors poden ocórrer en el transcurs de l'anàlisi de les dades. Solen separar-se en dos tipus [2]:

1-Tipus I: Es produeixen durant la codificació de la informació, edició, gravació de les dades, etc. Cal garantir que les dades que emmagatzemem siguem fidels a les dades obtingudes. Mitjançant diversos mecanismes de control, com per exemple revisió de la codificació per part de diversos investigadors, preguntes de control per assegurar la coherència de les dades, etc, podem minimitzar aquest tipus d'error.

2-Tipus II: Deguts a una anàlisi estadística no adequada. Hem de fer servir eines estadístiques potents i ajustades al tipus de dades que tenim.

Tenint en compte tots aquests factors presentem ací un procediment o protocol d'actuació que serveix de guia a l'hora del pas formal de l'enquesta. Més endavant parlarem sobre el disseny de les preguntes que conformen el qüestionari. Aquest protocol es discuteix amb els professors assistents al taller per tal d'acomodar-lo a les particularitats de cada centre educatiu.

3.2. Fases per realitzar el qüestionari i recollir les dades.

Les fases per realitzar el qüestionari i recollir les dades de l'enquesta són, bàsicament, les següents:

1-Acceptació del projecte pel Director/a de l'Escola (o Facultat) i la Unitat Docent de Matemàtiques en l'Escola. Hem dit que el suport institucional és bàsic per a dur a terme el projecte. Més encara ho és el suport de l'equip directiu del centre on es du a terme l'enquesta. Aquest suport és fonamental per a assegurar que la mostra de la població siga significativa.

2- Elaboració de l'esborrany de l'enquesta i formularis. La fase d'entrenament ha de començar per posar a tots els professors d'acord sobre què volen dir, exactament, les preguntes que incloem al qüestionari. Així mateix, hem d'assegurar que els conceptes matemàtics que algun professor usa (i nosaltres no hem inclòs en l'enquesta inicial), s'han d'incloure en l'enquesta per tal que es pugui deixar constància d'aquesta aparició. Noteu, per tant, que en el procés d'elaboració de l'enquesta s'ha d'involucrar a la resta de professors participants en el projecte. Això augmentarà l'objectivitat del grup d'investigadors que dirigeix el projecte així com l'impacte de l'estudi.

3- Circular del Director de l'Escola per a motivar la participació (veure l'annex 2). Ací incloem la nostra participació com a assessorament tècnic per a la posada en marxa del projecte en altres centres.

4- Circular de presentació del director/directora provisional del projecte als nous membres (veure l'annex 3). En aquesta circular s'informa sobre els objectius del projecte i el procés per fixar una data per a la primera reunió de tot l'equip de professors i professores de l'equip de treball.

És interessant fer notar ací que l'equip de treball i la mostra no són un mateix conjunt. Pot haver professors que omplen l'enquesta però no són de l'equip. Així sí, és interessant que almenys un membre de cada assignatura siga de l'equip de treball del projecte, per assegurar un major impacte del mateix sobre totes les assignatures del Centre.

5- Convocatòria de la reunió constituent del projecte (veure l'annex 4). Es convoca la primera reunió i s'envia la documentació que els membres han d'estudiar per a la seua aprovació o modificació: formulari provisional per a la petició del projecte institucional, l'esborrany de l'enquesta (que ha sigut elaborada per la Unitat Docent de Matemàtiques) i instruccions per omplir-la.

6- Celebració de la reunió constituent del projecte. Es determinen les fases del projecte incloent les dates per a enviar els qüestionaris, omplir-los i recollir-los.

7- Petició formal del projecte. D'acord amb les possibles modificacions introduïdes en la reunió constituent.

8- Enviament dels qüestionaris als professors i professores que constitueixen la mostra.

9- Recollida dels qüestionaris.

Ja hem vist totes les fases per formar l'equip de treball, sol·licitar suport institucional, fer una enquesta aprovada per tots els membres de l'equip i arregar els qüestionaris. Comentem, a continuació, diversos factors a tenir en compte en l'elaboració dels continguts de l'enquesta.

3.3. Llistat d'ítems

Les preguntes que conformen una enquesta són una traducció, en forma interrogativa, de les variables empíriques o indicadors respecte dels quals ens interessa obtenir informació per al nostre projecte. Les categories de les variables han de respondre igualment a les hipòtesis avançades per l'equip d'investigadors a l'inici de l'estudi, a mode de respostes probables de la qüestió a investigar. Per tant, és en les preguntes, en la seua capacitat per a suscitar respostes rellevants, fiables i vàlides on es troba el suport bàsic de la investigació mitjançant una enquesta.

Els principals criteris a tenir en consideració per a la redacció de les preguntes que conformen una enquesta són els següents [2]:

- Que les preguntes siguen rellevants per a la investigació.
- Que siguen breus i fàcils de comprendre.
- Que no usen paraules que comporten una reacció estereotipada.
- Que les preguntes no inflisquen en la resposta.
- Que no estiguen redactades de forma negativa.
- Que les preguntes no es referisquen a diverses qüestions al mateix temps.
- Que s'eviten preguntes que obliguen a fer càlculs mentals o recórrer a la memòria.
- Que es redacten les preguntes de forma directa.
- Que es faciliten respostes flexibles quan la pregunta siga delicada.
- Que no es formulen preguntes en les quals una de les seues respostes alternatives siga molt desitjable.

Respecte als tipus de preguntes que poden aparèixer en una enquesta, aquestes poden ser:

-Obertes: l'enquestat no té una llista d'opcions per respondre. Aquest és el cas de l'esborrany de l'enquesta enviat abans de la reunió constituent de l'equip: cada membre de l'equip pot formular suggeriments per millorar o completar el qüestionari.

-Tancades: per a cada pregunta hi ha una sèrie d'opcions que pot triar l'enquestat. Aquest és el model que proposem en la nostra enquesta (veure l'annex 5).

Per últim, hem de fer esment d'un tipus de preguntes anomenades *Preguntes de control* que serveixen per a contrastar la qualitat de la informació que obtenim. Serveixen tant per a assegurar la consistència com per a descobrir la falta de sinceritat.

Respecte al mètode per seleccionar el tipus de preguntes que farem en el qüestionari, cal seleccionar un conjunt de qüestions relacionades amb diversos aspectes d'un ítem; la selecció es realitza segons l'experiència de l'equip investigador en el tema a investigar. Nosaltres ens guiem per les directrius del Projecte Docent de l'assignatura FMAT.

Respecte a la valoració quantitativa de cada resposta els models més usuals són les escales de Likert amb una variació des de 2 a 6 punts, sent el més comú el de 5 punts. Se solen fer amb una escala lineal combinant en cada qüestió els judicis negatius i positius al 50%. En el cas de la enquesta feta en la EUAT nosaltres hem usat una escala Likert de 4 punts.

L'objectiu global de la nostra enquesta és estudiar la incidència dels continguts matemàtics corresponents a les assignatures que imparteix la nostra unitat docent en la resta d'assignatures que componen el currículum dels alumnes de la nostra titulació. En conseqüència, és lògic que l'elecció dels continguts matemàtics a avaluar la fem a partir dels continguts actuals que configuren el temari de l'assignatura. Per tant en l'enquesta que hem d'elaborar sempre farem el mateix tipus de pregunta, al voltant de les possibles característiques d'ús i aparició d'un concepte matemàtic. D'ací endavant a cada concepte matemàtic que apareix en l'enquesta l'anomenarem *ítem*. Així, el llistat de preguntes que configuren el qüestionari de l'enquesta l'anomenarem *llistat d'ítems*.

Els ítems matemàtics que incorporarem a l'enquesta seran aquells que, al nostre entendre, acomplisquen alguna de les característiques següents:

-Apareixen sovint, en usar-los tots sols o dins de procediments matemàtics.

-Són la base per a definir o entendre, molts conceptes de l'assignatura.

-En el programa actual li dediquem prou de temps (al voltant d'una hora)

-Tenen tradició

-Són descriptors de l'assignatura.

Per a denominar els continguts matemàtics usarem termes que, a priori, siguin compartits per la resta de professors de la carrera, evitant tecnicismes matemàtics, si escau (per exemple: és més clar preguntar sobre *Rectes i plans en l'espai*, que sobre *Varietats lineals en R^2*).

Una primera forma de triar ítems consisteix a agafar el títol del paràgraf de cada tema del temari. Serà convenient agrupar els ítems en blocs (Càlcul, Àlgebra, Mètodes Numèrics, Estadística, Lògica, Geometria, etc). Això afavorirà tant l'aspecte visual de l'enquesta com el fet d'omplir-la i el posterior processament i representació de les dades.

D'altra banda, cal limitar el nombre d'ítems de l'enquesta. Per experiència, sabem que una enquesta que tinga més de 100 ítems és percebuda com una gran càrrega a l'hora de contestar-la. Recomanem, per tant, que el nombre màxim d'ítems no supere els 125, i com a mínim que estiga al voltant dels 100 ítems. Una manera pràctica d'aconseguir això és començar fent un llistat amb més ítems, i després anar llevant ítems seguint els consells donats anteriorment.

Pel que fa a la retroalimentació de l'enquesta ja hem vist que primer enviem una enquesta esborrany, de manera que podem incloure els suggeriments de la resta de professors. Com que en un futur pròxim haurem de tornar a passar l'enquesta per tal d'investigar si els canvis introduïts han fet l'efecte esperat, en eixa futura enquesta inclourem tots aquells aspectes que detectem, durant l'evolució del projecte de Fitxes Docents, que són d'interès.

En principi, l'estudi sobre la influència de dues o més assignatures es pot fer de manera anàloga a l'exposada, però tenim el problema de la limitació dels ítems. Si volem qüestionar-nos la influència de n assignatures no podem fer una enquesta que tinga n centenars de preguntes, perquè serà molt difícil convèncer la resta de professors que col·laboren en omplir-la. Per tant, recomanem que l'enquesta se centre en una única assignatura, l'assignatura de matemàtiques (o qualsevol altra) de primer curs que tinga més crèdits i/o que afecte a un major nombre d'alumnes (per a assegurar un fort impacte de l'estudi sobre tot el centre educatiu). Ara bé, sempre podem incloure, amb una elecció detallada i acurada dels ítems, una avaluació sobre alguna altra assignatura obligatòria, optativa o de lliure elecció, que compartisca un gran nombre d'ítems amb l'assignatura de primer curs, de manera que posant com a molt 125 ítems puguem englobar-les a totes dues. En qualsevol cas, amb l'experiència i conclusions obtingudes amb l'enquesta actual, podem dissenyar millor, en el futur, una enquesta orientada a d'altres assignatures (obligatòries, optatives o de lliure elecció).

En ocasions, pot ocórrer que una mateixa unitat docent s'encarregue d'impartir assignatures en centres docents diferents. En aquests casos els professors interessats podrien o bé intervindre en projectes de diverses escoles simultàniament, o bé dedicar-s'hi al centre docent amb el qual tinguen més relacions socials, de manera que puguem optimitzar el procés de passe de l'enquesta.

Potser algun membre de la Unitat Docent de Matemàtiques no estiga convençut de la tria d'ítems realitzada, i pense que falta algun contingut, o que en sobra, o que no està ben expressat. Per això és útil disposar d'alguna llista de continguts que siga acceptada per la comunitat matemàtica internacional. Amb aquest propòsit podem usar la classificació feta per la American Mathematical Society, (l'anomenada Mathematical Subject Classification 2000 o *MSC-2000*), ja que és usada per les oficines editorials de *Mathematical Review* i de *Zentralblatt MATH* a l'hora de classificar els ítems matemàtics de què parlen els articles d'investigació. Es pot trobar a la pàgina www.ams.org/msc/.

Respecte a les dimensions que avaluarem sobre cada ítem, seguirem el següent:

Per tal de determinar si un ítem matemàtic apareix molt o poc, preguntarem sobre la freqüència d'aparició d'aquest ítem en la seua assignatura.

Per tal de determinar si un ítem en particular és usat o requerit per alguna assignatura, preguntarem sobre la importància que té aquest ítem en l'assignatura a la qual pertany el professor que respon l'enquesta. Aquest àmbit ens servirà per a discriminar ítems.

Per últim, per a determinar si un concepte matemàtic ja està assolit per l'alumne, preguntarem sobre el nivell de coneixements previs que els alumnes tenen sobre l'ítem en qüestió en començar l'assignatura qüestionada.

Per a determinar en quin quadrimestre o en quin mes apareix un ítem, preguntarem sobre la seua temporalització.

Com a activitat a realitzar pels professors assistents al taller, es proposa la realització d'un llistat provisional d'ítems adaptat a cada assignatura. En l'annex 6 presentem el llistat d'ítems usats en el nostre projecte dut a terme en la EUAT.

4- Presentació dels resultats de l'enquesta i procés per a extraure conclusions.

En aquesta part del taller, presentem les diferents taules i gràfiques realitzades i proposem activitats per discutir llur conveniència, utilitat i millora, si escau. Tots els exemples provenen de l'estudi realitzat a l'EUAT de la UPV.

Cal destacar les taules de resultats següents:

1. Taula per cada curs amb el nombre de professors/es que contesten l'enquesta en cada assignatura.
2. Diagrama de barres per assignatura: abscisses: els tres àmbits qüestionats dels ítems que empren. Ordenades: mitjana de respostes.
3. Taula per cada curs amb el nombre d'ítems emprats per cada assignatura.
4. Taula amb la correspondència entre els ítems (files) i respostes de totes les assignatures (columnes) en els àmbits freqüència i importància.
5. Full resum per cada ítem amb els valors dels paràmetres estadístics i la representació percentual de les respostes en cinc diagrames circulars dels diversos àmbits.
6. Gràfic per cada ítem amb la proporció d'aparició en cada curs.

En la segona part de l'exposició, presentem el procediment d'extracció de conclusions. Per tal de fer això, primer definim i calculem diversos paràmetres estadístics sobre les dades de cada ítem. També definim i calculem diverses maneres d'agrupar els ítems segons els valors d'aquests paràmetres. Un aspecte important es la distinció entre ítem bàsic, imprescindible per seguir l'assignatura, i ítem específic, ítem que apareix en el programa d'una altra assignatura.

Així mateix, fem una anàlisi, ítem a ítem, dels valors de tots els paràmetres estadístics i els relacionem amb els altres ítems. De l'anàlisi global, tenim arguments per concloure

en l'assignatura estudiada la selecció (aparició o desaparició d'algun ítem), profunditat (si cal remarcar o donar menys importància a un ítem o deixar-lo com està), temporalització (modificació o no del temps dedicat a un ítem) i seqüenciació (modificació o no del moment d'aparició d'un ítem, considerant sempre la coherència de l'assignatura).

Una vegada explicada la manera d'extraure conclusions, plantegem una activitat centrada en l'extracció de conclusions sobre grups d'ítems a partir dels valors de l'estudi de l'assignatura FMAT en la EUAT de la UPV.

Aquesta fase d'anàlisi de resultats és molt dependent del tipus particular de centre, de les titulacions que depenen de la unitat docent, del nombre d'assignatures implicades, etc. En l'actualitat estem treballant en el desenvolupament d'una estratègia extrapolable a diverses assignatures i tipus de centres, per tal d'oferir una eina eficaç d'estudi de la incidència de diverses assignatures sobre el currículum de qualsevol titulació. Aquestes investigacions seran publicades pròximament.

Conclusions

En aquesta comunicació presentem un taller sobre l'estudi de la incidència de les matemàtiques en el currículum universitari. Les conclusions del taller són les següents:

Amb la realització de l'enquesta presentada, i el seu posterior processament, es podran millorar els aspectes següents:

- La motivació i la imatge de l'assignatura.
- La docència de l'assignatura.
- L'adaptació al pla d'estudis.
- La formació dels alumnes.
- L'aprofitament del temps d'estudi dels alumnes.
- La relació amb la resta d'assignatures.
- La capacitat per a proposar assignatures més específiques de la carrera.

Respecte a les dificultats per a posar en funcionament el projecte, destaquem:

- El projecte està poc valorat.
- Manca de tradició de projectes semblants.
- Caldrà motivar al professorat implicat.
- Els resultats del projecte no són immediats.

En resum, podem concloure que el projecte presentat en el taller és:

- Interessant i necessari.
- Requereix un alt grau de participació i treball.
- Té, fins ara, un impacte local (EUAT-UPV), però és extrapolable.

Agraïments:

Volem agrair el suport de l'ICE de la UPV i de la direcció del Departament de Matemàtica Aplicada en el desenvolupament d'aquest taller. Així mateix agraïm les contribucions fetes pels professors i professores assistents al mateix.

Annex 1: Programa del Taller

1r dia.

9:00h a 11:00h Introducció al Taller. Definició del problema.

Activitats a realitzar: reflexions i debat sobre la relació de les assignatures de matemàtiques amb la resta d'assignatures del currículum en les nostres escoles.

11:00h a 11:30h Cafè

11:30h a 14:30h Detecció de les dificultats i tècniques de superació. Aspectes metodològics a tenir en compte per a dissenyar i passar una enquesta sobre la incidència de les matemàtiques. Una proposta d'enquesta.

2n dia.

9:00h a 11:00h Factors a considerar en l'elaboració del llistat d'ítems.

Activitats a realitzar: debat i confecció d'un llistat provisional d'ítems adaptat a cada Escola.

11:00h a 11:30h Cafè

11:30h a 14:30h Discussió sobre els àmbits a considerar en l'enquesta: freqüència, importància, nivell de coneixements previs i temporalitat. Informació que podem extraure de cada àmbit.

3r dia.

9:00h a 11:00h Anàlisi i processament de les dades. Distribució d'ítems. Vectors de resultats. Taules. Exemples.

11:00h a 11:30h Cafè

11:30h a 14:30h Conclusions del taller. Difusió i publicacions dels resultats. Desenvolupaments futurs. Fitxes docents.

Annex 2: Circular del director/directora del centre per motivar la participació en el projecte d'innovació docent.

Estimats companys i companyes:

D'acord amb els suggeriments institucionals (projecte Europa, Innovació docent, informes d'autoavaluació dels centres, etc) per a la millora de la qualitat de la docència, aquesta Escola/Facultat va a participar en un projecte d'Innovació Docent amb l'objectiu fonamental d'apropar les matemàtiques a les necessitats del currículum de la nostra titulació i al seu món professional, armonitzant el seu caràcter aplicat amb els seus valors culturals i formatius

La posada en marxa d'aquest projecte en el nostre Centre es realitzarà a través de dues vies. La primera, mitjançant la tramitació d'un Projecte d'Innovació Docent de la nostra universitat (en el nostre cas: un AME1. En cada Centre caldrà fer esment a un tipus de projecte de caire universitari, comarcal, autonòmic o estatal que dona suport al projecte) titulat *Estudi de la incidència de l'assignatura de Matemàtiques en el currículum de ...*, coordinat per la Unitat Docent de Matemàtiques. La segona, l'assessorament tècnic d'un equip de professors que ja han experimentat aquest projecte en el seu propi centre.

Una de les activitats més important del projecte consisteix a recollir informació, el més significativa i exhaustiva possible, sobre els aspectes matemàtics que fonamenten el currículum de la nostra titulació, sent en aquest punt on necessitem la teua col·laboració.

Aquesta important aportació que et sol·licite, com a director/a del Centre, consisteix en la complimentació d'una enquesta que estem elaborant amb la Unitat Docent de Matemàtiques. Pròximament rebràs un primer esborrany de la mateixa per tal que pugues opinar sobre el seu contingut.

Així mateix és precís que cada assignatura estiga representada al menys per un professor/professora, que coordine les activitats en la seua àrea de coneixement. Tal professor/professora figurarà com a membre titular del Projecte d'Innovació Docent i tindrà opció a participar en les publicacions docents que es generen.

Per tal de gestionar la petició del Projecte d'una manera ràpida, us demane que m'envieu el nom de la persona o persones representantes de la vostra assignatura el més aviat possible, com a molt tard el dia

Ben atentament.

Annex 3: Circular del director/directora provisional del projecte.

Estimats companys i companyes,

Com a director/directora del projecte *Estudi de la incidència de l'assignatura de Matemàtiques en el currículum de ...*, actualment en formació com ja saps per la circular del director/directora del Centre, vull agrair-te el teu interès a participar en el mateix, ja que en cas d'aconseguir el seu objectiu global suposarà una important millora en la coordinació dels programes de les nostres assignatures.

Els objectius més importants del projecte són els següents:

(ací exposaríem els objectius que ja hem comentat en la introducció d'aquesta comunicació, i les fase del mateix, que presentem en l'apartat 3.2)

D'altra banda, considere important realitzar una primera reunió amb l'objectiu d'encetar la nostra col·laboració com a equip de treball, intercanviant impressions sobre el projecte i preparant les primeres fases. Per tal de concretar la data d'aquesta reunió us enviarem un qüestionari per correu intern per fixar una data que siga adequada per a tots els membres del projecte.

Ben atentament.

Annex 4: Convocatòria de la reunió constituent del projecte.

Estimat company/companya

Com a membre del projecte d'Innovació Docent ...t'informe que la reunió constituent del mateix tindrà lloc el dia...en ... amb l'ordre del dia següent:

1. Informe del director provisional del projecte.
2. Suggeriments sobre els objectius i fases del projecte.
3. Suggeriments sobre l'esborrany de l'enquesta.
4. Suggeriments sobre les instruccions per omplir l'enquesta.
5. Suggeriments sobre el procés d'enviament dels qüestionaris i la recollida de dades.
6. Debat sobre com assegurar un alt nivell de contestació i representativitat dels qüestionaris.
7. Debat sobre les responsabilitats que accepten els membres del projecte.
8. Estudi, i aprovació en el seu cas, del formulari (petició de suport institucional) del projecte.
9. Precs i qüestions.

Material que s'adjunta: Formulari provisional del projecte, Esborrany de l'enquesta i instruccions per omplir-la.

Annex 5: Model d'enquesta usada en la EUAT.

**ENCUESTA SOBRE LA INCIDENCIA DE LAS MATEMÁTICAS
EN EL CURRÍCULUM DE LA CARRERA DE ARQUITECTO TÉCNICO**

ASIGNATURA: _____ CUMPLIMENTADA INDIVIDUALMENTE: _____ CURSO: _____
 CUMPLIMENTADA EN EQUIPO: _____ N° de PROFESORES: _____

ÁMBITOS A EVALUAR

CONTENIDOS MATEMÁTICOS A EVALUAR	FRECUENCIA				IMPORTANCIA				NIVEL DE CONOCIMIENTOS PREVIOS				TEMPORALIDAD												
	No aparece	Poco frecuente	A menudo	En todos los temas	Poco importante	Importante	Muy importante	Imprescindible	Muy deficiente	Deficiente	Bueno	Muy bueno	septiembre	octubre	noviembre	diciembre	enero	febrero	marzo	abril	mayo				
A) CONJUNTOS NUMÉRICOS																									
1 Enteros y fraccionarios	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4													
2 Teoría de proporcionalidad																									
3 Números reales																									
4 Error de un número real																									
5 Números complejos																									
6 Sucesiones de números reales																									
B) FUNCIONES ELEMENTALES EXPLÍCITAS, TRIGONOMETRÍA																									
7 Funciones polinómicas	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY
8 Funciones trigonométricas																									
9 Funciones hipérbolicas																									
10 Funciones logarítmicas																									
11 Funciones exponenciales																									
12 Funciones racionales																									

Annex6: Llistat d'ítems usat en la EUAT.

	CONJUNTS NUMÈRICS
1	Enters i fraccionaris
2	Teoria de proporcionalitat
3	Nombres reals
4	Error d'un nombre real
5	Nombress complexos
6	Sucesions de nombres reals

	FUNCIONS ELEMENTALS EXPLÍCITES, TRIGONOMETRIA
7	Funcions polinòmiques
8	Funcions trigonomètriques
9	Funcions hiperbòliques
10	Funcions logarítmiques
11	Funcions exponencials
12	Funcions racionals
13	Funcions irracionals
14	Trigonometria plana

	FUNCIONS ELEMENTALS IMPLÍCITES
15	Rectes i plans en el pla i l'espai
16	Circumferències
17	El·lipses
18	Hipèrboles
19	Paràboles
20	Esferes
21	Hiperboloides
22	Paraboloides
23	Representació gràfica de funcions en dos o tres dimensions

	TIPUS DE COORDENADES
24	Coordenades cartesianes
25	Coordenades polars
26	Coordenades cilíndriques
27	Coordenades paramètriques
28	Coordenades esfèriques

	RESOLUCIÓ D'EQUACIONS I OPTIMITZACIÓ
29	Resolució de sistemes lineals
30	Programació lineal
31	Derivada d'una funció d'una o múltiples variables
32	Problemes no lineals d'optimització
33	Resolució d'equacions o de sistemes no lineals
34	Problemes d'interpolació polinomial

	MATRIUS
35	Matriu identitat
36	Matriu triangular
37	Matriu diagonal
38	Matriu inversa

39	Matriu pseudoinversa
40	Matriu simètrica
41	Matriu transposada
42	Matrius equivalents
43	Matrius de Markov
44	Matrius ortogonals
45	Suma de matrius
46	Producte de matrius
47	Determinant d'una matriu
48	Descomposició d'una matriu en producte de matrius
49	Diagonalització de matrius
50	Formes i tensors

	VECTORS
51	Coordenades d'un vector respecte de la base canònica
52	Respecte d'una altra base qualsevol
53	Construcció d'una base ortogonal
54	Suma de vectors
55	Descomposició d'un vector en suma de vectors
56	Norma d'un vector
57	Producte vectorial i escalar
58	Distància entre dos vectors
59	Angle entre dos vectors
60	Vectors ortogonals
61	Espai perpendicular a un vector
62	Camps vectorials

	INTEGRACIÓ EN UNA O MÚLTIPLES VARIABLES
63	Càlcul de primitives
64	Càlcul de longituds
65	Càlcul d'àrees
66	Càlcul de volums
67	Aplicacions de la integral a la Mecànica
68	Integració sobre corbes, superfícies o volums
69	Teoremes de Green, de la Divergència i de Stokes

	EL PLA I L'ESPAI EUCLIDIÀ
70	Distàncies
71	Angles
72	Perpendicularitat
73	Posició de rectes i plans
74	Producte mixt, àrees i volúms
75	Projeccions
76	Girs
77	Simetries
78	Translacions

	EQUACIONS DIFERENCIALS I EN DERIVADES PARCIALES
79	Lineals
80	No lineals

81	Solucions en desenvolupament en sèrie
----	---------------------------------------

96	Correlació de dues variables aleatòries
----	---

ESTADÍSTICA I PROBABILITAT	
82	Successos aleatoris i els seus tipus
83	Càlcul de probabilitats d'un succés aleatori
84	Variabls aleatòries
85	Funcions de distribució i de densitat d'una o múltiples variables aleatòries
86	Distribucions discretes
87	Distribució binomial i de Pascal
88	Distribució hipergeomètrica
89	Distribució de Poisson
90	Distribució normal
91	Distribucions beta i gamma
92	Distribució exponencial negativa
93	Distribució ji-quadrat
94	Esperança d'una variable aleatòria
95	Desviació típica

ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA	
97	Freqüència
98	Mitjana
99	Dispersió o variància
100	Desviació típica
101	Mediana
102	Moda
103	Taules

TEORIA DE GRAFS	
104	Teoria de grafs

Referències

- [1] Aliaga Abad, Francisco, i Suárez Rodríguez, Jesús. *Metodologia de la investigació educativa: tendències actuals*. Curs de l'ICE de la Universitat Politècnica de València. 17-19 d'abril de 2002.
- [2] Ballester, Lluís. *Bases Metodològiques de la Investigació Educativa*. Universitat de les Illes Balears. Col·lecció materials didàctics, 86. 2001.
- [3] Cebrián de la Serna, Manuel. *La didáctica, El currículum, los medios y los recursos didácticos*. Secretariado de publicaciones de la Universidad de Málaga. 1992.
- [4] Espín López, Julia Victoria i Rodríguez Lajo, Mercedes. *L'avaluació dels aprenentatges a la universitat*. Publicacions de la Universitat de Barcelona. 1993.
- [5] Laffite i Figueras, Rosa M. *La planificació de la docència universitària*. Publicacions de la Universitat de Barcelona. 1993.
- [6] Moreno, J. Pedroche, F. i Fullana, M.J. Sobre la influència de les matemàtiques en el currículum de la carrera d'Arquitectura Tècnica. En *Segones Jornades d'Innovació Docent: L'Ensenyament de les Matemàtiques i el Projecte Europa*. Esteban, R., Pérez, J, i Villanueva, R.J. Editors, pp. 193-204. Departament de Matemàtica Aplicada. Servei de Publicacions de la Universitat Politècnica de València. 2001.
- [7] Pont Barceló, Esteban. *Formación y evaluación para el ejercicio profesional: criterios para la programación y evaluación de las asignaturas*. Curs de l'ICE de la Universitat Politècnica de València. 20-21 de gener de 1997.
- [8] Zabalza, Miguel, *Diseño y desarrollo del currículum universitario*. Curs de l'ICE de la Universitat Politècnica de València. 25-26 de març de 1999.