

# Anàlisi de continguts, metodologies i prerequisits d'assignatures de física<sup>1</sup>

Albert Gras Martí (agm@ua.es), Maria José Caturla (MJ.Caturla@ua.es), Adolfo Celdrán Mallol (Adolfo.Celdran@ua.es), Josep Lluís Domènech Blanch (jlldb@hotmail.com), Joan Antoni Miralles Torres (JA.Miralles@ua.es), Mario Pardo Casado (Mario.Pardo@ua.es), Julio Víctor Santos Benito (Julio.Santos@ua.es), José Moisés Villalvilla Soria (jm-vs@ua.es), Marisa Cano Villalba (mcv@ua.es)

Departament de Física Aplicada, Universitat d'Alacant

## Resum

Amb l'objectiu de millorar l'aprenentatge de la física per part de l'alumnat, hem fet servir elements de les TIC i ens hem aproximat als objectius de l'EEES i els ECTS. S'ha treballat en l'anàlisi de prerequisits, en l'anàlisi de continguts i en l'anàlisi de metodologies. Hem fet servir, per exemple, enquestes de coneixements, comunicacions asíncrones virtuals (debats, tutories, preguntes freqüents), tests de prerequisits, quizz, miniaplicacions (*applets*), etc. D'aquesta manera hem aconseguit la implicació dels participants de la xarxa en el treball col·laboratiu, i recolzat decididament l'aprenentatge de l'alumnat

## Introducció i Marc Teòric

La realitat docent de molts estudiants universitaris de física, en carreres on aquesta matèria és instrumental, presenta una sèrie de constants: baixos coneixements inicials i desmotivació cap a la física (Espinosa i Roman, 1993), poca dedicació a l'estudi i índex elevat de fracàs. A més a més cada any es matriculen menys alumnes en carreres de ciències i, dels matriculats, pocs assisteixen a classe. Entre les múltiples causes d'aquests problemes podem dir que, dels nostres alumnes, només una minoria (8 de 45, en un dels grups de primer de Químiques, per exemple) han estudiat l'opció científica de batxillerat, i bona part (entre un 30 i un 60%) dels alumnes que inicien les carreres de Químiques i Biològiques, per exemple, no han fet física al batxillerat, o n'han fet ben poca. En general:

- Es detecta una escassa eficiència de la pràctica docent tradicional en termes de comprensió real de la matèria del curs (Gil, 1994). Santos Benito i Gras-Martí (2003) han trobat que els alumnes de cursos superiors, o ja llicenciats, contesten correctament qüestions senzilles de física general en percentatges molt baixos.
- Els alumnes que entren a les carreres de Química i Biologia tenen uns coneixements, en el millor dels casos, insuficients en física i en matemàtiques. La majoria, a més a més, ha suspès els exàmens de selectivitat de física, química i matemàtiques (Canals i Hernandis, 2001).
- Les reformes successives de plans d'estudis universitaris han reduït moltíssim les hores de física (quan és instrumental en altres carreres), i no resta temps per repassar conceptes necessaris d'altres cursos.
- L'índex de suspesos supera habitualment el 50%, i està creixent en els darrers anys.

Davant d'aquesta realitat, cada Universitat i cada professor fa intents per posar-ne algun

---

<sup>1</sup> Programa de xarxes d'investigació en docència universitària, ICE, Vicerectorat de Convergència Europea i Qualitat, UA, Curs 2003-04.

remei. En el nostre cas hem constituït una xarxa universitària d'investigació docent sota els auspicis de l'ICE, amb la finalitat d'analitzar i de reflexionar sobre la pràctica docent, i dur a terme accions que busquen millorar-la i incrementar l'aprenentatge dels estudiants. Sempre trobem que les propostes constructivistes amb forts elements d'interacció social produeixen millors resultats (Halpin, 1999; Vygotski, 1995). Una de les vies d'acció que hem decidit explorar són els recursos docents que aporten les TIC (Tecnologies de la Informació i la Comunicació), en particular els Campus Virtuals (CV), presents a totes les universitats. L'ús de la tecnologia en l'educació ha introduït noves maneres d'interacció entre estudiants, i entre aquells i els professors, que poden tenir lloc en contextos en línia (Arsham, 2002); cal, però, articular les TIC en els processos d'ensenyament/aprenentatge (E/A). Un aspecte fonamental és el de l'avaluació dels aprenentatges (AA. VV., 1995).

Descriurem breument el treball de la xarxa docent al llarg del curs acadèmic 2003-04. Els objectius del treball són:

- 1) *Aconseguir una implicació dels participants de la xarxa en el treball col·laboratiu.*
- 2) *Recolzar decididament l'aprenentatge de l'alumnat.*
- 3) *Treballar amb cura l'estructura de la investigació de manera que aconseguim qualitat i formalització de les nostres tasques docents, així com la difusió via les publicacions pertinents.*

Aquests objectius s'han concretat en dissenyar elements de guies didàctiques i portar a terme una metodologia i una avaluació d'acord amb els criteris ECTS. La metodologia es basa en la utilització d'enquestes i d'altres instruments d'investigació qualitativa per a concretar una visió completa de les actituds, hàbits i expectatives dels alumnes amb l'objectiu de incentivar el seu treball personal regular i augmentar-ne l'interès per l'estudi de l'assignatura. Així mateix, s'han elaborat dades sobre les mancances que detectem en les assignatures i el grau de satisfacció amb les iniciatives posades en pràctica i els materials elaborats.

Aprofitem l'experiència obtinguda en cursos anteriors mitjançant el treball de la xarxa, especialment la referida als prerequisits (fonaments) necessaris per a una determinada assignatura, per a oferir als alumnes noves situacions d'aprenentatge: materials curriculars, repertoris d'exercicis, etc. Hem trobat que la introducció d'elements TIC pot ser motivador (Crompton i Timms, 2002, Gras-martí et al., 2003b).

Un objectiu del treball és l'anàlisi de metodologies docents, en particular l'ECTS i l'aprenentatge autònom. En el nou sistema de crèdits europeus hi ha un desplaçament clar cap a l'explicitació, quantificació i avaluació del treball de l'estudiant. Hem encetat el repte de traduir a taules i a d'altres valoracions qualitatives i quantitatives les activitats dels alumnes i, especialment, de les anomenades "altres activitats", aquelles que l'alumne fa a banda de l'assistència a classe:

- treballs pràctics o de laboratori,
- exercicis per a fer a casa,
- treballs en grup,
- interaccions virtuals,
- etc.

## **Mètode i Procés d'investigació**

La taula 1 mostra esquemàticament els instruments utilitzats en la recerca. A les investigacions que hem desenvolupat hi ha diferències pel que fa a l'objectiu de recolzar l'aprenentatge de l'alumnat. Hi ha activitats més clarament centrades en canvis metodològics amb la intenció de motivar, mediatitzar, facilitar i tutoritzar l'aprenentatge de l'alumnat.

Altres activitats que es reflecteixen en la taula 1 són tan sols descriptives de la situació actual (nivell de prerequisits; enquesta final d'opinió a l'alumnat), com un primer pas cap a la introducció d'estratègies i de metodologies de recolzament, una primera aproximació al bastiment de l'aprenentatge de l'alumnat. Finalment, s'han desenvolupat diverses propostes d'implementació derivades de les conclusions que s'han extret de les anàlisis qualitatives i quantitatives dutes a terme.

Fem esment també a l'anàlisi que hem fet de la problemàtica dels continguts curriculars, com a primer pas per tal d'avançar cap a temes més específics, com ara mètodes, avaluació i recolzament de l'aprenentatge. Ens hem fixat especialment en la problemàtica del rendiment de l'alumnat i en el seu nivell de satisfacció amb l'aprenentatge i amb les relacions d'aula. Aquests dos objectius mereixen ser considerats en qualsevol recerca que tinga com a objectiu la millora del procés d'Ensenyament/Aprenentatge.

**Taula 1: Instruments didàctics explorats**

Instrument	Objectius	Procediment	Comentaris
Incorporació d'applets (miniaplicacions) del curs de Física interactiu.	Aprofundiment en la comprensió conceptual.	S'han elaborat programes-guia del treball que han de fer els alumnes quinzenalment.	La resposta de l'alumnat ha estat positiva. Se'n fa una primera anàlisi en aquesta memòria.
Quiz ("Interrogants" o preguntes <i>molt</i> breus).	Incentivar l'assistència classe, l'atenció de l'alumne, i la preparació prèvia del temes.	Es posen cada dia en la pissarra en començar la classe; els alumnes les fan en 3-5'.	Es discuteix a bastament en Gras-Martí et al. (2002, 2003a), i Ehrlich, 1995).
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 CV.	Introduït amb èxit en en Gras-Martí et al. (2003b)
Tests d'opinió i de coneixements	Esbrinar l'opinió dels alumnes sobre hàbits i actituds, i veure'n els coneixements sobre continguts	Passar un test en diversos moments del curs.	Aquest any s'ha desenvolupat molt més aquesta eina, tant per a alumnes com per a professors (impressions, problemes i propostes dels professors en acabar un tema)
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.	L'experiència s'ha continuat enguany.
Repàs 1r quadrimestre.	Afavorir que aprofiten el 2n quadrimestre i que aproven l'assignatura.	Tests en el CV sobre els continguts del primer quadrimestre, a la vista dels apunts de Física I (Quaderns Joan Fuster) disponibles.	Per raons tècniques únicament s'ha pogut encetar aquesta activitat.
Tests de prerequisits en el CV.	Repàs de coneixements necessaris.	Un test cada quinzena en el CV.	Continuació del programa d'anys anteriors (Gras-Martí et al., 2003c)
Enquestes d'estudi diari i de maneig de bibliografia	Obtenir informació de cara la implantació dels ETCS.	Enquesta setmanal al principi, i quinzenal després.	S'han obtingut les dades necessàries, que confirmen les pitjors sospites.

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.	L'experiència sembla exitosa, els alumnes s'impliquen més i són més conscients del que fan.
Fulls d'exercicis personalitzats basats en programes informàtics.	Estimular el treball regular de l'assignatura.	Enunciat de problemes, sense dades, que l'alumne personalitza i fa càlculs concrets. Correcció individualitzada.	L'alumnat ha fet correctament els problemes en la major part. Experiència ben positiva i sense exigència exagerada de treball extra del professor.
Curs 0	Abordar la complicada problemàtica que ens trobem en primer curs.	Discutir el problema amb la resta de professors del curs i fer un disseny al nivell de la Facultat.	S'ha discutit amb profunditat i s'ha elaborat una proposta que s'implementarà el curs vinent.

Les assignatures en què s'ha aplicat la investigació docent són les de física de les carreres de Ciències Químiques, Ciències Biològiques, Magisteri (Primària) i Enginyeria Química. Tot seguit comentarem el grau d'implicació dels participants de la xarxa en el treball col·laboratiu i el recolzament a l'aprenentatge de l'alumnat. Hem aconseguit un grau alt de treball coordinat i col·laboratiu en les xarxes. Tot i que n'ha hagut de postures diverses i, fins i tot, profundes diferències pel que fa a l'actitud davant dels "experiments didàctics" proposats, hem aconseguit consensos i acords en la majoria de les ocasions. Les reunions de la xarxa han seguit un ritme constant al llarg del curs amb doble periodicitat setmanal i amb una participació mitjana del 80% dels membres de la xarxa.

Hem centrat els esforços en l'anàlisi de prerequisits, continguts i metodologies. L'activitat en prerequisits és continuació del desenvolupat en anys anteriors i inclou:

- un quiz (pregunta breu) en cada classe (Bauer, 2002);
- tutories via el CV i conversió a FAQ (dubtes freqüents),
- debats en el CV sobre exàmens anteriors, sobre temes d'interès i sobre exercicis/problemes (Boulton-Lewis, 1995),
- tests de prerequisits (tests elementals de física i matemàtiques) en el CV.

En la implementació dels *quizz* hem seguit el mateix esquema que es va descriure en la memòria de l'any anterior (Gras-Martí et al., 2003c). Hem adreçat el problema de la poca assistència dels alumnes a classe. Una manera d'incentivar l'assistència a classe consisteix en plantejar un "interrogant" (quiz) en cada classe. Els objectius dels "interrogants" poden ser diversos (Gras-Martí et al., 2002). En els dos cursos que hem posat aquesta idea en pràctica hem trobat una bona resposta dels alumnes, fins i tot quan l'activitat no era obligatòria. Hem constatat que s'adapten bé al ritme d'un interrogant per classe, i els sembla útil i interessant. Com és d'esperar, s'observa una correlació entre el grau de participació del alumnes i les qualificacions finals de l'assignatura. Això ha estat ressaltat també en altres estudis (Zamorano, 2003).

Ens hem plantejat, també, l'objectiu de quantificar el temps que un estudiant dedica a fer qualsevol de les activitats relacionades amb l'assignatura respectiva. Entre la problemàtica detectada pel que fa al'alumnat ressaltem la manca d'hàbit de treball regular, i la inassistència a classe. Hem fet també enquestes als alumnes per analitzar el que s'havia fet fins el moment en cadascun del temes que s'havien estat explicant; altres enquestes estan dissenyades per passar-les quan comence el tema següent, de manera que els alumnes les emplen mentre s'està explicant el tema. A més a més, i com a complement, és fonamental disposar de l'enquesta del professor, que l'ha d'emplenar quan acaba d'explicar cada tema, quan encara té fresques les reflexions sobre què ha anat bé i què no ha funcionat com calia en el desenvolupament del tema. Els models d'enquesta

que hem fet servir són suficients per a les nostres finalitats (Rico Vercher i Rico Pérez, 2004).

Per exemple, hem fet exercicis personalitzats en l'assignatura de física aplicada i hem obtingut que, una vegada acabat el tema, i fets els exercicis corresponents, els alumnes contesten de la manera que mostra la taula 2 a qüestions bàsiques del propi tema.

<b>Taula 2: Respostes dels alumnes a un test de circuits. (Clave: <b>correcto</b>; <b>incorrecto</b>).</b>						
Nombre (opcional): Muestra = 17 alumnos (16 anónimos)	<b>Verdadero</b>		<b>Falso</b>		<b>No contestan</b>	
	n	%	n	%	n	%
La corriente continua , en régimen estacionario, no pasa por un condensador.	15	88	1	6	1	6
La corriente alterna de alta frecuencia pasa por un condensador con más facilidad que la de baja frecuencia .	11	65	4	24	2	12
Un condensador no disipa energía.	13	76	4	24	0	0
En un condensador la intensidad está retrasada en $\pi/2$ respecto de la diferencia de potencial.	6	35	9	53	2	12

És a dir, una fracció significativa de l'alumnat no ha aprofundit suficientment en el tema explicat com per a tenir seguretat en les respostes a qüestions ben bàsiques. (Resulta curiosa la dada, reflectida en tot tipus d'enquestes de les que hem fet, que l'alumnat no té cap problema en donar el nom, fins i tot quan no s'exigeix explícitament).

Tot seguit presentem i comentem els resultats més significatius del treball realitzat.

## Resultats i discussió

Discutirem els resultats del nostre treball en tres grans apartats: l'anàlisi de continguts, els continguts temàtics i l'aprenentatge dels alumnes.

Pel que fa als prerequisits, les conclusions que hem obtingut, que reforcen i complementen les obtingudes en edicions anteriors de les nostres investigacions, són que els alumnes de primer tenen unes mancances molt profundes en eines instrumentals necessàries per a les assignatures de física (no coneixen les funcions elementals, no saben derivar ni integrar, desconeixen el càlcul vectorial, etc.). Algunes solucions a aquest problema passen pel curs "0".

Quant als continguts temàtics, hem investigat els continguts d'algunes assignatures a la vista de les guies ECTS. Els resultats, a títol d'exemple, són els que mostra la taula 3.

<b>Taula 3: Comparació entre components del procés d'E/A actual i futur</b>		
<b>Ítem</b>	<b>Situació mitjana actual</b>	<b>Comparació: directrius comunitàries</b>
Relació crèdits / treball de l'estudiant: esforç equivalent a...		
1 hora teòrica	1 h presencial + 0/0.25h d'estudi	1 h presencial + 1'5 / 2h d'estudi
1 hora de pràctiques	1h presencial + 0 d'estudi	1h presencial + 0'75 d'estudi
Hores de contacte	Poquíssimes	Bàsiques per controlar el

professor/alumnes: Aula i tutoria		treball presencial.
Preparació de tasques pre i post classe	Nul·la pre-classe; mínima, post classe	Fonamentals per amillar l'aprenentatge.
Aprenentatge autònom		
Recerca d'informació i materials	No se'n fa	Fonamentals: eines transversals.
Preparació de proves d'avaluació i exàmens	Concentrat en 48-72 h abans de l'examen en un 60% de l'alumnat	Al llarg del curs
Elaboració de pràctiques de camp i laboratori	L'elaboració es fa durant les sessions de laboratori	Dins i fora de l'aula.
Aprenentatge i tasques on-line	Únicament les activitats proposades en la xarxa (vegeu l'apartat A)	Necessària per a la component no presencial de l'E/A.
Anàlisis de textos	(No se'n fan en les nostres assignatures, però això no significa que no facen falta).	-
Assajos	(Llevat de les memòries de pràctiques de laboratori, tan qüestionades en la forma que es fan tradicionalment, no se'n fan en les nostres assignatures, però això no significa que no facen falta).	Fonamentals: eines transversals.

La columna central de la taula 3 mostra la situació mitjana actual real en les nostres aules (*no la desitjable, fins i tot amb les metodologies docents tradicionals, no ECTS!*). La columna de la dreta mostra les propostes de l'espai europeu. Òbviament, queda molt de camí per recórrer si volem adaptar els hàbits dels nostres alumnes a les noves propostes (Mnez-Ruiz, 2004).

Pel que fa a continguts i a l'aprenentatge dels alumnes, o "Concepcions alternatives", hem detectat un grapat de concepcions equivocades (*misconceptions*) en els nostres alumnes, que es corresponen amb els resultats publicats en la bibliografia (AIP, 1998). Per exemple, en l'àrea d'electricitat, els alumnes pensen que un objecte carregat és l'únic que pot atraure'n d'altres, que les bateries contenen electricitat, etc. En el tema de l'energia, més subtil, els alumnes també pensen que l'energia és quelcom de material, que un objecte en repòs no té energia, que l'energia potencial gravitatòria únicament depèn de l'altura a la qual està l'objecte, etc. Com a il·lustració mostrarem els resultats de tests que s'han passat a alumnes d'EGB i de Didàctica de la Física, de l'estil de la taula 4.

<b>Taula 4: Conceptes dels alumnes sobre força</b>		
<i>Conceptualmente, el momento de una fuerza está relacionado con...</i>	<i>D<sup>a</sup>F<sup>a</sup></i>	<i>EGB</i>
La capacidad de esa fuerza para producir un trabajo.	10%	5%
La capacidad de esa fuerza para producir un giro.	14%	8%
La capacidad de esa fuerza para producir un desplazamiento rectilíneo.	0	5%
El tiempo durante el que actúa la fuerza.	0	10%
El instante en el que actúa la fuerza.	0	5%

La rapidez con que actúa la fuerza.	0	9%
No lo sé.	6%	35%

La diferència entre els tipus d'alumnat expliquen els resultats de la taula 4. Mentre que els alumnes de químiques han estat exposats a conceptes semblants, els de magisteri, especialitat de primària, tenen greus mancances en coneixements de física i de matemàtiques. De totes maneres, els dos grups d'alumnes tenen serioses mancances conceptuals en magnituds físiques bàsiques, com mostres les xifres: l'única resposta correcta és la 2a (capacitat per produir un gir). A la vista d'aquests resultats, els objectius de l'aprenentatge (OA) que hem definit són els següents, vàlids per a qualsevol de les nostres assignatures. Hem d'estimular l'aprenentatge de:

1. principis fonamentals de física,
2. habilitats generals de resolució de problemes per aplicar els conceptes a situacions noves,
3. conceptes científics i definicions,
4. procediments científics (capacitat de raonar, i d'argumentar sobre qüestions i problemes científics),
5. reestructurar els seus coneixements preexistents.

Mentre que els conceptes i definicions "s'ensenyen", els procediments cal posar-los en pràctica repetidament al llarg del curs. Això ens obliga a un redisseny del procés de transformació educativa que permeti als estudiants apropiar-se tant dels mètodes de la ciència com dels coneixements necessaris. En concret, la introducció de conceptes i de procediments, plantejats en el treball diari a l'aula com a activitats d'investigació dirigida pel professor:

1. contribueix significativament a que els estudiants aprenguen els conceptes,
2. els familiaritza amb les característiques fonamentals del treball científic,
3. els motiva per a l'aprenentatge de les ciències,
4. tenen més perspectives positives de fer l'assignatura (se'n presenten més als exàmens que amb mètodes tradicionals),
5. és un procés centrat en l'estudiant,
6. s'afavoreix la Interacció (entre grups i amb el professor),
7. permet de fer més connexions CTSE,
8. està més lligat amb les pràctiques i els experiments de l'assignatura,
9. es té present en tot moment l'avaluació com a instrument de millora de l'aprenentatge.

Resulta fonamental tenir present també el mètode científic i cal utilitzar-lo explícitament per a:

1. acotar el problema,
2. fer hipòtesis simplificatòries,
3. fer anàlisi de variables,
4. fer prediccions de què cal esperar,
5. resoldre el problema,
6. si s'utilitza una equació, comprovar-ne les dimensions,
7. comprovar que el resultat té sentit: dimensions, ordre de magnitud,
8. discutir les noves perspectives obertes, nous problemes, etc.

De temps en temps hi ha activitats d'autoregulació per a fer a casa (dins de l'esperit dels ECTS), que han de fer els alumnes, algunes a soles i d'altres en grup. Les activitats involucren diversos conceptes o procediments treballats anteriorment i que han de saber i de saber posar en pràctica en situacions d'aprenentatge ben dissenyades.

Com a exemple de l'ús d'eines TIC direm que les miniaplicacions (*Applets*) han esdevingut una eina fonamental en l'E/A de la física moderna (Bohigas et al., 2003, Cristian i Belloni, 2001) per a l'E/A de la física. Hem provat d'analitzar si els continguts de les matèries de física, especialment les parts més dificultoses, es beneficien de l'ús de TIC, en particular de les miniaplicacions (*applets*). L'anàlisi de tota l'experiència didàctica permet una avaluació global detallada i positiva. Es tenen dades d'actituds, de sensació d'aprenentatge, del temps mitjà emprat en resoldre cada exercici, d'infraestructura informàtica disponible o fàcilment localitzable per als estudiants, de coneixements bàsics de física i de matemàtiques, de treball en equip en la resolució dels exercicis, etc. Els resultats concrets seran objecte d'una publicació específica.

Com a un exemple més les dades sobre metodologies de treball desenvolupades (hàbits d'estudi, materials disponibles), la taula 5 mostra els resultats obtinguts en un grup de l'assignatura de física de primer curs de Biologia.

Ítem	Tema: Lleis d'escala	Mitjana sobre 65 alumnes
1	Temps setmanal dedicat a estudiar el tema	< 1 h
2	Temps setmanal dedicat a resoldre els exercicis o problemes del tema	0.25 h
3	Nombre de llibres consultats a casa	0.1
4	Nombre de llibres consultats a la biblioteca	0.2
5	Nombre de tutories presencials fetes	0.05
6	Nombre de tutories virtuals (Campus Virtual) fetes	0.5

Les dades s'interpreten fàcilment. En l'ítem 3, per exemple, tan sols disposen d'un llibre cada 10 alumnes! L'alumnat dedica pot de temps a l'estudi regular, i treballa amb "els apunts"; ni disposa de llibres ni en consulta en la biblioteca. S'obtenen resultats semblants en altres assignatures, i en tots els casos s'observa que al llarg de quadrimestre es redueixen les xifres, especialment les dels ítems 1, 2 i 6.

Quan hem fet enquestes més detallades, i que relacionen l'assignatura concreta amb d'altres del mateix curs, els resultats són especialment decebedors. La taula 6 ens mostra alguns resultats. Entre parèntesi es mostra el nombre d'alumnes que ha triat cada opció. Les xifres s'autoexpliquen. L'anàlisi dels resultats d'aquestes taules i d'altres consideracions sobre la marxa general de l'assignatura el presentem tot seguit.

		dilluns	di-marts	dime- cres	dijous	diven- dres	dis- sabbte	diu- menge	Total h /alum- ne /set- ana
		<i>Hores (nombre de persones)</i>							
Del con- junt d'assig- natures	Total d'hores de classes de teoria	2 (1) 3 (9)	2 (1) 3 (9)	2 (1) 3 (9)	3 (10)	Festa 6 (3) ? 5 (1)			
	Total d'hores de laboratori	0 (7) 6 (3)	0 (7) 6 (3)	0 (7) 6 (3)	0 (7) 6 (3)	0 (9)			



	Temps dedicat a estudiar física	0 (8) 0.5 (1) 1 (1)	0 (7) 0.5 (1) 1 (1) 1.5 (1)	0 (7) 0.5 (1) 1 (2)	0 (8) 0.5 (1)	0 (8) 1 (1)	0 (8) 1.5 (1)	0 (7) 0.5 (2)	0 (2) 1 (3) 1.5 (2) 5 (1)	
	Temps dedicat a a resoldre els exercicis-problemes de física	0 (5) 0.5 (2) 1 (2) 1.5 (1)	0 (6) 1 (1) 1.5 (2) 2.5 (1)	0 (4) 0.5 (3) 1 (2) 1.5 (1)	0 (7) 0.5 (2) 1 (1)	0 (9) 1 (2)	0 (7) 0.5 (1) 1 (1) 1.5 (1)	0 (9)	1 (3) 1.5 (2) 2 (2) 2.5 (1) 5 (1) 5.5 (1)	
<i>Llibres consultats i que tens a casa (posa només l'autor):</i>							<i>Totals llibres (alumnes); 1 (2), 3 (1), res (2), 4 (1)</i>			
<i>Física SM, 2n Batx: 1, Tipler: 5, A Finn: 1, no en tinc: 2</i>										
<i>Llibres consultats a la biblioteca (posa només l'autor):</i>										
<i>Tipler: 1, Levine!: 1, Gettys:1, Finn: 1, cap: 4</i>										

L'anàlisi de les metodologies de treball dels alumnes i les impresions generals d'un curs de primer de física donen els resultats següents. L'informe es refereix al curs de Física I de la Llicenciatura de Químiques de la Universitat d'Alacant. El curs té un total de 7.5 credits. Al començament del curs es va fer una enquesta (voluntària) per a conèixer el nivell general de la classe. Els resultats generals d'aquesta enquesta són els següents:

Nombre total d'alumnes matriculats:	46	
Nombre d'alumnes que van fer l'enquesta:	23	
Nombre d'alumnes que NO van fer Física en 2n Batxiller:	13	56%
Nombre d'alumnes que NO van fer Matemàtiques a 2n Batx.:	9	39%
Nombre d'alumnes que NO saben derivar:	7	30%
Nombre d'alumnes que NO saben integrar:	11	48%

Tots els alumnes llevat de dos tenen ordinador a casa (com mostren també d'altres enquestes, AUI, 2004), i la majoria també tenen connexió a Internet. Els alumnes coneixen el Campus Virtual i l'utilitzen per a baixar-se apunts i fulls de problemes. Per exemple, els fulls de problemes i problemes resolts de l'assignatura se'ls han baixat una mitjana de 30 vegades i els alumnes que acudien regularment a classe n'eren entre 20 i 25. El problema principal dels alumnes són les matemàtiques, sobretot el càlcul integrodiferencial (derivar i integrar).

Al principi d'algunes de les classes es proposava una qüestió que lliuraven voluntàriament al final de la classe. Les qüestions eren sempre relacionades amb la classe d'un dia o dos abans. Els resultats generals d'aquestes qüestions són els següents.

Nombre d'alumnes que han lliurat les qüestions alguna vegada:	25	
Nombre d'alumnes que han lliurat > 80% de les qüestions:	3	12%
Nombre d'alumnes que han lliurat > 50% de les qüestions:	11	44%

Al final del quadrimestre els alumnes podien passar a arreplegar les qüestions corregides. Tot i que es va insistir en la importància d'arreplegar les qüestions per a repassar conceptes que no havien quedat clars, pocs alumnes van passar pel despatx (~ 40%). L'examen final conté qüestions de l'estil de les qüestions de classe i problemes, també seguint l'estil dels problemes de classe. Els resultats de l'examen són els següents:

Nombre d'alumnes presentats a l'examen:	22
Aprovats:	13
Nota entre 4 y 5:	1
Nota entre 2 y 4:	3
Nota entre 0 y 2:	5

La majoria (80%) del alumnes que han aprovat són alumnes que han lliurat més del 50% de les qüestions. És a dir, són alumnes que assisteixen regularment a classe. Curiosament, hi ha un percentatge alt d'alumnes (20 – 25%) que sembla que van a classe regularment ja que han lliurat les qüestions però que no es presenten a l'examen o trauen unes qualificacions molt baixes.

Finalment, poc abans de finalitzar el quadrimestre es va passar una segona enquesta als alumnes per a conèixer les seues impressions sobre l'assignatura i sobre el professor. Les conclusions més significatives d'aquesta enquesta són les següents:

Nombre d'alumnes que van participar de l'enquesta: 17

Hores d'estudi de l'assignatura:

El 23 % diuen estudiar entre 3 i 5 hores per setmana.

El 59% entre 1 i 3 hores per setmana.

El 18% menys d'un hora per setmana.

Cap d'ells estudia més de 5 hores per setmana, tot i que el nombre de classes presencials és de 3 h /setmana. La majoria dels alumnes estudien a partir dels apunts. El 59% dels alumnes diuen que després d'aquest quadrimestre els agrada més la física que abans. La resta, ni més ni menys. Una queixa general: 'moltes formules'.

Les conclusions que s'extrau de l'anàlisi anterior és que hi ha més d'un 50% del alumnes matriculats que no mostren interès per l'assignatura i que de fet no han anat mai a classe; això dificulta molt la tasca del professor per a interessar-los per l'assignatura. Però d'aquells estudiants que van a classe regularment i que fan les activitats que s'hi proposen, la majoria aproven l'examen i aprenen l'assignatura. Fins i tot aquells estudiants que no havien fet assignatures de física al batxillerat poden superar l'assignatura. Això és, possiblement, pels temes introductoris que fan un repas dels conceptes més bàsics. Hi ha una part important d'alumnes que encara que van a classe regularment no aproven l'assignatura, pot ser perquè el professor no explica els conceptes amb suficient claretat o, si mirem el nombre d'hores dedicades pels alumnes a l'assignatura, pot ser perquè aquest nombre és insuficient. Es continua amb la pràctica d'estudiar per a l'examen. Molts d'aquests alumnes possiblement han perdut el fil de l'assignatura però continuen assistint a classe.

Després d'aquesta experiència considerem que hi ha dos punts a resoldre: (1) la falta de coneixements en matemàtiques de l'alumne i (2) la falta de treball continuat de l'alumne. Tot i que la implantació de les TIC al nostre país és deficitària (OCDE, 2003), la seua introducció en el procés d'E/A sol donar bons resultats (Gras-Martí et al.,2003 a-c).

## **Conclusions i Implicacions**

Aquesta memòria presenta un resum dels treballs desenvolupats per la xarxa en les diferents àrees d'acció conjunta. Informes més detallats i elaborats d'aspectes concrets es publicaran en diversos fòrums de recerca didàctica i revistes especialitzades. Tenim elements i informació que ens impulsa a l'acció i a la renovació didàctica.

S'han detectat molts punts on podem incidir. Per exemple, pel que fa als objectius dels ECTS (OVIS, 2004) mostrats en el treball, la situació actual està ben lluny de la ideal. Una problemàtica clara que es desprèn dels treballs de la xarxa, que els components d'aquesta no saben com abordar si no és de manera conjunta amb la resta de col·legues de la Facultat (i de la Universitat) és que més del 50% dels alumnes matriculats no assisteixen a classe ni participen, és clar, de les activitats del curs, llevat de l'examen final. Tanmateix, l'elevat grau d'abstenció al llarg del quadrimestre també es reflecteix en aquestes compareixences finals: no és inusual que a l'examen final es presente el 30-40% dels alumnes matriculats. Això fa créixer la frustració del professorat que no pot ajudar l'alumne durant el curs ni pot esbrinar les causes de l'elevat fracàs i desinterès per les nostres assignatures. Caldria tenir en compte resultats de recerques semblants

(Ledman i Kamuche, 2002).

Potser cal una actitud més *proactiva*: localitzar els alumnes personalment des de l'inici del curs (correu electrònic, telèfon, etc.), per tal d'esbrinar les causes de la seua incompareixença. En aquest sentit, estem totalment d'acord amb les conclusions de Zamorano (2003), quan diu que cal augmentar la "...sensibilidad hacia el control del fracaso escolar como indicador de la calidad del contexto educativo... y en el tránsito de la educación secundaria a la universidad... en la necesidad de romper con el tópico universitario de que *los alumnos vienen mal preparados de las etapas anteriores a la universitaria*. Mejorar la calidad educativa y asumir el fracaso escolar, es una tarea compartida y comprometida tanto por la enseñanza secundaria como por la universidad. Debemos aprovechar la oportunidad que nos ofrece la creación del Espacio Europeo de Educación Superior, en el que se da siempre prioridad a la calidad educativa, para corregir muchas de las debilidades del propio sistema, entre ellas, el desconocimiento mutuo entre Universidad y Secundaria... se puede dar respuesta a esta necesidad mediante soluciones específicas: cooperación con la enseñanza secundaria, cursos cero y tutorías académicas personalizadas."

Hem tornat a detectar la base totalment insuficient que porten molts del nostres alumnes de primer curs. Una via de solució, com s'ha esmentat abans, pot ser el curs zero, que s'implementarà en el futur immediat. Un element del procés d'E/A que hem començat a valorar és la possibilitat d'incidir sobre els propis llenguatges (col·loquial, científic, formal, etc.) per tal d'aprofitar l'anàlisi de registres (Sardà i Sanmartí, 2000) com a eina per a prendre millor ciències. Convé seguir aquesta línia de recerca.

## Bibliografia

- AA. VV. (1995), "La evaluación de los aprendizajes", *Alambique*, núm 4, abril.
- AIP (1998) <http://www.amasci.com/miscon/opphys.html>, A list compiled by the AIP Operation Physics Project. Thanks to Bill Weiler of U. Illinois for posting this via the PHYS-L group 9.
- ARSHAM, H. (2002). Impact of the Internet on Learning and Teaching. *USDLA Journal*, 16 (3). (En línia: [http://www.usdla.org/html/journal/MAR02\\_Issue/article01.html](http://www.usdla.org/html/journal/MAR02_Issue/article01.html), consultado el 10-V-2002).
- AUI (2004). Associació d'usuaris d'Internet, <http://www.aui.es>.
- BAUER, V.W. As mentioned above, a quiz will be given at the beginning of every lecture. You will have 10 minutes to take the quiz... *Lloc web* (2002). (En línia: [http://swampfox.fmarion.edu/web/biol/Resources/bauer\\_syll/molecular\\_syll.pdf](http://swampfox.fmarion.edu/web/biol/Resources/bauer_syll/molecular_syll.pdf), consultat el 18-III-03).
- BOHIGAS, X., JAÉN, X. i NOVELL, M. (2003), "Applets en la enseñanza de las Física", *Enseñanza de las Ciencias*, 21 (3), 463-472.
- BOULTON-LEWIS, G.M. (1995). The SOLO Taxonomy as a Means of Shaping and Assessing Learning in Higher Education, *Higher Education Research & Development*, 14(2), 143-154.
- CANALS, A., i HERNANDIS, V. Els *numerus clausus* i el fracàs escolar en la llicenciatura en Química. *Curie Digital*, vol. 2, Actes, 38-40 (2001). (En línia: <http://www.curiedigital.net>, consultat el 15-III-02).
- CRISTIAN, W., BELLONI, M., (2001), *Physlets: Teaching Physics with Interactive Curricular Material*, Prentice Hall, New Jersey.
- CROMPTON, P. y TIMMS, E. (2002). Aprendizaje mediante ordenador: Hacia una tipología de la interacción educativa en línea, *Red Digital*, 2. (En línia: <http://reddigital.cnice.mecd.es/3/index.html>, consultado el 20-IX-02).
- EHRlich, R. Giving a quiz every lecture. *The Physics Teacher*, 33, 378-382. (1995).

ESPINOSA, J. i ROMAN, T. *Actitudes hacia la Ciencia en estudiantes universitarios de ciencias. Enseñanza de las Ciencias*, 11 (3) 297-299. (1993).

FORINASH, K. Math review. *Lloc web* (2002). (En línia: <http://physics.ius.edu/cgi-bin/quiztest.cgi?mathreview>, consultat el 11-VI-2).

GIL, D. (1994). Diez años de investigación en didáctica de las ciencias: realizaciones y perspectivas. *Enseñanza de las Ciencias*, 12 (2), 154-164.

GRAS-MARTÍ, A., CANO VILLALBA, M., CELDRÁN MALLOL, A., i MIRALLES TORRES, J.A. (2003a). Debats i tutories com a eines d'aprenentatge per a alumnes de ciències: anàlisi de la integració curricular de recursos del Campus Virtual. *Enseñanza de las Ciencias*.

GRAS-MARTÍ, A., CANO-VILLALBA, M. i CANO VALERO, C. (2003b). Cursos de TIC per al professorat de ciències: comparació de modalitats presencial, semipresencial i no presencial (p, sp, np). REEC. Volum 3 Número 1, 1-25 (<http://www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen3/Numero1/Art3.pdf>).

GRAS-MARTÍ, A., GUIASOLA-ARANZÁBAL, J., BECERRA-LABRA, C., CANO-VILLALBA, M., ARÁNEGAS-GÓMEZ, R.G. i MARTÍNEZ-TORREGROSA, J. (2002). Renovació didàctica necessària a la universitat: la física, per exemple, *Revista de Física*, 3 (3) 22-26..

GRAS-MARTÍ, A., SANTOS, J.V., PARDO, M., MIRALLES, J.A., CELDRAN, A., i CANO-VILLALBA, M. (2003b). Revision of prerequisites: ICT tools. *AEQ-Academic Exchange Quarterly*, 7 (3). (En línia: <http://rapidintellect.com/AEQweb/redpast.htm>, consultat el 12-II-03).

HALPIN, R. (1999). A model of constructivist learning practice: Computer literacy integrated to elementary mathematics and science teacher education. *Journal of Research on Computing in Education*, 32 (1), 128-138.

LEDMAN, R.E. i KAMUCHE, F. Improving Student Attendance: Does it Improve Student Learning? *Academic Exchange Quarterly*, 6(1) 76-80. (2002).

MNEZ. RUIZ, M.A. (2004). *Disseny de guies docents*, ICE, UA

OCDE (2003). El País Valencià és excepcional també quant al nombre d'internatues: experimentarà un descens en el 2002, ara el 30,9%, segons l'Institut Nacional d'Estadística. Espanya figura en últim lloc en inversió en tecnologies de la informació de l'OCDE i en penúltim lloc en preparació per a la Internet en la UE segons The Economist. Quan a l'ús de la Internet, només l'11% del professorat el fa servir per a donar classe i ho fa menys d'una vegada al mes (EL PAIS 4-5-2003).

OVIS (2004). Oficina valenciana per a la societat de la Informació.

RICO VERCHER, M. i RICO PÉREZ, C. (2004). *El Portfolio Discente*, Sèrie Docència Universitària de la UA.

SANTOS BENITO, J.V. i GRAS-MARTÍ, A. Conocimientos de física de alumnos universitarios: influencia de las reformas educativas. *REEC: Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 2(2) (2003). (En línia: <http://www.saum.uvigo.es/reec/>, consultat el 28-VI-03).

SARDÀ, J., y SANMARTÍ, N. (2000). Ensenyar a argumentar científicament: un repte de les classes de ciències. *Enseñanza de las Ciencias*, 18 (3), 405-422.

VYGOTSKI, L. S. 1995. *Pensamiento y lenguaje*, Barcelona, Paidós.

ZAMORANO, S. *De la Secundaria a la Universidad: La orientación de los nuevos universitarios*, Seminario, 18 de novembre de 2003.