

# Metodologia docent per a una assignatura de matemàtiques de la UOC basada en un ensenyament / aprenentatge actiu

ALBERT GRAS MARTÍ, MARISA CANO VILLALBA

*Departament de Física Aplicada, Universitat d'Alacant*

TERESA SANCHO VINUESA

*Estudis d'Informàtica, Multimèdia i Telecomunicació, UOC*

## RESUM

Hem redissenyat una assignatura de matemàtiques per a l'Enginyeria Tècnica de Telecomunicació de la UOC tenint en compte el marc de l'Espai Europeu d'Educació Superior. La proposta docent es basa en una metodologia de treball actiu a l'aula, que millora diversos aspectes del procés d'ensenyament/aprenentatge tradicional. Els elements del model s'han desenvolupat al llarg dels darrers 20 anys per grups de recerca que fan docència presencial de matèries científiques a nivell universitari.

Les tasques s'organitzen en un programa-guia de treball que orienta les actuacions de l'alumne i del professor o professora. Els continguts temàtics així com la seva seqüenciació obeeixen a criteris d'aprofitament i d'aprenentatge de l'alumnat, en un context que els sigui significatiu, i no a criteris acadèmics convencionals. Les activitats proposades són de diversos tipus (exploració, aprofundiment, aplicació, síntesi, etc.) i menen a una discussió en grup guiada pel professor/a.

En aquesta comunicació presentarem elements d'aquesta metodologia docent i farem una anàlisi preliminar de les possibilitats de ser transferida a entorns educatius virtuals com el de la UOC. També donarem exemples d'activitats concretes que inclou el programa-guia.

## PARAULES CLAU

Disseny de materials, aprenentatge actiu, programa-guia d'activitats, recerca en l'ensenyament de les matemàtiques.

## INTRODUCCIÓ: RENOVACIÓ DIDÀCTICA A LA UNIVERSITAT

La implantació del sistema de crèdits europeu porta, inevitablement, a la renovació didàctica de l'ensenyament superior. Afortunadament, la recerca en l'àrea de coneixement anomenada Didàctica de les Matemàtiques es troba en la seva maduresa. Discutirem alguns factors que condueixen a aquesta renovació de mètodes i de materials docents; mostrarem exemples on ja s'estan produint

algunes actuacions, descriurem breument casos concrets de renovació a l'aula així com alguns resultats.

Començarem per fer una ullada ràpida a la situació actual de l'ensenyament de les matemàtiques a les enginyeries a la UOC, i comentarem algunes eines que hem fet servir en altres contextos per fer un millor procés d'E/A (ensenyament/aprenentatge). Sobre la base d'aquestes experiències i dels resultats de la recerca en didàctica, discutirem les línies generals d'una proposta de renovació que es durà a terme en breu.

## 1. SITUACIÓ DE PARTIDA

La Universitat Oberta de Catalunya -UOC- neix l'any 1995 amb el propòsit d'oferir estudis universitaris a distància en català. En aquest primer curs de la seva existència comença amb el segon cicle de Psicopedagogia i la Diplomatura de Ciències Empresarials i, progressivament, amplia la seva oferta a altres estudis universitaris. A banda dels estudis preuniversitaris, actualment hi ha 23 programes oficials, formació de postgrau i extensió universitària.

A la UOC, la relació entre l'estudiant i la universitat s'estableix mitjançant el Campus Virtual, un entorn de comunicació basat en Internet. El Campus Virtual permet la comunicació entre estudiants, professorat i administració de la pròpia universitat, mitjançant un ordinador personal convencional connectat a Internet. Així doncs, la presencialitat de l'estudiant a la universitat és pràcticament inexistent.

La UOC ofereix les enginyeries en informàtica des del 1997 i aquest curs 2005-2006 s'ha posat en marxa la de telecomunicació, especialitat en telemàtica. Els resultats acadèmics als diferents programes indiquen que, efectivament, el procés d'ensenyament i aprenentatge no és fàcil, en particular, en assignatures de matemàtiques: els coneixements previs són sovint insuficients, els continguts són de difícil comprensió pels estudiants i el grau de motivació és baix. Cal fer un esforç per suavitzar aquests condicionants i garantir que, finalment, els estudiants assoleixen les competències necessàries per desenvolupar satisfactòriament la seva activitat professional.

Primer mostrarem la situació de partida en una assignatura concreta, i l'experiència que tenim en innovació educativa principalment en l'entorn presencial, amb una ressenya breu d'algunes eines que hem posat a prova. Tot seguit comentarem una proposta alternativa per a l'E/A de l'assignatura següent, i el model en què es basa la proposta.

Matemàtiques I, assignatura troncal de l'Enginyeria Tècnica de Telecomunicació, ha de proporcionar als estudiants les competències necessàries per assolir els objectius fixats en altres matèries del pla d'estudis de la titulació. A partir dels coneixements i habilitats matemàtiques que, en principi, un estudiant té en acabar el batxillerat o un mòdul professional equivalent, s'aprofundeix en els conceptes

bàsics de l'àlgebra lineal i del càlcul infinitesimal. És una assignatura de primer semestre on, tot i que es planteja l'aprenentatge des d'una perspectiva pràctica i instrumental, les dificultats dels estudiants per seguir la planificació prevista són considerables. La metodologia de treball que es proposa consisteix tradicionalment en l'estudi d'uns continguts i la realització sistemàtica d'exercicis i problemes, a partir d'una guia d'estudi que, setmana a setmana, concreta i detalla l'activitat recomanada per al període corresponent. L'estructuració dels continguts i dels exercicis és, però, de caire tradicional.

El semestre recent s'ha plantejat un seguiment de l'aprenentatge mitjançant l'avaluació continuada (AC), a través del lliurament d'exercicis que permeten que l'estudiant treballi a un ritme regular i que el professorat pugui fer un seguiment acurat del seu ritme de progrés. Així, el model d'avaluació d'aquesta assignatura contempla la possibilitat que l'alumnat aprovi per curs amb una prova de validació al final que permeti certificar l'autoria de l'activitat realitzada durant el curs. S'ha constatat que qui ha fet una avaluació continuada irregular o amb resultats insuficients no ha superat la prova de validació. De fet, el 55% de l'alumnat ha seguit l'AC, el 50% l'ha superada i el 35% ha aprovat l'assignatura. Els resultats d'aquesta prova han posat de manifest que gran part de l'alumnat no ha assolit els objectius fixats.

Aquest fet ens ha portat a revisar el sistema d'avaluació de l'assignatura així com l'estratègia docent i el disseny dels recursos d'aprenentatge. Mitjançant una proposta com la que presentem aquí no només tindrem una manera de certificar que els estudiants han assolit els objectius sinó també que tenen els estímuls suficients per realitzar aquelles activitats que els porten necessàriament a aprendre.

## **2. EXPERIÈNCIA EN INNOVACIÓ DOCENT**

En la modalitat d'E/A presencial, principalment, els nostres esforços en la recerca i innovació didàctica han estat centrats en l'anàlisi de tres aspectes del procés:

- A) Prerequisits (coneixements previs dels alumnes).
- B) Continguts de les matèries i relacions entre elles.
- C) Metodologies docents implícites o explícites.

En l'espai breu de què disposem només parlarem dels aspectes més rellevants: els llenguatges de la ciència, que cal tenir presents i treballar exhaustivament amb l'alumnat, les implicacions del sistema d'ECTS per a l'aprenentatge autònom, i algunes diferències que es troben entre les modalitats d'E/A presencial, semipresencial i no presencial. Finalment, comentarem alguns dels instruments docents que hem posat a prova.

## 2.1. Els llenguatges de la ciència

Com es mostra en la fig.1, l'aprenentatge de coneixements científicotècnics per part de l'alumnat passa per l'adquisició de la capacitat per a descriure els fenòmens o processos d'interès fent servir simultàniament diversos tipus de llenguatges o descripcions (Juan et al., 2003):

- el llenguatge icònic, que emprava diagrames per a mostrar de manera esquemàtica com varia una magnitud en funció d'altres (temps, posició, etc.);
- la descripció tabular, que arreplega de manera ordenada els valors de les magnituds corresponents;
- el llenguatge gràfic, que consisteix a representar en un eixos de coordenades la variació d'una magnitud en termes d'una variable determinada;
- la representació verbal, que és la narració del fenomen mitjançant termes més o menys tècnics;
- el llenguatge algebraic, que cerca trobar equacions que relacionen les magnituds investigades.

S'ha de fer èmfasi en aquestes relacions, contextualitzades en el procés d'E/A.

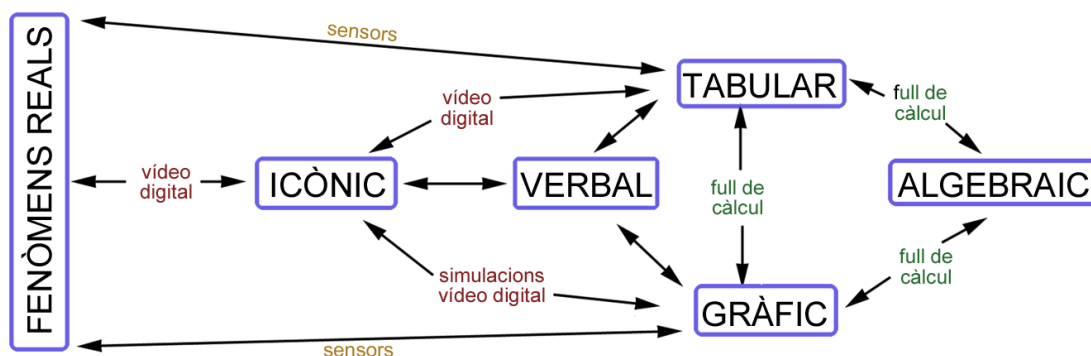


Fig. 1: Interrelació entre llenguatges de representació científica i instrumentació de recollida de dades (sensors i vídeo), per a la modelització i l'anàlisi d'observacions de fenòmens físics.

## 2.2. ECTS i aprenentatge autònom

Tenim elements i informació que ens impulsen a l'acció i a la renovació didàctica. Per exemple, pel que fa als objectius dels ECTS mostrats en la taula 1, la situació actual està ben lluny de la ideal.

En el nou sistema de crèdits europeus hi ha un desplaçament clar cap a l'explicitació, quantificació i avaluació del treball de l'estudiant. Per exemple, es pot traduir a taules i a d'altres valoracions qualitatives i quantitatives el resultat de les activitats de l'alumnat i, especialment, de les anomenades "altres activitats":

- exercicis per a fer a casa,

- treballs en grup,
- interaccions virtuals, etc.

Capacitat	Però en realitat...
Demostrar competències per a tasques col·laboratives	No es fomenta el treball de l'alumnat en equip, llevat de les pràctiques de laboratori (en assignatures experimentals), que es fan en equips de dues persones.
Demostrar compromís amb el treball	Hem observat que hi ha un compromís gairebé inexistent en el 80% de l'alumnat, com es conclou de l'observació d'actituds, de l'anàlisi de treballs lliurats o d'activitats fetes quan es plantegen de manera opcional.

Taula 1: Objectius que segons els criteris europeus ha d'adquirir l'alumne en acabar el programa d'estudi, com a resultat de l'aprenentatge (interpersonal)

En el nou enfocament de l'assignatura hem de tenir en compte aquestos resultats.

### 2.3. Modalitats d'E/A presencial, semipresencial i no presencial (P-NP-SP)

Hem fet una comparació entre les diferents modalitats d'ensenyament (presencial, semipresencial i no presencial) que es pot resumir en els apartats següents:

- Nivells de definició i d'exigència: la valoració que fa l'alumnat del ritme de treball i de la satisfacció personal amb els resultats obtinguts millora en passar de la modalitat P a SP i a NP.
- Proximitat professor-alumne: en general, l'alumnat aprecia la major comunicació que hi ha en cursos en línia que en cursos presencials tradicionals, gràcies als debats i a les tutories.
- Grau d'abandonament del curs: els factors d'absència de desplaçament i la llibertat d'horari de treball de les opcions SP i NP influeixen en el fet que sigui clarament major l'abandonament en el cas dels cursos P.
- Motivació: el tutor en línia ha de plantejar qüestions i debats que enganxin els estudiants, que promoguin l'aprenentatge actiu i la sensació de pertinença a un grup.
- Horaris de treball: són molt més flexibles en un curs NP, especialment el temps que s'inverteix en desplaçaments es pot aprofitar per estudiar els materials.

### 2.4. Instruments docents

El quadre adjunt (taula 2), mostra algunes de les eines docents que hem posat a prova al llarg de diversos cursos, i que es poden tenir en compte a l'hora de transferir la metodologia presencial al format no presencial.

Instrument	Objectius	Procediment
Incorporació d'applets (miniaplicacions).	Aprofundiment en la comprensió conceptual.	S'han elaborat programes-guia del treball que han de fer els alumnes de manera periòdica.
Quiz ("Interrogants" o preguntes molt breus).	Incentivar l'assistència a classe, l'atenció de l'alumne, i la preparació prèvia del temes.	Es posen cada dia a la pissarra en començar la classe; els alumnes les fan en 3-5'.
Exàmens mensuals del tipus de resposta múltiple (comentada).	Incentivar l'estudi acumulatiu (els exàmens no "eliminen matèria").	Es fa un examen cada mes durant l'hora de classe o es penja en el Campus Virtual (CV).
Tests d'opinió i de coneixements.	Esbrinar l'opinió dels alumnes sobre hàbits i actituds, i veure'n els coneixements sobre continguts	Es passa un test en diversos moments del curs.
Comunicacions asíncrones (TIC).	Augmentar la cohesió i la participació dels alumnes. Fomentar les tutories en línia i, de rebot, les presencials.	Incentivar-ne l'ús via el CV.
Repàs 1r quadrimestre.	Afavorir que aprofiten millor el 2n quadrimestre.	Tests en el CV sobre els continguts del primer quadrimestre.
Tests de prerequisits en el CV.	Repàs de coneixements necessaris.	Un test cada quinzena en el CV.
Enquestes d'estudi diari i de maneig de bibliografia	Obtenir informació de cara la implantació dels ETCS.	Enquesta setmanal al principi, i quinzenal després.
Laboratori actiu, basat en un programa-guia d'activitats.	Provar una metodologia més activa en els laboratoris.	Fer grups de treball i reelaborar els materials didàctics.
Fulls d'exercicis personalitzats basats en programes informàtics.	Estimular el treball regular de l'assignatura.	Enunciats de problemes, sense dades, que l'alumne personalitza i fa càlculs concrets. Correcció individualitzada.
Curs 0	Abordar la complicada problemàtica que ens trobem en primer curs.	Discutir el problema amb la resta del professorat del curs i fer un disseny a nivell de Centre.

Taula 2: Alguns instruments didàctics explorats en docència, bàsicament en format presencial.

### 3. RENOVACIÓ EN L'ENSENYAMENT DE LES MATEMÀTIQUES A LA UNIVERSITAT

L'ensenyament de les Matemàtiques a la Universitat està actualment en un procés de desenvolupament i canvi en tot el món (English, 2002). Aquest procés de qüestionament i renovació es deu, en part, a les evidències aportades per la recerca sobre el fracàs generalitzat dels estudiants en l'aprenentatge d'aquesta matèria, i sobre la insuficiència dels "cursos tradicionals" del primer cicle de Universitat per a permetre a l'estudiantat una comprensió dels conceptes bàsics.

D'altra banda, les limitacions en què es desenvolupa l'ensenyament de matemàtiques a les carreres d'Enginyeria -la reducció del nombre de crèdits de matemàtiques, la difícil coordinació entre assignatures, etc.- fan molt difícil la

superació d'aquestes carències durant el primer curs universitari. Cal fer, també, una revisió crítica de les estratègies habituals utilitzades a l'aula, basades generalment en la idea ingènua que ensenyar és transmetre coneixements i que una bona transmissió dels coneixements implica un bon aprenentatge (Gil et al, 1991).

I, com hem dit abans, l'actual procés de convergència europea obliga a que els cursos a la Universitat no siguin com els tradicionals, on el principal objectiu és donar a l'estudiantat una informació competent sobre el cos teòric de la disciplina, pertinent, així com el més clara possible. Es considera en menor mesura com adquireixen els estudiants aquesta informació i què significa l'aprenentatge. El canvi de què parlem, per tant, no es redueix als continguts del programa, ni tan sols a la manera "d'ensenyar", sinó que ha de contemplar canvis que possibilitin el desenvolupament de competències importants, com ara destreses que capaciten per a resoldre problemes i per treballar en equip. Tanmateix, els programes de les disciplines bàsiques universitàries no estan pensats amb aquesta finalitat.

### **3.1. Orientacions per a una renovació**

Proposem nous continguts en els programes de matemàtiques que afecten els conceptes, els procediments i les actituds, basats en la resposta de la recerca didàctica a qüestions com les següents:

- Identificació de problemes de tipus didàctic i anàlisi de possibles causes: dificultats especials d'aprenentatge de determinats aspectes de la matèria, mancances o deficiències en la formació de l'alumnat després de la superació d'un curs.
- Característiques de l'ensenyament en matèries universitàries que afavoreixen un millor aprenentatge: identificació de característiques d'un ensenyament de qualitat i formes alternatives de posar en pràctica aspectes bàsics de l'ensenyament, com ara l'avaluació, la resolució de problemes o l'estructuració dels temes.

### **3.2. Nous materials i noves maneres d'ensenyar i d'aprendre**

La contextualització de la nostra proposta en una Universitat virtual com la UOC té en compte que ja es parteix d'un model pedagògic centrat en l'estudiant (Sangrà 2002). Tanmateix, cal fer una adaptació més concreta a les assignatures de matemàtiques per a les enginyeries.

Ja comença a haver-hi materials, de nivell universitari, que tenen en compte els resultats de la recerca didàctica. Els textos d'electromagnetisme de Chabay i Sherwood, (1999) i els de Guisasola et al. (2000) per a carreres d'enginyeria, en són un exemple. Diversos grups de docents universitaris han adquirit experiència en fer classes amb una metodologia poc coneguda en l'ambient universitari: el Mètode d'Ensenyament per Investigació Orientada (Guisasola i Pérez de Eulate, 2001). Una de les característiques d'aquest mètode és la distribució de l'alumnat en grups de treball. El professor o professora orienta els i les seves alumnes en el procés d'E/A

mitjançant un programa-guia d'activitats. Se'ls plantegen activitats que han de discutir en grup durant uns minuts; després, es posen en comú els resultats dels grups i es genera una discussió col·lectiva sota la direcció del professor/a, que clarifica i orienta a partir de les respostes i (re)dirigeix l'alumnat en el procés d'aprenentatge. La classe és totalment activa. El mètode és, però, presencial. El repte que ens plantegem és traslladar aquest mètode docent al format d'E/A no presencial de la UOC.

En particular, la resolució d'exercicis i problemes és un aspecte que cal reformular. En l'E/A de matemàtiques se sol dedicar una part important del temps disponible a l'aula i fora d'aquesta a la resolució de problemes. Aquesta activitat es considera tant un mitjà d'aprenentatge com un instrument d'avaluació. Tanmateix, resulta preocupant que aquesta activitat sigui una causa persistent de fracàs i d'abandonament quan els alumnes s'enfronten a un problema que se separa, fins i tot lleugerament, dels fets a classe. Es fa necessari un replantejament profund de com ensenyem a resoldre exercicis als nostres alumnes.

En lloc de facilitar llistats d'exercicis per a fer mecànicament, i amb les solucions per a comparar, és millor fer-ne pocs i ben treballats (per tal que agafen la metodologia de plantejament, emissió d'hipòtesis, resolució, discussió final), i exigir aquesta metodologia en els exercicis resolts que lliuren. Així, es faran activitats amb significat.

### 3.3. Model d'ensenyament/aprenentatge

En lloc del model tradicional d'E/A que comença amb un impuls fort però perd gas i s'esllangueix (fig.2a) i els conceptes i les eines matemàtiques apareixen inesperadament de forma aïllada, proposem un model d'E/A progressiu-cíclic, on els conceptes importants es reveuen constantment en un *in crescendo* que respongui a uns objectius d'aprenentatge determinats i faciliti l'aprenentatge significatiu, fig.2b.

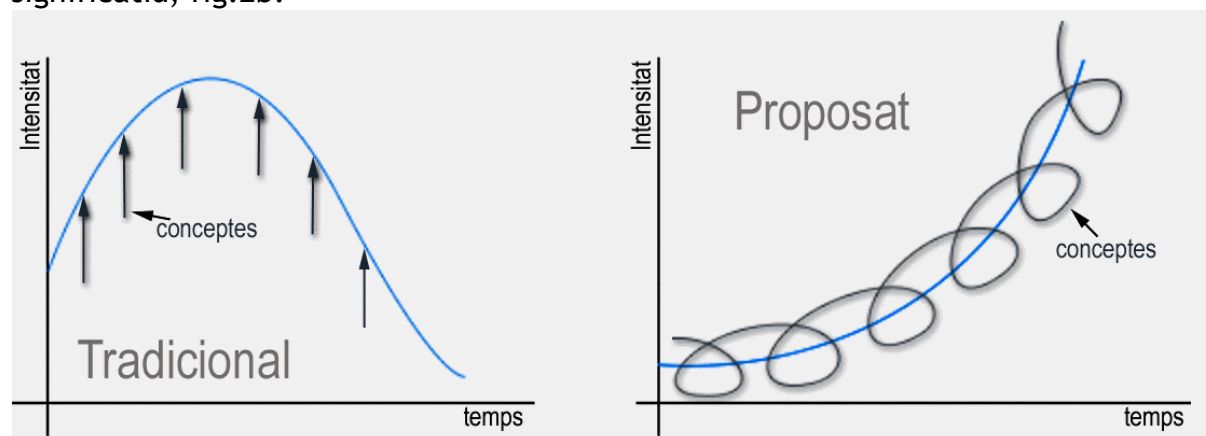


Fig.2: Models d'E/A i evolució temporal al llarg del semestre. a) Model tradicional, que passa per un màxim d'activitat i en el qual apareixen els conceptes de manera aïllada i descontextualitzada. b) El model que proposem: el ritme és sempre creixent, i els conceptes apareixen i reapareixen en contextos i punts de vista diferents.



Per tant, comencem el curs de manera suau, per tal que l'alumne s'acostumi a la metodologia de treball que li proposem, i que d'entrada li resulta estranya, per nova i exigent:

- treball regular al llarg del semestre,
- explicitació verbal dels resultats dels exercicis i activitats proposades,
- retroalimentació constant per part del consultor.

En tot cas, el programa-guia d'activitats ha de tenir en compte el temps real de què disposa l'alumne per a l'assignatura i l'alumne ha de treballar seqüencialment totes les activitats proposades.

Els materials s'elaboren tenint en compte les pautes següents:

- Són matemàtiques per a Telecomunicacions i inclouen exercicis relacionats amb les matèries de la carrera.
- L'aprenentatge està lligat a objectius i a problemes que cal resoldre, orientat a l'aprenentatge de conceptes bàsics de matemàtiques.
- Metodologia activa de treball: l'alumne aprèn fent, no veient fer o llegint.
- Cal guiar l'alumne perquè vagi descobrint a poc a poc el paisatge, i no arrossegar-lo cap a panorames tancats.
- Incidir en allò que considerem essencial (graficar, explicitar, fer hipòtesis, elaborar models, considerar dades inicials, introduir-se en les simulacions, etc.).
- Tornar cíclicament sobre els conceptes i les eines per a reforçar-ne l'aprenentatge.
- No es presenten temes estructurats a la manera acadèmica tradicional: per exemple, es pot parlar d'equacions diferencials (i treballar-les rudimentàriament) en qualsevol moment del curs.
- Es veu bona part de l'assignatura en poc de temps, i després s'hi torna amb més exemples i exercicis significatius.
- Es va del concret a l'abstracte, de l'exemple vist en profunditat a la generalització matemàtica, i es fa fer el recorregut repetidament en els dos sentits.
- Les definicions formals es poden introduir cap a meitat o final del curs.
- L'avaluació ha d'estar d'acord amb la metodologia d'E/A: els alumnes han de saber resoldre situacions quotidianes, "significatives" (no anecdòtiques o de detall).

### **3.4. Programa-guia d'activitats**

Els materials que treballa l'alumnat contenen activitats de diversos tipus:

- recapitulació/revisió/repàs
- reforç i aplicació
- posada en comú (via fòrum de debat)
- síntesi i generalització
- complementàries

L'alumne rep cada setmana del curs un programa-guia de treball. Les solucions a les activitats es lliuren a poc a poc al llarg de la setmana.

### 3.5. Pla global

La fig.3 mostra el calendari global de treball que hem proposat per a l'assignatura de Matemàtiques I per a la carrera d'Enginyeria Tècnica de Telecomunicació de la UOC. Per exemple, al tercer apartat, "Àlgebra, introducció", es dedicaran dues setmanes, la 7a i la 8a del curs, la setmana 9a es dedicarà a fer exercicis d'introducció a l'àlgebra, i les 5 darreres setmanes (11a a 15a) del semestre seran de repàs i d'alguna ampliació de continguts (amb l'avantatge que dona haver vist ja al final de la 10a setmana els continguts bàsics de totes les parts de la matèria). Les línies superiors de la fig.3 simbolitzen que en cada apartat de l'assignatura hi ha activitats que es relacionen amb totes les altres parts.

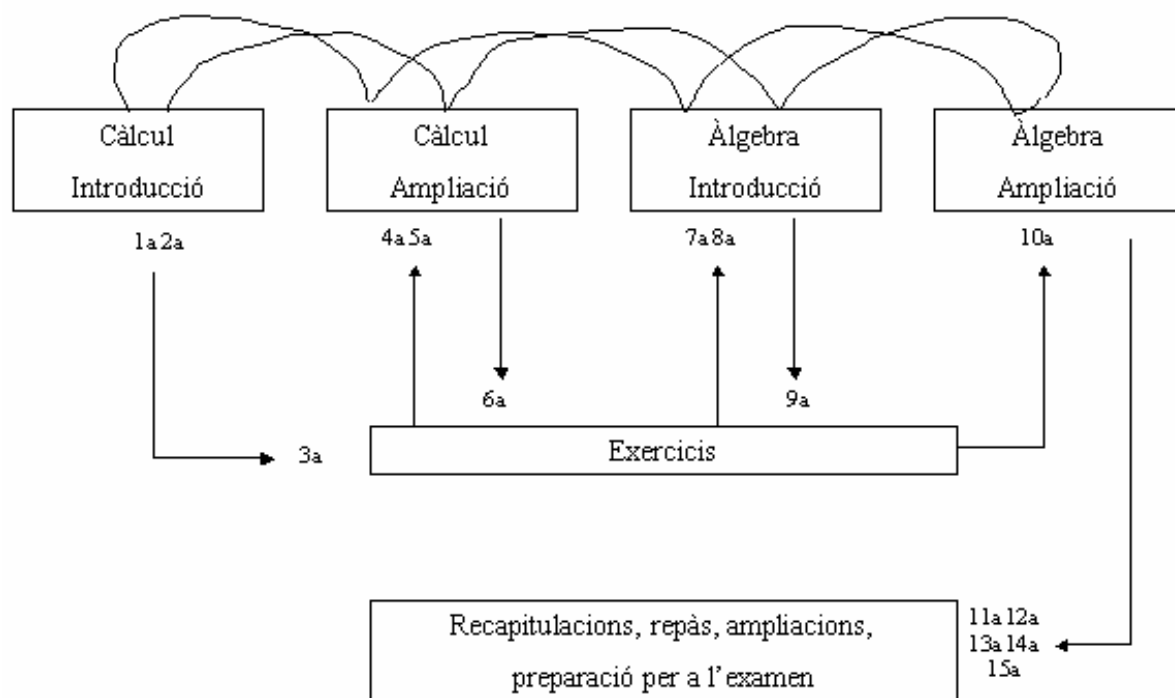


Fig.3: Desglossament per períodes setmanals (de la 1a a la 15a setmana del semestre) del treball de l'assignatura de Matemàtiques I. Les línies superiors indiquen que totes les parts de l'assignatura estan interconnectades explícitament en les activitats que es proposen en el programa-guia.

### 3.6. Exemple concret del programa-guia

Com a exemple dels materials que estem preparant mostrem un parell d'activitats en la fig.4. El significat dels termes és el següent. "A58 (Solució)" significa que es tracta de l'activitat número 58 i que la solució se li lliurarà a l'alumne en pocs

dies. “A59 (Debat)” significa que la solució a l'exercici l'ha de discutir l'alumne en el fòrum de debat.

### 11. Un altre exemple: el cafè que es refreda durant “molt” de temps

Repeteix l'exemple de l'ona que s'absorbeix per un medi, per a l'exemple del cafè que es refreda. Resultats experimentals demostren que el cafè es refreda més al principi, quan està més calent, i que conforme baixa la temperatura es va refredant més lentament. Es a dir, la velocitat de refredament depèn del valor que té la temperatura del cafè en cada instant.

**A58 (Solució)** Obté l'equació diferencial que expressi com es redueix la temperatura del cafè amb el pas del temps, i integra-la per obtenir  $T(t)$ .

Se'ns planteja, però una qüestió: com és que hem encetat aquestos materials de treball dient que en un experiment havíem obtingut que la temperatura d'un cafè que es refreda disminueix linealment amb el temps, fig.1?

**A59 (Debat)** Contesta la pregunta anterior.

Fig.4: Exemple d'activitats del programa-guia. Cada activitat pot ser de tipus “Solució” (l'alumne rebrà la solució en uns dies), “Debat” (l'alumne ha de discutir la seva solució en el fòrum), i “Lliurar” (l'alumne ha de lliurar la solució al consultor de l'assignatura. Totes les activitats del programa-guia són obligatòries, i estan dissenyades de manera que menen a uns objectius d'aprenentatge determinats. El consultor disposa de totes les solucions.

## 4. CONCLUSIONS

Som conscients de les greus mancances en la preparació i en els coneixements que té l'alumnat que enceta una carrera d'enginyeria i, malauradament, en bona part de l'alumnat que l'acaba. La renovació obliga, però, a desenvolupar materials de treball que, amb un nou enfocament basat en la recerca didàctica, permetin una comprensió i assimilació millor dels conceptes.

## BIBLIOGRAFIA

CHABAY, R. W., SHERWOOD, B. A., Electric & magnetic interactions, Preliminary Second Edition, Ed. Wiley, 1999.

ENGLISH, L.D. Handbook of international research in mathematics education. Mahwah, N.J. (2002).

GIL, D., BELENDEZ, A., MARTIN, A. y MARTINEZ-TORREGROSA, J., La formación del profesorado universitario de materias científicas: contra algunas ideas y

comportamientos de 'sentido común', Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado 12, 43-48, 1991.

GUISASOLA, J. y PEREZ DE EULATE, L. (Editores), Investigaciones en didáctica de las ciencias experimentales basadas en el modelo de enseñanza-aprendizaje como investigación orientada, Servicio editorial de la Universidad del País Vasco, 2001.

GUISASOLA, J., ALMUDÍ, J.M., CEBERIO, M. y ZUBIMENDI, J.L., Las bases teóricas de un curso de 'fundamentos físicos' en primero de Ingeniería Técnica Industrial, Actas del VIII Congreso de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas, 119-128, 2000.

JUAN, Á., JULIÁ, M., JOVER, E., PRATS, G., PONS, I., MARTÍNEZ B. El vídeo digital como recurso didáctico para el estudio de la cinemática del movimiento. Curie digital (2003). (Actes completes). [Data de consulta: 1/03/05].

SANGRÀ 2002: A New learning model for the information and knowledge society: The case of the UOC. International Review of Research in Open and Distance Learning 2(2). <http://www.irrodl.org/index.php/irrodl/article/viewArticle/55/114> [Data de consulta: 12/05/06].

**Albert Gras i Martí**

[agm@ua.es](mailto:agm@ua.es)



Doctor en Física i professor de la Universitat d'Alacant. Membre de l'IEC. Tutor del Programa de doctorat de la UOC. Tutor d'un màster en línia d'Aplicació de les TIC en l'ensenyament de l'IUP. Vaig fer recerca durant 20 anys en la interacció de partícules amb la matèria. Actualment m'interesso per temes de recerca en Didàctica de les Ciències, en particular: l'ensenyament de la física al nivell universitari i no universitari, i l'aplicació de les TIC en l'ensenyament presencial i no presencial. Coautor dels materials i tutora d'un mòdul (NTIC aplicades a l'ensenyament de Ciències Experimentals) en el màster en línia d'Aplicació de les TIC en l'ensenyament de l'IUP. Dirigeixo tesis doctorals i faig cursos no presencials de formació de professorat i d'alumnat. Presideixo l'AEFiQ-Curie, Associació per a l'Ensenyament de Física i Química. Teniu més dades sobre mi en <http://ticat.ua.es/agm>.

**Marisa Cano i Villalba**

[mcv@ua.es](mailto:mcv@ua.es)



Diplomada en Ciències Químiques i Tècnic Auxiliar en Disseny Gràfic i Webmaster de diversos portals. PhD en *Alternative Medicines*. Col·laboradora en projectes d'innovació educativa i aplicació de les TIC en l'ensenyament. Coautora dels materials i tutora d'un mòdul (NTIC aplicades a l'ensenyament de Ciències Experimentals) en el màster en línia d'Aplicació de les TIC en l'ensenyament de l'IUP. He elaborat materials i impartit nombrosos cursos de formació en la Universitat Permanent i en la Universitat d'Estiu de la UA, i cursos no presencials en el programa [tic@t](http://www.ticat.org) de la UA <http://www.ticat.org>. Presidenta i co-fundadora de l'associació [tic@t](http://www.ticat.org) i de l'associació ETS (arbre), de divulgació i formació de les medicines biològiques.

**Teresa Sancho i Vinuesa**

[tsancho@uoc.edu](mailto:tsancho@uoc.edu)



Doctora Enginyera en Electrònica i llicenciada en Matemàtiques per la Universitat de Barcelona. Actualment sóc professora dels Estudis d'Informàtica, Multimèdia i Telecomunicacions de la UOC. He desenvolupat la meva tasca docent en l'àmbit de l'Anàlisi numèrica i la teoria de probabilitats i processos estocàstics a l'Escola d'Enginyeria i Arquitectura La Salle, on he coordinat un grup de recerca en mètodes numèrics per a la resolució de problemes en mecànica de fluids i electromagnetisme. He estat directora del Programa de Doctorat en Societat de la Informació i el Coneixement de la UOC. He estat investigadora del programa de recerca interdisciplinari sobre la societat de la informació a Catalunya (Projecte Internet Catalunya) codirigit per Manuel Castells i Imma Tubella; en aquest marc he dirigit un estudi sobre les transformacions de les universitats catalanes a través de l'anàlisi de l'ús de d'Internet. Actualment he reemprès la meva activitat de recerca en l'aprenentatge de les matemàtiques a través de la xarxa.