

# Bones Pràctiques Docents

2013

METODOLOGIES  
ACTIVES A L'AULA

EC

Estudi de casos

ABP

Aprentatge basat en problemes/  
projectes (ABP o PBL)

JR

Joc de rol

DD

Debats dirigits

DE

Dossier de l'Estudiant

L

Ludificació (Gamification)

AC

Aprentatge cooperatiu (AC)

TP

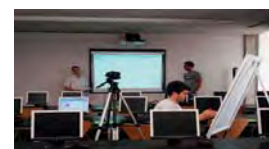
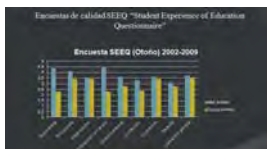
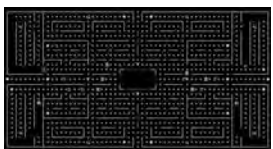
Tècnica puzzle

XS

Xarxes socials

AS

Aprentatge Servei



## PRESENTACIÓ

La publicació que teniu a les mans és el resultat de la **I Convocatòria de Bones Pràctiques Docents a la UPC de l'any 2013**, que en la seva primera edició es va centrar en recollir exemples sobre metodologies actives que es treballen a les aules de la universitat.

La mostra de 15 bones pràctiques que us presentem abraça l'ús de metodologies tan diverses com l'aprenentatge basat en problemes/projectes, els debats dirigits, l'aprenentatge cooperatiu, l'estudi de casos, el joc de rol, el dossier de l'estudiant (portafoli), la ludificació (*gamification*), la tècnica del puzzle (*jigsaw*), l'aprenentatge-servei i l'ús de les xarxes socials. Totes elles però, són exemples de com es poden incloure, en diferents assignatures, activitats orientades a facilitar una participació més activa de l'estudiantat per facilitar-los l'aprenentatge.

És evident que aquí no hi ha totes les metodologies actives que es desenvolupen a les aules de la UPC, però en són una bona mostra que permet aflorar la diversitat d'orientacions i possibilitats de desenvolupament de la tasca docent.

Les 15 experiències que mostrem enguany es desenvolupen tant en el marc d'assignatures obligatòries com optatives i principalment entre el 2n i el 3r any dels actuals estudis de grau, amb dues excepcions importants: un cas concret desenvolupat exclusivament en uns màsters i un altre cas molt específic de treball amb potencials futurs estudiants de la UPC. La mostra inclou experiències desenvolupades a 8 àmbits de coneixement dels estudis UPC, i més de la meitat de les pràctiques docents presentades tenen un recorregut d'aplicació de més de 5 anys, i en la seva totalitat es pot dir que han impactat en un gran nombre d'estudiants. El fil conductor de totes elles és promoure una major participació de l'estudiant.

Agraïm especialment als 15 equips que han fet possible aquesta publicació, i l'esforç realitzat per explicar de forma entenedora la seva experiència. Els felicitem per la seva bona pràctica docent desenvolupada al llarg dels anys i per posar-la a disposició de tota la comunitat universitària.

Esperem que aquest primer volum d'una nova col·lecció de l'ICE sigui del vostre interès i desitgem que la lectura d'aquestes pàgines sigui inspiradora per al lector.

## ÍNDEX

### **Arquitectura, Urbanisme i Edificació i Enginyeria Civil**

Història en obres	pag. 05
Habitatge i cooperació	pag. 20
Classes-workshop per a projectes en grup	pag. 35
Taller o.o d'arquitectura	pag. 49

### **Ciències i Tecnologies de la Salut**

Promoció de la salut visual a les escoles	pag. 64
---	---------

### **Enginyeria Informàtica i Enginyeries de la Telecomunicació**

Joc d'estructures de dades i algorismes	pag. 75
Aprenentatge actiu basat en problemes	pag. 86
El puzzle i l'aprenentatge de la programació	pag. 101
Metodologia activa per als sistemes digitals	pag. 114
Prototips electrònics com a eina d'activitat dirigida	pag. 129

### **Enginyeries Industrials**

L'e-portafoli de l'estudiant en la fase inicial	pag. 144
Debats via twitter	pag. 156
Gestió de projectes experimentals al laboratori	pag. 170
Procés d'obtenció d'un material polimèric	pag. 185
El joc de rol com a eina d'aprenentatge	pag. 197

## METODOLOGIES ACTIVES

### *Estudi de casos*

Història en obres pag. 05

### *Aprenentatge basat en problemes / Projectes (ABP o PBL)*

Joc d'estructures de dades i algorismes pag. 75  
 Taller 0.0 d'arquitectura pag. 49  
 Metodologia activa per als sistemes digitals pag. 114  
 Prototips electrònics com a eina d'activitat dirigida pag. 129  
 Aprenentatge actiu basat en problemes pag. 86  
 Classes-workshop per a projectes en grup pag. 35  
 El puzzle i l'aprenentatge de la programació pag. 101  
 Gestió de projectes experimentals al laboratori pag. 170  
 Procés d'obtenció d'un material polimèric pag. 185  
 Habitatge i cooperació pag. 20

### *Joc de rol*

Gestió de projectes experimentals al laboratori pag. 170  
 El joc de rol com a eina d'aprenentatge pag. 197  
 Procés d'obtenció d'un material polimèric pag. 185

### *Debats dirigits*

Taller 0.0 d'arquitectura pag. 49  
 Debats via twitter pag. 156  
 Aprenentatge actiu basat en problemes pag. 86  
 Classes-workshop per a projectes en grup pag. 35  
 Habitatge i cooperació pag. 20

### *Dossier de l'estudiant*

L'e-portafoli de l'estudiant en la fase inicial pag. 144  
 Metodologia activa per als sistemes digitals pag. 114  
 El joc de rol com a eina d'aprenentatge pag. 197

### *Ludificació (Gamification)*

Joc d'estructures de dades i algorismes pag. 75

### *Aprenentatge cooperatiu (AC)*

Taller 0.0 d'arquitectura pag. 49  
 Metodologia activa per als sistemes digitals pag. 114  
 Prototips electrònics com a eina d'activitat dirigida pag. 129  
 Aprenentatge actiu basat en problemes pag. 86  
 El puzzle i l'aprenentatge de la programació pag. 101

### *Tècnica puzzle*

Prototips electrònics com a eina d'activitat dirigida pag. 129  
 El puzzle i l'aprenentatge de la programació pag. 101

### *Xarxes socials*

Debats via twitter pag. 156

### *Aprenentatge Servei*

Promoció de la salut visual a les escoles pag. 64

# HISTÒRIA EN OBRES

PDI responsable de la bona pràctica  
Fernando Alvarez Prozorovich

Membres de l'equip  
que l'ha desenvolupat i aplicat

Heiko Trittler  
Oriol Hostench

Julio Garnica  
Pablo Martínez

Titulació o titulacions en què  
s'ha realitzat la bona pràctica, i nivell (1r curs, ...)  
Arquitectura -3r curs

Assignatura o assignatures  
i tipologia (obligatòria, optativa, ...)  
Història de l'Art i de l'Arquitectura II (pla 2010) - Obligatòria

Àmbit de coneixement UPC  
Arquitectura, Urbanisme i  
Edificació

Alumnat implicat i grups  
Nombre total d'alumnat: 160 i nombre de grups: 4  
(dos grups per quadrimestre, 2007-2010, pla 94)

Trajectòria/recorregut  
5 anys acadèmics  
(2007-2010, pla 94 i 2011-2013, pla 2010)

---

## Resum

La nostra experiència en metodologies actives a l'aula es va iniciar fa sis anys i cerca superar el model clàssic d'ensenyament de la Història de l'Arquitectura (classes magistrals, exàmens escrits, treballs rutinaris i aïllats). Amb l'objectiu de fomentar la participació creativa dels estudiants es proposa un treball monogràfic consistent en un estudi de cas, basat en l'aprofitament de les competències assolides al tercer curs (Dibuix, Construcció, Projectes, Història I, etc.). Els treballs monogràfics passen per tres etapes diferents, en un *crescendo* que procura reproduir el procés d'estudi i explicació d'una obra o un projecte d'arquitectura del segle XX. Al llarg d'aquest procés, els estudiants van incorporant noves eines (treball d'arxiu, escriptura crítica, anàlisi gràfica, comparacions, etc.) i fan exposicions orals de l'avenç de la seva recerca a l'aula. Les entregues es qualifiquen parcialment, però es dona la possibilitat de corregir, millorar i modificar la nota definitiva. El portal Història en Obres (<http://www.historiaenobres.net>), nascut com a arxiu consultable de treballs destacats, es presenta com a font per a l'estudi teòric i referència qualitativa dels treballs monogràfics.

---

## Paraules clau

Estudi de casos

Arquitectura del segle XX

---

## Presentació

Al llarg dels últims sis anys, la planificació de l'assignatura Història de l'Arquitectura II (pla 2010; Història de l'Arquitectura II i III en el pla 1994) incorpora la utilització del portal Història en Obres com a eina fonamental per a la introducció de metodologies actives en l'ensenyament de la història de l'arquitectura. Cal recordar que el portal es va iniciar el 2007, quan vam rebre l'ajut de l'Institut de Ciències de l'Educació (ICE) per crear un arxiu consultable amb una selecció dels millors treballs monogràfics dels estudiants del període 1992-2006 (informació fotogràfica i gràfica i literatura crítica), a partir de la qual l'arxiu s'aniria incrementant. Tot aquest període previ fins al 2007 ha prefigurat el que hauria de ser una metodologia activa aplicable al nostre entorn i que el Portal, nascut d'aquesta experiència, hagi esdevingut expressió i eina fonamental.

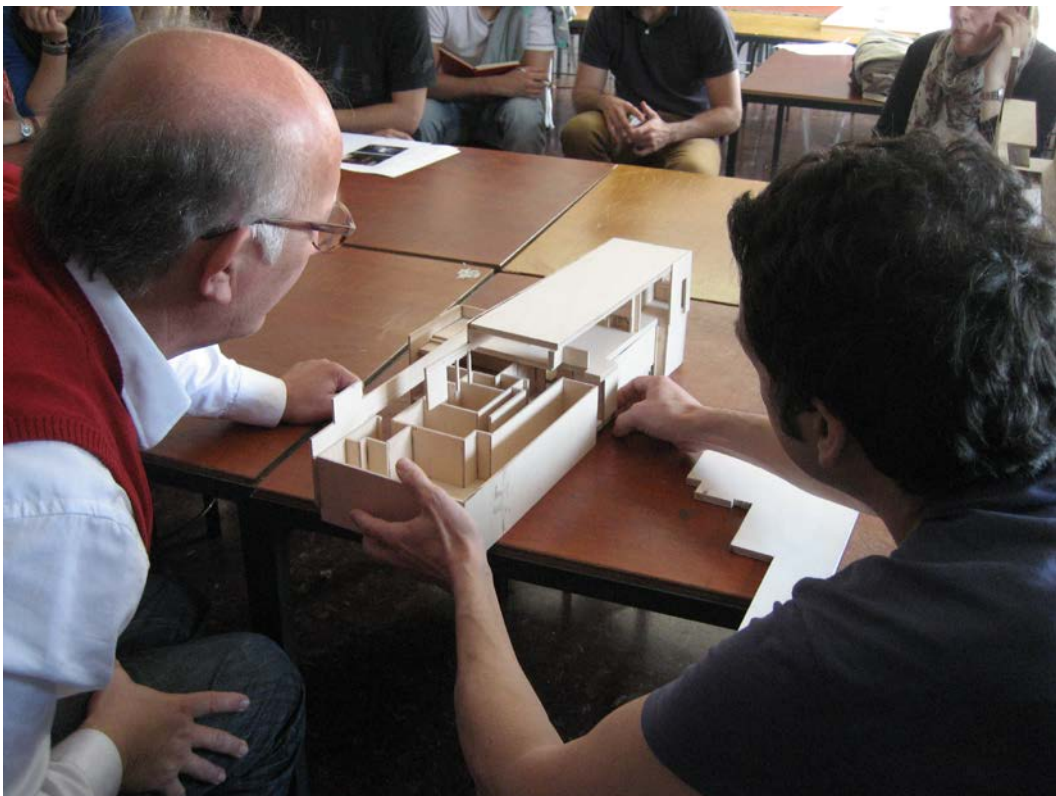
La intenció principal ha estat contribuir a superar el model clàssic d'ensenyament de la història de l'arquitectura (classes magistrals i exàmens escrits, treballs rutinaris i aïllats). A canvi, es proposa un estudi de cas que s'ha de realitzar en petits grups (1-3 persones), basat en l'aprofitament de les competències que l'estudiant o estudianta disposa en arribar al tercer curs (Dibuix, Projectes, Construccions, Història I, etc.). Sobre aquesta base, s'hi incorporen les noves eines metodològiques, com ara el treball d'arxiu, escriptura, anàlisi gràfica, etc., que fomenten l'esperit crític i científic dels estudiants dins d'un ambient participatiu.

Els treballs monogràfics passen per tres etapes diferents: 1) "Descripció" (30 % de la nota), "Anàlisi" (40 % de la nota) i 3) "Interpretació" (30 % de la nota). Al llarg d'aquestes etapes es produeix un *crescendo* que va del coneixement més directe (Descripció) a un treball crític (Anàlisi) i que acaba en un exercici més creatiu (Interpretació). Tot i que les entregues tenen una nota parcial, es dóna la possibilitat que en l'entrega final l'estudiant o estudianta millori les entregues anteriors i pugui modificar la nota definitiva. El portal Història en Obres es fa servir a classe de moltes maneres: com a eina de seguiment de la part teòrica (dins del portal s'aconsellen altres referències bibliogràfiques) i per incentivar la qualitat dels resultats a partir dels bons exemples.



El grup redactor i tècnic actual està format per Fernando Alvarez Prozorovich, Heiko Trittler, Julio Garnica, Oriol Hostench i Pablo Martínez. Els becaris que hi participen són estudiants dels últims dos cursos de la carrera amb bons antecedents en història, que treballen en la postproducció gràfica i en els retocs del material que es puja al portal, i participen en la selecció dels millors treballs. Internament, la mateixa existència del portal va gravitar dins del pla nou de l'Escola Tècnica Superior d'Arquitectura de Barcelona, ETSAB (pla 2010), en la redefinició del tipus de docència que ha d'oferir una assignatura tradicionalment humanística com la nostra, moltes vegades tancada en un ensenyament massa clàssic i poc adaptat a les noves tècniques d'aprenentatge.

Les noves eines de treball que el portal ha incorporat han fet que esdevingui un instrument d'acompanyament indispensable del curs d'Història de l'Art i de l'Arquitectura de l'ETSAB, però també que sigui molt consultat des d'altres assignatures de la carrera. Igualment, el trobem citat en bibliografies d'altres escoles d'arquitectura i va inspirar iniciatives semblants a la Universidade Federal de Paraíba.







## Planificació de la bona pràctica i descripció de les activitats que s'han dut a terme

### Planificació

La càrrega docent d'Història de l'Art i de l'Arquitectura II (pla 2010, vigent) és de 7 crèdits (4 teòrics, 3 pràctics). La docència és quadrimestral i es fan 2 hores de teoria (grup de 80-90) i 2 pràctiques setmanals (dos grups de 40-45). En el programa del curs, després d'una introducció justificativa, s'anuncia el calendari de classes, amb les especificacions corresponents sobre continguts, sistemes d'avaluació i percentatges de cada activitat en l'avaluació final. Una setmana després de començar les classes es constitueixen els grups (d'1 a 3) i es distribueixen els temes (obres o projectes).

Els treballs passen per tres etapes diferents, d'unes 5 setmanes cadascuna:

- 1) "Descripció" (30 % de la nota), consistent a redibuixar un projecte a partir de materials d'arxiu que l'estudiant o estudianta ha de cercar amb la nostra assistència.
- 2) "Anàlisi" (40 % de la nota), consistent en l'estudi escrit del "problema" que afronta l'autor o autora, les condicions de l'encàrrec, el programa, el lloc, l'ús de l'obra, la fortuna crítica, l'estil, etc.
- 3) "Interpretació" (30 % de la nota), consistent en l'elaboració d'un model tridimensional, preferiblement físic, que representi el projecte analitzat. Cada entrega, explicada públicament, serveix per generar debats i reflexions sobre el treball de la recerca històrica, el dibuix, la tècnica i altres aspectes. Es qualifiquen parcialment per indicar a l'estudiant o estudianta els aspectes que hauria de millorar, però tenen la possibilitat d'incorporar canvis i millores fins a l'entrega definitiva.

### Agents

El grup redactor i tècnic actual està format per Fernando Alvarez Prozorovich (PDI funcionari), Heiko Trittler i Julio Garnica (PDI associat), Oriol Hostench i Pablo Martínez (membres fundadors d'Història en Obres i, ara, col·laboradors *ad*

*honorem*), amb col·laboracions ocasionals de becaris. Els becaris que participen són estudiants dels últims dos cursos de la carrera que treballen en la postproducció gràfica i fan retocs del material que es puja al portal, i participen en la selecció dels millors treballs. Així mateix, l'ajuda del personal de la biblioteca del centre continua sent imprescindible. Amb el temps, s'hi han afegit noves eines de treball per millorar l'intercanvi amb els usuaris i el portal ha esdevingut un instrument d'acompanyament indispensable del curs d'Història.

## Recursos materials i d'organització

Programaris de pàgines web, Office, impressores, ordinadors personals, escàners.

---

## Avaluació i resultats

D'una manera natural, el programa actual de l'assignatura **Història de l'Art i de l'Arquitectura II (pla 2010)** assumeix els tres elements essencials suggerits per l'ICE: aprenentatge centrat en l'estudiantat, assoliment d'objectius basats en competències i avaluació i seguiment de l'activitat docent segons criteris ECTS:

### *1) Aprenentatge centrat en l'estudiantat*

La distribució horària plantejada en el nou pla d'estudis (2010) consagra un repartiment entre hores de teoria i pràctica que afavoreix el contacte estret d'estudiants i professors. Encara més, aquesta distribució ha estat determinada pel que havia estat l'assignatura en cursos anteriors a 2010. El portal Història en Obres es presenta davant dels estudiants com un resultat directe d'un procés altament participatiu i com un treball real i possible.

### *2) Assoliment d'objectius basats en competències*

S'assumeix que els estudiants de tercer curs ja disposen d'unes competències inicials en el coneixements d'assignatures de les àrees de Projectes, Dibuix, Construccions, Història I, etc. El programa teòric i la part pràctica de l'assignatura s'organitzen a partir d'aquestes capacitats ja adquirides, amb les quals s'enfoca l'arquitectura del segle XX, profundament vinculada a compromisos urbans i territorials més propers a l'actualitat. La vintena de lliçons teòriques, de caràcter més general, es complementen amb els treballs de recerca monogràfica que els

estudiants realitzen en grups formats com a màxim per tres persones, els resultats dels quals es presenten successivament en forma de seminari. Es proposa que l'estudiant o estudianta faci una “emulació”, assumint el rol i el recorregut que fa qui es dedica a la història de l'arquitectura a la cerca d'uns materials de base, per passar a l'anàlisi detallada dels diferents aspectes que componen un projecte d'arquitectura en relació amb el seu espai i temps històric, i finalment a la interpretació d'aquests. A vegades utilitzem tàctiques de joc de rol, per descobrir les dificultats de transformar una anàlisi en una síntesi transmissible als altres. D'aquesta manera, s'incorporen les competències generals i específiques del nostre curs: millora de l'aprenentatge autònom, millora de la comunicació verbal i escrita, ús dels recursos de la informació, coneixement de la història de l'arquitectura del segle XX, coneixement de les teories de la forma i la composició, i aptitud per exercir la crítica i valorar les obres.

### *3) Avaluació i seguiment de l'activitat docent segons criteris ECTS*

Seguint aquests conceptes, els seminaris s'organitzen en tres parts, corresponents a tres nivells d'aprofundiment (cinc setmanes cadascun, aproximadament), comentats més amunt i que es poden veure en el programa de l'assignatura. Cada nivell (Descripció, Anàlisi, Interpretació) significa un pas més, des d'allò que ja s'ha adquirit (competències de Dibuix, Construcció i Història de l'Arquitectura, etc.) fins als continguts i les tècniques d'estudi que pretén incorporar l'assignatura Història de l'Art i de l'Arquitectura II. El treball d'exposició continua i permanent dels avenços de la recerca és una condició *sine quan non* per a l'èxit d'una proposta d'aquest tipus. D'altra banda, el professor o professora actua mitjançant l'estímul i la presentació de mecanismes i criteris de comparació entre obres, identificació de problemes, constants i diferències entre propostes, a la recerca d'una síntesi final i, en el cas de la Història, sempre provisional i viu. El nom del portal pren aquesta doble connotació: la història s'explica a través d'obres i com a activitat està sempre “en obres”, la seva força rau en aquesta voluntària i permanent “problematització” (com sabem, la “història per problemes” és també un concepte introduït per l'escola d'Annales a França a mitjan segle XX).

Dins d'aquests processos, el portal Història en Obres actua, a més, com un estímul de diferents maneres fent exhibició d'uns estàndards de qualitat dels diferents aspectes de la recerca (cerca de materials, dibuix, anàlisi, interpretació). En aquest sentit, en la mesura que tothom sap que el portal és el resultat del treball concret i mancomunat entre docents i estudiants de molts cursos, emergeix com una eina inicial d'autoavaluació. El missatge més directe és: “Si ho han fet altres iguals que jo, jo sóc capaç de posar-m’hi i de millorar-ho.”

Així mateix, al marge de les explicacions sobre l'avaluació que es plantegen al programa, el portal Història en Obres indica a l'estudiant o estudianta, d'una manera pràctica, “què se li demanarà” i quines són les evidències que seran considerades per a la formulació d'un judici sobre el seu treball. I, finalment, atès que el treball en si constitueix un conjunt documental prou complet i ordenat perquè es pugui avaluar o utilitzar en altres instàncies, l'estudiant o estudianta pot incorporar-lo al seu dossier d'aprenentatge. Tenim coneixement que alguns exalumnes inclouen en el seu currículum que han estat seleccionats per a la publicació en el portal.

---

## Plans de millora contínua

### *1) Planificació inicial del procés d'aprenentatge*

Creiem que, dins de l'actual pla d'estudis (pla 2010), la planificació, el control del temps de dedicació dels estudiants i la distribució dels esforços de la nostra assignatura estan molt equilibrats (ara l'assignatura té 7 crèdits, cosa que afavoreix la dedicació requerida). Hem passat per diverses etapes. Quan vam iniciar la nostra docència ens vam basar, gairebé intuïtivament, en moltes fonts disperses: des de vells suggeriments de la *nouvelle histoire* de l'escola d'Annales a França (Bloch, Febvre, Duby) i el formalisme rus (Sklovski, Jakobson), fins a documents orientatius de The Getty Center for Education in the Arts i experiències de joc de rol en el camp de l'educació. Però va ser justament un ajut promogut per l'ICE el 2006 el que ens va permetre organitzar el material i fer la primera versió d'Història en



Obres. A partir d'aquest moment vam començar a sumar experiències d'una manera ordenada, a extreure'n conclusions i a planificar-ne correccions.

## *2) Recollida d'evidències durant l'execució del procés*

Hem de considerar, com a mínim, quatre tipus d'evidència que considerin els estudiants com a protagonistes principals:

### *a) Les enquestes als estudiants*

Podem afirmar que les nostres conviccions respecte de l'èxit del plantejament es confirmen també per a les consultes que la UPC organitza en forma d'enquestes al final de cada curs. Es recull un alt índex de satisfacció en tots els aspectes considerats per les enquestes (4/5, aproximadament).

### *b) Les qualificacions dels estudiants*

En l'àmbit de les qualificacions, es pot comprovar que estan per sobre de la mitjana de l'ETSAB quant a resultats i que la distribució dels diferents nivells de notes reflecteix els diferents graus d'assoliment dels objectius. Per nosaltres, l'avaluació continuada no és una suma algebraica de notes sinó un tot orgànic i integrat.

Tenim tota una gama que evidencia processos personals diferents que, per descomptat, inclou diverses matrícules d'honor.

### *c) Altres formes de recollida ràpida*

Les interessants propostes de retroacció que l'ICE ha suggerit, partint d'uns "qüestionaris d'incidències crítiques", no les hem pogut portar a terme, d'una manera sistemàtica. Hi ha dues raons fonamentals: tenim un intens contacte a les classes pràctiques que ens permeten copsar opinions contínuament, sense pressions del moment, i, d'altra banda, la manca de temps i d'alguna ajuda de becaris, de la qual en aquest moment no disposem.

### *d) Altres formes de recollida "lenta" que proposem*

Si bé la recollida ràpida pot donar una informació útil, convé considerar altres maneres d'aportar informació, com ara demanar a alguns estudiants de cursos anteriors les seves opinions i propostes de millora. Una bona evidència seria que els estudiants, ja fora de qualsevol pressió conjuntural, ens confirmessin que el que ha estat un moment en la seva carrera –els quatre mesos que hem compartit– amb el temps s'hagi transformat en un esdeveniment important, un record, una memòria



que torna per alimentar les seves il·lusions, sense les quals el coneixement no es transformarà amb el temps en veritable saviesa.

En aquest sentit, incentivats per aquesta convocatòria vam fer una enquesta seguint un format d'“enquesta fàcil”, que és molt adaptable i fàcil de recollir, adreçada als estudiants dels últims cinc quadrimestres.

Les sis preguntes plantejades van ser les següents. Tot i que el període de recollida d'opinions va ser molt curt (del 7 al 12 novembre), vam tenir més de 40 respostes que ressenyem a continuació:

1. Has estat un/a usuari habitual del portal Història en Obres al llarg del curs d'Història de l'Art i de l'Arquitectura?  
Sí: 37 (88 %)/No: 5 (12 %)
2. L'has continuat utilitzant al llarg de la carrera?  
Una vegada/setmana: 1 (3 %); dues-tres vegades/mes: 16 (42 %)  
Una vegada/mes: 11 (29 %); menys d'una vegada/mes: 10 (26 %)
3. Consideres que ha estat una bona aportació per al seguiment del curs?  
Sí: 40 (100 %)/ No: 0 (0 %)
4. En quin sentit ha estat una bona aportació? Respostes diverses
5. El vostre treball ha estat seleccionat per incorporar-lo al portal?  
Sí: 8(24 %)/ No: 26 (76 %)
6. Quines millores ens suggereixes? Respostes interessants i interessades.

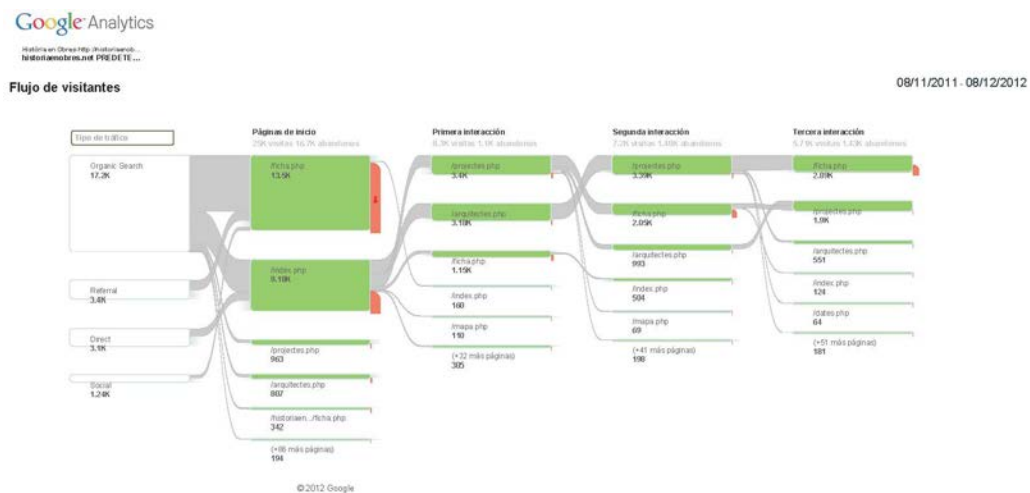
Cal destacar que els estudiants que han contestat no han estat necessàriament els seleccionats per a la publicació i, per tant, que la seva opinió és molt independent. Les preguntes 4 i 6 no tenien un filtre clar, però ens van servir per recollir interessants comentaris que seria llarg recollir aquí.

Esmentem un exemple entre molts, sobre la pregunta 4 (és una bona aportació): “En el sentit que no només es presenten diferents obres clau de l'arquitectura moderna sinó que, a més a més, trobem informació extra, inèdita i de molt alta qualitat que ajuda l'usuari a entendre en profunditat cada projecte”. I un altre exemple, sobre la pregunta 6

(milliores suggerides): “Intentaria fer-lo més interactiu: que el portal servís als estudiants per crear debat, com si fos un blog. Que a part dels treballs en grup, s’haguessin de comentar altres obres al web i, així, s’eixamplés el nostre camp de visió a altres projectes a part del personal —per posar-hi un exemple.” Com es pot veure, l’enquesta ens ha servit per recollir molts suggeriments interessants que tenen en comú la convicció de la utilitat de l’ús del portal i que ens animen a continuar.

### e) Altres indicadors

El portal Història en Obres ha passat a formar part de la bibliografia “clàssica” de diverses assignatures, més enllà de la nostra pròpia àrea de Composició Arquitectònica. D’entrada, en altres assignatures de la mateixa ETSAB i de l’Escola Tècnica Superior d’Arquitectura del Vallès (ETSAV) i altres escoles de Barcelona; però cal destacar-ne moltes a Espanya, Itàlia, Mèxic, el Brasil, l’Argentina, Xile. Les dades de què ens proveeix Google Analytics revelen un grau de difusió molt gran i sovint se’ns demana material per a diferents publicacions. Aquesta bona fama d’una eina iniciada a l’ETSAB arriba als estudiants i no els deixa indiferents; veuen d’una



manera pràctica com participen d’un procés original i útil alhora (vegeu la figura de flux de visitants a Google Analytics).

Això ens estalvia els esforços d’altres èpoques per comunicar-los el sentit del treballs que es plantegen i l’esforç que demana un bon procés d’aprenentatge.

### 3) *Anàlisi de resultats*

Els resultats de les diferents formes de recollir evidències de la marxa de l'assignatura ens permeten ser, fins a cert punt, optimistes, però en tot cas ens motiven a avançar. Veiem que, amb molta dedicació, els estudiants comencen a exercitar-se en l'exposició de les idees com una activitat normal, gens forçada i gairebé lúdica. I, als docents, se'ns fa més fàcil respondre davant de qualsevol procés personal dels estudiants i també valorar-los col·lectivament.

Els problemes que hem trobat no han estat tant en els resultats sinó en algunes deficiències de preparació —sobretot en l'àmbit de les eines de Dibuix— que en reunions de tercer curs han emergit com a crítica principal al funcionament general del curs i al paper clau d'aquestes assignatures que semblen haver perdut el pes que tenien abans, sense que això signifiqui cap millora d'altres aspectes.

Internament, la manca de becaris o d'ajudants-alumnes per a la reducció d'incentius i ajusts és un dels problemes fonamentals que trobem en un doble sentit: en primer lloc, perquè l'aportació dels més joves, més àgils en el coneixement de les eines i noves tecnologies, és sempre un avantatge i, en segon lloc, perquè hem de preparar els que es faran càrrec de la docència en un futur en una perspectiva de continuïtat, si es vol, crítica del que nosaltres hem engegat. La majoria de les millores que suggereixen els estudiants a les enquestes necessiten, perquè puguin ser ateses, aquest enfortiment de l'equip redactor i dels mitjans econòmics.

### 4) *Pla de millora*

Sense autoindulgències, estem molt convençuts que hem fet un camí coherent i que la filosofia ha estat la mateixa de l'inici, però també resulta evident que hem de continuar incorporant millores.

En aquest sentit, s'han de considerar tres factors fonamentals:

- a) El tipus de persones a les quals ens adrecem (els estudiants canvien cada any, en canvia el bagatge i les expectatives). Això exigeix molta atenció a l'elecció

dels temes i les “derives” del treball; creiem que el contacte estret és la millor manera d’identificar aquestes variables.

- b) Les dificultats de coordinació amb altres àrees de coneixement, de cara a la consideració de les competències de les quals partim per portar endavant un exercici que requereix una certa maduresa pròpia de qui està gairebé al mig de la carrera. Això exigeix un esforç als coordinadors de curs i correccions sobre la marxa del pla 2010 en l’àmbit d’algunes competències essencials dels arquitectes, com és el tema de l’expressió gràfica.
- c) Els canvis tecnològics són un tema clau. Ens trobem amb una dificultat cíclica: la manca de pressupost per generar unes beques per preparar els nous continguts del portal i introduir-hi millores (figura de la pàgina d’inici del portal Història en Obres).

El portal Història en Obres és una publicació semestral dirigida a professionals i estudiants, dedicada a l'estudi de les obres de l'arquitectura moderna. La presentació d'aquests materials d'anàlisi, realitzada des d'una triple visió: gràfica i tridimensional (plànols i maquetes), crítica i descriptiva (textos) i associativa (paraules clau i obres relacionades), busca facilitar diversos nivells de recerca i aprofundiment, generant al mateix temps noves propostes d'estudi dels projectes. El contingut d'aquesta publicació es troba constantment en construcció i es renova conforme els nostres materials gràfics augmenten i es perfeccionen. **Info**

**notícies**

**2013-10-18** Salvem el Finsbury centre!  
<http://savefinsburyhealthcentre.wordpress.com/>

**2013-07-01** I Congrés Internacional Estratègies Materials i Arquitectura Vegetal  
 Informació i Call for papers per al I Congrés Internacional ESTRATÈGIAS MATERIALES y ARQUITECTURA VEGETAL de la Universidad Francisco de Vitoria de Madrid.

Per més informació, consultar el link, AQUÍ

**index 5**

LA MODERNITAT A BRASIL

**Equipaments públics**

- Concurs per al Centre Beaubourg, de Paulo Mendes da Rocha
- Congrés Nacional de Brasília, d'Oscar Niemeyer
- Pavelló de Brasil a l'Expo de Nova York, d'Oscar Niemeyer
- Teatre Nacional de Brasília, d'Oscar Niemeyer

**Complexos residencials**

- Complex residencial Pedregulho, d'Affonso Reidy
- Casa de Brasil, de Le Corbusier

**Ambaixades**

- Ambaixada de Mèxic a Brasília, de Teodoro González de León
- Ambaixada de França a Brasília, de Le Corbusier

**Cases unifamiliars**

- Casa de vidre, de Lina Bo Bardi
- Casa Heitor de Almeida, de Joao Vilanova Artigas

## Referències

### Cursos d'altres escoles que posen el portal com a bibliografia obligatòria (alguns exemples)

Universidad de Granada. Guia docent de les assignatures: **Composició Arquitectónica, Introducción a la Historia del Arte y de la Arquitectura, El Patrimonio Edificado: Gestión y Conservación**. Aprobada por el Consejo de Departamento de Construcciones Arquitectónicas, en sesión del 17/06/2013,

aplicable al curso 2013/14. Bancos de imàgenes del patrimonio artísticu y arquitectònicu. <http://dca.ugr.es/info/programas/ga-compo2.pdf>

Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Artes. Escuela de Arquitectura y Urbanismo. **Historia III**. Arquitectura Moderna. Bibliografía: <http://unahistoria3.blogspot.com.es/2013/06/giuseppe-terragni-casa-del-fascio.html>

Tecnològicu de Monterrey, Camus Guadalajara: **Proyectos Arquitectònics Habitacionales**. Profesor Jose Manuel Falcon Meraz [https://www.editorialdigitaltec.com/materialadicional/P180\\_Falcon\\_Proyectosarquitectonicoshabitacionales.cap1.pdf](https://www.editorialdigitaltec.com/materialadicional/P180_Falcon_Proyectosarquitectonicoshabitacionales.cap1.pdf) Cita: pàg. 64: “Recopilatorio de recursos sobre la arquitectura moderna, realizada por la Universidad Politècnica de Cataluña. UPC. Història en Obres-portal de historia de la arquitectura moderna. Recuperado el 30 de agosto de 2011, de <http://descartes.upc.es/historiaenobres/?idioma=es>”

Altres cites del portal:

[http://etsamtallerjmsanz.blogspot.com.es/2011/10/bibliotecas-referencias\\_22.html](http://etsamtallerjmsanz.blogspot.com.es/2011/10/bibliotecas-referencias_22.html)  
<http://arquitecturauda.blogspot.com.es/2013/01/expresion-3-trabajo-ma>

Blogs i altres que parlen de l'eina o la utilitzen

**AP&RS, portal d'informació per als estudiants del curs Projectes I-II** (matí) Ariadna Perich i Roger Such, ETSAB <https://es-la.facebook.com/perichsuch/timeline?filter=3>  
“AP&RS - Taller de Projectes “Val molt la pena resseguir el projecte aquí!: <http://www.historiaenobres.net/ficha.php?idioma=es&id=289> Una gran tasca del professor Fernando Álvarez Prozorovich i el Dept. de Composició de l'ETSAB”

**Blog de la revista Tectónica:** <http://tectonicablog.com/>  
<http://tectonicablog.com/?p=44930>

**Revista Diagonal**

<http://www.revistadiagonal.com/articles/catedra/rastrear-proyectos-contar-historias/>

“**Aplicación demo de proyectos para mejorar la propuesta de proyectos en una asignatura de proyectos**”, de Félix Freitag, Leandro Navarro, Alberto Cabellos, Joan Manuel Marquès. Dept. d'Arquitectura de Computadors. Universitat Politècnica de Catalunya. En referències: [http://bioinfo.uib.es/~joemirot/aenui/procJenui/Jen2008/p549\\_FF Freitag.pdf](http://bioinfo.uib.es/~joemirot/aenui/procJenui/Jen2008/p549_FF Freitag.pdf)

**Blog Veredes:**

<http://veredes.es/blog/?s=historiaenobres>  
<http://www.plataformaarquitectura.cl/2013/04/02/konstantin-melnikov/>  
<http://www.arqred.mx/blog/2008/09/05/la-biblioteca-de-viipur-alvar-aalto/>

# HABITATGE I COOPERACIÓ

PDI responsable de la bona pràctica  
Sandra Bestraten Castells

Membres de l'equip  
que l'ha desenvolupat i aplicat  
Emili Hormias Laperal

Titulació o titulacions en què  
s'ha realitzat la bona pràctica, i nivell (1r curs...)  
Grau en Arquitectura - 3er i 4rt curs

Assignatura o assignatures  
i tipologia (obligatòria, optativa...)  
**Habitatge i Cooperació** - Optativa      **Tecnologies de Baix Cost per a la  
Cooperació** - Optativa

Àmbit de coneixement UPC  
Arquitectura, Urbanisme i Edificació  
Medi Ambient, Sostenibilitat i Recursos Naturals

Alumnat implicat i grups  
Nombre total d'alumnat: 100 - Nombre de grups: 2  
(per any acadèmic)

Trajectòria/recorregut  
11 anys acadèmics  
(2003-2014)



---

## Resum

Des de les assignatures Habitatge i Cooperació i Tecnologies de Baix Cost es vol incidir en l'àmbit social de l'arquitectura, ja sigui des de l'escala urbana, tipològica, constructiva, o des del mateix procés de participació per fer-la realitat. També es treballa en projectes per a persones amb diversitat funcional, incorporant criteris d'accessibilitat i disseny universal que permetin millorar l'autonomia i la qualitat de vida de les persones.

Es forma els futurs arquitectes perquè tinguin capacitat d'acció en projectes de cooperació per al desenvolupament, com una forma de treball que busca la possibilitat d'intervenir des de la sostenibilitat energètica, espacial i social en les societats que més ho necessiten.

Aquestes assignatures proporcionen coneixements teòrics, que es posen en pràctica a través de projectes de cooperació reals. Els continguts teòrics es complementen amb tallers experimentals i treballs de curs en grup centrats en els mateixos projectes que es realitzaran. Alguns dels estudiants tenen l'oportunitat de fer-los realitat en coordinació amb l'associació Universitat sense Fronteres durant l'estiu i fora del període lectiu de la Universitat.

L'objectiu és estimular el compromís social com una manera de transformar el món, especialment en els països en vies de desenvolupament, gràcies als coneixements adquirits a la universitat.

---

## Paraules clau

Aprenentatge-servei

Aprenentatge basat en  
problemes/projectes  
(ABP o PBL)

Debat dirigit

## Presentació

L'assignatura Habitatge i Cooperació fou creada l'any 1998 per l'arquitecte Raimon Torres i des de l'any 2003 n'han pres el relleu en la docència els arquitectes Sandra Bestraten i Emili Hormias, els quals han reformulat l'assignatura i han afegit a l'oferta docent Tecnologies de Baix Cost per a la Cooperació. El 2010, la creació del tribunal de TFG dirigit per Z. Muxí, del qual S. Bestraten forma part, complementa les dues assignatures, cosa que permet vincular el treball de fi de grau d'Arquitectura amb un projecte de cooperació. Aquest vincle ja s'ha fet manifest en 13 TFG.

Les assignatures optatives Habitatge i Cooperació i Tecnologies de Baix Cost per a la Cooperació es cursen els quadrimestres de tardor i de primavera, respectivament, i han esdevingut un viver de formació en cooperació, accessibilitat i compromís social d'uns 50 alumnes d'Arquitectura per assignatura i curs. Les dues assignatures es complementen totalment i és important cursar-les totes dues per poder optar a participar en els projectes de cooperació reals que es fan als estius.

En els últims 15 anys, entre les dues optatives s'han pogut formar més de 1.300 estudiants. Durant aquest període s'han realitzat treballs de curs al voltant de 40 temàtiques diferents, tant de cooperació per al desenvolupament com d'accessibilitat. Tots aquests treballs s'han materialitzat en més de 25 projectes de cooperació desenvolupats per més de 200 alumnes de les assignatures de cooperació amb el suport del Centre de Cooperació per al Desenvolupament (CCD) de la UPC i altres institucions públiques catalanes.



## Competències treballades

### Competències generals:

1. **Sensibilitat i compromís social:** Conèixer i entendre la complexitat dels fenòmens econòmics i socials típics de la societat del benestar; capacitat per relacionar el benestar amb la globalització i la sostenibilitat; habilitat per utilitzar de manera equilibrada i compatible la tècnica, la tecnologia, l'economia i la sostenibilitat.
2. **Treball en equip:** ser capaç de treballar com a membre d'un equip, ja sigui com un membre més o realitzant tasques de direcció amb la finalitat de contribuir a desenvolupar projectes amb pragmatisme i sentit de la responsabilitat, assumint compromisos que tinguin en compte els recursos disponibles.
3. **Emprenedoria i innovació:** conèixer i entendre l'organització d'una activitat en contextos de cooperació per al desenvolupament o accessibilitat; capacitat de presa de decisions i d'introduir nous recursos a aquestes activitats.

### Competències específiques:

1. Coneixement adequat dels criteris i estratègies de formulació d'un projecte de cooperació per al desenvolupament.
2. Coneixement adequat de les eines de planejament urbà en contextos de cooperació per al desenvolupament.
3. Coneixement adequat dels mètodes d'estudi de les necessitats socials, la qualitat de vida, l'habitabilitat i els programes bàsics d'habitatge.
4. Coneixement adequat de l'arquitectura bioclimàtica, la sostenibilitat i els principis de conservació de recursos energètics i mediambientals.
5. Solucions constructives *low tech*, des de les bases de l'arquitectura vernacle fins als sistemes constructius industrialitzats.
6. Aptitud per suprimir barreres arquitectòniques

---

## Planificació de la bona pràctica i descripció de les activitats que s'han dut a terme

La bona pràctica és el resultat de la suma de diferents activitats complementàries:

1. **Classes teòriques.** Es donen les bases del marc teòric de la cooperació i es complementa amb l'anàlisi de diferents experiències reals sobre el terreny a diferents països del món. Molts dels casos d'estudi són projectes desenvolupats en el marc de l'assignatura, fet que ajuda a copsar l'atenció de l'estudiant.
2. **Pràctiques a l'aula.** S'incorporen dinàmiques participatives a partir d'exercicis en els quals els alumnes s'han de posar en diferents situacions reals. Els alumnes aprenen, entre altres coses, a muntar una encavallada a mida real amb tubs de cartró, a fer un replanteig amb fils d'una planta o l'arc d'una volta numídica, a passar nivells amb mànega.
3. **Treball de curs.** L'alumnat ha de desenvolupar un treball que forma part d'un **projecte real de cooperació per al desenvolupament o d'accessibilitat.** Per tant, la feina de l'estudiant esdevé útil a la població beneficiària, anant més enllà del context acadèmic. Aquest fet és molt valorat i motiva a buscar l'excel·lència del treball pel compromís que suposa la seva aplicabilitat real.
4. **Taller experimental de construcció sostenible**  
Al final de curs es realitza un taller de camp, en el qual s'aprenen també diverses tècniques de construcció amb les pròpies mans, especialment amb terra crua. Aquest apropament físic a la tècnica vol facilitar el coneixement en profunditat de materials que són una bona resposta ambiental, constructiva i econòmica als projectes d'arquitectura i en especial en la cooperació per al desenvolupament.

## 5. Projectes de cooperació per al desenvolupament

L'associació Universitat sense Fronteres (USF) desenvolupa projectes de cooperació en països en vies de desenvolupament com són Bolívia, el Camerun, el Senegal, Algèria o Haití. Els projectes desenvolupats són de planejament urbà, millora urbana, construcció d'equipaments i habitatge social.

Molts dels projectes de la USF es duen a terme com a projectes d'aprenentatge i servei, en els quals grups d'entre 8 i 20 alumnes de les assignatures de cooperació participen en projectes reals en què experimenten empíricament allò que s'explica a les sessions teòriques a l'aula, amb la qual cosa consoliden els coneixements adquirits.



En els projectes de cooperació realitzats a través de la USF, també hi participen estudiants d'altres disciplines. D'aquesta manera, es potencia el treball multidisciplinari, que esdevé un treball en equip que permet assolir els objectius de forma transversal.

### Recursos materials i d'organització

Els **recursos materials** per dur a terme la bona pràctica són:

1. **Classes teòriques.** Aula preparada per a PowerPoint i vídeo. Les classes s'han d'adaptar el treball de curs que es planteja cada any.
2. **Pràctiques a l'aula.** Materials per fer maquetes a escala 1:1, bàsicament plafons i tubs de cartró, mànega per passar nivells, corda, cordill, cintes mètriques, barretes, cadires de rodes, bastons.
3. **Treball de curs.** S'aporta tot el material necessari per desenvolupar un projecte real. A vegades aquest material l'aporta la contrapart, però altres vegades forma part d'algun projecte de cooperació previ realitzat sobre el terreny per la Universitat sense Fronteres per obtenir la informació necessària per poder desenvolupar el treball de curs, com per exemple aixecaments topogràfics o urbanístics de l'estat actual d'una població.

4. **Taller experimental** de construcció sostenible. Per desenvolupar aquesta activitat fa falta terra, encofrats, pics, pales, aixades i tot un seguit de material d'obra que s'obté per col·laboració amb empreses o realitzant el taller en alguna obra en curs on s'estiguin utilitzant aquestes tecnologies.
5. **Projectes de cooperació real.** Els recursos necessaris per desenvolupar aquesta activitat són coordinats per la Universitat sense Fronteres, que s'encarrega de formular els projectes, buscar finançament públic i privat, i fer el seguiment de l'execució i avaluació final.

Els **recursos d'organització.** Sobretot són recursos humans:

- **Professor UPC Emili Hormias:** col·laboració en alguna de les sessions teòriques, tallers experimentals i coordinació dels projectes de cooperació reals.
- **Càtedra d'Accessibilitat** de la UPC (CATAC): suport tècnic i material en els tallers d'accessibilitat i disseny universal.
- **Universitat sense Fronteres:** facilita la documentació necessària per als treballs de curs.
- **Voluntaris de la Universitat sense Fronteres:** explicació de la seva experiència en el terreny realitzant els projectes de cooperació de la USF en col·laboració amb l'assignatura.

## Activitats realitzades

### 1. Classes teòriques

S'han fet classes específiques per conèixer en profunditat les comunitats on els estudiants han desenvolupat els seus treballs de curs.

### 2. Pràctiques a classe

Aquest any s'ha muntat l'encavallada del projecte d'habitatge d'emergència al terratrèmol de Kobe dissenyada per l'arquitecte japonès Shigeru Ban a escala 1:1 a l'aula. També s'ha fet el replanteig amb cordes sobre la paret de l'aula de la volta numídica, treball previ necessari a construir-la.



### 3. Treballs de curs desenvolupats

Durant el curs 2012-2013, s'han realitzat propostes a diferents països que després han estat desenvolupades sobre el terreny com a projectes de cooperació per al desenvolupament.

- Treballs de planejament urbà. Anys enrere s'ha treballat en el planejament urbà de les poblacions de San Ignacio de Velasco i San José de Chiquitos, a Bolívia; a Oussouye (Senegal); a Ndjoré II (Camerun), i a l'Illa d'Ibo (Moçambic).

Aquest any s'ha treballat en la consolidació del planejament ja aprovat de San Ignacio de Velasco, bàsicament desenvolupant plans parcials de millora urbana. Entre les propostes plantejades i posteriorment executades hi ha la plantació d'arbres als carrers per revaloritzar els valors mediambientals i consolidar les alineacions de nous carrers i crear cultura de l'espai públic.

- Treballs de millora d'habitatge social, dissenyant i construint un prototip d'habitatge mínim per al poble de Ndjoré II (Camerun).
- Taller d'accessibilitat als barris. S'ha analitzat l'accessibilitat d'algun dels principals carrers del barri de la Zona Franca de Barcelona. Acompanyats de persones usuàries de cadira de rodes, els alumnes han fet un recorregut pel barri i han descobert com poden afectar en el dia a dia d'una part de la població les barreres arquitectòniques. El treball conclou aportant possibles solucions. En aquest treball l'alumnat també té la possibilitat de seure amb una cadira de rodes o caminar amb un antifaç i bastó, per posar-se en la pell d'una persona discapacitada. Aquesta vivència vol sensibilitzar primer per després garantir que els aspectes de l'accessibilitat passen a formar part del procés projectual i no són simplement una normativa més que s'ha d'aplicar. Durant anys anteriors, a l'assignatura s'han desenvolupat treballs de curs d'accessibilitat urbana a les ciutats de Tarragona, Vilanova i la Geltrú i Calafell. El proper any està previst treballar al nucli antic de Barcelona.

#### **4. Taller experimentals, construcció amb les mans**

S'ha visitat una casa construïda amb tàpia, tècnica vernacle que avui s'està recuperant com a alternativa de baix consum energètic. Els estudiants executen algun element constructiu i alhora poden contrastar el seu treball amb les parets de la casa ja realitzades amb aquesta tècnica per un professional. En cursos anteriors també s'ha posat en pràctica l'elaboració de blocs de terra comprimida (BTC) o la construcció d'una volta numídica amb blocs de tova, tècnica també ancestral que permet cobrir espais a cost reduït.

#### **5. Projectes de cooperació**

Alguns alumnes de les assignatures s'han desplaçat durant 2 o 3 mesos a San Ignacio de Velasco (Bolívia) i a Ndjoré II (Camerun) per fer efectiva l'aplicació dels projectes dissenyats des de l'assignatura.

A Bolívia s'ha pogut arbrar un nou tram de la que serà una de les avingudes més importants de la ciutat de San Ignacio de Velasco. Aquest treball s'ha fet de forma comunitària per sensibilitzar la població sobre la importància del planejament i el medi ambient. També s'ha fet el seguiment del planejament urbanístic vigent i s'ha ampliat un nou mòdul de la Facultat Integral Chiquitana de Bolívia, projecte dissenyat també des de l'assignatura.

A Ndjoré II s'ha construït el nou prototip d'habitatge efectuant-hi algunes modificacions, fruit de la participació dels seus beneficiaris directes.

---

## Avaluació i resultats

### Avaluació de l'assignatura

Les assignatures s'avaluen a partir de tres variables:

- 1. Les pràctiques realitzades a classe.** Aquestes obliguen a treballar en equip, fet que permet observar la predisposició per a aquest tipus de treball, així com les competències necessàries de coordinació, organització o resolució de conflictes, entre d'altres.
- 2. El treball de curs.** S'avalua la capacitat d'incorporar el corpus teòric de l'assignatura en el projecte desenvolupat en equips de 3 alumnes durant el curs.
- 3. Prova de coneixements.** Aquesta prova està enfocada a determinar la capacitat de reflexió i síntesi de l'alumne, i no només en la memorització de continguts. Algunes preguntes fan referència directa al treball que han realitzat o les pràctiques de classe.

A aquestes variables s'ha d'afegir l'avaluació dels **projectes de cooperació** dels estius, en els quals només participen alguns alumnes de les assignatures:

L'alumnat que participa en els projectes organitzats des de la Universitat sense Fronteres no és avaluat acadèmicament. Tot i això, hi ha una avaluació de l'associació en relació amb el treball realitzat.

També hi ha un procés d'autoavaluació, atès que l'alumnat que ha participat en els projectes de cooperació, quan tornen, el primer dia de classe del nou curs lectiu expliquen la seva experiència directa als nous alumnes, en què reflexionen sobre el treball realitzat durant l'estiu i els engresquen a implicar-se i treballar en els projectes que s'impulsen des de l'assignatura. L'objectiu d'aquesta xerrada és estimular la revisió dels coneixements adquirits.

D'aquesta manera, en veure companys i companyes de classe del curs anterior explicant aquests projectes, el nou alumnat s'hi identifica i presta una especial

atenció a les seves explicacions. D'aquesta manera, també es comencen les classes posant la mirada des de l'inici de curs a la realitat.

## Resultats

### 1. En relació amb l'aprenentatge en el camp de la cooperació, la sostenibilitat energètica, l'acció social

Després de totes les activitats desenvolupades des de les assignatures Habitatge i Cooperació i Tecnologies de Baix Cost, els alumnes tenen coneixements específics del camp de la cooperació, en què el procés del projecte és tan o més important que el resultat. Les assignatures apropen el coneixement a tecnologies apropiades que no sempre estan en el corpus teòric troncal del currículum de carreres molt enfocades al nostre context.

### 2. Treballs de curs com a servei a la societat

Una de les característiques més importants d'aquestes assignatures són els treballs de curs, en els quals es desenvolupen projectes que després tenen una utilitat en la realitat i que, si no es fessin des de la Universitat, probablement no es farien.

- **Treballs de planejament urbà.** En els treballs d'ordenació urbana el resultat són 5 o 6 propostes diferents de planejament, que, reorientades pel professor o professora, permeten presentar diferents solucions per a un mateix problema. Totes aquestes propostes són presentades als municipis, on un procés d'exposició pública dinamitza l'opinió de tècnics municipals, quan n'hi ha, i de la població en general. Després un equip pluridisciplinari de tècnics, en què també participaran alguns alumnes de l'assignatura, redacten un planejament que integra els raonaments de tota la població i torna a ser sotmès a exposició pública abans que sigui aprovat definitivament.
- **Treballs de millora urbana.** De les propostes sorgides dels treballs de curs, s'ha pogut fer realitat per part dels estudiants desplaçats durant els mesos d'estiu la plantació de 130 arbres en un tram de l'avinguda Velasco, a San Ignacio, Bolívia. Ha estat la continuació dels treballs iniciats l'any 2012 i es

preveu que segueixi en els pròxims anys demostrant que els treballs de curs al llarg del temps esdevenen realitat.

- **Construcció de nous mòduls de la Facultat Integral Chiquitana a Bolívia**

S'ha ampliat un nou mòdul de la universitat indígena amb la nova implementació de noves carreres. Aquest projecte forma part del projecte estratègic de millora territorial de la regió de la Chiquitania.

- **Construcció d'un prototip d'habitatge**

Gràcies als dissenys proposats en els treballs de curs s'ha construït aquest nou habitatge després del treball de participació amb la família que n'ha resultat beneficiària directa. Aquest torna a ser un exemple de treballs de curs que esdevenen un projecte aplicat al lloc.

- **Anàlisi de l'accessibilitat als barris.** Del recorregut realitzat acompanyats de persones usuàries de cadira de rodes, se n'ha generat documents amb l'anàlisi i unes propostes de millora per al barri.

Aquest treball consisteix en una sèrie de fitxes realitzades per l'alumnat que permeten identificar els punts dèbils de l'accessibilitat a la via pública o al comerç. Alhora, la fitxa incorpora alternatives arquitectòniques per resoldre les problemàtiques detectades. Aquestes fitxes són repartides entre els comerciants, per exemple perquè, si algun dia reformen el seu local, tinguin un document de sensibilització amb recomanacions per fer el seu local accessible.

---

## Plans de millora contínua

Les activitats programades a la bona pràctica estan en constant revisió. Entre les millores que es plantegen trobem:

### 1. Assignatura intensiva

Per tal de millorar la bona pràctica i adaptar-se al nou pla d'estudis d'Arquitectura, en els pròxims cursos, l'última setmana del curs transcorrerà en el període d'assignatures intensives. Gràcies al fet que es disposarà d'un nombre més gran d'hores, es faran sessions de correcció que facilitin el treball en equip a l'aula. També es podran organitzar tallers de construcció de més d'un dia de durada que permetin posar en pràctica més tècniques i dedicar més temps al procés de construcció real.

### 2. Tutoria dels treballs de curs

Es vol millorar el procés de correcció i tutorització dels treballs de curs amb la col·laboració dels voluntaris de la Universitat sense Fronteres. Aquells voluntaris que hagin participat en algun projecte del qual s'estigui desenvolupant algun treball de curs assessoraran els alumnes aportant-los la visió que han obtingut a través de la seva experiència en el terreny sobre com és el lloc on es treballa, el seu context i les tecnologies i recursos disponibles. Aquesta experiència ja s'ha aplicat de forma esporàdica i dona bons resultats.

### 3. Fons documental digital

Creació d'un fons documental digital on es puguin consultar els treballs de curs i els projectes de cooperació realitzats fins a la data actual. Aquesta base de dades ha de facilitar el procés d'aprenentatge dels nous estudiants i alhora millorar l'accés dels beneficiaris a la informació generada des de les assignatures Habitatge i Cooperació i Tecnologies de Baix Cost a l'ETSAB.



## Referències

- Títol: **Construcción con tierra en el siglo XXI**. Autors: Sandra Bestraten, Emilio Hormias i A. Altemir. Article publicat al Monogràfic de Tierra de Informes de la Construcción, Ietcc, Volum 63 núm. 523. 3T 2011.  
Actes: ISSN – 0020-0883 eISSN – 1998-3234  
Més info: <http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es/index.php/informesdelaconstruccion/issue/view/134>

En relació amb el número 523 de la revista *Informes de la Construcción*, Sandra Bestraten i Emilio Hormias han estat també coordinadors del monogràfic complet.

- Títol: **Viviendas de adobe en Camerun**  
Autors: Sandra Bestraten i Emilio Hormias.  
Congrés: X Congreso Internacional de Arquitectura en Tierra  
Organitza: Grupo TIERRA  
Lloc: Valladolid i Cuenca de Campos  
Data: 27/29 de setembre de 2013  
Actes: ISBN – pendent  
Més info: <http://www5.uva.es/grupotierra/>
  
- Títol: **Cooperation projects for the preservation of earth architecture in Chiquitos, Bolivia**  
Autors: Sandra Bestraten i Emilio Hormias  
Congrés: RESTAPIA 2012. Congreso Internacional sobre Restauración de Tapia  
Organitza: Universitat Politècnica de València; Instituto de Restauración del Patrimonio (València)  
Lloc: València  
Data: 21/23 de juny de 2012  
Actes: ISBN – 978-0-415-62125-0  
Més info: <http://www.restapia2012.es/>

- Títol: **Bloques de tierra comprimida en el proyecto del Centro del Adulto Mayor de San José de Chiquitos, Bolivia**  
 Autors: Sandra Bestraten i Emilio Hormias.  
 Congrés: IX Congreso Internacional de Arquitectura en Tierra  
 Organitza: Grupo TIERRA  
 Lloc: Valladolid i Cuenca de Campos  
 Data: 28/30 de setembre de 2012  
 Actes: ISBN – pendent  
 Més info: <http://www5.uva.es/grupotierra/>
  
- Títol: ***Equipamientos sostenibles en la cooperación al Desarrollo: La Universidad de la Chiquitanía en Bolivia.***  
 Autors: Sandra Bestraten i Emilio Hormias.  
 Congrés: I Congreso Internacional de Estudios del Desarrollo  
 Organitza: Red Española de Estudios del Desarrollo (REEDES); Cátedra de Cooperación Internacional y con Iberoamérica (COIBA); Universidad de Cantabria (UC)  
 Lloc: Santander  
 Data: 14/16 de novembre de 2012  
 Més info: <http://congresoreedes.unican.es/actas/PDFs/72.pdf>
  
- Títol: ***La tierra en proyectos de Cooperación***  
 Autors: Sandra Bestraten i Emilio Hormias  
 Congrés: VI Curso-Taller de Construcción con Tierra. Arquitectura y Construcción con Tierra en España y Marruecos  
 Organitza: Centro de Investigación de Arquitectura Tradicional CIAT  
 Lloc: Boceguillas, Segovia  
 Data: 25-29 de juliol de 2012  
 Més info: <http://www.ciat.es/>

# CLASSES-WORKSHOP PER A PROJECTES EN GRUP

PDI responsable de la bona pràctica  
Luca Pelà

Membres de l'equip  
que l'ha desenvolupat i aplicat  
Pere Roca Fabregat      Climent Molins Borrell

Titulació o titulacions en què  
s'ha realitzat la bona pràctica, i nivell (1r curs, ...)  
Màster en Enginyeria Estructural i de la Construcció - 2n curs  
Màster en Enginyeria Civil - 2n curs  
Màster en Tecnologia a l'Arquitectura - 2n curs

Assignatura o assignatures  
i tipologia (obligatòria, optativa, ...)  
Inspecció, Anàlisi i Restauració de Construccions Històriques  
- Obligatòria i Optativa

Àmbit de coneixement UPC  
Arquitectura, Urbanisme i Edificació      Enginyeria Civil

Alumnat implicat i grups  
Nombre total d'alumnat: 81 aproximadament  
(l'alumnat implicat ha variat durant els últims anys entre els 15 i 40.  
Cada grup té 3-4 components)

Trajectòria/recorregut  
3 anys acadèmics

---

## Resum

L'activitat d'aprenentatge actiu ha estat implementada a l'assignatura Inspecció, Anàlisi i Restauració de Construccions Històriques. La pràctica docent consisteix a dedicar dues classes de tres hores a dos tallers (*workshops*), amb objectiu de presentar cada treball de grup a tots els companys de l'assignatura. El projecte de grup consisteix a triar un edifici del patrimoni de Barcelona o rodalies, detectar-ne els problemes estructurals, preparar el diagnòstic de cada problema i finalment projectar les possibles intervencions, com ara el disseny del sistema de reforç o la planificació de l'activitat de monitoratge. Els dos tallers permeten a cada grup rebre retroacció durant el desenvolupament de la feina, mitjançant el debat amb els altres estudiants dirigit pel professorat. Des de la implementació de l'activitat, la qualitat dels treballs del curs ha millorat sensiblement i els estudiants han pogut desenvolupar les competències tècniques específiques i genèriques previstes en els màsters de l'àmbit de l'Enginyeria Civil i l'Arquitectura.

---

## Paraules clau

Aprenentatge basat en problemes/projectes (ABP o PBL)

Debat dirigit

Taller (*workshop*)



Professors i estudiants després del taller (any acadèmic 2013-2014)

---

## Presentació

### El context de l'assignatura

L'assignatura Inspecció, Anàlisi i Restauració d'Estructures Històriques pertany al màster en Enginyeria Estructural i de la Construcció, i alhora està reconeguda com a assignatura optativa del màster en Enginyeria Civil i el màster en Tecnologia a l'Arquitectura (línia d'especialitat de Restauració i Rehabilitació d'Edificis). L'assignatura reforça l'oferta de la UPC en l'àmbit de la rehabilitació estructural i la conservació del patrimoni arquitectònic.

En aquesta assignatura es presenten els principis de conservació d'estructures històriques i la seva aplicació pràctica, les característiques estructurals de les construccions històriques, els enfocaments per a l'anàlisi estructural (clàssics i avançats), el comportament mecànic dels materials històrics, els mètodes d'inspecció, diagnòstic i monitoratge, les tècniques d'intervenció, reparació i reforç. L'assignatura és del segon curs, primer quadrimestre, les classes són els divendres, d'11 h a 14 h. Els professors imparteixen les classes en anglès. Els estudiants poden utilitzar, a classe i a les pràctiques, l'anglès, el català o el castellà.

El nombre d'alumnes implicats ha variat durant els últims anys entre 15 i 40. En ser una assignatura orientada a diferents màsters, els estudiants tenen d'entrada perfils i formacions tècniques diferents. Les classes presenten un cert equilibri entre coneixements teòrics de construcció, materials, mètodes de càlcul i solucions tècniques, per satisfer les exigències d'arquitectes, arquitectes tècnics i enginyers.

A les classes, a més d'adoptar metodologies expositives, s'utilitzen mitjans audiovisuals, com ara presentacions amb diapositives. Es presenten moltes fotos de casos reals, que es comenten amb els estudiants i als quals es demana una participació activa, sobretot utilitzant les tècniques del cas d'estudi (*Quins problemes podem detectar en aquesta estructura?*), l'incident crític (*Quines són les possibles causes d'aquestes fissures en aquesta estructura?*) i el debat dirigit (*Quina tècnica podríem adoptar per reparar o reforçar aquesta estructura amb aquest problema específic?*).

No es fan classes de problemes, sinó tres treballs individuals d'anàlisi estructural, que es lliuren en terminis establerts durant l'assignatura.

També es demana als estudiants un treball de grup (de 3 o 4 persones), que consisteix a redactar un informe sobre un edifici històric de Barcelona i rodalies en què es tractin els punts següents:

- Recerca històrica, basada en documents.
- Inspecció visual del dany i les deformacions.
- Diagnòstic i avaluació de la seguretat estructural.
- Anàlisi estructural, utilitzant els mètodes clàssics o els mètodes computacionals.
- Proposta d'estudis complementaris, com ara la inspecció i el monitoratge.
- Proposta d'intervenció, com ara el reforç i la restauració.

Al final de l'assignatura també es realitza un examen teòric escrit, que només correspon a un 20 % de l'avaluació final. El 80 % restant es relaciona amb les activitats pràctiques, amb un 40 % dels treballs individuals i un 40 % del treball de grup. La importància del treball de grup en l'assignatura ha portat a desenvolupar una pràctica docent específica per a aquesta activitat amb la finalitat de millorar els resultats i la metodologia de treball dels estudiants.

### El recorregut de l'experiència

Els treballs de grup aplicats a estructures històriques reals es van proposar com a treball de l'assignatura de Inspecció, Anàlisi i Restauració de Construccions Històriques fa 5 anys, des del curs acadèmic 2008-2009. La implementació de l'experiència d'aprenentatge actiu de les classes taller va començar fa tres anys, fins a arribar a un bon nivell d'afinament el curs acadèmic passat.

La situació de partida dels treballs de grup, abans de la implementació de la pràctica docent, es caracteritzava per un discret nivell dels treballs. Per ser una assignatura de màster, i optativa per a molts, els estudiants estaven bastant motivats i implicats en el treball de grup. No obstant això, el professorat de l'assignatura va notar els problemes següents:

- Manca de comunicació entre els diferents grups durant el desenvolupament del treball.
- Manca d'intercanvi d'idees, per exemple sobre el diagnòstic del dany en les estructures i sobre les decisions per al projecte d'intervencions.
- Retroacció insuficient sobre el projecte, a causa de l'escàs contacte amb els estudiants, limitat exclusivament als horaris de consultes facultatives i a les pauses durant els dies de classe.
- En alguns casos, confrontació d'idees entre els components del grup només durant l'horari de consultes, en presència del professorat del curs.
- Dedicació dels estudiants al treball de grup només en l'última part del curs, els quals donaven més prioritat als treballs individuals amb terminis anteriors.

A partir d'aquesta situació, els professors de l'assignatura van proposar als estudiants una activitat amb l'objectiu general de facilitar una oportunitat de compartir els resultats dels diferents treballs i de les metodologies adoptades en els estudis específics. L'experiència d'aprenentatge actiu havia de ser contínua al llarg de l'assignatura, per poder assegurar el desenvolupament normal dels projectes i la implicació contínua dels estudiants en els treballs de grup.

Per això, la proposta de pràctica docent va consistir a dedicar dues classes de tres hores a dos tallers, amb l'objectiu de presentar cada treball de grup a tots els companys de l'assignatura. Els dos tallers permeten a cada grup rebre retroacció durant el desenvolupament de la feina, mitjançant el debat amb els altres estudiants dirigit pel professorat.

El primer taller té lloc algunes setmanes després del començament de l'assignatura, un cop els estudiants han après els principis de la conservació, el comportament mecànic dels materials i de les estructures històriques, i els mètodes d'inspecció i diagnòstic. En aquesta ocasió els estudiants presenten la primera part del treball, que consisteix a adquirir un bon nivell de coneixement de l'estructura escollida, a fer la inspecció de les patologies i a presentar un primer diagnòstic dels problemes detectats.



El segon taller té lloc al final de l'assignatura, abans del lliurament de l'informe final, quan els estudiants ja han assistit a totes les classes i han realitzat totes les pràctiques i, per tant, estan en condicions d'acabar l'estudi amb el projecte del reforç o la programació de les activitats de monitoratge.

### Trets destacats de la bona pràctica

A la pràctica, en els grups de treball i en les discussions durant els tallers participen estudiants de perfil divers (arquitectes, enginyers de l'edificació, enginyers d'obres públiques i enginyers civils), la qual cosa atorga a l'experiència docent una valuosa dimensió multidisciplinària. El taller és una ocasió única per a la confrontació d'idees provinents de diferents estudiants amb diferent formació, per aconseguir un objectiu comú. L'heterogeneïtat de l'alumnat, de vegades considerada com un punt feble en les assignatures de diverses titulacions, esdevé un valor afegit i un recurs addicional per a la millora de l'aprenentatge.

El debat durant els tallers permet compartir opinions i també coneixement. Tot passa sota la supervisió dels professors, que dirigeixen el debat, faciliten suggeriments sobre la continuació del treball, ajuden els estudiants a seguir el camí més convenient per a la solució del problema. El sistema de dos tallers diferents permet facilitar una interacció contínua amb als estudiants durant l'assignatura i durant el desenvolupament del treball.

L'activitat ha contribuït a millorar l'aprenentatge dels estudiants, donant la possibilitat a la fase final del màster d'aplicar les competències adquirides en les assignatures a un problema concret, molt lluny de les pràctiques-exercicis, que de vegades no són capaços de representar la complexitat de la pràctica professional. L'entorn de treball de l'experiència és molt comparable a allò què l'estudiant trobarà després dels estudis universitaris: treball en equip, discussió amb experts en temes específics, avaluació de diferents solucions, discussió i presa de decisions en el projecte.

---

## Planificació de la bona pràctica i descripció de les activitats que s'han dut a terme

L'activitat d'aprenentatge actiu ha de ser planificada correctament per tal d'assignar objectius clars i terminis concrets als estudiants.

Al començament de l'assignatura, es presenten les característiques del treball de grup i es fixen les dues dates dels tallers. Els estudiants tenen un parell de setmanes per escollir una construcció del patrimoni arquitectònic amb problemes estructurals. Els professors controlen que el cas d'estudi sigui adequat i ajuden els estudiants en una primera identificació dels problemes.

El primer taller es planifica per a la meitat del curs, després de les classes sobre els temes corresponents a la primera part del treball. El segon taller es planifica per a l'últim dia de classe.

Al primer taller, cada grup fa una breu presentació de l'edifici amb els resultats de la primera fase d'inspecció històrica i visual (dany, deformacions, presència de fissures...). Cada presentació té un temps màxim de 15 minuts i un nombre màxim de 10 diapositives. Aquests límits han estat introduïts perquè els estudiants aprenguin a sintetitzar la informació i respectin el temps concedit, com si fos una veritable reunió professional. Després de cada presentació, segueix una discussió oberta, en la qual tant el professorat com els estudiants discuteixen sobre la interpretació de les possibles causes (diagnòstic) dels problemes estructurals. Al final del debat dirigit, els professors demanen a cada grup que es centri en un problema específic i que desenvolupi el projecte d'un sistema de reforç o d'una activitat de monitoratge. Els professors faciliten consells per al seguiment del treball.

Al segon taller, cada grup fa una proposta de les intervencions previstes per solucionar o si més no controlar els problemes detectats. Els estudiants presenten amb detall les característiques del sistema de reforç o el pla de l'activitat de monitoratge. Cada presentació té un temps màxim de 20 minuts i un nombre

màxim de 15 diapositives. Després de la presentació, segueix una discussió oberta, en la qual els estudiants dels altres grups poden fer preguntes i sol·licitar aclariments. Els altres grups poden ajudar amb comentaris i suggeriments. Els professors també fan comentaris i, si s'escauen, correccions per ajudar els estudiants a acabar la feina correctament.

Tres dies abans del segon taller, els estudiants penen a l'aula virtual d'Atenea les presentacions i un esborrany d'informe tècnic sobre el projecte de grup. Això permet als estudiants i al professorat poder preparar preguntes i presentar temes de discussió durant el debat dirigit. Els grups lliuren l'informe complet del treball desenvolupat una setmana després del segon taller, per poder incloure els comentaris i les correccions presentades en l'últim debat dirigit.

## Competències

L'experiència proposada permet abordar moltes competències específiques i genèriques requerides en les titulacions d'Enginyeria o Arquitectura, que es detallen a continuació.

### **Competències específiques:**

- Desenvolupar una inspecció detallada (històrica, geomètrica i estructural) d'una estructura del patrimoni arquitectònic.
- Analitzar i identificar els possibles danys i patologies en l'estructura.
- Redactar un diagnòstic detallat de l'estat estructural, a partir dels problemes identificats.
- Estimar el nivell de seguretat estructural, utilitzant mètodes d'anàlisis senzilles.
- Organitzar un pla de monitoratge o d'intervenció (reparació o reforç), si és necessari.
- Utilitzar els principis de conservació en un projecte de restauració d'una estructura històrica.

### **Competències genèriques:**

- Treball en equip.
- Recerca i gestió de la informació.
- Capacitat de síntesi de la informació que s'ha de presentar.
- Comunicació oral.
- Comunicació escrita.
- Confrontació constructiva.
- Iniciativa i capacitat de prendre decisions.
- Capacitat de justificar i defensar les pròpies decisions.
- Motivació en el treball continu durant el curs.
- Capacitat de compartir i transmetre idees.
- Participació activa en debats.
- Comprensió oral i escrita de la llengua anglesa.

### **Retroacció**

Abans d'acabar cada taller, els professors donen 5 minuts de temps a cada grup per triar el punt fort i el punt feble del treball. Aquesta activitat d'autoavaluació s'ha revelat molt útil per als grups per reflexionar sobre el treball en equip fet fins al moment i sobre els resultats del taller, en termes de comentaris i crítiques rebudes. En el moment en què els grups presenten als professors els resultats de l'autoavaluació, el grup pot programar com ha de seguir en el treball i en traça possibles camins de millora.

La retroacció dels treballs de grup es presenta a l'alumnat després de cada presentació. Tots el professors participen en els tallers, aportant diferents punts de vista i solucions tècniques als problemes tractats. Cada grup podrà entendre molt clarament els aspectes del treball que haurà de millorar. Cada estudiant o estudianta podrà comprovar si ha après els conceptes presentats a les classes teòriques i si els ha sabut aplicar correctament a un cas d'estudi real. La retroacció contínua és altament necessària en aquesta assignatura, a causa de l'heterogeneïtat dels estudiants, provinents de diversos màsters.

---

## Avaluació i resultats

Els bons resultats de la pràctica docent s'han pogut apreciar en termes d'aprenentatge i rendiment acadèmic. Els estudiants han produït treballs millors que en anys anteriors des d'un punt de vista qualitatiu. S'ha notat més motivació i implicació contínua dels estudiants durant el curs. Cap estudiant no ha suspès en els darrers tres anys.

### Impacte en l'alumnat

L'aplicació d'un qüestionari anònim al final del curs és l'eina d'avaluació emprada cada any per poder valorar els resultats derivats de la pràctica de metodologia activa. Els resultats de les enquestes han estat molt positius en els tres últims anys, amb una valoració mitjana de 4,4/5. Algunes de les reflexions dels estudiants es presenten a continuació.

“A part dels exemples visuals que es presenten a classe, considero que els treballs de curs individuals i de grup ajuden a assimilar l'assignatura.”

“M'han agradat molt els dos tallers perquè et permeten rebre suggeriments i correccions dels professors per acabar el projecte.”

“Els tallers ens donen la possibilitat de participar més a l'aula i ens permeten aprendre dels treballs dels altres grups.”

“Els professors són propers i és fàcil preguntar-los qualsevol dubte durant les classes i els tallers.”

“The lecturers from the beginning have tried to help us in several aspects including the language... We could do the presentations of the project in English, which was very good for foreigner students.”

## Impacte en el professorat

La qualitat dels treballs, la participació dels estudiants als tallers i també l'estalvi en hores de consultes individuals són resultats que el professorat implicat en la pràctica ha pogut apreciar.

Es presenten a continuació les opinions d'alguns professors de l'Escola Tècnica Superior d'Enginyers de Camins, Canals i Ports de Barcelona. Aquesta informació pot resultar interessant per a la resta de professorat.

“Com a responsable acadèmic del màster oficial en Enginyeria Estructural i Construcció, considero com a molt positiva des del punt de vista formatiu per als alumnes l'experiència docent implementada en l'assignatura Inspecció, Anàlisi i Restauració de Construccions Històriques. En efecte, la metodologia docent en la qual a través de l'estudi del "cas" es genera un debat participatiu sobre les causes dels danys, així com els possibles mètodes de reparació, en el qual de forma crítica constructiva es poden veure diferents punts de vista que suposen diferents solucions, és molt positiva, ja que suposa un entorn de treball homologable al que es trobarà l'alumne un cop acabada la formació, en la seva pràctica professional. D'altra banda, aquesta metodologia, a part de formar l'alumne en l'aspecte específic de la restauració de construccions històriques, també fomenta la formació en coneixements transversals, com ara el treball en equip, la presentació oral en públic, l'argumentació de solucions i la resposta a preguntes.” (Joan Ramon Casas, catedràtic del Departament d'Enginyeria de la Construcció)

“L'activitat docent proposada sembla molt interessant per a l'assignatura esmentada. Per una banda, l'alt grau d'heterogeneïtat dels estudiants requereix una retroacció contínua dels seus treballs, cosa que es veu reflectida en l'activitat. Per una altra banda, l'alt grau d'heterogeneïtat és una singularitat que es pot aprofitar en la docència, donant veu als estudiants a expressar totes les diferents visions que porten, enriquint el curs i l'aprenentatge de tots.” (Rolando Chacón Flores, lector del Departament d'Enginyeria de la Construcció)

“L’activitat docent permet millorar la formació pràctica dels estudiants en l’àmbit de la restauració i rehabilitació de construccions històriques. El debat dirigit pels professors durant els tallers representa una metodologia d’acompanyament a l’aprenentatge molt adequada per als treballs de grup dels màsters de l’àmbit de l’Enginyeria i l’Arquitectura. A més, el treball de grup assumeix un valor més extens, ja que implica tots els estudiants de l’assignatura.” (Miguel Cervera Ruiz, catedràtic del Departament de Resistència de Materials i Estructures a l’Enginyeria)

“L’activitat en general és fantàstica. Sobretot perquè se li dóna a l’alumne la possibilitat de triar un edifici i que s’impliqui en un tema tan interessant com la protecció del patrimoni històric. L’activitat és molt motivadora i il·lusionant, sobretot per a l’alumne, que fa que s’hi pugui implicar molt. L’organització, la retroacció i la programació són molt encertats.” (Josep Pedret Rodés, professor associat del Departament d’Infraestructura, Transport i Territori)



Exemples de parts de presentacions dels treballs de grup

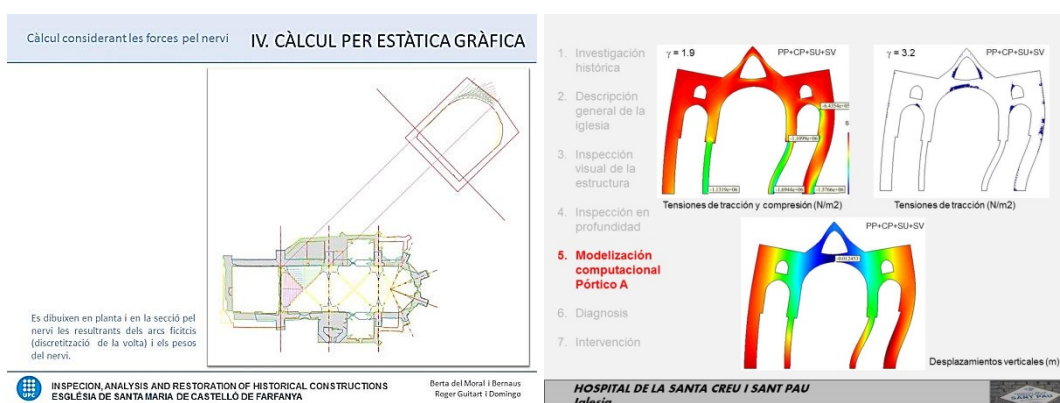


## Plans de millora contínua

Un repte important seria la coordinació d'aquesta activitat amb altres assignatures que inclouen treballs de grup. Molts estudiants ens van dir que era la primera vegada que havien de presentar un projecte en públic, alguns que era la primera vegada que feien una presentació en públic. Estem intentant implementar experiències similars en les nostres assignatures d'altres màsters. L'activitat ha estat l'ocasió per enfortir el contacte amb altres professors que estan implementant experiències d'aprenentatge actiu en grups.

Dels qüestionaris també ha sortit l'interès dels estudiants per possibles visites dels casos d'estudi amb la presència del professorat. Com que aquesta activitat sembla bastant complexa per problemes de coordinació i programació, hem optat per la proposta d'una visita tècnica, única per a tots els grups, a un edifici històric de Barcelona interessat pels treballs de restauració.

Finalment, els estudiants han estat demanant exemples de projectes dels anys anteriors, com a model per als seus estudis. El procés de col·lecció i revisió de tots els projectes ja realitzats és un procés bastant llarg i laboriós. No obstant això, esperem que aviat sigui possible proposar als estudiants un catàleg de casos d'estudi, també per permetre la millora i el perfeccionament de treballs anteriors.



Exemples de parts de presentacions dels treballs de grup

## Referències

B. Oakley, R.M. Felder, R. Brent y I. Elhajj (2004). Coping with Hitchhikers and Couch Potatoes on Teams. Turning Student Groups into Effective Teams. Journal of Student Centered Learning. Vol. 2, n. 1, 2004/9.

Institut de Ciències de l'Educació (2007). Aproximació al disseny de titulacions basat en competències. Monogràfics ICE.

Leonor Prieto Navarro (2008). La enseñanza universitaria centrada en el aprendizaje. Ed. Octaedro.

Institut de Ciències de l'Educació (2008). L'avaluació en el marc de l'Espai Europeu d'Educació Superior (EEES). Monogràfics ICE.

Richard Felder. Resources in Science and Engineering Education. <http://www4.ncsu.edu/unity/lockers/users/f/felder/public/>

Plataforma virtual RIMA, espai corresponent al Grup d'Interès d'Aprenentatge Cooperatiu (GIAC): <https://www.upc.edu/rima/grups/giac>.



Exemples de parts de presentacions dels treballs de grup

# TALLER 0.0 D'ARQUITECTURA

PDI responsable de la bona pràctica  
Daniel García-Escudero

Membres de l'equip  
que l'ha desenvolupat i aplicat

Carles Marcos Padrós

Berta Bardí Milà

Titulació o titulacions en què  
s'ha realitzat la bona pràctica i nivell (1r curs, ...)  
Arquitectura - nivell preuniversitari

Assignatura o assignatures  
i tipologia (obligatòria, optativa, ...)  
Curs d'Arquitectura per a Futurs Arquitectes  
- Assignatura preuniversitària no reglada

Àmbit de coneixement UPC  
Arquitectura, Urbanisme i Edificació

Alumnat implicat i grups  
25 estudiants (13 i 12 per curs)

Trajectòria/recorregut  
2 anys acadèmics (juliol 2012 i juliol 2013)

---

## Resum

El Taller 0,0 d'arquitectura està adreçat a possibles estudiants i estudiantes interessats en la carrera d'arquitectura i té com a objectiu principal ajudar-los a decidir sobre el seu futur universitari. La decisió de quina carrera han de triar determinarà, en gran part, la seva vida acadèmica i professional. És per això que es proposa donar suport a aquesta decisió mitjançant una breu experiència prèvia a la mateixa universitat (5 dies lectius). En concret, es pretenen donar les bases necessàries a l'estudiantat de 4t d'ESO, batxillerat o cicle formatiu que ha d'escollir una carrera en un futur pròxim perquè pugui respondre de forma clara a la pregunta: *Vols estudiar arquitectura?*

---

## Paraules clau

Debat dirigit

Aprenentatge basat en  
problemes/projectes  
(ABP o PBL)

Aprenentatge  
cooperatiu (AC)

---

## Presentació

### Per què un curs com aquest?

El Taller 0,00 d'arquitectura sorgeix en un moment de necessària reflexió sobre el paper de l'arquitecte i de l'arquitectura en la societat actual, un paper que ha de superar la banalització de la professió que ha suposat l'auge dels arquitectes estrella i les caduques obres d'autor dels últims anys.

Així doncs, el taller pretén respondre, per una banda, a la necessitat —ara més que mai— d'apropar l'arquitectura a la societat i per l'altra, vol reflectir la voluntat de mostrar, reflexionar i experimentar l'arquitectura de la manera més senzilla possible. També és objectiu del curs anticipar, afavorir que el futur estudiantat es familiaritzi amb l'entorn universitari, experimenti la manera de treballar de l'estudiantat d'arquitectura i conegui de primera mà l'experiència d'altres alumnes que estudien o han cursat els estudis recentment. En definitiva, es volen proporcionar arguments objectius perquè la tria de cada participant s'ajusti als seus interessos, a les seves capacitats i condicions personals.

En aquesta línia, el taller s'emmarca en la tradició docent de l'ETSAV engegada el 1994 pel Curs d'Introducció a la Carrera d'Arquitectura. Llavors, només dos anys després de la inauguració del Campus de Sant Cugat, s'inicia una assignatura reglada no troncal adreçada a l'estudiantat que comença els estudis d'Arquitectura al febrer i que té durant el primer quadrimestre (setembre-gener) una oportunitat per iniciar-se en les habilitats que seran necessàries durant la carrera. Aquesta assignatura, que s'imparteix en l'actualitat com a assignatura optativa, va ser pionera a l'Estat espanyol i va començar una clara voluntat de l'ETSAV per facilitar l'ingrés dels nous estudiants ja matriculats.

Tanmateix, el taller i la metodologia que aquí es presenta se situa en un estadi previ a l'inici de la carrera, concretament, en el moment en què l'estudiantat d'ESO, batxillerat o cicle formatiu es planteja la cabdal decisió de quina carrera ha d'escollir.

## Quins són els objectius dels curss?

El curs està adreçat a possibles estudiants d'Arquitectura i té com a objectiu principal ajudar-los a decidir sobre el seu futur universitari. La decisió de quina carrera han de triar determinarà, en gran part, la seva vida acadèmica i professional. És per això que es proposa donar suport a la decisió mitjançant una breu experiència prèvia a la mateixa universitat. Es pretenen donar les bases necessàries a l'estudiantat de 4t d'ESO, batxillerat o cicle formatiu que ha d'escollir una carrera en un futur pròxim perquè pugui respondre de forma clara a la pregunta: *Vols estudiar arquitectura?*

Així doncs, el curs pretén convertir a un grup d'alumnes d'institut en estudiants de grau, amb la finalitat que durant una setmana puguin experimentar en pròpia persona què significa estudiar a la universitat, i especialment la carrera d'Arquitectura. Per aquest motiu, el curs es porta a terme a les aules de taller de l'ETSAV, de la mateixa manera que ho fan els estudiants d'Arquitectura. Totes les activitats són pràctiques i en grup, i van precedides per una petita classe instrumental que emmarca els objectius de cada dia. Durant els exercicis, es treballa incentivant el diàleg, la presa de decisions en equip i l'argumentació ordenada d'idees. Un tret distintiu dels estudis d'Arquitectura és l'exercici del debat i l'exposició pública com a vehicles per evolucionar en la formació personal i la reflexió col·lectiva.

Conseqüentment, es tracta de descobrir al futur estudiantat universitari el món de l'arquitectura a través d'una sèrie d'exercicis pràctics, que li permetin adquirir coneixements i destreses bàsics. Aspectes com la mida i la proporció d'objectes i elements, la utilitat i el confort dels espais, el nexa entre ordre estructural i composició, l'adequada relació entre interior i exterior, el vincle entre sistema constructiu i expressió plàstica, i la relació entre l'arquitectura i la ciutat. En definitiva, es tracta de donar un bagatge arquitectònic inicial que pot ser útil tant a aquells que finalment acabin escollint aquesta carrera, com als qui no la triïn.

Per altra banda, l'augment de les matrícules i les taxes universitàries han convertit l'elecció dels estudis de grau en un tema no només vocacional sinó també econòmic. És per aquest motiu que sembla raonable oferir un taller com el que aquí es presenta, en el qual el futur alumnat universitari té l'oportunitat de conèixer l'entorn físic i treballar els continguts amb què es trobarà en el cas que decideixi estudiar Arquitectura. D'aquesta manera, s'aconsegueix que l'alumnat tingui un coneixement mínim previ de la carrera en el moment d'escollir la millor opció per al seu futur.

### Perfil de l'estudiantat

Dels 13 estudiants de la primera edició, 1 havia cursat 4t d'ESO, 6 1r de batxillerat i 6 més 2n de batxillerat. D'aquests últims 6, 4 van començar a l'ETSAV i 2 a l'ETSAB. Dels 12 estudiants de la segona edició, 5 havien cursat 4t d'ESO, 3 1r de batxillerat i 4 més 2n de batxillerat. D'aquests últims 4, 2 van començar a l'ETSAV, 1 a l'ETSAB i 1 Arquitectura als EUA.

Es constata que a la segona edició va augmentar sensiblement el nombre d'estudiants de 4t d'ESO, en una etapa just prèvia a l'elecció de l'especialitat de batxillerat. És per això que el curs també es converteix en una activitat que ajuda a triar d'una manera més conscient i raonada la branca de batxillerat; tria que determina, en gran mesura, el ventall de carreres universitàries que posteriorment es poden cursar. En aquest sentit, la vocació del curs es reafirma tant com a eina de foment de les vocacions científicotècniques, com d'activitat que facilita la tria de l'especialitat de batxillerat, aspecte que dóna suport als tutors i tutores dels instituts.

---

## Planificació de la bona pràctica i descripció de les activitats que s'han dut a terme

### Com i què es treballa?

El taller s'organitza en cinc temes de treball independents, un per cada dia lectiu: "Dibuixar un plànol", "Il·luminar un espai", "Organitzar una casa", "Pensar la ciutat"



i “Construir una estructura”. Els diferents temes afronten aspectes diversos i essencials dels estudis d’Arquitectura. Aquests temes s’enuncien a través de verbs, d’accions concretes que es poden portar a terme a l’aula. S’evita així una aproximació purament conceptual o teòrica, que es substitueix per l’acció raonada i la implicació directa treballant “mans a l’obra”.

#### ○ Dibuixar un plànol (dia 1)

En el món de l’arquitectura, un dels principals mitjans per projectar i interpretar la realitat és el dibuix. Reconèixer i representar l’entorn immediat suposa un aprenentatge per tal de desenvolupar un pensament gràfic. Aquest ha de permetre iniciar-se en les estratègies, convencions i tècniques de representació de formes i espais. Així doncs, aprendre a realitzar un dibuix, d’ordre tècnic o artístic, suposa aprendre a mirar, comunicar i imaginar. Finalment, pensar en el dibuix també és pensar en la geometria i les proporcions dels objectes, les figures i els espais que representem.

#### ○ Il·luminar un espai (dia 2)

Davant la pregunta “què és un espai?”, el filòsof neoplatònic Procle ja va respondre: “No és una altra cosa que subtil llum.” Si entenem que l’arquitectura és l’art de l’espai, és fàcil associar aquests dos termes indispensables, on la llum determina la percepció i la sensació de l’espai arquitectònic. De fet, l’espai que captura i defineix els límits de qualsevol construcció no es percebria si no fos per la intersecció entre la llum i l’ombra. Al llarg de la història, espai i llum han estat termes associats que han definit el caràcter de les grans arquitectures de tots els temps, des de la llum immòbil i ingràvida del Panteó de Roma, passant per l’acolorida i immaterial llum gòtica, fins a arribar als espais de l’arquitectura moderna, on la llum es converteix en transparència i claror.

#### ○ Organitzar un casa (dia 3)

Una de les diferències essencials entre l’arquitectura i la resta d’arts és la utilitat. Ni la pintura ni l’escultura tenen una funció pràctica dominant, més enllà de la fruïció del sentit. En el cas de l’arquitectura, les obres serveixen a una finalitat que s’ajusta a un programa de necessitats en funció de la seva tipologia (una escola, un museu, un casa, etc.), del lloc on s’ubiquen i del sistema constructiu que les suporta. El programa s’acaba concretant en una sèrie d’espais, als quals podem denominar genèricament *sales*. Les sales s’agrupen en un cert ordre, amb l’escala i la proporció adequades. L’agrupació i la relació de les sales no és indiscriminada ni aleatòria, sinó que ha de respondre a certes regles que a l’arquitectura clàssica rebien el nom d’*ordre arquitectònic, disposició, proporció i distribució*.

#### ○ Pensar la ciutat (dia 4)

La tasca de l’arquitecte, des de l’antiguitat, ha transcendit la mera construcció d’edificacions aïllades, ja siguin públiques o privades. La suma de les construccions i les seves relacions amb el lloc ha format part de les preocupacions de les diferents disciplines que s’han encarregat de pensar la manera d’habitar el món. Així, les edificacions com a conjunt espontani o planificat esdevenen un artefacte més complex que les seves parts, d’escala territorial, al qual denominem *ciutat*. En la ciutat, tan importants són els elements sòlids (les edificacions), com els buits (les places i els carrers). Els buits acostumen a establir la xarxa d’espais que vertebraren la ciutat i li donen sentit com a lloc cívic i col·lectiu. En darrer lloc, cal adonar-se’n que la manera

d'estructurar el territori i el paisatge on vivim no difereix gaire de la manera en la qual hem organitzat una casa. De fet, com ja va dir l'arquitecte holandès Aldo Van Eyck: “Una ciutat no és una ciutat tret que sigui també una casa enorme; una casa és una casa només quan també és una ciutat diminuta.”

### ○ Construir una estructura (dia 5)

En el món de l'arquitectura, l'estructura és l'entramat estable i equilibrat d'elements sustentadors que transmeten al terreny les càrregues horitzontals i verticals que produeix el seu propi pes i/o el pes dels objectes i les persones que hi recolzen. Al llarg de la història, aquest conjunt d'elements s'ha identificat amb l'arquitectura mateixa. Un cas paradigmàtic és el temple clàssic, on el sistema de murs i columnes constitueixen per ells sols els espais de culte. Tanmateix, l'evolució de l'arquitectura també ha permès desvincular els elements estructurals dels de distribució i tancament, de manera que han esdevingut en molts casos realitats separades però coherents i necessàriament vinculades.

Cadascun dels temes es pot abordar des de les disciplines clàssiques que conformen l'arquitectura i que s'organitzen en diferents departaments: Projectes Arquitectònics, Urbanisme i Ordenació del Territori, Construccions Arquitectòniques, Estructures a l'Arquitectura, Composició Arquitectònica i Expressió Gràfica Arquitectònica. És així com es pretén donar una imatge transversal i heterogènia d'una activitat, la de l'arquitecte, que intervé en la realitat des de la seva complexitat i les seves diferents escales, que van des del projecte a l'urbanisme, de la tecnologia a la teoria i del paisatgisme al disseny.

Cada tema es treballa durant una jornada de cinc hores que es divideix en tres parts:

#### ○ Reflexió teòrica

Una primera part de 20 minuts, en la qual es presenta el tema a través de diversos exemples i obres d'arquitectura de tots els temps, fent bona aquella dita de Gaudí: “La ciència s'aprèn amb principis i l'art amb exemples.”

#### ○ Pràctica

Després d'una breu introducció, en la qual s'explica l'exercici, es dona pas a la part pràctica, que es desenvolupa per equips i amb el suport del professorat.

#### ○ Reflexió conjunta

Tots els exercicis estan pensats per obtenir resultats tangibles, en forma de dibuix o maqueta, que permeten que al final de cada sessió de treball es pugui fer una darrera part de reflexió conjunta. Així, l'alumnat és capaç de veure reflectit l'esforç en un material físic i pot treure conclusions del procés de treball i dels resultats.



## Exercicis concrets

La complexitat i durada de cada exercici s'adapta al format reduït del curs i als coneixements de l'alumnat, sense oblidar que, el que es vol, és parlar d'arquitectura. D'aquesta manera, es pretenen desenvolupar especialment algunes de les capacitats que ha de tenir un arquitecte: imaginació espacial i visual, destresa manual, pensament analític i raonament crític, coordinació i organització d'equips, planificació del treball, i un interès equilibrat entre la cultura artística i la científica.

### o Dibuixar un plànol (dia 1)

La primera activitat pràctica planteja reunir tres aspectes de la representació arquitectònica: entendre les convencions gràfiques en planta, alçat i secció; desenvolupar la imaginació arquitectònica necessària per assimilar-les com un conjunt que representa un espai més enllà del dibuix, i observar la relació entre les mides del cos humà i els objectes i espais que l'envolten. Per això, es dibuixa a escala real el cos d'alguns companys amb alguns mobles de l'aula i, finalment, es dibuixa a escala l'aula sencera, on cos i mobles es relacionen.

*Material:* estris de dibuix i paper de gran format; cintes mètriques.

### o Il·luminar un espai (dia 2)

El segon exercici planteja la manipulació d'un espai interior a partir de l'experimentació mitjançant la llum. Cada grup disposa d'una caixa de cartró que serveix com a maqueta d'una habitació ideal. En aquesta "habitació" es realitzen dues operacions que impliquen la definició i el disseny de les fonts de llum; o bé es desproveeix del sostre, de manera que s'hagi de construir una nova coberta que permeti l'entrada de llum zenital (lluernes); o bé es desproveeix d'una de les parets, de manera que s'hagi de construir una part d'una nova façana, on s'han de practicar entrades de llum lateral (finestres). Cal argumentar les decisions preses en el moment de proposar les obertures i observar l'espai resultant. Amb aquest exercici es pretén comprovar fins a quin punt la llum determina la percepció de l'espai arquitectònic.

*Material:* caixes de cartró; objectes elementals per manipular: envasos, tapes, etc., translúcids, transparents, de colors i formes diverses; cola, cúters, tisores i regles.

### ○ Organitzar un casa (dia 3)

Per tal de començar a assimilar certs criteris de disposició i agrupació d'espais, l'exercici planteja l'organització d'una casa. Es treballa mitjançant caixes de llumins de tres mides diferents, que s'han d'organitzar en un solar rectangular amb un carrer d'accés, una orientació, un arbre o una preexistència construïda, segons cada grup. A cada caixa se li assigna una distribució estàndard —segons la decisió de cada grup— que pugui relacionar-se amb la resta. Un cop agrupades les caixes de forma raonada, la casa estarà distribuïda i caldrà cobrir-la. El següent pas és completar les cases construint-ne les cobertes, element indispensable per donar sentit a la casa i per acabar de caracteritzar el conjunt, tant des del punt de vista interior com de la forma exterior.

*Material:* caixes de llumins de 3 mides, cola ràpida, tisores, cúters i bases de cartró ploma.

### ○ Pensar la ciutat (dia 4)

Per abordar la dimensió col·lectiva però també arquitectònica de l'urbanisme, es treballa sobre uns trams ideals de ciutat. L'exercici consisteix en la reproducció de diferents trames o quadrícules de ciutats com Barcelona, Manhattan o Buenos Aires. Les quadrícules defineixen la mida i la proporció de les illes sobre les quals s'hauran de situar diferents conjunts d'edificis, atenent a una breu normativa que es proporciona. Els diferents trams s'han d'unir per formar una única ciutat, fent-hi els ajustos necessaris. Del que es tracta no és de produir una escultura, sinó d'entendre la maqueta com una ciutat imaginària, on s'han d'investigar les relacions més idònies per produir els millors espais buits i plens possibles.

*Material:* peces de fusta de DM de diferents mides i bases de cartró ploma.

### ○ Construir una estructura (dia 5)

Per tal de començar a experimentar el paper de l'esquelet estructural de qualsevol construcció, l'últim exercici del curs planteja la construcció, en grup i a escala real, d'un petit porxo sota el qual es puguin aixoplugar diverses persones. Es tracta de cobrir una superfície aproximada de 10 m<sup>2</sup> amb una sèrie d'elements donats: barres de fusta de 40 cm de longitud i 3 mm de diàmetre articulades. Per tant, s'ha de resoldre la construcció d'un sostre i els seus suports (pilars), de manera que s'obtingui una estructura estable, equilibrada i coherent.

*Material:* pals de fusta de 40 cm, pilotes de porexpan i gomes elàstiques.



## Avaluació i resultats

### Resultats obtinguts

A partir del programa docent preparat per a les dues edicions del curs, s'ha realitzat una publicació, un blog i una pàgina de Facebook:

<http://cursfutursarquitectes.tumblr.com/>

<https://www.facebook.com/volsestudiararquitectura>

[http://issuu.com/dge1979/docs/curs\\_d\\_arquitectura\\_per\\_a\\_futurs\\_arquitectes](http://issuu.com/dge1979/docs/curs_d_arquitectura_per_a_futurs_arquitectes)

[http://issuu.com/dge1979/docs/2013\\_programa\\_issue](http://issuu.com/dge1979/docs/2013_programa_issue)

Tot aquest material ha estat un vehicle per difondre els resultats del curs, tant pel que fa al material (maquetes, dibuixos, vídeos, etc.), com pel que fa als conceptes (enunciats, textos de referència, etc.). Tractant-se d'un curs que pretén fomentar les vocacions científicotècniques, s'ha considerat necessari extrapolar l'experiència fora de l'aula, de manera que pugui arribar a més estudiants i esdevenir un material útil per si sol.

Per altra banda, la metodologia del curs ha estat exposada al congrés UNIVEST 2013 i a les jornades JIDA'13 (UPC-ICE), en el marc del grup d'innovació docent GILDA, del qual el professorat del curs formem part. En últim lloc, el curs ha rebut el premi PREMI EDU21 D'EDUCACIÓ 2013 com a millor treball d'impuls de les vocacions científico-tècniques, que concedeixen la Fundació Jordi Pujol en col·laboració amb Everis, en aquesta categoria.

### Impacte del curs en l'estudiantat

S'han realitzat entrevistes a tres estudiants de la primera edició del curs per tal de conèixer la seva experiència després d'iniciar els estudis universitaris; dos d'ells van començar a l'ETSAV i un a l'ETSAB:

<http://cursfutursarquitectes.tumblr.com/post/53847681751/entrevistes-a-exalumnes-loleguer-teixidor-ha>

<http://cursfutursarquitectes.tumblr.com/post/60758546855/entrevistes-a-exalumenes-la-clara-rosell-de>

### Impacte del curs en el professorat

**Roger Sauquet**, *Dr. arquitecte i sotsdirector de Cultura i Comunicació de l'ETSAV i professor del Departament de Projectes Arquitectònics (ETSAV-UPC):*

L'estiu passat es realitzà la segona edició del Curs d'Arquitectura per a Futurs Arquitectes a l'Escola d'Arquitectura del Vallès. Aquest curs, portat a terme per tres joves professors de l'Escola, pretén introduir en la tasca de l'arquitectura aquells estudiants de batxillerat que ho vulguin.

El seu objectiu va més enllà de ser un curs d'orientació en els estudis (que ho és, també) i inclou una particular manera d'entendre la professió vinculada a la plasmació física d'estructures, l'exercitació amb les mans, l'observació d'efectes de llum a les maquetes, la "construcció" volumètrica de l'espai urbà... El curs s'escapa, doncs, de la pura teorització de l'ofici i introdueix els alumnes en l'experiència arquitectònica, que no és altra que l'experiència física i dels sentits que els mateixos estudiants senten en plasmar les maquetes i les estructures que els professors els proposen. Aquesta exercitació té una certa relació amb algunes experiències del pla d'estudis de l'ETSAV, com ara el Curs d'Introducció a l'Arquitectura o els mateixos tallers d'Arquitectura i Projecte. Per tant, el curs és també una introducció en la manera com la nostra escola entén els estudis d'arquitectura, des de la construcció física de l'espai i des de l'experiència sensorial que aquest ens provoca.

**Antonio Millán-Gómez**, *Dr. arquitecte i catedràtic de Representació Arquitectònica (ETSAV-UPC):*

He vist a l'aulari de l'ETSAV com Daniel García-Escudero, Berta Bardí i Milà i Carles Marcos Padrós s'afanyaven a transmetre a estudiants de secundària la passió que ells senten per l'arquitectura. A Carles he tingut el plaer de comptar-lo entre els meus estudiants a Expressió Gràfica Arquitectònica IV i al Taller d'Arquitectura i Projecte, i a Dani i Berta els he conegut en la seva recerca.

Sens dubte cal apropar l'arquitectura a la societat i les seves necessitats; la qüestió cardinal és com fer-ho, cosa que no és un tema elemental quan s'adreça a estudiants preuniversitaris sense coneixements de quina cosa pot ser "arquitectura": defugir d'etiquetes improductives i opinions sense fonament, orientant vers un nivell efectiu de cultura arquitectònica i urbana, no sols serveix per aclarir criteris en la tria dels estudis, constitueix també les arrels d'una cultura ciutadana ben necessària.



Un lema vist de passada ha servit per reflexionar: SMART/ SMILE/ SENSE (és a dir, excel·lència en la visió disciplinària, amabilitat en l'actitud del treball en equip i sensibilitat vers la multitud de disciplines que ens pertoca tractar dins la nova complexitat urbana). Crec que no m'allunyo gaire si descriu amb aquestes tres qualitats l'esforç dels nostres companys i el que més necessiten les noves generacions.

Desitjo que puguin conservar l'entusiasme i la seva autenticitat. Una mirada (fins i tot ràpida) a les pràctiques portades a terme fa veure molt més que les paraules per explicar-les.

**Jordi Franquesa Sánchez, Dr. arquitecte, coordinador del GILDA (Grup per a la Innovació i la Logística Docent en Arquitectura) i professor del Departament d'Urbanisme i Ordenació del Territori (ETSAB-UPC):**

Escric aquestes ratlles per tal de donar constància de la indubtable qualitat del curs liderat per Daniel García-Escudero, Berta Bardí i Carles Marcos titulat Curs d'Arquitectura per a Futurs Arquitectes, que han desenvolupat a l'Escola d'Arquitectura del Vallès.

Aquest curs, al meu entendre, presenta una efectiva alineació entre el que convé que sàpiguen els estudiants que encara han d'encetar la carrera, els objectius que es planteja el curs quant a l'assoliment de determinats coneixements introductoris sobre el que hauran de fer al llarg d'aquesta, i els exercicis que es proposen en la intensa setmana docent. Aquesta alineació és fonamental per garantir que els objectius que es plantegen s'assoleixin de manera segura i efectiva.

I és evident que en aquest curs així és. Els exercicis de treball han estat seleccionats amb cura per tal que els coneixements i l'aprenentatge dels estudiants siguin els més alts possible, cosa que posa en evidència que en realitat en la nostra disciplina sovint és molt més important el que fa l'alumne que no pas el que explica el professor, el qual ha d'assumir moltes vegades el paper de guia i tutor. En aquest sentit, les experiències que tenen els estudiants són a la vegada molt enriquidores i



estimulants, i els permet descobrir allò que és més suggeridor i engrescador d'aquesta disciplina. No cal dir que, a més de donar coneixement als estudiants, els professors hem de ser capaços d'estimular-los, ja que sabem que quan l'interès de l'estudiant o estudianta és gran, ho és també l'aprenentatge i el resultat.

La seva aproximació a la disciplina és doncs innovadora i altament valuosa, i entenc que suposa un referent el qual convé tenir en compte en l'exercici de la nostra activitat docent.

**Pere Joan Ravetllat**, *Dr. arquitecte i professor titular del Departament de Projectes Arquitectònics (ETSAB-UPC):*

Coneixia l'existència del Curs d'Arquitectura per a Futurs Arquitectes que des de fa dos anys s'imparteix a l'ETSAV i que coordinen els professors C. Marcos Padrós, B. Bardí i D. García-Escudero, però recentment he tingut accés al contingut del seu programa docent i voldria parlar-ne breument i positivament.

Assistim a una diversificació generalitzada dels estudis universitaris, que especialitzen, orienten i matisen els seus plans d'estudis de manera cada vegada més nombrosa. Els estudis d'Arquitectura, immersos en aquest mateix procés, han vist augmentar la seva oferta pública i privada. En aquest sentit no podem més que animar aquesta iniciativa de l'ETSAV amb la voluntat de precisar els objectius i clarificar-ne els trets principals per tal que els futurs estudiants i la societat en general els coneguin i puguin escollir de manera raonable.

El document, malgrat la brevetat del text i del programa en si mateix, vol ser estimulant i apropar els possibles estudiants al que són els grans temes de l'arquitectura. Els seus cinc apartats, tants com els dies de la setmana en què s'imparteix el curs, repassen temes fonamentals, des del dibuix fins a la ciutat, passant per l'estructura.

Segurament, serà útil tant per als qui decideixin encaminar els estudis en aquesta direcció com per als qui optin per una altra carrera.

## Plans de millora contínua

Al final de les dues edicions, s'ha passat una enquesta entre els alumnes per recollir informació de l'estudiantat i incorporar els seus suggeriments en les successives edicions del curs.

### Enquesta als estudiants

- Per què et vas apuntar al curs?
- Com et vas assabentar que es feia?
- Quina és l'activitat que més t'ha agradat?
- T'ha semblat bé l'organització dels exercicis: primer ensenyar exemples i després treball pràctic en grup?
- T'ha semblat bé l'horari?
- T'ha servit per saber què és estudiar arquitectura?
- Resumeix en una frase la teva experiència en el curs.
- Després de fer el curs, tens més clar si estudiaràs o no arquitectura?

### Valoració dels estudiants

#### *Comentaris de l'edició 2012:*

“Primer contacte excepcional amb l'arquitectura”; “Ha estat una experiència única, divertida, intensa i he après molt”; “Molt recomanable, dinàmic i interessant”; “Han estat uns dies intensos, amb força teoria i pràctica útil i divertida”; “La manera d'aprendre ha estat molt encertada”; “És una molt bona oportunitat per conèixer la carrera d'arquitectura”; “Està molt bé per tal d'agafar idees i una base”; “El treball en grup t'ensenya a plantejar una idea i evolucionar-la fins a arribar a un acord comú”; “Ara tinc una visió global de l'arquitectura”; “He trobat el curs molt complet i dinàmic”.

#### *Comentaris de l'edició 2013:*

“Cooperació i implicació en el coneixement sobre l'arquitectura”; “Molt constructiva, pràctica i clara”; “Fue un resumen de la arquitectura para poder entenderla mejor”; “Ha estat una bona oportunitat per començar a tastar el que és ser arquitecte”; “Una experiència molt bona per a nosaltres”; “Aproximació a la

pràctica de l'arquitectura molt satisfactòria"; "M'ha sorprès positivament"; "He pogut valorar a nivell pràctic què és l'arquitectura"; "És un curs molt dinàmic i interessant, està molt bé per agafar idees sobre el tema".

En últim lloc, la part final de l'última sessió del curs està reservada a realitzar un debat crític sobre l'experiència, en el qual cada estudiant, durant 2 minuts, exposa les seves reflexions sobre les activitats. El debat conjunt entre l'estudiantat i el professorat complementa les opinions registrades a les enquestes individuals i anònimes.

---

## Referències

### Bibliografia

- ALLEN, Edward. *Cómo funciona un edificio*. Barcelona: Editorial Gustavo Gili, 1982.
- BENEVOLO, Leonardo. *Introducción a la arquitectura*. Buenos Aires: Tekne, 1967.
- Experiències de millora de la qualitat docent a la UPC*. Barcelona: Servei de Publicacions de la UPC, 1997.
- FREDERICK, Matthew. *101 cosas que aprendí en la escuela de arquitectura*. Madrid: Abada, 2011.
- GUITTON, Jean. *Aprendiendo a vivir y a pensar*. Madrid: Ediciones Encuentro, 2006.
- HERTZBERGER, Herman. *Lessons for students in architecture*. Rotterdam: Uitgeverij 010, 1991.
- LE CORBUSIER. *Mensaje a los estudiantes de arquitectura*. Buenos Aires: Infinito, 1959.
- MARCOS, Carles; BARDÍ, Berta; GARCÍA-ESCUADERO, Daniel. *I Curs d'arquitectura per a futurs arquitectes: programa i memòria de resultats*. Barcelona: Universitat Politècnica de Catalunya (UPC), 2012. Darrera modificació 15 d'abril de 2013, <http://upcommons.upc.edu/handle/2117/17801>
- MUÑOZ COSME, Alfonso. *Iniciación a la arquitectura: la carrera y el ejercicio de la profesión*. Madrid: Maira: Celeste, 2000.
- PEVSNER, Nikolaus. *Iniciació a l'arquitectura*. Barcelona: Edicions 62, 1969.
- RASMUSSEN, Steen Eiler. *La Experiencia de la arquitectura: sobre la percepción de nuestro entorno*. Madrid: Celeste Ediciones, 2000.
- ROTH, Leland M. *Entender la arquitectura: sus elementos, historia y significado*. Barcelona: Gustavo Gili, 1999.
- SOLÀ-MORALES, Ignasi [et al]. *Introducció a l'arquitectura: conceptes fonamentals*. Barcelona: Edicions de la Universitat Politècnica de Catalunya, 2000.
- ZEVI, Bruno. *Saber ver la arquitectura: ensayo sobre la interpretación espacial de la arquitectura*. Barcelona: Editorial Poseidón (6<sup>o</sup> ed.), 1991.

# PROMOCIÓ DE LA SALUT VISUAL A LES ESCOLES

PDI responsable de la bona pràctica  
Marta Fransoy Bel

Membres de l'equip  
que l'ha desenvolupat i aplicat  
Montse Augé i Serra

Titulació o titulacions en què  
s'ha realitzat la bona pràctica, i nivell (1r curs, ...)

Diploma en Òptica i Optometria - 3r curs

Grau en Òptica i Optometria – 3r i 4rt cursos

Màster en Optometria i Ciències de la Visió - 2n curs (pla antic) i 1r curs (pla actual)

Assignatura o assignatures  
i tipologia (obligatòria, optativa, ...)

Psicologia en Optometria Clínica –  
Optativa

Educació per a la Salut: Model Bio-  
psico-social – Optativa

Implicacions Optomètriques en els  
Trastorns Psicològics i d'Aprenentatge  
- Optativa

Procediments d'Optometria  
Neurocognitiva per a l'Èxit Escolar -  
Optativa

Àmbit de coneixement UPC

Ciències Aplicades

Ciències i Tecnologies de la Salut

Alumnat implicat i grups

182 estudiants

(grups de teoria i de pràctiques; 10 treballs de final de grau  
i 13 treballs de final de màster basats en aquesta pràctica)

Trajectòria/recorregut

7 anys acadèmics

(2007-2008 a 2013-2014)

---

## Resum

La bona pràctica és una proposta d'aprenentatge-servei, una metodologia activa que uneix el compromís social amb l'aprenentatge de coneixements, habilitats, actituds i valors, una pedagogia per aprendre a ser competent i ser útil als altres.

La pràctica ha estat dissenyada per satisfer dos propòsits principals: d'una banda, la importància de detectar dificultats visuals que poden interferir en l'aprenentatge durant l'escolarització i, per tant, conduir al fracàs escolar, i de l'altra, la necessitat dels estudiants de la Facultat d'Òptica i Optometria de Terrassa d'aprendre en entorns reals per poder convertir els seus coneixements en acció i transferir-los a la seva professió.

Les escoles són un entorn d'aprenentatge adequat per a l'aspirant a optometrista, que el connecta amb la realitat i amb el potencial social i de servei de la seva professió. Per realitzar la pràctica ens desplaçem a les escoles a realitzar avaluacions de cribatge visual als nens d'educació primària i secundària. Amb el servei que oferim estem cobrint aquesta àrea de la salut.

La projecció futura d'aquesta activitat-servei és arribar a desenvolupar el Pla de Salut Visual a les escoles, conjuntament amb el Col·legi Oficial d'Òptics Optometristes de Catalunya per presentar-lo a la Generalitat de Catalunya.

---

## Paraules clau

Aprenentatge-servei

Prevenió visual  
primària

Optometria  
comportamental

---

## Presentació

- La missió de la PRÀCTICA DE PROMOCIÓ DE LA SALUT VISUAL A LES ESCOLES és comprometre amb la seva professió els estudiants de la Facultat d'Òptica i Optometria de Terrassa perquè esdevinguin agents de servei a la societat i motors de canvi social. La nostra eina de treball és la prevenció de la salut visual a les aules. Els alumnes de les nostres assignatures realitzen cribratges visuals a les escoles de primària i secundària (i eventualment en algun institut) del Vallès Occidental i Barcelona. Comptem amb el suport de l'Ajuntament de Terrassa.

A la FOOT actualment s'imparteix el grau en Òptica i Optometria i el màster en Optometria i Ciències de la Visió. Tant els alumnes de grau com els de màster han estat participant en la pràctica de promoció de la salut visual a les escoles, realitzant cribratges visuals a les aules en dues modalitats, o bé en cursar una assignatura optativa o en fer el treball de fi de grau i/o de màster. A partir de la realització dels cribratges visuals, els estudiants realitzen dos tipus de projectes acadèmics, segons la naturalesa i el nivell de l'assignatura de què formen part:

### GRAU. Assignatura: Educació per a la Salut Visual, model Bio-Psico-Social

La PRÀCTICA principal és la presentació i defensa oral d'un treball de grup sobre PREVENCIÓ PRIMÀRIA EN SALUT VISUAL, que es fa amb les dades recollides a partir de la participació activa en els cribratges visuals i que consisteix a dissenyar una presentació educativa per conscienciar l'escola de la importància de la visió en el rendiment acadèmic. També s'elaboren els informes que s'entreguen a les famílies amb els resultats de les avaluacions visuals i s'alerta de la necessitat de fer un examen visual complet quan cal.

## MÀSTER (MOCV60). Assignatura: Procediments d'Optometria Neurocognitiva per a l'Èxit Escolar

El treball PRÀCTIC bàsic en aquesta assignatura és la presentació i defensa oral d'un treball de grup sobre un DISSENY PRELIMINAR D'ESTUDI CLÍNIC relacionant les habilitats visuals amb el rendiment de l'aprenentatge. Consisteix a avaluar les habilitats visuals d'un nen o una nena entre 6 i 14 anys amb problemes d'aprenentatge, problemes d'atenció i/o concentració, o que presenti un trastorn psicològic que afecti l'aprenentatge (problema de lateralitat, TDAH o dislèxia). Amb les dades recollides es planteja el diagnòstic diferencial i les pautes de tractament proposades. Els cribratges visuals a les escoles són una bona base per detectar nens com a pacients potencials que tenen dificultats de rendiment en l'aprenentatge, d'atenció o de concentració.

Actualment, per la rellevància de l'impacte del fracàs escolar en la societat, ens trobem amb un fort augment de la demanda dels estudiants que volen acollir-se a aquest projecte, de manera que conjuntament amb la Direcció del centre caldrà estudiar un mecanisme per sistematitzar-la com una oferta estable, a la qual no només es pugui accedir cursant una assignatura optativa o fent un TFG o un TFM.

- La innovació que aporten les pràctiques que proposem respecte del que tradicionalment s'ha fet a la FOOT és que totes les assignatures del grau en Òptica i Optometria (GOO) que realitzen pràctiques amb pacients reals es desenvolupen al Centre Universitari de la Visió, la clínica de salut visual de la UPC. Els estudiants, doncs, tenen la possibilitat d'atendre pacients reals i de fer cribratges visuals a nens en un entorn clínic controlat, sempre que hi hagi un conveni signat amb l'Escola, que es desplaça al CUV. El format de pràctica de CRIBRATGE VISUAL *IN SITU* comporta molts avantatges, com per exemple:



- A la pràctica, facilita enormement arribar a àmplies poblacions de nens en edat escolar, que a més no han de fer desplaçaments, cosa que millora la predisposició de les escoles a col·laborar.
- Conceptualment, la millora és força significativa, ja que avaluem el sistema visual del nen en el seu entorn habitual d'aprenentatge i per tant la informació que obtenim sobre el seu rendiment i l'ergonomia del seu espai és molt més realista.
- El benefici per a l'estudiant o estudianta també és molt important, ja que comença a haver-se d'espavilar i treballar de manera competent en un entorn real, amb interlocutors que són mestres i amb pacients que són nens, de manera que les habilitats comunicatives que han après a les assignatures poden posar-les en pràctica i observar-ne directament els resultats, amb les conseqüències evidents i ineludibles: es fomenta una gran responsabilitat professional i vocació de servei.

---

## Planificació de la bona pràctica i descripció de les activitats que s'han dut a terme

- El projecte que presentem l'equip docent format per les professores Marta Fransoy Bel i Montse Augé Serra, l'estem desenvolupant a la Facultat d'Òptica i Optometria de Terrassa (<http://www.foot.upc.edu/>) des del curs 2007-2008. Per realitzar les accions de prevenció de la salut visual a les escoles, el curs 2006-2007 vam començar a establir vincles amb escoles de Terrassa i el Vallès Occidental per facilitar els desplaçaments dels estudiants. Amb el temps, hem anat creant una xarxa d'escoles que s'ha ampliat al Barcelonès i, ocasionalment, a altres zones de Catalunya: des del Baix Llobregat fins a l'Alt Penedès. L'Ajuntament de Terrassa, a través de la Regidoria de la Societat del Coneixement, en el marc del conveni signat entre la Universitat i l'Ajuntament des de l'any 2009, ens està donant suport amb una subvenció que ens permet cobrir els desplaçaments i l'amortització, manteniment i/o renovació dels instruments que ens emportem per fer les revisions visuals a les escoles. Amb el suport de la Fundació Jaume Bofill en

aquesta setena convocatòria d'ajuts per la realització de projectes d'aprenentatge-servei, podem considerar que aquesta és una PRÀCTICA ben consolidada.

Els centres amb els quals mantenim contacte són, per ordre cronològic en què vam començar a col·laborar-hi, els següents:

CURS	CENTRE EDUCATIU	POBLACIÓ	CICLE EDUCATIU
2006-2007	Escola Vedruna	Terrassa	Segon cicle de primària.
2007-2008	El Llimoner	Barcelona	Preescolar.
	Escola Príncep de Viana	Barcelona Sant Andreu	Primer i segon cicle de primària.
	Escola Immaculada Concepció	Barcelona	Primer cicle de primària.
	Antoni Ubach i Soler	Terrassa	Primer i segon cicle de primària.
2008-2009	El Cim	Terrassa	Primer cicle de primària.
	Camp Joliu	L'Arboç	Primer cicle
	Escola Príncep de Viana	Barcelona Sant Andreu	Primer i segon cicle de primària
2009-2010	El Cim	Terrassa	Primer i segon cicle de primària.
	Avantis	Sant Boi de Llobregat	Preescolar.
	Escola Príncep de Viana	Barcelona Sant Andreu	Primer i segon cicle de primària.
2010-2011	El Cim	Terrassa	Primer i segon cicle primària.
	Escola Príncep de Viana	Barcelona Sant Andreu	Primer i segon cicle de primària.
2011-2012	El Cim	Terrassa	Primer i segon cicle primària.
	Escola Príncep de Viana	Barcelona Sant Andreu	Primer i segon cicle de primària.
	Can Jofresa	Terrassa	1er i 2on ESO
2012-2013	El Cim	Terrassa	Primer i segon cicle de primària.
	Escola Príncep de Viana	Barcelona Sant Andreu	Primer i segon cicle de primària.
2013-2014 1er TRIM.	El Cim	Terrassa	Primer i segon cicle primària.
	Cultura Pràctica	Terrassa	Primer i segon cicle primària.
	Roser Capdevila	Terrassa	Primer i segon cicle primària.

---

## Avaluació i resultats

- El resultat que més ens omple de satisfacció és l'elevat grau d'entrega a la professió que es desperta en alguns estudiants amb vocació de servei. En entrar en contacte amb el món real, fora de les aules i de la mateixa clínica de la Universitat, prenen consciència del paper proactiu que poden desenvolupar com a optometristes en la disminució de la proporció de fracàs escolar que es dona en la nostra societat. Molts, després de cursar l'assignatura, ens han manifestat el seu entusiasme per haver pogut encaminar la seva trajectòria acadèmica i professional. Disposem de les enquestes que hem anat recopilant en cursos successius per reflectir l'adequació de les metodologies actives en el context de l'espai europeu d'educació superior.

A partir dels estudiants que han quedat vinculats a la branca de l'optometria que anomenem Visió i Aprenentatge, hem creat el grup OPTOMETRISTES EN ACCIÓ, en el qual s'inscriuen i participen tots aquells estudiants que, un cop han aprovat l'assignatura o fins i tot que han acabat els estudis de grau, volen mantenir-se en contacte amb nosaltres per col·laborar en accions a les escoles, per reforçar i fer de monitors als companys més joves.

Gràcies a la continuïtat de la PRÀCTICA DE PREVENCIÓ I EDUCACIÓ PER A LA SALUT VISUAL A LES ESCOLES (afavorida notablement pel suport econòmic de l'Ajuntament de Terrassa i la Fundació Jaume Bofill) com a base de les diferents assignatures que impartim, hem pogut iniciar una línia de producció de treballs de fi de màster i de fi de grau, a la qual s'han presentat en total més de 10 treballs els darrers tres cursos.

Com a punt singular, volem destacar la promoció de nous escenaris d'aprenentatge en què l'estudiant (tutoritzat en tot moment) és el protagonista indiscutible, que ha d'aprendre a prendre decisions *in situ* i en temps real per tal que la seva actuació sigui eficaç i resolutiva.

- En les assignatures optatives que impartim en què hem implementat la PRÀCTICA, ensenyem als estudiants a treballar amb el **portafoli o dossier de l'estudiantat**, que fomenta la seva autonomia personal i és la millor manera de recollir les evidències del treball de camp.

---

## Plans de millora contínua

En plantejar les pràctiques de cribratges a les escoles en el context d'una assignatura, seguim un procés de quatre fases:

- **Fase de planificació**

Cada començament de curs ens reunim les professores que formem l'equip de treball per plantejar el cronograma i el pla d'acció a les escoles. Per poder donar resposta a les escoles que ens ho sol·liciten i al mateix temps organitzar la docència de les assignatures, hem de conèixer quants alumnes tenim matriculats i quants volen fer treballs de fi de grau i de fi de màster.

En funció d'aquestes dades decidim les escoles on podrem anar i quins estudiants podran fer el treball sobre quina temàtica concreta (ja que depenem de la població que podrem avaluar).

- **Determinació del calendari**

Com que els estudis a la UPC són quadrimestrals, sempre procurem programar el calendari en **dues etapes**: de setembre a gener i de febrer a juny. Per això en el llistat de centres participants només tenim programat el primer trimestre del curs 2013-2014.

- **Durant el mes de setembre** fem el contacte amb les escoles i tutoritzem els alumnes que fan l treball o ensenyem els procediments optomètrics als estudiants de les assignatures.
- **A meitat d'octubre** comencem a anar a les escoles. Normalment, si s'hi desplacen quatre alumnes, en un matí poden avaluar una classe d'uns vint-i-cinc nens. De vegades és difícil trobar un matí en què els nostres alumnes coincideixin de tenir lliure per desplaçar-se. Però l'experiència ens ha anat

mostrant que ho acabem fent tot. Potser triguem més setmanes, però sempre aconseguim quadrar les disponibilitats entre els alumnes de la FOOT i les escoles col·laboradores.

- **Fase de desenvolupament**

- **D'octubre a meitat-final de novembre** anem a fer els cribratges a les escoles.
- **Durant les vacances de Nadal** (o abans els més previsors) els alumnes redacten els informes per a les famílies (els proporcionem unes plantilles i uns models bastant uniformes que hem dissenyat). Els que fan el treball es dediquen a redactar-lo i a tractar les dades per fer-ne una estadística i arribar a una conclusió que respongui a la hipòtesi que han plantejat.
- **A principi de gener**, els alumnes entreguen la feina feta: a l'escola els informes i a nosaltres la memòria perquè els avaluem. El dossier de l'estudiantat per nosaltres és un substrat molt pràctic perquè cada estudiant tindrà la seva experiència sobre l'assignatura, segons el lloc on vagi a fer els cribratges. Així pot recollir totes les evidències de la feina i reflexionar sobre els procediments utilitzats i sobre l'evolució del seu aprenentatge.
- **A meitat de gener** realitzem les proves escrites d'avaluació. En les nostres assignatures la part pràctica és essencial, així que el pes de l'examen teòric és inferior al 50 %. Es pot dir que l'estudiant o estudianta que ha fet la feina a l'escola de manera consistent i ha sabut evidenciar el seu aprenentatge en el portafoli o dossier ja està madur per realitzar aquesta tasca professionalment. L'avaluació teòrica ens serveix per confirmar que el que declara que ha après ja ho ha integrat en el seu coneixement.

- **Fase de tancament**

L'estudiant o estudianta que ha fet un treball de fi de grau o de màster ha de presentar-lo i defensar-lo davant una comissió de professors seleccionats a l'atzar. L'exposició ha de ser ben clara, perquè els professors no solen ser experts en la matèria. El que ens agrada fer un cop hem acabat tot, presentacions, exàmens..., és reunir-nos amb tots els estudiants per intercanviar impressions i

valorar la feina feta (utilitzem qüestionaris). D'aquesta manera sempre tenim la guia per implementar modificacions durant els cursos següents, basades en l'experiència dels participants en la BONA PRÀCTICA D'APRENTATGE-SERVEI.

## Referències

- <https://www.foot.upc.edu>
- <http://cuv.upc.edu/>
- <http://www.aprenentatgeservei.org/>

### Acció de promoció de la salut visual a l'escola de Can Jofresa de Terrassa



Alumnes realitzant un cribratge visual per al treball de fi de grau.



## Optometristes en Acció



Estudiants que, després d'acabar els estudis, queden vinculats a la FOOT per continuar donant suport a les accions de promoció de la salut visual a les escoles.

Aquest projecte ha rebut

Un ajut de la setena convocatòria del centre promotor d'aprenentatge-servei, la fundació jaume bofill, el 31 d'octubre de 2013.

**Per a més informació, podeu consultar:**

<http://www.aprenentatgeservei.org/>



# JOC D'ESTRUCTURES DE DADES I ALGORISMES

PDI responsable de la bona pràctica  
Amalia Duch Brown

Membres de l'equip  
que l'ha desenvolupat i aplicat

Jordi Petit i Silvestre  
Salvador Roura Ferret

Enric Rodríguez Carbonell

Titulació o titulacions en què  
s'ha realitzat la bona pràctica, i nivell (1r curs, ...)

Enginyeria Informàtica – 2n curs  
Enginyeria Tècnica en Informàtica de Gestió – 2n curs  
Grau en Enginyeria Informàtica – 2n curs  
Grau en Matemàtiques – 2n curs

Assignatura o assignatures  
i tipologia (obligatòria, optativa, ...)

Anàlisi i Disseny d'Algorismes -  
Obligatòria  
Estructures de Dades i Algorismes -  
Obligatòria

Algorísmia - Obligatòria

Àmbit de coneixement UPC  
Enginyeria Informàtica

Alumnat implicat i grups  
De l'ordre de 1100 estudiants de 35 grups

Trajectòria/recorregut  
5 anys acadèmics

---

## Resum

L'activitat consisteix en la implementació d'un jugador per a un joc d'ordinador. L'objectiu és que els estudiants hi apliquin els algorismes i estructures de dades explicats en el curs.

Un joc consisteix en un tauler on es mouen agents controlats pels jugadors. Segons les seves accions, cada jugador rep una puntuació, que en finalitzar la partida en determina la classificació.

En el joc no hi ha interacció humana: els programes dels estudiants estan escrits abans de cada partida. Per programar un jugador, els estudiants disposen d'informació completa sobre l'estat del tauler i de tots els jugadors. La documentació del joc explica la interfície que el programa de l'estudiant o estudianta ha d'usar per comunicar-se amb el programa principal.

Els estudiants disposen d'un servidor web al qual envien els seus jugadors. A més, se'ls proporciona el codi font del joc per poder-ne desenvolupar localment la implementació.

L'activitat consta de dues fases. A la primera, els estudiants han de vèncer un jugador de prova, el "beneit", implementat pel professorat i que segueix una estratègia simple. A la segona fase, els estudiants que han superat la primera participen en una eliminatòria per determinar el millor jugador del quadrimestre.

---

## Paraules clau

Ludificació  
(*gamification*)

Aprenentatge basat en  
problemes/projectes  
(ABP o PBL)

Programació

---

## Presentació

### Definició de l'experiència

L'activitat consisteix en la implementació d'un jugador per a un joc d'ordinador d'estratègia preparat pel professorat, com a pràctica de laboratori dels cursos d'algorísmica i programació. L'objectiu és que en la programació d'aquest jugador l'estudiant o estudianta apliqui els algorismes i estructures de dades explicats a classe. La pràctica és individual, és a dir, cada estudiant programa el propi jugador, que s'enfrontarà contra els programes dels altres alumnes.

Més en detall, un joc consisteix en un tauler en què els agents controlats pels jugadors (habitualment, quatre) es mouen per torns durant un cert nombre de rondes. En funció de l'estratègia seguida i de les accions realitzades, cada jugador rep una puntuació, que en finalitzar la partida en determina la classificació. A diferència de la majoria d'altres activitats (exercicis, etc.) de les assignatures que hi estan involucrades, aquesta pràctica és oberta: no es tracta de resoldre un problema, sinó de preparar una estratègia, estudiar les estratègies dels jugadors rivals i adaptar o reprogramar la pròpia estratègia.

En el joc no hi ha interacció humana: el programa d'un estudiant o estudianta per controlar el seu jugador està escrit abans de cada partida. Aquest programa consisteix en un procediment que crida cada ronda el programa principal que gestiona el joc i que genera com a sortida la llista d'accions i moviments que es volen dur a terme en la ronda d'aquell moment. Per fer aquest programa, els estudiants disposen d'informació completa sobre l'estat del tauler i de tots els jugadors en cada ronda. La documentació del joc explica la interfície que el programa de l'estudiant ha d'usar per comunicar-se amb el programa principal.

Aquesta pràctica promou, doncs, entre altres habilitats, la programació de caire algorísmic (implementar la pròpia estratègia) i la programació relacionada amb la intel·ligència artificial (controlar els agents que apareixen en el joc). A més, fomenta bons hàbits de programació, atès que s'espera que els programes dels jugadors canviïn al llarg de la pràctica per adaptar-los a les noves estratègies dels companys, de manera que surten beneficiats els alumnes que fan el codi més flexible i modificable.

Els estudiants disposen d'un servidor web (el "jutge" del joc) al qual envien els seus jugadors. A més, se'ls proporciona el codi font del joc per poder-ne desenvolupar localment la implementació, cosa que facilita el treball autònom.

L'activitat consta de dues fases. A la primera, els estudiants han de vèncer un jugador de prova, el "beneit", implementat pel professorat i que segueix una estratègia simple. Concretament, quan un estudiant o estudianta envia un nou programa al servidor web, es juguen quatre partides contra tres clons del "beneit". El programa és acceptat si queda en primer lloc a les quatre partides. D'aquesta

manera, la probabilitat que un mal jugador passi la primera fase gràcies a l'atzar queda molt reduïda. Els estudiants tenen un termini d'aproximadament tres setmanes des del moment en què es publica el joc per aconseguir tenir un jugador acceptat.

A la segona fase, els estudiants que han superat la primera participen en una eliminatòria per trobar el millor jugador del quadrimestre. Els estudiants són eliminats progressivament de la manera següent. Cada dia de la segona fase, s'agrupen els programes dels alumnes de quatre en quatre i es realitzen partides que serveixen per atorgar una classificació de tots els jugadors encara vius. El darrer estudiant en aquesta classificació és eliminat. El procés es repeteix fins que només resta un grup reduït d'estudiants. Amb aquests se celebra la "gran final" del joc, en la qual es disputen les últimes partides que determinen el campió del joc, que se celebren a la fi del quadrimestre en un acte públic a la sala d'actes de la Facultat d'Informàtica de Barcelona (FIB).

### Recorregut i context

La pràctica del joc està molt consolidada: es va iniciar el quadrimestre de primavera del curs 09-10 i des d'aleshores fins al curs actual, 13-14, s'ha anat aplicant cada quadrimestre a les següents assignatures de programació i algorísmica (per canvis de pla d'estudis i diferents períodes d'impartició, les assignatures involucrades van canviant segons el quadrimestre):

- Q2 09-10: ADA
- Q1 10-11: EDA, ADA, ALG
- Q2 10-11: EDA, ADA
- Q1 11-12: EDA, ADA, ALG
- Q2 11-12: EDA
- Q1 12-13: EDA, ALG
- Q2 12-13: EDA
- Q1 13-14: EDA, ALG

Els acrònims signifiquen:

- **ADA:** Anàlisi i Disseny d'Algorismes (assignatura obligatòria de segon curs de les desaparegudes Enginyeria Informàtica i Enginyeria Tècnica en Informàtica de Gestió)
- **EDA:** Estructures de Dades i Algorismes (assignatura obligatòria de segon curs del grau en Enginyeria Informàtica)
- **ALG:** Algorísmica (assignatura obligatòria de segon curs del grau en Matemàtiques)

En total, doncs, el recorregut d'aquesta activitat és de cinc anys acadèmics, comptant el quadrimestre en curs.

Respecte al nombre d'estudiants, s'avisava tots els alumnes de les assignatures involucrades perquè facin l'activitat. La participació sempre elevada, tal com palesen les xifres següents:

- Q1 10-11: 98/146 alumnes d'ADA, 101/122 alumnes d'EDA i 33/33 alumnes d'ALG
- Q2 11-12: 67/112 alumnes d'ADA i 103/122 alumnes d'EDA

En total, al llarg del seu recorregut han participat en el joc més de 1.000 alumnes, corresponents a més de 30 grups (habitualment, el d'ADA/EDA consten de quatre grups d'unes 30 persones, mentre que el d'ALG només en té un, d'unes 40 persones).

Respecte a les competències, cal distingir entre EDA i ALG. Entre les competències tècniques d'EDA, el joc treballa les següents en el nivell avançat:

- CT4: Demostrar coneixement i capacitat d'aplicació dels procediments algorísmics bàsics de les tecnologies informàtiques per dissenyar solucions a problemes, analitzant la idoneïtat i la complexitat dels algorismes.
- CT5: Analitzar, dissenyar, construir i mantenir aplicacions de forma robusta, segura i eficient, triant el paradigma i els llenguatges de programació més adequats.

Respecte a ALG, el joc treballa en el nivell avançat les competències tècniques següents:

- CT4: Desenvolupar programes informàtics que resolguin problemes matemàtics, tot fent servir per a cada cas l'entorn computacional escaient.

I treballa les competències transversals següents:

- CB2: Saber aplicar d'una forma professional els coneixements matemàtics al seu treball i posseir les capacitats que, a l'àrea de les Matemàtiques i en les seves aplicacions a la ciència i a la tecnologia, s'acostumen a demostrar mitjançant l'elaboració i defensa d'arguments i la resolució de problemes.
- CG6: Detectar mancances en el propi coneixement i superar-les mitjançant la reflexió crítica i l'elecció de la millor actuació per ampliar aquest coneixement.

L'avaluació de la pràctica depèn de l'assignatura que cursa l'estudiant. En el cas d'EDA (i la seva bessona en el pla d'estudis anterior, ADA), els estudiants que aconseguen superar la primera fase tenen tota la nota de la pràctica (1 punt sobre la nota final). Addicionalment, poden arribar a aconseguir fins a 1 punt extra sobre la nota final, proporcionalment segons el temps que triguin a ser eliminats (0 si són eliminats a la primera volta, 1 si arriben a la final). En el cas d'ALG, la nota (1 punt sobre la nota final) és proporcional al temps abans de ser eliminat.

Pel que fa a la coordinació entre assignatures, aquesta és en el nostre cas especialment important. Tot i que cada assignatura involucrada desenvolupa una eliminatòria de forma paral·lela i independent, mitjançant la sincronització dels calendaris fem possible que a la gran final competeixin estudiants de tot arreu, cosa que fa que l'esdeveniment tingui molt més ressò i interès per als estudiants.

Respecte als recursos necessaris per al desenvolupament d'aquesta activitat, el més destacable és el jutge del joc, això és, el servidor web que s'encarrega de recollir els enviaments dels estudiants i avaluar-los, i mantenir la gestió del joc en general.

Finalment, pel que fa al pes de l'activitat en l'assignatura, en termes de temps el joc comprèn, des que es publica fins a la gran final, pràcticament la meitat del quadrimestre. Pel que fa a la qualificació, en el cas d'EDA/ADA val 1 punt sobre la nota final, més 1 punt extra com s'ha esmentat anteriorment; en el cas d'ALG, val 1 punt sobre la nota final.

## Situació de partida

Abans d'implantar el joc, com a professorat d'assignatures algorísmiques ens trobàvem que, sovint, els nostres alumnes estaven molt poc motivats per la matèria, no només per les parts més teòriques, sinó fins i tot també pels aspectes més pràctics de la programació. Això era particularment preocupant en el cas de les enginyeries informàtiques. Tanmateix, vam observar que molts dels estudiants mostraven un gran entusiasme pels videojocs. Per aquest motiu vam decidir introduir la programació d'estratègies de jocs d'ordinador com a treballs pràctics als nostres cursos d'estructures de dades i algorismes, inspirats pels ICPC-Challenges organitzats per l'Association for Computing Machinery (ACM) durant el seu ACM International Collegiate Programming Contest anual.

## Contribucions i trets destacats

La major contribució del joc és que apropa el treball pràctic a l'ideal pedagògic de l'"aprèn divertint-te". Per altra banda, el joc té un gran impacte en l'aprenentatge i avaluació dels estudiants: molts d'ells aconsegueixen aprovar gràcies a aquest projecte, que, en ser una activitat de llarga durada, premia l'esforç continuat i la constància.

Un dels altres trets interessants del joc és el seu component transversal dins de la UPC: els quadrimestres de tardor, assignatures de diferents titulacions (actualment, EDA del grau en Informàtica i ALG del grau en Matemàtiques) hi participen alhora. Com ja s'ha dit, durant la major part de la durada del joc, l'activitat es duu a terme de forma paral·lela. No obstant això, la gran final es fa de manera conjunta. És palpable que la competició entre diferents titulacions estimula els estudiants a donar el millor de si mateixos. A més, activitats conjuntes d'aquest tipus ajuden a donar cohesió a la universitat.

## Planificació de la bona pràctica i descripció de les activitats que s'han dut a terme

### Objectius inicials

Els objectius docents que ens vam plantejar inicialment amb el joc són els següents:

- Proporcionar un entorn original i motivador per facilitar la integració de competències tant tècniques com genèriques.
- Planificar una activitat d'aprenentatge actiu per millorar l'aprenentatge de la programació, les estructures de dades i l'algorísmica.
- Incentivar el desenvolupament de competències com són l'anàlisi i el disseny d'estratègies eficaces, eficients, col·laboratives i/o competitives per aconseguir objectius concrets i ben definits.
- Proporcionar materials didàctics en nous formats utilitzant noves tecnologies (web, xarxes socials, fòrums, gràfics...) per promoure la pràctica de la programació i el disseny d'algorismes eficients i la integració de l'aprenentatge teòric amb el pràctic.
- Oferir eines per consolidar competències com són la millora i/o superació gradual i contínua del treball previ tant en l'àmbit personal com en l'àmbit social.
- Promoure nous mecanismes d'avaluació de les capacitats de programació i disseny d'algorismes eficients.

### Planificació

Essencialment, la preparació de cada joc requereix les tasques següents:

- **Crear el joc i la interfície visual:** El joc està programat en C++ i incorpora una interfície visual (el “visor” del joc) programada amb les llibreries QT o JavaScript. Els estudiants fan servir una API en C++ descrita a la documentació per controlar els seus jugadors. A més, disposen del codi font del joc per poder compilar i executar localment, cosa que en facilita el treball autònom.
- **Redactar la documentació:** Per poder programar correctament els seus jugadors, els estudiants requereixen instruccions clares, precises i exhaustives. Aquestes s'han de redactar i revisar amb molta cura per evitar ambigüitats tant com sigui possible i facilitar la feina dels alumnes. També és important que les regles del joc (tant del joc *per se* com de l'activitat) quedin molt clares a la documentació per evitar possibles problemes (el tractament dels casos de còpia de programes, per exemple).
- **Preparar el jutge del joc:** Per fer el lliurament dels seus jugadors, els alumnes fan servir un web en PHP, també dissenyat i programat específicament per al joc, on veuen si els seus programes són o no són acceptats. També poden fer



servir el mateix web per demanar partides d'entrenament amb altres jugadors (d'aquesta manera, no serà necessari que es passin el seu codi per poder jugar partides mútuament) i poden seguir els resultats de les partides "oficials" de l'eliminatòria, amb les quals es determina la qualitat dels seus programes. Per executar les partides, el web fa servir tècniques semblants a les emprades pel jutge de PRO1. Tanmateix, en el nostre cas hi ha molts més problemes tècnics, atès que es tracta de simular 4 programes enviats per 4 alumnes diferents en paral·lel i que la partida ha de poder continuar fins i tot si un dels programes es penja o triga massa temps a respondre. Per aconseguir-ho, els quatre programes es compilen en processos independents i es comuniquen entre ells per sòcols (*sockets*), mentre un programa supervisor adicional comprova que cap no es penja.

- **Donar suport als alumnes:** Els alumnes han d'aprendre a fer un programa jugador en un termini de tres setmanes i molts d'ells demanen suport adicional en forma d'hores de consultes individuals o per grups.
- **Preparar i realitzar la gran final:** La majoria dels participants i molts dels seus companys esperen amb moltes ganes la gran final. És un acte important per a ells que s'ha de preparar amb antelació: transparències, partides, vídeos, visors especials, música, etc. A la gran final, hi assisteixen molts alumnes i tot el professorat de l'assignatura.

Crear un joc nou comporta unes 30 hores de treball, més aproximadament 10 hores per supervisar el període d'entrega, gestionar l'eliminatòria i preparar la final. Per altra banda, aquest cost en hores de professorat no es produeix cada quadrimestre, ja que els jocs (amb algunes variacions) es van repetint de tant en tant, cada 3 o 4 quadrimestres.

## Recursos

El recurs material més destacable és el jutge del joc, això és, el servidor web que s'encarrega de recollir els enviaments dels estudiants i gestionar el joc en general (avaluació amb el "beneit", partides oficials classificatòries per a la gran final, partides extraoficials, etc.). Aquest servidor es troba físicament en les mateixes màquines que el jutge en línia [www.jutge.org](http://www.jutge.org), que s'utilitza a les assignatures de programació del Departament de Llenguatges i Sistemes Informàtics (per exemple, PRO1, EDA, Algorísmica), i n'aprofita la infraestructura existent.

Altres recursos utilitzats són el software JPlag per a la detecció de còpies (aquest punt és important, ja que la pràctica és individual) i les instal·lacions de la FIB, que cedeix la sala d'actes per a la celebració de la gran final.

També cal esmentar la col·laboració amb el grup Video Games Association (VGA) de la Delegació d'Alumnes de la FIB (DAFIB), amb qui s'ha treballat per a la creació de visors tridimensionals per a la gran final en diverses ocasions.

## Avaluació i resultats

En total, fins ara s'han creat cinc jocs diferents: ADA-Royale (rebatejat en edicions posteriors com a Battle Royale), Apocalypse-Now, Tron, PacMan i Bola de Drac. Aquests jocs han resultat molt atractius per als estudiants. En general, hem aconseguit una gran participació (fins ara, en total més de 700 estudiants). Com a exemple de la magnitud dels jocs, al web de Tron el Q2 10-11 es van acceptar 414 programes d'entre 6.400 enviaments, els quals ocupen 186 Gb del servidor web.

La gran final de cada joc sol ser un gran èxit de públic. Els vídeos de les finals, que es poden veure al catàleg FIB de MediaFIB, en són testimoni:

- Q2 09-10: ADA-Royale (1308 reproduccions)  
<http://media.fib.upc.edu/fibtv/streamingmedia/view/2/209>
- Q1 10-11: Apocalypse-Now (388 reproduccions)  
<http://media.fib.upc.edu/fibtv/streamingmedia/view/2/290>
- Q2 10-11: Tron (403 reproduccions)  
<http://media.fib.upc.edu/fibtv/streamingmedia/view/2/350>
- Q1 11-12: Battle Royale II Requiem (326 reproduccions)  
<http://media.fib.upc.edu/fibtv/streamingmedia/view/2/439>
- Q2 11-12: PacMan (186 reproduccions)  
<http://media.fib.upc.edu/fibtv/streamingmedia/view/2/534>
- Q1 12-13: Bola de Drac (212 reproduccions)  
<http://media.fib.upc.edu/fibtv/streamingmedia/view/2/654>
- Q2 12-13: Battle Royale (111 reproduccions)  
<http://media.fib.upc.edu/fibtv/streamingmedia/view/2/763>

Les dades del nombre de reproduccions, obtingudes del web de la FIB, mostren la gran popularitat d'aquests vídeos, dels més vistos a MediaFIB (en particular, el d'ADA-Royale és el més vist). L'expectació per la gran final es manifesta també en algunes iniciatives dels estudiants, com és la “porra del joc” (<http://porra.jutge.org/>).

D'altra banda, per tal d'avaluar el nivell de satisfacció dels estudiants amb l'experiència, vam decidir conduir una enquesta als alumnes d'EDA una vegada finalitzat el Q2 11-12 (89 enquestats sobre 135 matriculats). En una puntuació d'1 (molt en desacord) a 5 (molt d'acord), les respostes a les nostres preguntes van ser les següents:

- Et va agradar el joc? 5 (55 %), 4 (29 %), 3 (11 %), altres (5 %)
- T'estimaries més estudiar teoria que programar el teu jugador? 3 (13 %), 2 (16 %), 1 (54 %), altres (17 %)
- És més motivador programar un jugador que els projectes de programació tradicionals? 4 (16 %), 5 (75 %), altres (9 %)
- Et motiva competir contra els teus companys? 4 (35 %), 5 (49 %), altres (16 %)
- Preferiries aquest curs sense el joc? 1 (84 %), altres (16 %)

Així doncs la retroacció dels estudiants és molt positiva, d'acord amb l'enquesta.

Per altra banda, el joc té un impacte important en la nota final dels estudiants. Per exemple, en el cas d'EDA, la majoria dels estudiants aconseguixen vèncer el "beneit" i, així, tota la nota obligatòria. A més, la puntuació extra obtinguda gràcies a la classificació a l'eliminatòria permet a molts d'ells aprovar l'assignatura. A continuació, a títol de mostra, es dona la proporció d'aquests alumnes sobre el total de matriculats per a alguns quadrimestres:

- Q1 10-11: 45/114
- Q2 10-11: 45/124
- Q1 11-12: 41/145
- Q2 11-12: 49/135
- Q1 12-13: 39/177

Pel que fa al professorat, tant els professors d'EDA/ADA com els d'ALG valoren molt positivament l'experiència i n'encoratgen la continuïtat.

En resum, l'experiència ha estat tan positiva que s'ha decidit consolidar-la com a forma de treball pràctic a EDA i ALG. La lliçó que hem après és, doncs, que un estudiant o estudianta, si és estimulat amb el que li agrada, pot aprendre mentre s'ho passa bé.

---

## Plans de millora contínua

Els jocs es reciclen cada 3-4 quadrimestres i els comentaris dels estudiants recollits en una edició (per correu electrònic o per comunicació personal, canalitzats a través de la persona responsable de l'activitat) s'utilitzen per millorar-ne la següent. L'enquesta als estudiants realitzada al final del Q2 11-12 esmentada anteriorment també es va pensar com a mecanisme per obtenir retroacció dels alumnes i millorar l'activitat.

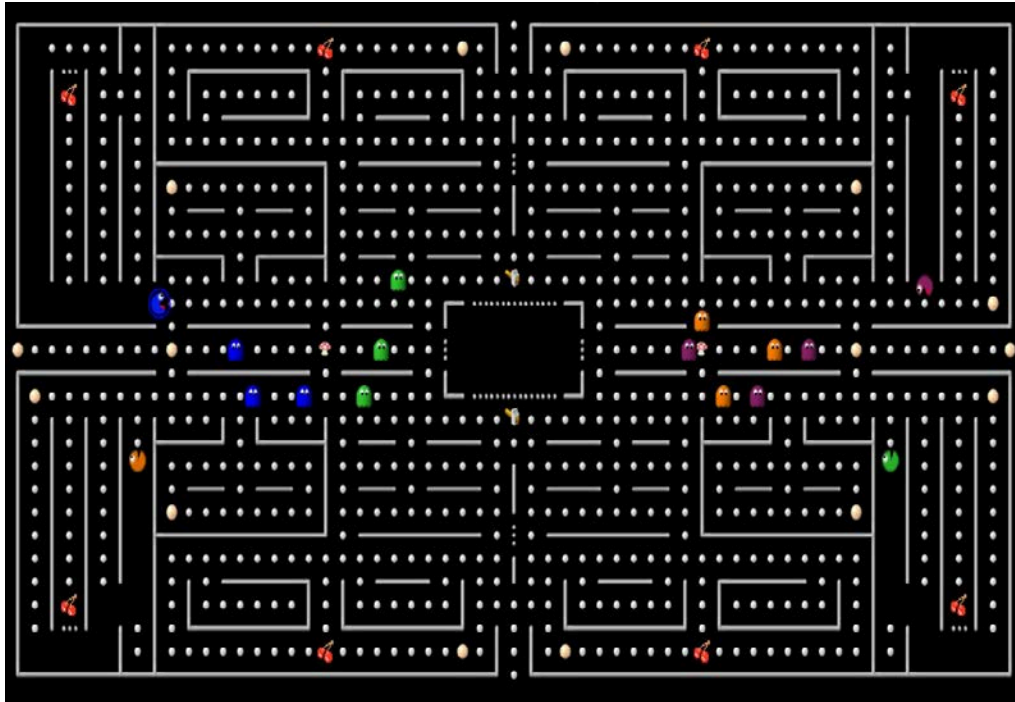
Entre els diversos canvis que s'han anat duent a terme al llarg del temps, s'ha de destacar la incorporació d'un fòrum del joc al racó de la FIB i el suport a un ventall cada vegada més gran de sistemes operatius per al desenvolupament del jugador per part dels estudiants (actualment, Linux, Windows, sistema operatiu del Mac).

Properament treballarem en la reimplementació del servidor web, per tal de fer-ne una arquitectura més modular i, així, reduir el temps necessari per preparar un joc.

---

## Referències

Amalia Duch, Jordi Petit, Enric Rodríguez-Carbonell i Salvador Roura **Fun in CS2**. A *5th International Conference on Computer Supported Education (CSEDU'13)*, maig 2013, Aachen (Alemanya). Disponible a: <http://is.gd/gZHikw>



Captura de pantalla d'una partida del joc PacMan

# APRENENTATGE ACTIU BASAT EN PROBLEMES

PDI responsable de la bona pràctica  
Josep Llosa Espuny

Membres de l'equip  
que l'ha desenvolupat i aplicat

Carlos Álvarez Martínez  
Agustín Fernández Jiménez

Fermín Sánchez Carracedo

Titulació o titulacions en què  
s'ha realitzat la bona pràctica, i nivell (1r curs, ...)  
Grau en Enginyeria Informàtica -2n curs

Assignatura o assignatures  
i tipologia (obligatòria, optativa, ...)  
Arquitectura de Computadors - Obligatòria

Àmbit de coneixement UPC  
Enginyeria Informàtica                      Enginyeries de la Telecomunicació

Alumnat implicat i grups  
403 estudiants, 12 grups

Trajectòria/recorregut  
4 anys acadèmics

---

## Resum

Durant anys, els autors del present treball hem practicat diversos mètodes per fomentar l'aprenentatge actiu dels estudiants a partir de la resolució de problemes, tant a la classe com fora. Els últims quatre cursos hem utilitzat a la classe de problemes de l'assignatura una metodologia que consisteix a encarregar als estudiants cada setmana que resolguin un petit conjunt de problemes que treballaran a la classe la setmana següent. A l'aula, els ajuntem en equips de tres o quatre persones, que discuteixen les respectives solucions i entreguen una solució de consens al final de la classe. Aquesta solució se'ls torna corregida en la classe següent.

Els resultats recopilats durant aquests quatre cursos proven que assistir i participar activament a la classe ajuda molt en l'aprenentatge, i que treballar i pensar els problemes abans d'anar-hi, ajuda encara més, ja que permet aprofitar millor les classes.

En aquests quatre anys, el 78 % dels estudiants que van realitzar almenys el 90 % dels problemes van aprovar l'assignatura mitjançant controls, sense necessitat de realitzar l'examen final, mentre que el 64 % dels estudiants que van realitzar menys del 50 % dels problemes no van aconseguir superar l'assignatura.

---

## Paraules clau

Aprenentatge basat en problemes/projectes (ABP o PBL)

Aprenentatge cooperatiu (AC)

Debat dirigit

---

## Presentació

Conscients que el grau d'aprenentatge dels estudiants millora com més s'involucren en les activitats que realitzen per aprendre, els autors d'aquest treball portem anys provant sistemes per aconseguir que els nostres estudiants resolguin setmanalment els problemes que els suggerim a classe, de manera que aconseguixen un aprenentatge profund dels conceptes treballats en les classes més teòriques, en les que tenen menys participació.

En aquest document descrivim els diferents mètodes que hem desenvolupat per aconseguir-ho i el mètode que utilitzem actualment. Els resultats que hem obtingut proven no sols que un alt percentatge dels nostres estudiants fa per fi els problemes que se'ls encarrega, sinó que hi ha una correlació directa entre la quantitat de problemes que resolen i la probabilitat d'aprovar l'assignatura.

El nom de l'assignatura que impartim no és rellevant per a les idees presentades en aquest document. Podria tractar-se d'una assignatura d'arquitectura de computadors, intel·ligència artificial, programació, sistemes operatius o qualsevol altra disciplina de l'enginyeria informàtica. No obstant això, a fi de completar la informació, indicarem que es tracta de l'assignatura Arquitectura de Computadors de la Facultat d'Informàtica de Barcelona (FIB), que s'imparteix una vegada per quadrimestre i té una mitjana de 3-4 grups per curs i uns 100-120 estudiants per curs. En l'assignatura hi ha tres tipus de classes diferenciades: teoria, problemes i laboratori. Històricament, en aquesta assignatura sempre s'ha intentat fomentar un aprenentatge actiu en tots els tipus de classes, amb resultats desiguals que han guiat l'evolució de la metodologia docent que s'ha utilitzat.

El que sí que és rellevant per al document és el mètode d'avaluació. Hi ha la possibilitat d'aprovar l'assignatura per mitjà de l'avaluació contínua, sense que calgui assistir a l'examen final. Per a això, durant el curs es fan tres controls que valen respectivament 1/6, 1/3 i 1/2 de la nota final de teoria. Els controls valen el 80 % de la nota final, i el 20 % restant de la nota de laboratori. Els controls no alliberen matèria, de manera que en cada control es pot preguntar tot el que s'ha vist en



l'assignatura fins en aquell moment. Els controls acostumen a estar formats per tres o quatre problemes, alguns dels quals tenen contingut teòric, semblants als que els estudiants debaten durant el curs a la classe de problemes. L'estudiant o estudianta disposa de dues o tres hores per resoldre cada control.

Les classes de laboratori es realitzen en parelles i tenen una durada d'una hora. Encara que la durada de les pràctiques no és excessiva (dues hores permetria realitzar tasques de més envergadura), les sessions d'una hora permeten que la cadència de les pràctiques sigui setmanal, amb la qual cosa es fomenta el treball continuat i que l'alumne acumuli coneixements sense haver de “tornar a començar” cada dues setmanes.

Totes les sessions de pràctiques estan estructurades de la mateixa manera: els alumnes disposen amb antelació suficient (generalment des de principi de curs) de l'enunciat de la pràctica, que inclou un estudi previ que han de presentar manuscrit en entrar al laboratori. Per fomentar que realitzin el treball previ, les dades de les pràctiques canvien cada quadrimestre i presentar el treball previ és un requisit imprescindible per poder fer la pràctica.

Durant l'hora de pràctiques, els alumnes han de provar i corregir el treball realitzat en l'estudi previ, desenvolupar el treball específic de la pràctica i presentar un informe final que el professor de pràctiques avaluarà amb l'ajuda de preguntes individuals a ambdós membres del grup (la nota de laboratori és individual). Aquesta avaluació és subjectiva, del professor o professora, tal com es proposa a [1], és a dir, el professor posa la nota a cada alumne en funció del treball que aquest ha desenvolupat a la classe de laboratori i de la qualitat del treball previ. En algunes pràctiques s'utilitza l'informe que el grup entrega en acabar la pràctica (o uns dies després).

La nota final de laboratori és directament la mitjana de les notes de totes les classes de laboratori. D'aquesta manera els alumnes perceben que totes les classes són importants, ja que no hi ha examen final de laboratori.

Actualment, les classes de teoria les imparteix el professor utilitzant transparències. Tots els grups de l'assignatura fan servir les mateixes transparències i dediquen el mateix temps de classe a cada tema. Durant l'hora de problemes, històricament, el professor o professora resolva problemes a la pissarra i aclaria dubtes. Aprofitant el disseny d'un nou pla d'estudis en el marc de l'espai europeu d'educació superior (EEES), decidim canviar l'organització de l'assignatura, que fins en aquell moment tenia els tres tipus de classe esmentats: teoria, problemes i laboratori. Els grups de teoria eren molt grans i es dividien en dos per fer problemes i en quatre per fer laboratori. Amb la nova organització, en el marc de l'EEES, els grups eren més reduïts, la qual cosa ens va permetre ajuntar les classes de teoria i problemes (ja no feia falta dividir la classe en dos) per fer problemes quan el temari ho requeria, no quan ho indicava l'horari de l'assignatura.

Durant un temps intentem intercalar en les transparències problemes senzills d'aplicació directa (nivell 1 de la taxonomia de Bloom) per fomentar l'aprenentatge actiu. L'avantatge és que les classes magistrals s'interrompen cada deu o quinze minuts per fer un problema, la qual cosa ajuda que els alumnes mantinguin l'atenció durant tota la classe. No obstant això, aquest mètode no va acabar de funcionar satisfactòriament, des del nostre punt de vista, per dues raons:

- No es pot anar més enllà del nivell 1 de la taxonomia de Bloom en aquests problemes senzills, ja que s'hi pot dedicar poc temps a la classe i l'objectiu d'aquests problemes és assentar conceptes acabats d'explicar.
- Molts estudiants decidien esperar a la correcció del professor en comptes de realitzar els problemes per si mateixos, per la qual cosa no assentaven correctament els coneixements acabats d'adquirir.

Per pal·liar aquests efectes, intentem aplicar l'ús de comandaments interactius (*clickers*) [3, 7], cosa que, efectivament, va augmentar la participació. Així i tot, la solució no va ser tan efectiva com ens hagués agradat, perquè l'ús d'aquests comandaments limita la capacitat de resposta dels alumnes en l'elecció entre un grup d'alternatives (pràcticament obliga a fer servir el tipus test).

Aquesta metodologia docent mantenia alguns dels problemes ja observats en fer exercicis intercalats amb la teoria. Teníem dues opcions:

- Una alternativa era limitar els problemes a resoldre exercicis senzillament i relativament ràpids, ja que l'ús dels comandaments interactius té un cost pel que fa a temps afegit a causa de la necessitat de repartir-los al principi de la classe i recollir-los al final. Això podria evitar-se si cada estudiant disposés d'un comandament propi des de la seva primera matrícula, com succeeix en algunes universitats americanes, però no és la filosofia del nostre centre. Amb aquest sistema no podíem, per tant, aconseguir els nivells de comprensió i aplicació de la taxonomia de Bloom.
- L'altra alternativa era dedicar molt de temps a permetre que els alumnes fessin els problemes pel seu compte, amb la qual cosa resolien molt pocs problemes per a la quantitat i profunditat dels objectius de l'assignatura i hi dedicaven a classe temps que podrien dedicar-hi pel seu compte fora de classe, de manera que sovint no aprofitaven la possible interacció amb el professor o professora.

Així, doncs, vam decidir tornar a les classes de teoria i problemes separades, la qual cosa ens permetia fer una planificació més o menys estàtica del curs per distribuir, durant les classes de teoria "pures", tots els conceptes de l'assignatura. Això facilitava que tots els grups de l'assignatura avancesin de forma prou simultània. No obstant això, encara havíem de resoldre el dilema d'implementar unes classes de problemes que impliquessin aprenentatge actiu. En el passat ja havíem assajat diferents mètodes per aconseguir que els estudiants resolguessin els problemes pel seu compte (no copiessin la solució del professor o, directament, d'alguna col·lecció penjada a la xarxa). Evidentment, limitar la classe de problemes al fet que el professor els resolgués a la pissarra no funcionava en absolut per a aquest fi, encara que s'avisés amb antelació dels problemes que es resoldrien.

Una de les primeres solucions provades va ser triar per a cada problema un estudiant que resolva el problema a la pissarra amb l'ajuda (o la interferència, segons el cas) dels companys. El problema d'aquest mètode és que l'èxit està supeditat a l'elecció correcta de l'alumne que haurà de resoldre el problema. Si

L'alumne havia fet una solució perfecta, no es generava cap discussió i, si al contrari, havia fet una solució totalment incorrecta (o cap en absolut) era molt difícil guiar-lo perquè resolgués el problema en un temps raonable. Així doncs, per triar bé l'estudiant o estudianta calia mirar les solucions de tots, però això només podia fer-se si l'estudiant ja portava els problemes resolts de casa (la quantitat de continguts de l'assignatura no permet donar als alumnes temps a classe per resoldre una quantitat suficient de problemes significatius d'un grau de profunditat més enllà del nivell de coneixement de la taxonomia de Bloom). L'única forma d'aconseguir que l'estudiant portés els problemes resolts en aquesta situació era, o bé premiar-lo per això (puntuar els problemes resolts per millorar la nota de l'assignatura) o bé castigar-lo (penalitzar-lo en la nota final si no els portava resolts). Independentment del fet que el sistema no era pràctic, ja que implicava corregir (o almenys mirar) tots els problemes de tots els alumnes cada setmana, l'efecte aconseguit es limitava a assegurar que els alumnes tenien una còpia del problema resolt abans d'entrar a la classe. De seguida percebien que era molt difícil que entre tota la classe els toqués justament a ells sortir a la pissarra, i aquesta era l'única situació en què realment havien de demostrar que ho havien fet.

En la literatura hi ha moltes experiències, sobretot en l'àmbit tècnic, que és el que ens ocupa, que demostren una alta correlació entre la quantitat de problemes resolts d'una assignatura i les notes finals. No obstant això, també nombrosos estudis [6] posen de manifest que els estudiants tenen tendència a no realitzar un seguiment adequat dels problemes de l'assignatura, bé per desídia o bé perquè davant d'una sèrie de treballs que han de fer sempre perceben com els més importants els que condueixen directament a l'obtenció d'una nota. Fins i tot quan se'ls planteja la possibilitat d'obtenir la correcció dels problemes de forma automàtica (sense comptar per a la nota), la quantitat de problemes que resolen de forma efectiva no és tan alta com convindria [4,6].

Per si no n'hi hagués prou, també s'ha demostrat que resulta vital que els alumnes obtinguin una retroacció perquè el procés d'aprenentatge resulti efectiu [2]. Aquest tipus de retroacció ha de ser individual i ràpida [5], cosa que no és fàcil d'aconseguir

quan es disposa de classes plenes d'alumnes i poques hores de problemes, i fins i tot de poc temps per fer les tasques de correcció.

Tenint en compte tot l'anterior, fa tres anys que varem posar en pràctica un mètode per aconseguir que els estudiants realitzessin setmanalment un conjunt de problemes fora de classe i els discutissin durant les classes de problemes. El mètode es descriu en la secció següent.

---

## **Planificació de la bona pràctica i descripció de les activitats que s'han dut a terme**

La proposta que aquí es descriu s'ha realitzat amb el suport de la FIB. Encara que els requisits no són excessius, sí que és vital que els grups-classe no siguin excessivament nombrosos, de manera que es pugui fer un treball relativament personalitzat i el treball del professorat fora de l'aula es mantingui dins d'uns límits raonables. A més, l'aula on es realitza la classe s'ha de poder remodelar amb facilitat per al treball dels alumnes en grups petits.

El primer pas per dur a terme aquesta activitat consisteix a avisar amb temps suficient (generalment en la classe de teoria de la setmana anterior) dels problemes que hauran de realitzar els alumnes a casa. És important que els problemes estiguin ben definits; per això, han de complir els requisits següents:

- Han de ser problemes relacionats amb la teoria recent.
- La dificultat i l'extensió han de permetre discutir els dubtes que generen en una hora (un alumne hauria de ser capaç de resoldre'ls entre 1 i 3 hores).
- Han de cobrir els objectius d'aprenentatge del curs.
- Idealment, a més, han de ser problemes relacionats amb la realitat, que “enganxin” els alumnes a la matèria.

Els alumnes han d'arribar a la classe amb els problemes resolts. Habitualment treballen en grups fixos (o que canvien poc al llarg del curs), de manera que tan

aviat arriben a classe s'agrupen i comencen a discutir la solució que han elaborat individualment (de fet, quan el professor arriba a la classe la majoria de les vegades els alumnes ja han format els grups i han començat a debatre, la qual cosa en demostra la motivació). Els grups són idealment de tres persones i es formen al principi del curs a l'atzar (els crea el professor) i, si és necessari, s'ajusten si algun alumne falta reiteradament i deixa alumnes “orfes”. En el cas de classes molt nombroses, els grups poden ajustar-se a l'alça fins a quatre o, com a màxim, cinc integrants (grups més nombrosos no funcionen bé).

Durant els primers cinc minuts de la classe, el professor o professora realitza una inspecció ràpida per detectar si algun estudiant no ha fet els problemes. Aquest alumne no pot discutir els resultats amb els seus companys, ja que no ha treballat els problemes, de manera que és apartat del grup i se'l fa seure a banda perquè pugui resoldre els problemes sol. Aquesta situació és interpretada pels alumnes com un càstig, de manera que no sol repetir-se. Si un alumne o alumna no fa els problemes amb anterioritat, normalment no va a classe. Una vegada els alumnes estan agrupats, un d'ells (el responsable del grup, que pot canviar) s'encarrega d'anotar en un paper quants dels seus companys han assistit a la classe i quins problemes ha fet cadascun. En la nostra implementació de la classe, el responsable ha de firmar el full de problemes resolts i, encara que en realitat aquest full no té gaire efecte en la nota —com explicarem més endavant— i el professor o professora no en sol comprovar el contingut —es refia del que ha escrit l'alumne—, els alumnes es prenen la tasca amb molta seriositat i no s'ha detectat que menteixin en els resultats.

Durant l'hora de problemes, els alumnes discuteixen les solucions que han obtingut individualment i cada grup elabora una solució comuna. Els professors de l'assignatura, durant aquella hora, es limiten a realitzar una tasca d'assessoria, desencallant les discussions que s'obturen i aclarint conceptes que ningú del grup comprèn realment, però en cap moment resolen els problemes. En alguns casos proporciona la solució final d'alguns apartats perquè els alumnes sàpiguen si el resultat és correcte. En finalitzar l'hora de problemes, el responsable de cada grup

entrega al professor o professora una única solució de cada problema que el grup ha elaborat conjuntament.

Una vegada ha finalitzat la classe, la tasca del professor comença de veritat. Ha de corregir tots els problemes que li han entregat (idealment abans de la classe de teoria següent) i ha d'indicar clarament els errors comesos per cada grup. Durant la classe de teoria següent (o de problemes), el professor torna al responsable del grup el full de resultats corregida i, si un percentatge alt de la classe ha comès els mateixos errors en algun problema, comenta on és l'error i pot arribar a resoldre algun apartat individual, però en cap cas resol els problemes de forma completa. Mai es dediquen més de cinc minuts a comentar els problemes de la classe anterior (no ha estat necessari en tres anys).

El treball del professor per corregir els problemes no és excessiu. Un grup de 45 alumnes (la mida normal dels grups de la nostra assignatura) hauria d'entregar idealment 15 solucions. El gran avantatge del sistema és que la majoria de les solucions són correctes, de manera que habitualment sols és necessari corregir els últims apartats dels problemes (que sempre són els més complicats). Entre cinc i deu minuts per solució entregada són suficients per poder corregir les solucions amb una retroacció adequada.

El treball continuat a classe de problemes té una recompensa pràctica a final de curs: els alumnes que superen l'avaluació continuada reben una nota extra en funció del volum de problemes resolts a casa indicat pel responsable de cada grup. L'increment de nota només s'aplica als alumnes que ja estan aprovats i només per a notes superiors a 4,5 serveix per aprovar l'assignatura a un estudiant que ha suspès l'avaluació contínua. Això es fa així perquè, d'una banda, es busca oferir una recompensa que gratifiqui els alumnes que treballen per motivar-los, però, d'una altra, no volem oferir una gratificació que els incentivi a copiar els problemes. Amb aquest sistema, els alumnes perceben que si copien suspendran igual (entregar problemes resolts no ajuda a aprovar), de manera que, o bé fan l'activitat per



aprendre o simplement no van a classe. L'experiència ens mostra que el sistema funciona sense necessitat de cap altra gratificació addicional.

A continuació es mostra una llista resum amb els passos de l'activitat:

- Es proposa setmanalment una llista de 2-3 problemes que l'alumne ha de resoldre individualment en 1-3 hores.
- Els alumnes que arriben amb els problemes resolts s'ajunten en grups de 3 o 4 per discutir-los. Ells mateixos porten el control de quants problemes resolen cada classe.
- Durant les discussions, el professor actua de “consultor” i resol dubtes però mai els problemes. Sol indicar el resultat final d'algun apartat.
- Cada grup acaba elaborant una solució comuna, que entrega al professor o professora.
- Fora de classe, el professor corregeix les solucions de tots els grups.
- En la següent classe de teoria, el professor o professora comenta els errors comuns, si n'hi ha, i torna els problemes corregits.
- Al final de curs, els alumnes que han aprovat reben una pujada de la nota a manera de “gratificació”.

---

## Avaluació i resultats

Per analitzar l'impacte de l'assistència i el treball dels alumnes abans i durant les classes de problemes, s'han acumulat dades de 403 alumnes durant 4 cursos.

Durant aquests 4 cursos l'assistència mitjana ha estat del 72 %, considerant tant aquells alumnes que no han assistit en tot el curs com aquells que hi assisteixen regularment, encara que se saltin alguna classe de tant en tant. En total han fet, amb anterioritat a les classes, el 58 % dels problemes que se'ls han proposat. Als alumnes que no han assistit els hem comptabilitzat igualment amb zero problemes resolts. El fet que el nombre de problemes fets a casa sigui inferior a l'assistència no es deu, en general, al fet que els alumnes assisteixin a la classe sense treballar prèviament, sinó més aviat al fet que no sempre fan els problemes proposats.

El 36 % dels alumnes ha aprovat la part de teoria (T) per avaluació contínua (mitjana ponderada dels 3 controls, que representa en total el 80 % de la nota final). Una vegada feta la mitjana amb el laboratori (20 % de la nota), el nombre d'aprovat s'eleva al 47 %. Una vegada revisades les notes, especialment casos límit com un 4,9, el total d'aprovat oficials per avaluació contínua s'eleva al 55 %. Finalment, una vegada fet l'examen final de recuperació (al qual només assisteixen els alumnes que no han aprovat per avaluació contínua), la xifra d'aprovat s'eleva al 77,5 % dels alumnes, amb una nota mitjana de 5,6.

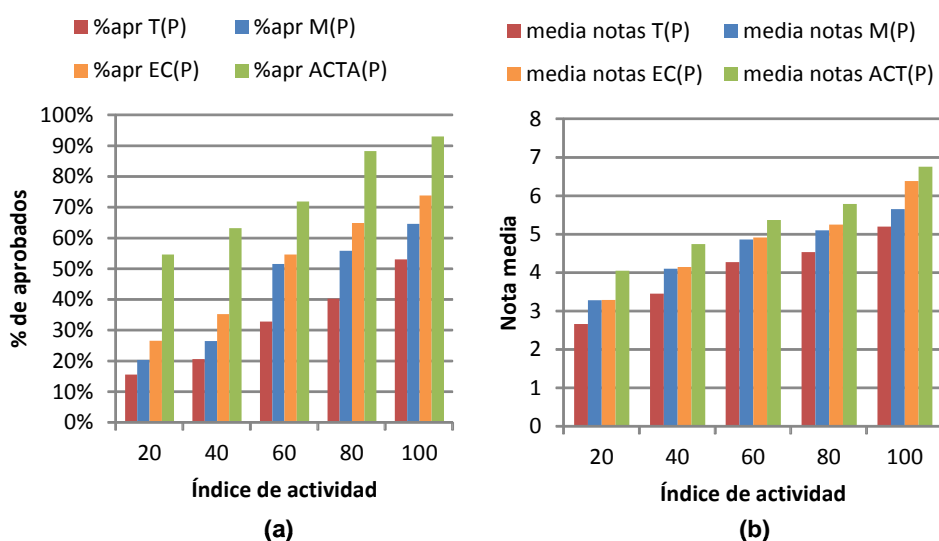
Els resultats acadèmics han estat analitzats amb detall en funció de l'assistència dels estudiants a classe i dels problemes resolts.

Com que els problemes resolts es corresponen amb el tipus d'exercicis que apareixen en els controls, es preveu que hi hagi una certa relació entre l'índex d'activitat dels alumnes i els seus resultats acadèmics respecte a la nota de teoria (T). La figura 1(a) mostra el percentatge d'aprovat de teoria en funció de l'assistència T(A) i en funció dels problemes fets T(P). L'eix horitzontal representa l'índex d'activitat, en el qual 20 correspon al conjunt dels alumnes que han realitzat entre el 0 % i el 20 % d'assistències/problemes, 40 indica el conjunt dels alumnes que han realitzat entre el 20 % i el 40 % d'assistències/problemes, i així successivament. En la figura pot veure's clarament la forta relació entre l'assistència T(A) dels alumnes i el percentatge d'aprovat; aquesta relació és encara més gran quan es fa en funció dels problemes resolts individualment T(P), la qual cosa ens porta a la conclusió que participar activament a la classe ajuda molt en l'aprenentatge i que treballar i pensar els problemes abans d'anar a classe ajuda encara més, ja que permet aprofitar millor les classes.

La figura 1(b) mostra la nota mitjana de teoria també en funció de l'assistència T(A) i dels problemes resolts individualment T(P). Novament es pot veure la forta relació entre l'índex d'activitat i la nota mitjana de cada grup. Cal destacar que només els alumnes que fan entre el 80 % i el 100 % dels problemes tenen una nota mitjana de teoria superior a 5 sobre 10 (recordem que l'assignatura està dissenyada assumint que faran el 100 %).

Com que la teoria representa el 80 % de la nota per avaluació contínua, a continuació mostrem els resultats acadèmics (en funció dels problemes fets) en diferents fases de l'avaluació: nota de teoria T(P), nota mitjana amb laboratori M(P), nota d'avaluació contínua una vegada revisats els casos límit EC(P) (es correspon amb les notes oficials publicades) i, finalment, la nota una vegada fet l'examen final de recuperació ACTA(P), que es correspon amb les notes que apareixen en l'acta de l'assignatura.

Les figures 2(a) i 2(b) mostren, respectivament, el percentatge d'aprovat i la nota mitjana (sobre 10) en funció dels problemes resolts individualment per a cadascuna d'aquestes fases. Com pot veure's, en general es manté la tendència observada, pel fet que l'activitat dels alumnes influeix (com hem vist anteriorment) en la nota de teoria, factor que és determinant en la nota final.



**Figura 2: Percentatge d'aprovat en diferents fases de l'avaluació en funció dels problemes fets.**

Respecte al laboratori, hem observat una molt escassa relació entre l'activitat en problemes i els resultats de laboratori, excepte uns pocs estudiants amb resultats acadèmics molt baixos que suposem que han abandonat el curs. Per això, la nota mitjana M(P) una vegada considerat el laboratori no creix proporcionalment a l'activitat.

Quant a les notes per avaluació contínua publicades, pot veure's a la figura 2(b) un increment notable de la nota mitjana en la columna 100 (entre el 80 % i el 100 % de problemes fets). Això es deu al fet que els alumnes que han aprovat obtenen un petit increment de la nota com a premi per la seva activitat.

Finalment, ens ha sorprès que les notes de l'examen final de recuperació no guarden absolutament cap relació amb l'activitat a classe. No mostrem la gràfica amb només el resultat del final, ja que considerem que té poc interès per al lector veure un núvol de soroll blanc. Una possible explicació d'això és que els alumnes que van a l'examen final són precisament els que no han aprofitat les classes de problemes. No obstant això, en la figura 2 pot observar-se que són precisament els alumnes amb menys activitat els que, proporcionalment, es beneficien més d'aquest examen final de recuperació. Entre les possibles explicacions hi ha el fet que un sol examen no és tan precís per mesurar l'aprenentatge dels alumnes com ho puguin ser 3 controls, o el fet que hi hagi alumnes que, per diversos motius, no dediquen temps a aquesta assignatura durant el curs, però realitzen un gran esforç intensiu abans de l'examen de recuperació.

Des d'un punt de vista qualitatiu, s'ha observat una alta implicació i participació activa dels alumnes que assisteixen a les classes de problemes, independentment que aquests hagin fet o no els problemes amb anterioritat. La sensació dels professors és que els alumnes es plantegen dubtes i s'embranquen en discussions que d'una altra manera no tindrien. També tenim la sensació que el fet que calgui fer els problemes a casa abans de les classes de problemes influeix en un assistència inferior dels alumnes a classe, ja que alguns deixen d'assistir-hi si no han treballat amb anterioritat. El treball requerit per altres assignatures influeix en aquest aspecte particular, cosa que es nota sobretot cap al final del curs.

Des del punt de vista dels alumnes, els que assisteixen a classe reconeixen que d'aquesta manera aprenen molt i que es veuen obligats a treballar tot el curs. Malgrat això, quan tenen l'ocasió continuen preferint classes en què ells tenen una actitud passiva i el professor fa el treball actiu.

Com a resum, sobretot com a moralitat per als nostres alumnes futurs, podríem concloure que en aquests 4 cursos el 77 % dels estudiants amb una activitat raonablement alta (entre el 80 % i el 100 % de problemes fets) han aprovat per avaluació contínua i, en canvi, els en el cas dels estudiants amb una molt baixa activitat aquest nombre es redueix al 27 %. Com a conclusió final, el 78 % dels estudiants que van realitzar almenys el 90 % dels problemes van aprovar l'assignatura per controls, sense necessitat de fer l'examen final; però en canvi el 64 % dels estudiants que van realitzar menys del 50 % dels problemes no van aconseguir superar l'assignatura.

---

## Plans de millora contínua

No es preveu millorar aquesta activitat, ja que el seu disseny es considera finalitzat i pensem que és efectiva tal com està.

---

## Referències

- [1] Agustín Fernández, Josep Llosa i Fermín Sánchez, “Estrategias para el diseño de laboratorios orientados al aprendizaje continuo”. Actas de las JENUi 2008, p. 189-196. 2008.
- [2] Black, P. Wiliam, D. “Assessment and Classroom Learning”. Assessment in Education: Principles, Policy and Practice, vol. 5 núm. 1, p. 7-74. Gener 1998.
- [3] Carlos Álvarez i Josep Llosa, “Uso de mandos interactivos para la evaluación formativa con feedback rápido”. ReVisión, vol. 3, n. 2, 2010.
- [4] Daniel Jiménez-González, Carlos Álvarez, David López, Joan M. Parcerisa, Javier Alonso, Christian Pérez, Ruben Tous, Pere Barlet, Montse Fernández, Jordi Tubella. "Work in Progress - Improving Feedback Using an Automatic Assessment Tool". (FIE 2008) the 38th Annual Frontiers in Education Conference, Saratoga Springs, NY, EUA. 22-25 octubre, 2008.
- [5] Gibbs, G., Simpson, C. “Conditions Under Which Assessment Supports Students’ Learning”. Learning and Teaching in Higher Education, vol. 1, núm. 1, p. 3-31. 2005.
- [6] Jordi Petit i Salvador Roure, “Programación-1: Una asignatura orientada a la resolución de problemas”. Actas de las JENUi 2009, p. 151-158. 2009.
- [7] Carlos guerrero, Isaac Lera, Antoni Jaume-i-Capó i Carlos Juiz. Experiencias de utilización de aplicaciones móviles para la mejora de la participación del alumnado. Actas de las JENUi 2013, p. 289-284. 2013

# EL PUZLE I L'APRENENTATGE DE LA PROGRAMACIÓ

PDI responsable de la bona pràctica  
Miguel Valero García

Membres de l'equip  
que l'ha desenvolupat i aplicat

Cristina Barrado  
Pablo del Canto  
Antonia Gallardo  
Isabel Gallego  
Rubén Hidalgo  
Juan López  
José Manuel López  
Joshua Tristancho  
Esunly Medina  
Roc Meseguer

Francisco Mochón  
Javier Mora  
Enric Pastor  
Angélica Reyes  
Eva Rodríguez  
Dolors Royo  
Pablo Royo  
Esther Salamí  
Kana Sanjeevan  
Eduard Santamaría

Titulació o titulacions en què  
s'ha realitzat la bona pràctica, i nivell (1r curs, ...)  
Enginyeria Tècnica de Telecomunicació – 1r curs  
Grau en Enginyeria de Sistemes de Telecomunicació – 1r curs  
Grau en Enginyeria Telemàtica – 1r curs

Assignatura o assignatures  
i tipologia (obligatòria, optativa...)  
Introducció als Ordinadors – Obligatòria  
Projecte de Programació – Obligatòria

Àmbit de coneixement UPC  
Enginyeria Informàtica  
Enginyeries de la Telecomunicació

Alumnat implicat i grups  
Nombre total d'alumnat: 3960  
La metodologia del puzzle s'ha aplicat a tots els grups  
de totes les assignatures participants

Trajectòria/recorregut  
9 anys acadèmics (des del curs 2004-2005)

---

## Resum

Es descriu una experiència formalitzada d'aprenentatge cooperatiu mitjançant la utilització de la metodologia del puzzle. Concretament, s'utilitza el puzzle com una eina de suport en una assignatura organitzada d'acord amb l'estratègia de l'aprenentatge basat en projectes.

La metodologia del puzzle s'ha aplicat a tots els grups de les assignatures següents des del curs 2004-2005: 1. Enginyeria Tècnica de Telecomunicació, Introducció als Computadors (Q1 de primer curs, 4,5 crèdits) i Laboratori de Programació (Q2 de primer curs, 4,5 crèdits), i 2. Graus en Enginyeria de Sistemes de Telecomunicació i en Enginyeria Telemàtica, Introducció als Ordinadors (Q1 de primer curs, 6 crèdits ECTS) i Projecte de Programació (Q2 de primer curs, 6 crèdits ECTS). Com a part d'assignatures basades en l'aprenentatge basat en projectes es va començar a experimentar en dues assignatures a l'Escola d'Enginyeria de Telecomunicació i Aeroespacial de Castelldefels (EETAC), en el marc de les proves pilot d'adaptació de titulacions a l'espai europeu d'educació superior (EEES), impulsades per l'antic Departament d'Universitats, Recerca i Societat de la Informació (DURSI) de la Generalitat de Catalunya. Posteriorment es va seguir aplicant aquest model en els nous graus. Aquests anys d'experimentació ens han proporcionat una bona quantitat de resultats i conclusions.

---

## Paraules clau

Tècnica puzzle (*jigsaw*)

Aprenentatge basat en  
problemes/projectes  
(ABP o PBL)

Aprenentatge  
cooperatiu (AC)



---

## Presentació

### Context

En el nostre cas, l'aprenentatge cooperatiu s'emmarca en una assignatura orientada a l'aprenentatge basat en projectes i el puzzle s'utilitza com a tècnica bàsica per introduir els conceptes nous que constitueixen el contingut de l'assignatura. Els estudiants (organitzats en grups) han d'aplicar aquests conceptes al desenvolupament del seu projecte de programació d'ordinadors de complexitat baixa-mitjana.

L'assignatura es Introducció als Ordinadors (IO), del primer quadrimestre de primer curs (1A). Es tracta d'una assignatura comuna als graus en Enginyeria de Sistemes de Telecomunicació i de Telemàtica de l'EETAC de la UPC. Encara que es descriu amb detall el puzzle de l'assignatura IO, l'assignatura següent, Projecte de Programació (PP), del segon quadrimestre de primer curs, utilitza també un puzzle. La planificació és similar, la principal diferència és el contingut temàtic dels puzzles. L'objectiu formatiu general de l'assignatura és l'aprenentatge de la programació d'ordinadors en llenguatge C#. L'assignatura té assignats 6 crèdits ECTS. Això significa una dedicació de l'estudiantat de 10 hores setmanals. D'aquestes 10 hores de feina personal, 3 o 4 hores (segons la setmana) corresponen a hores de classe i la resta (7 o 6 hores) són hores de feina addicional per realitzar tasques individuals o en grup. Els grups de classe són de 40 alumnes.

En l'assignatura IO s'utilitza el puzzle en la segona part del quadrimestre. Els grups d'aprenentatge cooperatiu estan formats per tres alumnes, de forma que els coneixements que inclou el puzzle s'han dividit en tres parts:

- Estructures de dades bàsiques
- Funcions
- Fitxers

El contingut de les tres parts que formen el puzzle s'han escollit de forma que, d'una banda, siguin suficientment independents, però, de l'altra, tinguin una certa dependència entre si per poder aplicar els coneixements associats a les tres parts en el desenvolupament del projecte de programació en grup i es produeixi la comprensió global. D'aquesta forma, el nostre puzzle compleix la propietat d'interdependència positiva, tan característica de l'aprenentatge cooperatiu.

## Característiques

El puzzle és una estructura formal d'aprenentatge cooperatiu en què els alumnes estan organitzats en grups i el material d'estudi es divideix en tantes parts com alumnes formen el grup de base. Cada membre del grup estudia individualment la part que té assignada per tal d'esdevenir l'"expert" d'aquest tema del seu grup. Més endavant, membres de grups diferents però que han treballat la mateixa part es reuneixen per aclarir dubtes i aprofundir en el tema. És el que anomenem *reunió d'experts*. A continuació, cada membre del grup es prepara per ajudar els altres membres del grup a aprendre el seu tema. Per aconseguir-ho elaboren un vídeo amb exemples d'exercicis relacionats amb els coneixements de la part del puzzle de la qual són "experts". Cada membre del grup visualitza els vídeos preparats pels seus companys i avalua la qualitat d'aquests vídeos. Finalment, el grup ha d'enfrontar-se a una tasca comuna, en la qual hauran d'aplicar els coneixements de les tres parts estudiades i s'avaluaran els coneixements adquirits individualment i en grup. És en aquesta part, que anomenem *exercici d'integració*, en què es produeix la comprensió global dels continguts del puzzle, ja que es necessiten les tres parts que s'han estudiat de manera independent. Aquest exercici d'integració és la primera versió simplificada del projecte de programació C# que els estudiants, organitzats en grups, han de dur a terme en el curs.

---

## Planificació de la bona pràctica i descripció de les activitats que s'han dut a terme

### La nostra versió del puzzle

L'estratègia del puzzle s'utilitza en la nostra assignatura per introduir nous coneixements per aplicar-los al desenvolupament del projecte. El puzzle té una duració de cinc setmanes. Les tasques que ha de fer l'estudiant o estudianta les podem classificar en les tipologies següents:

- Treball individual per esdevenir un “expert” d'un dels temes del puzzle.
- Exercicis d'integració en què s'han aplicat els coneixements de totes les parts del puzzle: individuals i en grup.

A continuació es descriuen les tasques que han de realitzar els estudiants al llarg d'aquestes cinc setmanes, classificades segons que es desenvolupin dins o fora de la classe. Les activitats corresponents a cada setmana que no estan relacionades amb el puzzle no s'enumeren. Per cada setmana també s'enumeren les evidències que han de lliurar els estudiants, individualment o en grup, relacionades amb les tasques del puzzle planificades setmanalment.

### Primera setmana (setmana 6)

#### *Dins de la classe: 15 minuts*

- Presentació del puzzle: el professor o professora fa una presentació breu del puzzle i del seu contingut.
- Repartiment de tasques: es fa el repartiment entre els membres del grup dels temes del puzzle. Els temes són: “Advanced Structured Data Types in C#”, “Functions in C#” i “Files in C#”.

#### *Fora de la classe: 3 hores*

- Primeres tasques d'aprenentatge individual (expert): pràctiques guiades amb resolució d'exercicis i qüestionaris d'autoaprenentatge.

#### *Lliuraments:*

- Cap lliurament relacionat amb el puzzle.

## Segona setmana (setmana 7)

### *Dins de la classe*

- Cap activitat formativa relacionada amb el puzzle.

### *Fora de la classe: 1 hora 30 minuts*

- Preparar dubtes sobre el tema assignat (30 minuts).
- Avaluar dels vídeos d'exemple (1 hora): els vídeos són el recurs formatiu que utilitza l'estudiantat "expert" en un tema per ajudar els seus companys de grup a aprendre'l.

### *Lliuraments*

- **7.2:** avaluació individual dels vídeos d'exemple mitjançant una plantilla d'avaluació (rúbrica) de la presentació oral (tasca relacionada amb l'assoliment de la competència de comunicació oral al primer nivell competencial).

## Tercera setmana (setmana 9)

### *Dins de la classe: 3 hores*

- Reunió de grup per acordar la valoració dels vídeos i debat amb el professorat: activitat formativa que prepara l'estudiantat per avaluar els vídeos que han elaborat els companys de grup per ajudar-los a aprendre les parts del puzzle.
- Reunió d'experts para clarificar dubtes: els grups d'"experts" es reuneixen per compartir i clarificar dubtes sobre el tema del puzzle del qual són "experts".
- Exercici d'aprofundiment dels grups d'"experts": exercici per aprofundir en l'aprenentatge dels coneixements de la part del puzzle que han estudiat els "experts".
- Preparació d'exercicis amb solucions dels companys: han d'elaborar uns quants exercicis per ajudar els companys de grup a aprendre la part del puzzle de la qual són "experts". Aquests exercicis poden ser els que formen part del vídeo que han d'elaborar.

### *Fora de la classe: 7 hores*

- Preparar un vídeo per explicar el tema assignat (4 hores): l'estudiantat ha de preparar un vídeo amb els aspectes bàsics del tema i amb exercicis per poder consolidar l'aprenentatge.
- Veure els vídeos preparats pels companys i fer-ne l'avaluació (1 hora 30 minuts): l'estudiantat ha de visualitzar els vídeo dels experts del seu grup i fer-ne una valoració mitjançant la rúbrica. Això permet als companys fer una versió millorada del vídeo que incorpori aquests suggeriments. Aquesta versió millorada serà avaluada pel professorat.
- Fer exercicis proposats pels companys (1 hora 30 minuts): fer els exercicis dels dos temes del puzzle que han fet els companys de grup i després consultar les solucions. Fer un informe d'autoavaluació en què s'especifiqui si s'han fet bé els exercicis i quin són els errors comesos.

### *Lliuraments*

- **9.1:** exercici proposat pel professorat a cada grup d'"experts", sobre materials del puzzle, que funciona correctament en l'ordinador, al final de la sessió (demostració a la classe).
- **9.2:** vídeo amb l'explicació sobre el tema de cada "expert", juntament amb la petita col·lecció d'exercicis i solucions (campus virtual).
- **9.3:** avaluació de la qualitat de cadascun dels vídeos dels companys (campus virtual).
- **9.4:** informe d'autoavaluació dels exercicis dels companys (campus virtual).

## Quarta setmana (setmana 10)

### *Dins de la classe: 4 hores*

- Clarificació dels dubtes en grup: el grup de base es reuneix per discutir i clarificar els dubtes i intercanviar les solucions dels exercicis.
- Explicació del professorat sobre temes del puzzle: el professorat comenta els dubtes més comuns detectats i fa un resum dels conceptes més importants dels tres temes del puzzle.

- Exemple de pas de paràmetres per referència: el professorat il·lustra el concepte de pas de paràmetres en C# mitjançant exemples.
- Inici de l'exercici d'integració: el professorat exposa l'exercici d'integració dels coneixements del puzzle. El professorat planteja una versió molt simplificada de l'exercici d'integració, que l'estudiantat haurà de completar i ampliar.

#### *Fora de la classe: 6 hores*

- Repassar la pràctica sobre el pas de paràmetres i exercici d'integració (1 hora): es visualitzen els vídeos que ha elaborat l'equip de professors sobre aquests temes.
- Preparar la nova versió del vídeo sobre tema assignat (1 hora 30 minuts): aquesta versió millorada del vídeo que incorpora els suggeriments dels companys de grup és avaluada pel professorat.
- Fer l'estudi individual d'altres parts del puzzle (1 hora 30 minuts): ara és el moment d'estudiar de forma individual les altres dues parts del puzzle. Els estudiants han de respondre un qüestionari de preguntes d'integració de les tres parts del puzzle. També disposen del material elaborat pels companys de grup (vídeo i exercicis amb solucions) i del material d'autoaprenentatge elaborat pel professorat.
- Continuar en grup l'exercici d'integració (2 hores): els membres de cada grup de base ha de reunir-se i continuar la tasca d'acabar l'exercici d'integració que es va començar a la classe.

#### *Lliuraments*

- **10.1:** dubtes comuns sobre els temes del puzzle (en paper): dubtes del grup de base sobre els temes del puzzle.
- **10.3:** versió millorada del vídeo sobre el tema estudiat (campus virtual): vídeo millorat que incorpora els suggeriments dels companys de grup. Aquest vídeo serà avaluat pel professorat.

## Quinzena setmana (setmana 11)

### *Dins de la classe: 3 hores*

- Demostrar l'exercici d'integració: cada grup base ha de mostrar al professorat l'exercici d'integració del puzzle que funciona correctament.
- Iniciar l'exercici individual d'ampliació: el professorat proposa a cada membre del grup de base una ampliació individual de l'exercici d'integració del puzzle d'acord amb l'enunciat del projecte. El primer prototip del projecte de programació és pràcticament l'exercici d'integració.

### *Fora de la classe: 6 hores*

- Cap tasca relacionada amb el puzzle.

### *Lliuraments*

- **11.1:** exercici d'integració que funciona correctament (campus virtual): cada grup de base ha de lliurar a ATENEA el seu exercici d'integració del puzzle que funciona correctament.

A partir d'aquesta setmana, un cop finalitzat el puzzle, la planificació del curs se centra en el desenvolupament del projecte. El primer prototip del projecte coincideix pràcticament amb l'exercici d'integració amb les ampliacions individuals proposades. Fins que finalitza el curs, els grups de base han d'acabar el segon i últim prototip del projecte, que consisteix a afegir noves funcionalitats més complexes al primer prototip, d'acord amb l'enunciat.

---

## Avaluació i resultats

Aquest anys d'experimentació ens han proporcionat una bona quantitat de resultats i conclusions. Els més importants s'organitzen en tres parts: el rendiment acadèmic, les reaccions de l'estudiantat i les reaccions del professorat.

Rendiment acadèmic: un dels resultats més evidents i immediats ha estat la reducció de l'abandonament, que era un problema a les nostres assignatures abans dels canvis introduïts el curs 2004-2005. No era estrany que el 50 % dels estudiants deixés d'assistir a classe durant el curs, especialment a les sessions de classe de teoria. En el nou escenari, l'abandonament es redueix a conseqüència de les moltes



estratègies de motivació que s'utilitzen durant el curs (pla d'activitats molt guiat, el treball en grup, el projecte, etc.). En els últims cursos l'abandonament es troba al voltant del 6-7 %. Hem observat també un augment en la proporció d'estudiants que aproven l'assignatura. Un percentatge d'aprovat del 50 % era habitual abans dels canvis, mentre que aquest percentatge en els últims cursos es troba al voltant del 60-70 %. A més, aquest increment de rendiment s'ha produït en paral·lel amb una reducció de la nota de tall a la nostra escola, que en els últims anys ha passat aproximadament de 6,5 a 5,0. En relació amb els resultats acadèmics, hem de dir que durant aquests anys de desenvolupament del nou escenari, el sistema de control de qualitat de l'EETAC no ha donat cap senyal que pugui haver-hi problemes amb el nivell de coneixements d'informàtica a les assignatures més avançades que requereixen aquests coneixements. Així doncs, el nou escenari produeix un nivell d'aprenentatge no inferior a l'anterior, però amb una eficiència més gran.

**Reacció de l'estudiantat:** en general, als estudiants els agrada treballar en grup i no es resisteixen a ser avaluats en grup. L'estudiantat aprecia un molt bon nivell d'aprenentatge. Per acabar els aspectes positius de les reaccions, l'estudiantat aprecia un curs molt ben organitzat, amb instruccions clares sobre el que s'ha de fer i quan, i valora molt positivament la manera en què s'utilitza el campus virtual per facilitar el procés. Al costat negatiu, l'estudiantat es queixa de la quantitat d'hores que s'ha de dedicar a les nostres assignatures. Tenim una planificació per omplir totes les hores corresponents al nombre de crèdits ECTS i tenim un sistema de recollida de dades que ens permet afirmar que l'estudiantat no dedica més temps del que s'estimava (de fet, dediquen lleugerament menys temps del previst). Als estudiants no els agrada treballar amb lectures, problemes, exercicis o projectes sense una classe prèvia que inclogui la teoria. Finalment, els estudiants manifesten un cert nivell de frustració durant el curs, quan no poden completar el treball, resoldre exercicis o avançar en el projecte. Aquest també és un resultat natural de la utilització de mètodes actius.

**Impressions del professorat:** en considerar la nostra experiència com a professorat en el nou escenari, el primer que hem de dir és que aquesta experiència ha estat

fortament condicionada pel fet que som un grup nombrós de professorat que compartim la mateixa visió i les mateixes estratègies. Una de les dificultats és l'augment en la càrrega de treball, sense un reconeixement institucional adequat. La càrrega de treball és especialment alta en la fase de posada en marxa, quan s'ha de preparar el nou material (guies d'estudi, definició del projecte, criteris de qualitat, etc.). L'esforç requerit en el nou escenari pot tenir fruits limitats si s'aplica només en algunes assignatures aïllades d'uns quants crèdits ECTS. En el nostre cas, hem estat capaços de treballar amb dues assignatures consecutives de 6 ECTS cadascuna. Una altra dificultat important té a veure amb l'avaluació i, en particular, amb la necessitat d'aconseguir un bon equilibri entre l'avaluació individual i la grupal. Al costat més positiu, hem de dir que en el nou escenari el professorat tendeix a millorar la seva opinió sobre actituds i capacitats de l'estudiantat. El nou escenari ens planteja també una gamma molt més àmplia de temes que es poden considerar i discutir respecte a la nostra tasca com a docents.

---

## Plans de millora contínua

Des de la implantació dels nous graus adaptats a l'EEES (i també en els antics) s'ha establert un pla de recollida sistemàtica d'opinions de l'estudiantat i del professorat sobre el desenvolupament del curs i s'utilitzen aquestes dades com a motor d'un procés de millora continuada. Aquest pla de millora està inspirat en l'anomenada *roda de Deming* o *cicle PDCA* (*plan, do, check, act*).

Encara que l'objectiu principal de la recollida de dades és disposar d'informació al final del curs per dur a terme el procés de millora contínua, algunes dades es poden i s'han d'utilitzar durant el curs per prendre mesures de caràcter immediat per tal de millorar-ne algun aspecte.

Les dades que es recopilen són les següents:

- Temps de dedicació de l'estudiantat a realitzar les tasques planificades setmanalment. En concret es pregunta, quant de temps han dedicat a les activitats de la setmana i quin percentatge del treball previst han realitzat amb el temps de dedicació.

- Opinió de l'estudiantat sobre el curs i les activitats formatives associades. En concret s'utilitzen diferents instruments: qüestionaris d'incidències crítiques (CUIC) cada 4 setmanes, enquestes específiques sobre algun aspecte que ens interessi especialment i una enquesta final de curs que és una simplificació i adaptació de l'enquesta SEEQ.
- Opinió del professorat: és essencial prendre nota de forma sistemàtica de totes les incidències que es van produint durant el curs per tal de poder analitzar-ne el desenvolupament i prendre mesures correctives, si cal, abans de l'inici del nou curs.
- Rendiment acadèmic: s'han de recopilar les dades del rendiment acadèmic de l'estudiantat per poder fer una anàlisi dels aspectes en què l'alumnat té més dificultats d'aprenentatge i que puguin millorar.

Durant tots aquests anys d'experiència hem pogut detectar aspectes del curs que es poden millorar. Per exemple, adaptar la planificació temporal d'algunes tasques, millorar la documentació d'autoaprenentatge, modificar alguns exercicis bàsics, incloure algun exercici nou d'algun concepte, etc. En aquests moments el contingut del curs ha arribat a un estat bastant estable i les modificacions i millores són d'un abast reduït.

---

## Referències

Aronson, E., Blaney, N., Stephin, C., Sikes, J. & Snapp, M. (1978). The jigsaw classroom. Beverly Hills, CA: Sage Publishing Company.

Aronson Elliot, <http://www.jigsaw.org>

Chickering, A.W. and Gamson, Z.F., “Seven principles for good practice in undergraduate education”, American Association for Higher Education Bulletin, March 1987.

Deming, W. Edwards. Calidad, productividad y competitividad: la salida de la crisis. Ediciones Díaz de Santos, 1989.

Gibbs, G., “Conditions Under Which Assessment Supports Students’ Learning”. Learning and Teaching in Higher Education , Issue 1, 2004.

Markham, T., “Project Based Learning, a guide to Standard-focused project based learning for middle and high school teachers”, Buck Institute for Education, 2003.

Marsh, H., “SEEQ: A reliable valid and useful instrument for collecting students evaluations of university teaching”, British Journal of Educational Psychology, 52, pp. 7-95, 1982.

Marsh Herbert W. and Roche Lawrence A. The use of Sudents' Evaluations of University Teaching To Improve Teaching Effectiveness. Final Project Report (June, 1994). University of Western Sydney, Macarthur.

# METOLOGIA ACTIVA PER ALS SISTEMES DIGITALS

PDI responsable de la bona pràctica  
Francesc J. Robert Sanxis

Membres de l'equip  
que l'ha desenvolupat i aplicat  
Josep Jordana Barnils

Titulació o titulacions en què  
s'ha realitzat la bona pràctica, i nivell (1r curs, ...)  
Grau en Enginyeria de Sistemes de Telecomunicació - 2n curs  
Grau en Enginyeria Telemàtica - 2n curs

Assignatura o assignatures  
i tipologia (obligatòria, optativa, ...)  
Circuits i Sistemes Digitals - Obligatòria

Àmbit de coneixement UPC  
Enginyeries de la Telecomunicació

Alumnat implicat i grups  
420 estudiants  
(grups de 40 estudiants)

Trajectòria/recorregut  
10 anys acadèmics  
(6 quadrimestres i 13 quadrimestres anteriorment)

---

## Resum

Es tracta de descriure la implantació d'un mètode sistemàtic a l'assignatura troncal Circuits i Sistemes Digitals (CSD), que ha de desenvolupar objectius específics (sistemes electrònics digitals i microcontroladors) i genèrics (treball en grup, anglès, aprenentatge autònom, gestió de projectes, etc.). El mètode promou l'aprenentatge actiu centrat en els estudiants tal com és preceptiu a l'espai europeu d'educació superior (EEES) i se sustenta en la utilització continuada de l'aprenentatge basat en problemes (PBL) per organitzar els projectes que s'executaran en grups cooperatius base. L'avaluació contínua a partir de la preparació d'un portafoli o dossier electrònic fa innecessari l'ús dels exàmens clàssics, al mateix temps que facilita evidències i reflexions de què és el que van aprenent. El professorat i els mateixos estudiants realitzen una retroacció continuada formativa. La recollida d'informació sobre el procés docent a partir de qüestionaris permet l'establiment d'un procés de millora contínua en quadrimestres successius.

---

## Paraules clau

Aprenentatge basat en problemes/projectes (ABP o PBL)

Aprenentatge cooperatiu (AC)

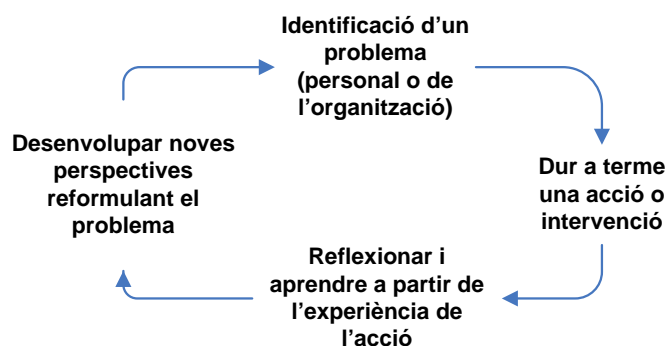
Dossier de l'estudiant (portafoli)

## Presentació

### Situació de partida

La situació de partida que es volia millorar amb aquesta bona pràctica va ser el baix rendiment acadèmic assolit pels estudiants quan s'impartia el contingut a través del mètode tradicional basat en exàmens i classes magistrals.

A més, amb la posada en marxa de plans d'estudis nous, va ser necessari impartir continguts i competències genèriques de forma integrada. Segons el nostre punt de vista, es tracta d'un nou repte de gran dificultat al qual la universitat no ha donat la importància que es mereix ni els recursos que requereix. Aquest és un repte ineludible que els docents han d'afrontar amb molta il·lusió i que requerirà, per raó que es tracta ben bé d'un nou paradigma per enfocar la docència universitària, l'estudi de bibliografia inicial, la planificació d'experiències docents, el desenvolupament de les experiències i l'anàlisi de resultats per insistir-hi una vegada més en cursos successius. Es tractarà de posar en marxa processos de recerca en docència amb metodologies pròpies, com ara la investigació-acció.



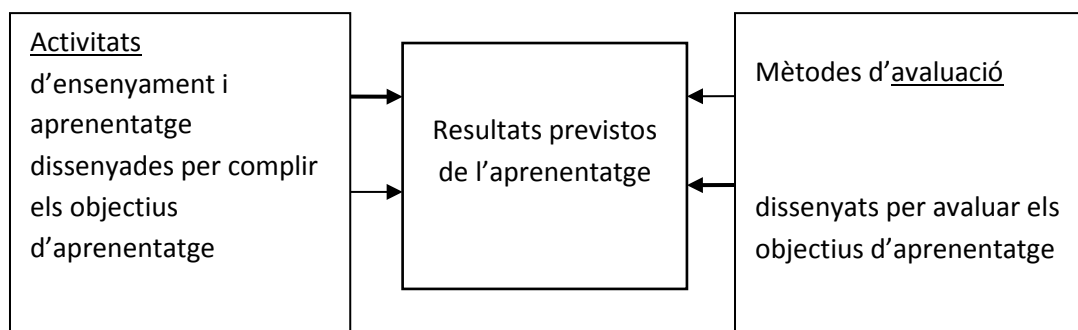
**Figura 1** El cicle d'investigació-acció que ens permet muntar un mètode sistemàtic per impartir docència.

L'assignatura CSD té fins a 6 competències genèriques. Les innovacions docents proposades van ser acceptades per la comissió acadèmica de l'Escola i en diversos quadrimestres i amb la reflexió necessària es va anar perfilant i establint un mètode docent sistemàtic que permetia adaptar-se als requeriments de l'EEES, mentre els estudiants aprenien els continguts i practicaven competències genèriques.



La nostra docència posa l'èmfasi en què fa l'estudiantat i amb quina qualitat ho fa; diríem que, segons Biggs, és una docència de tercer nivell [2]. El professorat actua com un ajudant, com un guia que està tota l'estona donant suport a l'aprenentatge. Es reconeix que l'aprenentatge sols és efectiu —significatiu— si s'aconsegueix fer participar activament l'estudiantat en les activitats i que la missió del professorat, amb l'ajuda de força habilitats, materials i eines, és crear un cercle d'activitats a través de les quals l'estudiant motivat no pugui escapar-se'n sense haver après.

Aquest tercer nivell considera el concepte d'alineament constructiu entre objectius, mètodes i resultats, tal com s'observa a la figura 2. Les activitats del curs i la forma en què s'avaluaran han estat específicament dissenyades per assolir els objectius, els quals han estat redactats pensant què es pretén que aprenguin els estudiants tant pel que fa a continguts com pel que fa a competències genèriques una vegada superat el curs. En aquest sentit la posició i la tasca del professorat queda desplaçada, ja no és tant important com explica els continguts o si explica tot el temari, o si ho fa bé a l'aula, sinó quin és el nivell de qualitat dels treballs que fan els estudiants.

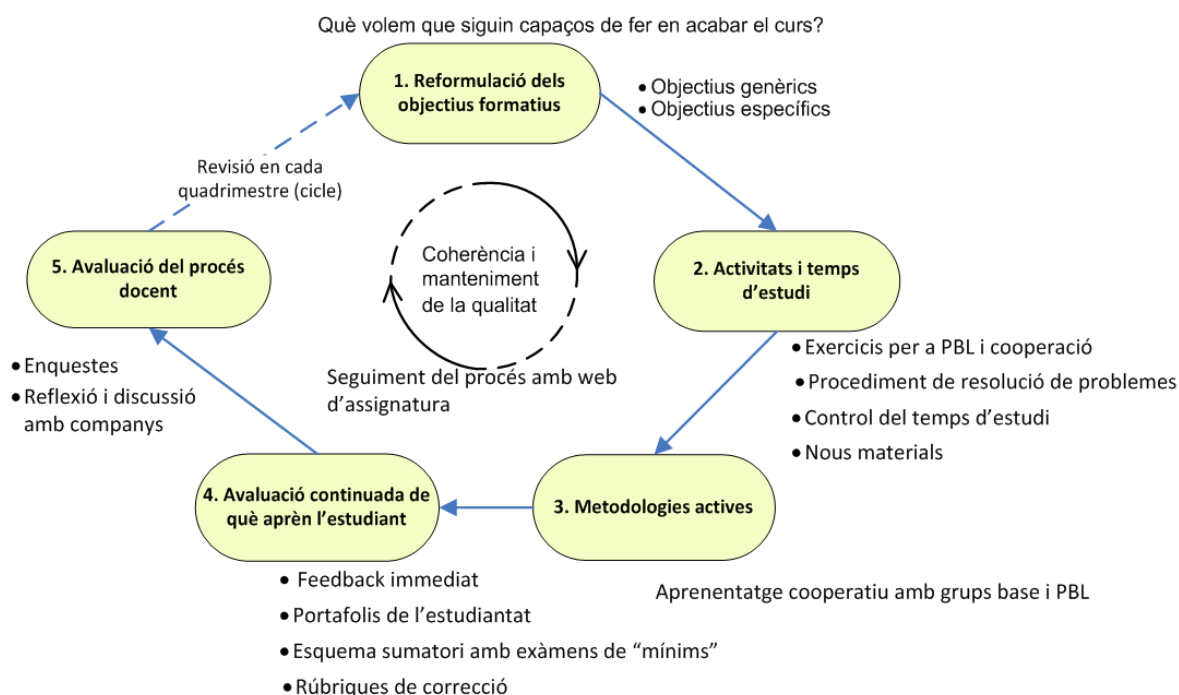


**Figura 2** Concepte d'alineament constructiu entre els objectius, les activitats i els sistemes d'avaluació, necessari per desenvolupar docència de 3r nivell.

Una vegada implantats els nous plans d'estudis i des de la perspectiva que ja donen un nombre de quadrimestres cursats, podem dir que la nostra experiència continua sent original des de molts punts de vista, en comparació a la manera com han conduït el procés d'adaptació a l'EEES altres matèries similars, a les quals potser és difícil observar novetats metodològiques respecte dels plans d'estudis anteriors, tot i que, segons la nostra opinió, els objectius proposats actualment són molt més

ambiciosos en el sentit que exigeixen actuacions docents molt diferents de les tradicionals per part de la majoria dels docents. I és així especialment en els estudis de grau, en els quals l'aprenentatge de competències genèriques és fonamental per assegurar la qualitat de la formació dels titulats i titulades.

La nostra pràctica permet visualitzar clarament nous enfocaments i pràctiques alternatives a les que s'usen habitualment en els cinc aspectes mostrats a la figura 3: (1) objectius d'aprenentatge i competències; (2) activitats i temps d'estudi, (3) metodologies actives; (4) avaluació continuada de l'aprenentatge, i (5) avaluació del procés docent. Les experiències s'han disseminat en seminaris, congressos i revistes, i són també objecte d'interès en els cursos de formació de professorat impulsats per l'Institut de Ciències de l'Educació (ICE) de la UPC.



**Figura 3** Model sistemàtic en cinc punts proposat per a l'adaptació a l'EEES de l'assignatura CSD de tecnologia electrònica.

L'estudiantat s'inicia en l'experiència de CSD amb una certa dificultat pel canvi conceptual i de metodologies que li representa enfront d'altres matèries, així com per l'ús de l'anglès per aprendre continguts. Però les opinions rebudes any rere any ens són favorables i ens permeten assegurar que l'assignatura ha permès aprendre

els continguts específics al mateix temps que ha contribuït al desenvolupament de les competències genèriques.

En el context de la titulació, l'assignatura CSD forma part del grup escollit d'assignatures dins dels vuit quadrimestres del grau, en les quals l'Escola d'Enginyeria de Telecomunicació i Aeroespacial de Castelldefels (EETAC) ha posat èmfasi en el desenvolupament de competències genèriques. Es proposa a l'estudiantat un mètode d'aprenentatge molt més proper al que es trobaran els estudiants més endavant en l'empresa que no pas a una assignatura universitària tradicional. L'èmfasi recau absolutament en el treball constant de l'estudiant i en la qualitat d'aquest treball, més que no pas en què és capaç de memoritzar d'uns continguts determinats.

Per això, pel que fa al rendiment acadèmic, els resultats depenen molt de la tipologia i la motivació del estudiants que es matriculen cada curs, i no sempre són els que caldria esperar d'una preparació sistemàtica i detallada de la pràctica docent com la que els proposem a l'inici de curs, o d'una intervenció constant a tall de retroacció per facilitar-los la reflexió i el replantejament de mètodes d'estudi erronis.

Hem de dir que l'abast d'aquesta experiència s'explica molt millor a través de la impartició de seminaris específics al professorat que hi té interès, ja que un article com aquest hauria de ser necessàriament molt extens per poder-hi encabir tots els aspectes i l'anàlisi dels resultats generats. Així mateix, en resultaria una repetició del que ja s'ha llistat a la bibliografia o del que es pot consultar directament en obert al dossier del curs. En aquestes pàgines sols s'indiquen les línies generals de l'experiència, de manera que es remet els docents interessats a la bibliografia i a contactar amb els autors per a més aclariments si ho consideren necessari. La discussió de la "bona pràctica" amb el professorat interessat a partir de la confrontació de punts de vista i considerant els diversos enfocaments proposats per les experiències en docència dels assistents, és sens dubte la millor manera de disseminar aquestes pràctiques.

La nostra experiència en aquesta àrea de la innovació docent ens ha permès veure que la presentació d'aquesta assignatura amb els seus procediments i eines, continua sent d'interès per al professorat universitari. D'alguna manera significa que, majoritàriament, encara es treballa tant a la UPC com en altres universitats en entorns docents més aviat de tipus tradicional o, d'altra banda, que els professors que ja treballen usant metodologies actives i desplegant competències genèriques tenen interès a veure alternatives a la pròpia posada a punt de les assignatures.

---

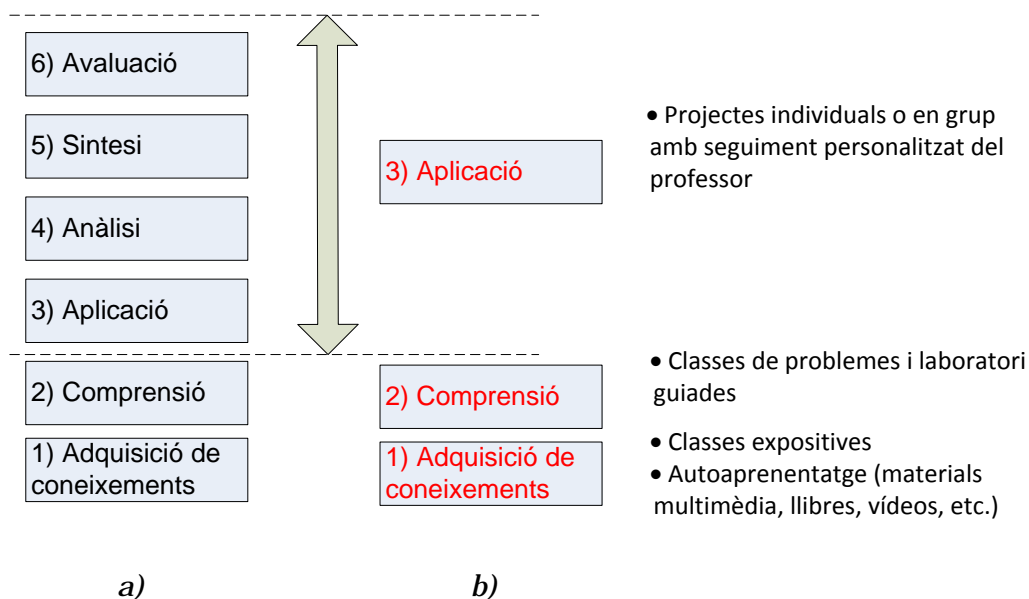
## Planificació de la bona pràctica i descripció de les activitats que s'han dut a terme

L'organització de l'assignatura, amb les seves diverses vessants, es pot consultar i seguir al dossier <http://digsys.upc.es>, el qual també és un repositori històric de materials docents des del curs 02/03 d'assignatures que s'han treballat amb paràmetres similars.

El nostre plantejament a l'hora de dissenyar la bona pràctica que proposem és que s'aconsegueixi: (1) treballar de forma integrada tant el contingut com les competències genèriques associades seguint el mètode representat a la figura 3 i (2) que sigui fàcil d'implementar, repetible cada quadrimestre i fàcil d'adoptar per a qualsevol professor o professora que imparteixi la matèria.

### 1) Objectius

Cal escriure els objectius d'aprenentatge seguint aquesta premissa d'integració de continguts específics i competències i des del punt de vista del que ha d'aprendre l'estudiant en realitzar el nostre curs. Una gran part dels objectius són de segon i tercer nivells (comprensió i aplicació), cosa que converteix l'assignatura en un curs eminentment pràctic en què es dissenyen i verifiquen projectes, és a dir, *s'aprèn fent*. Aquest projectes apunten o estan dirigits al desplegament dels nivells de coneixement més alts de la taxonomia [3], com es mostra a la figura 4.



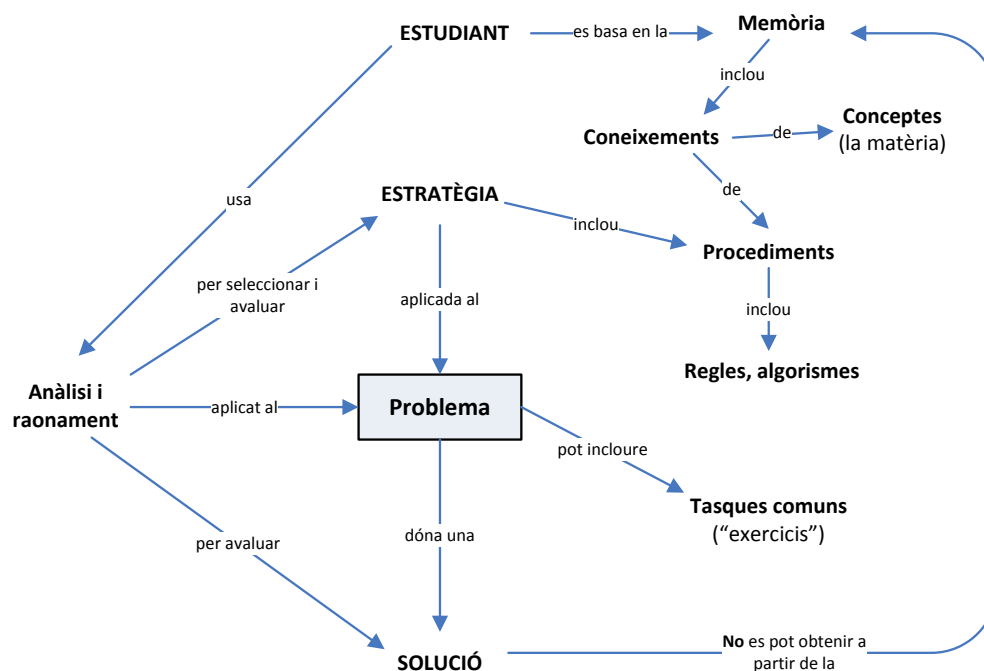
**Figura 4** a) Taxonomia de Bloom; b) taxonomia simplificada que s'ha usat per classificar els objectius d'aprenentatge. S'hi inclouen també alguns exemples d'activitats docents adequades per assolir els nivells simplificats.

## 2) Activitats i temps d'estudi

A partir dels objectius es despleguen les activitats a l'aula i fora de classe que permetin assolir-los, de forma que es compromet tot el temps d'estudi de l'estudiant, que és de 6 ECTS. El PBL [4], amb la definició del concepte “problema” explicitada a la figura 5 a partir de [5], és la base per al disseny de les activitats i dur el ritme del curs. Els exercicis proposats tenen un format similar que inclou: dades del grup, resum (*abstract*), taula de continguts, compromís d'haver realitzat un treball honest, signatura, enunciat, solució proposada, autoavaluació, pla de treball, taula de correlació amb continguts teòrics, autoavaluació, temps emprat en la realització, qüestions, dubtes, comentaris i reflexions.

Pel que fa a la conducció del curs, el professorat usa el dossier de l'assignatura, és a dir, el web del curs en obert amb llicència Creative Commons en què aconseguim fer visible la docència [6]. Aquest dossier electrònic disposa d'una agenda per anar marcant el ritme d'execució i lliurament d'activitats. Així mateix, com si es tractés d'una extensió de la intranet Atenea, s'hi poden descarregar els exercicis, materials, exemples, programaris i tot el que sigui necessari per realitzar els exercicis. Les fases d'execució dels projectes, per tal de facilitar l'estudi, estan enllaçades als llocs

de consulta mitjançant l'hipertext, que aporta dinamisme i exemplifica la forma d'accedir a la informació i analitzar-la.



**Figura 5** Un mapa conceptual per descriure el concepte “problema” que fem com a base per a la preparació de les activitats.



**Figura 6** Versió actual de la pàgina principal del web de sistemes digitals que actua com a dossier electrònic de l'assignatura.

L'altre punt clau dels problemes és el mètode de resolució que es proposa, el qual obliga els estudiants a fer un treball de qualitat atenent les indicacions facilitades a les plantilles. Essencialment, la majoria dels projectes es dissenyen seguint el procés: (1) especificacions, (2) plantejament, (3) desenvolupament i (4) simulació, test, muntatges i mesures. Es tracta d'una mena d'estandardització de procediments tal com la trobarien en una empresa d'enginyeria que aplica una vegada i una altra el seu saber fer.

### 3) Metodologia activa

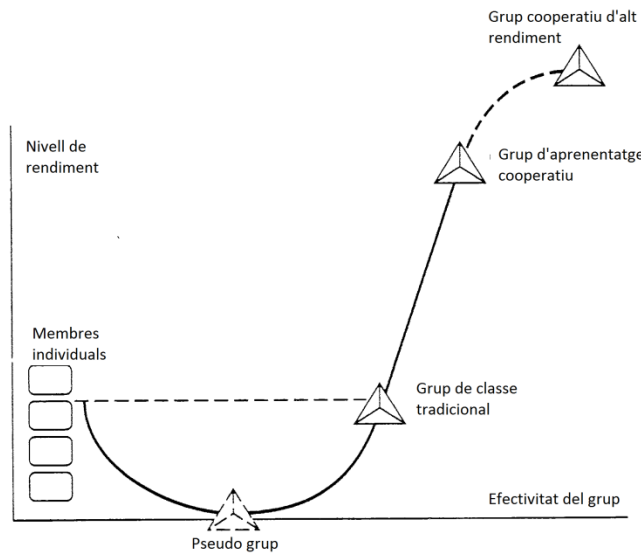
L'aprenentatge cooperatiu (CL) [7], amb grups base preferentment de 3 estudiants que romanen junts tot el curs, és la metodologia docent a través de la qual es vehicula la resolució dels problemes plantejats. Aquesta tècnica ha estat molt assajada pels autors durant anys i se n'ha verificat sobradament l'eficàcia pel que fa a promoure la implicació dels estudiants des de les primeres setmanes. Es tracta també d'una tècnica molt coneguda i habitual en els cursos de formació de professorat perquè facilita de seguida als participants una visió de com es poden realitzar activitats a l'aula i fora d'una manera alternativa a la tradicional basada en classes expositives. Sense voler estendre'ns gaire més, simplement podem observar a la figura 7, segons els mateixos autors de referència [7], com, efectivament, si ets capaç de muntar grups cooperatius operatius pots arribar a assolir un rendiment acadèmic millor que no pas treballant de forma individualitzada o competitiva. Tot i que cal insistir-hi, que és una tasca certament molt difícil, especialment en els estudis de grau. Treballar amb efectivitat en grup requereix per als estudiants el desplegament de força competències genèriques, moltes de les quals tot just comencen a posar-les en pràctica.

### 4) Avaluació de l'aprenentatge

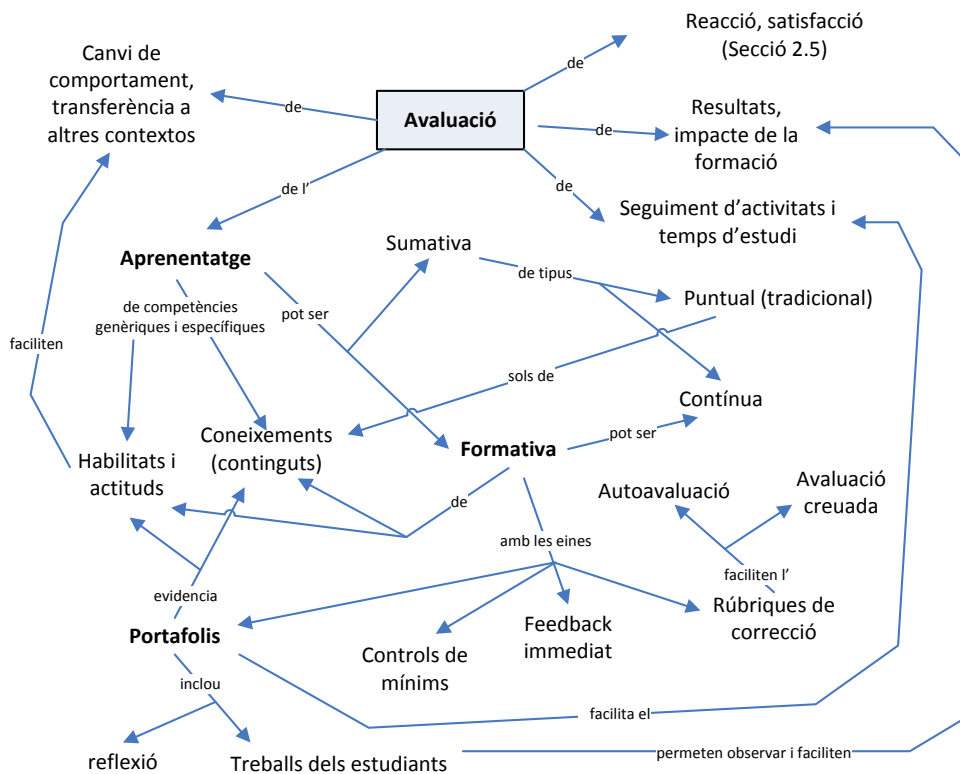
L'avaluació del que aprenen els estudiants és contínua. Es realitza una retroacció immediata d'una gran part dels treballs realitzats amb possibilitat de millora de les qualificacions obtingudes. Es tracta d'una avaluació formativa que els permet reconsiderar com han fet els exercicis i els indica què els manca per fer-los correctament seguint els estàndards de l'assignatura, un tema complex en què s'han



analitzat amb atenció la majoria dels nous conceptes que cal emprar per assegurar una docència de qualitat lluny dels exàmens tradicionals. La figura 8 explica a través d'un mapa les implicacions que s'associen a l'avaluació d'aprenentatges.

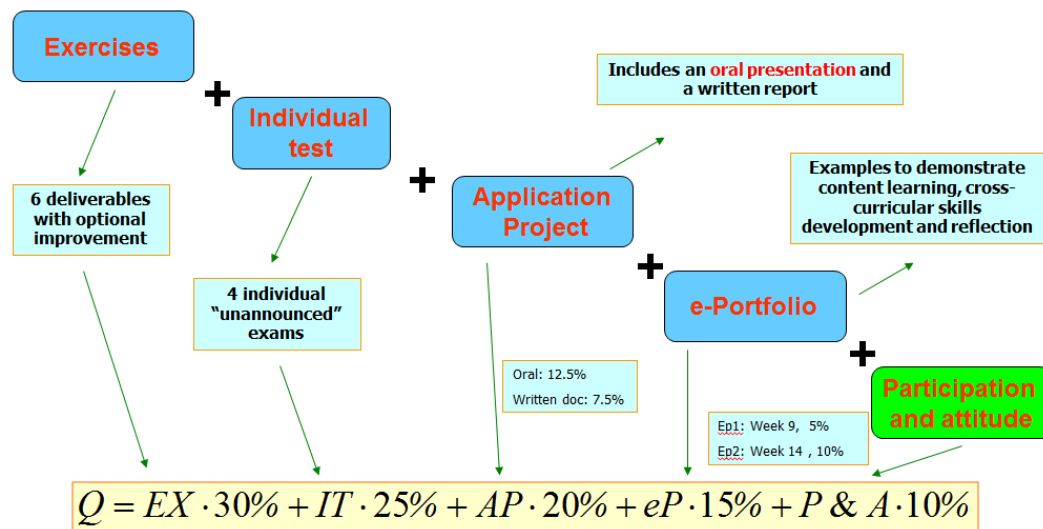


**Figura 7** Rendiment en funció de la mena de grups que s'organitzen.



**Figura 8** Mapa conceptual sobre les dimensions associades a l'avaluació en el context acadèmic propi d'aquesta experiència.

L'avaluació també és sumatòria en el sentit que tots els treballs compten segons un percentatge per a la nota final (vegeu la figura 9).



**Figura 9** Esquema d'avaluació continua de CSD en què tot el treball realitzat es pot millorar i és sumatori per a la qualificació final.

Pel que fa a la gestió de lliuraments, cadascun dels grups cooperatius obre i manté un dossier electrònic d'aprenentatge (e-portafoli) a Google Sites, al qual s'accedeix directament a través d'un enllaç a l'agenda. El dossier conté, seguint una plantilla que facilita la cerca d'informació, els professors, els treballs, els tests i els projectes realitzats, així com la reflexió i els punts de vista sobre l'assignatura i com van aprenent. Es recomana que aquest portafoli sigui obert, per tal que tota la classe (o qui vulgui d'arreu) vegi el progrés i el nivell dels treballs del curs.

## 5) Reflexió sobre el procés docent

L'observació i l'anàlisi necessàries del curs i la reflexió consegüent dels docents es realitza a partir de la recollida d'enquestes tipus SEEQ (Students Evaluations of Educational Quality), valoracions puntuals d'incidències crítiques, enquestes de la UPC i, sobretot, a més de recollir què en pensen els estudiants, ens és fonamental la retroacció i discussió contínua entre els professors implicats. D'aquesta manera, es detecten els errors i es proposen les noves iniciatives de millora per al proper quadrimestre. Els resultats de les enquestes també són públics en el dossier de l'assignatura amb la intenció de facilitar la transparència.

La metodologia descrita és duta a terme en tots els grups de classe i per tots els professors de l'assignatura. És a dir, si arriba un professor nou a l'assignatura, aquest s'ha d'adaptar i ha d'impartir docència, no sota els propis criteris, sinó d'acord amb l'organització prefixada de l'assignatura, fent servir els materials recomanats. La retroacció i les aportacions del professorat van encaminades a millorar el procés docent en marxa, de manera que cada quadrimestre ens acostem més a l'assignatura ideal, en què s'arriba a la coherència i a l'alineament constructiu descrit a la figura 2, a partir d'afinar els procediments de cadascun dels cinc apartats implicats del mètode sistemàtic. Ben bé parlem d'instal·lar un cicle de qualitat a l'aula [8].

---

## Avaluació i resultats

L'experiència, tal com s'ha comentat, ha estat àmpliament disseminada, de manera que són accessibles la majoria de treballs a text complet mitjançant aquest enllaç [9]. El rendiment acadèmic assolit en la majoria de cursos és millor que quan es plantejava l'organització de forma tradicional. Els alumnes aprenen competències genèriques, que poden “exportar” a altres assignatures i al projecte de fi de carrera, o bé usar-les en la seva futura vida professional.

La majoria de programaris que s'empren per treballar els projectes són els estàndards industrials, tant pel que fa les eines genèriques d'ús de les TIC (Microsoft Office, Google Sites, Dropbox, etc.), com a les específiques de disseny de circuits digitals (Proteus, Xilinx, Lattice, Altera, Microchip, etc.). Evidentment, treballar en obert, amb visibilitat per a tothom, obliga el professorat a mantenir-se al dia en la seva àrea, ha d'usar cada any no pas programari acadèmic o sempre les mateixes versions velles, sinó que ha de descarregar les últimes instal·lacions disponibles als mateixos webs dels fabricants CAD-EDA (*computer aided design - electronic design automation*), una característica que ens imposen en la preparació dels problemes i projectes que, tenint en compte l'evolució vertiginosa de la tecnologia electrònica, requereix un gran esforç per part dels docents. Però, d'altra banda, provoca que l'assignatura tingui un aspecte professional, que, inevitablement, assegura l'interès i la motivació dels estudiants per la matèria.

Diguem que cursant la nostra assignatura sembla que ja hagin avançat al quadrimestre 2A els crèdits de pràctiques d'empresa que han de fer més endavant. Així mateix, per a cadascun dels punts del sistema s'han generat materials docents de lliure utilització i fàcilment adaptables pel professorat a altres matèries i contextos. Per exemple:

- Com es preparen els objectius d'aprenentatge compatibles amb el marc de l'EEES.
- Com es preparen les activitats PBL que permeten desenvolupar competències genèriques (treball en equip, gestió de projectes, tercera llengua, etc.).
- Com es desenvolupen les rúbriques de qualitat per a la realització de treballs.
- Com s'organitza l'aula de forma alternativa (en cooperació) per aconseguir que l'estudiant s'activi i es faci càrrec del paper predominant que té enfront del propi aprenentatge.
- Com es preparen activitats ambicionades per promoure la col·laboració de tota la classe al mateix temps en la resolució d'un projecte comú.
- Com s'aconsegueix a través de dossiers d'aprenentatge dels estudiants (e-portafoli) que aquests ens mostrin què saben fer i com reflexionen sobre l'assoliment de la matèria i els seus estudis.
- Com s'organitzen les activitats d'avaluació i autoavaluació formativa. Com s'organitza un esquema d'avaluació contínua distribuïda al llarg de tot el quadrimestre i que no requereixi exàmens finals clàssics. És a dir, com s'apropen els mètodes d'avaluació propis d'assignatures avançades o del treball de fi de grau a les assignatures troncales bàsiques.
- Com s'obtenen dades dels estudiants i dels professors per aconseguir mantenir i millorar la qualitat docent per a properes edicions de l'assignatura.
- Com s'organitzen els equips docents per coordinar les matèries amb efectivitat.
- Com es facilita la coordinació horitzontal i vertical de les matèries i el desplegament de competències genèriques.

---

## Plans de millora contínua

La dinàmica de millora contínua està incorporada dintre de l'organització de l'assignatura, amb un element final referit a la reflexió sobre el procés docent, tal com s'ha explicat en els apartats anteriors.

### Agraïments

Els autors volem agrair el suport rebut per part de la direcció de l'EETAC per executar les experiències proposades en aquest treball en el marc del pla d'estudis dels graus.

---

## Referències

Una bibliografia extensa sobre metodologies actives està disponible a: [http://digsys.upc.es/ed//SED/lilibres/lt\\_books/ltbooks.html](http://digsys.upc.es/ed//SED/lilibres/lt_books/ltbooks.html).

- [1] Norton, L. S., "Action Research in Teaching and learning. A practical guide to conducting pedagogical research in universities", Routledge, 2009.
- [2] Biggs, J., "Teaching for Quality Learning at University", SRHE, Open University Press, 2003. Consulteu també aquesta pàgina general: <http://www.engsc.ac.uk/er/theory/>.
- [3] Navarro, J. J., et al., "Formulación de los objetivos de una asignatura en tres niveles jerárquicos", VI Jornadas sobre la Enseñanza Universitaria de la Informática, JENU, Universidad de Alcalá, 2000.
- [4] Duch, B. J., (editor), "The power of Problem-Based Learning: a practical 'How To' for teaching undergraduate courses in any discipline", Stylus Publishing, 2001.
- [5] Smith, M. U., "Toward a unified theory of problem solving. Views from the content domains", Lawrence Erlbaum LEA, 1991.
- [6] Bernstein, D., Nelson, A., Goodburn, A., Savory, P., "Making teaching and learning visible: course portfolios and the peer review of teaching", Jossey-Bass, 2006.
- [7] Johnson, D. W., Johnson, R. T., Smith, K. A., "Active learning: Cooperation in the College Classroom", Interaction Book Company, 8th Edition, Edina, MN, 2006. <http://www.co-operation.org>.
- [8] Projecte de Qualitat a l'Aula, EETAC-UPC, 2004, [http://epsc.upc.es/projectes/qualitat\\_aula/](http://epsc.upc.es/projectes/qualitat_aula/)
- [9] Descripció detallada i presentacions de resultats de l'experiència a: <http://digsys.upc.es/ed//general/organitzacio.html>.

# PROTOTIPS ELECTRÒNICS COM A EINA D'ACTIVITAT DIRIGIDA

PDI responsable de la bona pràctica  
Herminio Martínez García

Membres de l'equip  
que l'ha desenvolupat i aplicat  
Jordi Cosp Vilella Joan Domingo Peña

Titulació o titulacions en què  
s'ha realitzat la bona pràctica, i nivell (1r curs, ...)  
Grau d'Enginyeria en Electrònica Industrial i Automàtica - 3r curs

Assignatura o assignatures  
i tipologia (obligatòria, optativa, ...)  
Electrònica Analògica - Obligatòria

Àmbit de coneixement UPC  
Enginyeria Informàtica Enginyeries Industrials

Alumnat implicat i grups  
Nombre total d'alumnat: 300  
(1 grup per quadrimestre d'impartició -tardor i primavera-, amb un total d'uns 60  
estudiants, aproximadament, per quadrimestre)

Trajectòria/recorregut  
2,5 anys acadèmics  
(des de la tardor del curs acadèmic 2011-2012)

---

## Resum

L'experiència pretén que l'estudiantat de l'assignatura troncal de 3r curs **Electrònica Analògica** de l'Escola Universitària d'Enginyeria Tècnica Industrial de Barcelona, treballant en equips de 2 o 3 persones, desenvolupin, en forma d'aprenentatge basat en projectes (PBL) i cooperatiu (AC), i sota la guia i tutela del professorat: *a) el disseny, b) la simulació, c) la implementació i d) l'assaig* d'un prototip electrònic relacionat amb la matèria i els continguts impartits.

A partir de les especificacions de disseny (funcionalitats) donades a començament de curs, l'equip de treball ha de realitzar, durant el quadrimestre, les tasques adients per portar a terme un prototip funcionalment operatiu, tasques similars a les que realitzarien en una empresa treballant com a enginyers o enginyeres en electrònica en el desenvolupament de prototips electrònics.

Al final de quadrimestre, l'equip de treball ha de:

- a) Presentar un prototip que funcioni i un informe tècnic en una sessió extraordinària de laboratori.
- b) Explicar amb detall el funcionament del prototip davant el professor o professora i la resta d'estudiants assistents a la sessió.
- c) Respondre individualment a qualsevol de les qüestions plantejades i relacionades amb el procés de disseny i implementació portats a terme, tant pel professorat com pel conjunt d'estudiants.

---

## Paraules clau

Aprenentatge basat en problemes/projectes (ABP o PBL)

Aprenentatge cooperatiu (AC)

Tècnica puzzle (*jigsaw*)

## Presentació

### Context en què es desenvolupa l'assignatura en la qual s'ha dut a terme la bona pràctica

L'assignatura en què s'ha portat a terme l'experiència, anomenada Electrònica Analògica (EA-EIA - 820222), és una assignatura troncal obligatòria de 3r curs (6è quadrimestre de la titulació), impartida tant en el quadrimestre de tardor com en el de primavera [1]. L'assignatura, amb 6 crèdits ECTS, està inclosa en el grau en Enginyeria en Electrònica Industrial i Automàtica, impartit a l'EUETIB.

Els estudiants implicats estan matriculats cada quadrimestre en un únic grup (de matí o de tarda —segons que sigui, respectivament, el quadrimestre de primavera o tardor). El nombre d'estudiants matriculats per quadrimestre és, aproximadament, de 60-65.

Per realitzar l'activitat docent objecte d'aquesta convocatòria, treballen en petits grups de 2 o, preferiblement, 3 estudiants. És el que anomenem **equips de treball (ET)**.

### Situació de partida que es volia millorar amb la bona pràctica

L'assignatura, dintre de les titulacions de grau, es va començar a impartir el quadrimestre de primavera del curs 2010-2011. La divisió en hores setmanals dels 6 crèdits ECTS que la formen és la següent:

- 2 hores/setmana de teoria i problemes.
- 1 hora/setmana de laboratori, agrupades en sessions quinzenals de 2 hores.
- 0,5 hores/setmana d'activitats dirigides (AD), agrupades en sessions mensuals de 2 hores.

Els continguts i la matèria impartits derivaven d'una assignatura anterior, Electrònica Analògica 2 (EA-2), amb menys hores de docència, impartida a l'antiga titulació d'Enginyeria Tècnica Industrial, pla 2002, especialitat en Electrònica Industrial, de l'EUETIB [2], [3], [4]. En aquesta antiga assignatura va quedar palès que, a pesar de tenir uns continguts força interessants, la càrrega teòrica feia que els estudiants trobessin, com a *handicap*, un grau de dificultat important per passar i



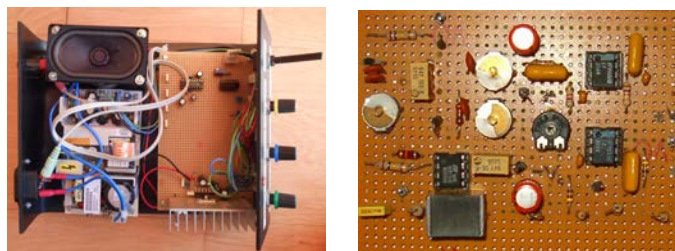
aprovar l'assignatura. Això va ser un problema que, juntament amb el temari i els continguts, es va transmetre a la nova assignatura (EA-EIA). Tenint en compte l'opinió de l'estudiantat, l'activitat docent objecte d'aquesta proposta es va començar a portar a terme durant la tardor del curs 2011-2012.

***Per tant, la situació de partida és fer que l'estudiantat, basant-se en els coneixements teòrics desenvolupats a l'assignatura i seguint una línia molt marcada per l'espai europeu d'educació superior (EEES), porti a terme, a la pràctica i amb força autonomia (però treballant en equip), un prototip electrònic real, de forma similar a la manera com ho faria a la vida professional treballant com a enginyer o enginyera en electrònica dintre d'una empresa (és a dir, disseny, simulació, implementació física i assaig experimental).***

### En què consisteix l'experiència

Com ja hem comentat en el subapartat precedent, en el marc de l'assignatura esmentada, aquesta es divideix en tres grans blocs: teoria, problemes i experimental (format, alhora, per sessions de laboratori "clàssic" i activitats dirigides. Rebut la retroacció de l'estudiantat, les dues primeres parts queden suficientment cobertes amb les hores de classe, en les quals, dintre de la taxonomia de Bloom, s'arriba fins als nivells de **coneixement**, **comprensió**, **aplicació** i **anàlisi**.

No obstant això, la part experimental s'havia de reforçar amb alguna tècnica que anés més enllà de les clàssiques pràctiques de laboratori i arribés al nivell de **síntesi** i **avaluació**. És per això que, dintre de les hores d'AD que, afortunadament, inclou l'assignatura, es proposa fer una activitat pràctica (o projecte) en la qual l'estudiantat faci el disseny i el muntatge d'un prototip electrònic pràctic propi de l'assignatura i de la seva titulació (figura 1).



**Fig. 1.** Exemples de diferents prototips realitzats pels ET de l'assignatura de l'EA-EIA.

Així doncs, l'estudiantat, treballant en ET, ha de desenvolupar, guiat per un dels professors de l'assignatura:

- a)** el disseny,
- b)** la simulació,
- c)** *la implementació física i*
- d)** l'assaig

d'un prototip electrònic pràctic propi de la matèria i els continguts estudiats a l'assignatura i la seva titulació. L'equip ha de treballar en forma d'aprenentatge cooperatiu (AC), basat en projectes (PBL) [6], [7], [8], [9].

En particular, durant les primeres setmanes de curs, com a punt de partida, el professorat dóna al conjunt de l'estudiantat les especificacions de disseny que ha de complir el "producte final" (és a dir, el prototip). A partir d'aquí, l'ET ha de realitzar les tasques adients per portar a terme un prototip funcionalment adequat. L'activitat, que s'allarga durant les 10-11 darreres setmanes (de les 15 que dura el quadrimestre), acaba amb la presentació al laboratori del prototip funcionant, el lliurament d'un informe tècnic sobre el disseny portat a terme i la presentació i explicació de l'activitat davant del conjunt d'estudiants assistents a la sessió.

La retroacció del professor o professora es realitza durant el quadrimestre de tres formes diferents:

- a)** A les classes d'AD, ja que l'assignatura inclou sessions mensuals de 2 hores de durada en què els estudiants treballen el projecte dintre de l'aula amb la presència del professor.
- b)** A més, durant el quadrimestre, la tasca de retroacció és reforçada pel fet que els estudiants poden anar a preguntar sobre el disseny que duen a terme. No obstant això, aquestes consultes han d'anar acompanyades dels documents (esquemes, fitxes tècniques dels fabricants, resultats de simulacions o experimentals, etc.) que corroborin que l'equip de treball està desenvolupant el projecte.

- c) En qualsevol cas, a la setmana 10 del quadrimestre, l'equip de treball ha de passar pel despatx del professor perquè aquest ofereixi una retroacció particular per a cada grup. D'aquesta forma es pot conèixer si l'equip evoluciona i progressa positivament en l'activitat. En cas contrari, el professor o professora suggereix a l'ET les mesures correctores adients.

### El recorregut de l'experiència (grau de consolidació i el temps que fa que està implantada)

L'activitat presentada en aquesta convocatòria s'ha portat a terme durant 2,5 cursos acadèmics (fins a la data de presentació d'aquest document, 5 quadrimestres, des de la tardor del curs acadèmic 2011-2012).

Per tant, podem dir que es tracta d'una activitat suficientment consolidada per obtenir-ne resultats interessants.

### Què aporta de nou i d'útil l'experiència dintre de l'àmbit dels estudis i trets més destacats de la bona pràctica

- o Redirigeix l'assignatura cap a una vessant molt més pràctica, aplicada i experimental, similar a la que, segurament, es trobaran els estudiants d'enginyeria en un futur immediat a la seva vida professional.
- o L'activitat (el projecte en si mateix que desenvolupa l'equip de treball) fa d'enllaç entre la matèria, els continguts i el coneixement impartits a les classes de teoria i problemes, i la part experimental i, sobretot, el món professional i laboral al qual l'estudiant s'haurà d'enfrontar en un futur proper.
- o Fa que l'estudiant desenvolupi competències específiques (tant acadèmiques com professionals) pròpies de l'assignatura, imprescindibles i força importants per a la seva trajectòria professional: **disseny de circuits electrònics, desenvolupament de plaques PCB, desenvolupament de prototips electrònics, utilització eficaç d'eines de simulació CAD-CAE-EDA de circuits electrònics** (OrCAD-PSpice®, MultiSIM®...), **assajos de circuits electrònics en el laboratori**, etc.

- Fa que l'estudiant o estudianta desenvolupi competències genèriques o transversals: **aprenentatge autònom de l'estudiant, treball en equip, ús solvent de recursos d'informació, comunicació eficaç, anglès (l'enunciat de l'activitat, informe tècnic, presentació, etc. es poden fer completament en anglès)**, i, fins i tot, **emprenedoria**, ja que l'estudiant ha d'obtenir un prototip (producte) electrònic funcional completament operatiu.
- L'activitat portada a terme reforça, dintre de la taxonomia de Bloom, els nivells de **coneixement, comprensió, aplicació i anàlisi** (ja desenvolupats en les classes de teoria, problemes i laboratori).
- L'activitat portada a terme recalca, dintre de la taxonomia de Bloom, els nivells de **síntesi i avaluació** (que gairebé no es desenvolupen en les classes de teoria, problemes i laboratori).
- Fa d'element motivador de l'estudiantat, que veu que els continguts de l'assignatura tenen una clara visió pràctica. **L'estudiant deixa de ser un simple receptor d'informació i esdevé un element actiu en el procés d'aprenentatge.**

### Situació en què es troba l'estudiantat quan s'inicia l'experiència i on arriba

En resum, l'estudiantat parteix d'un desconeixement important de com és tot el procés de desenvolupament d'un prototip electrònic real quan s'inicia l'experiència, i acaba amb el disseny, la simulació, la implementació física i l'assaig d'un prototip funcionalment operatiu, que:

- Es realitza en equip sota la premissa d'AC i PBL.
- Cobreix un nombre important de competències tant específiques de l'assignatura com també transversals o genèriques.
- Relaciona de forma eficaç els continguts teòrics de l'assignatura amb l'aplicabilitat al món laboral del futur enginyer o enginyera en electrònica.

## Planificació de la bona pràctica i descripció de les activitats que s'han dut a terme

### Planificació de la bona pràctica

La planificació de l'experiència de la bona pràctica portada a terme la podem dividir en els punts següents:

- (1) Començat el quadrimestre, un cop s'ha avançat matèria durant les primeres setmanes del quadrimestre, al voltant de les setmanes 4-5 el professorat de l'assignatura penja a Atenea un document **en anglès** en què queden concretats (vegeu l'annex associat a aquest document, en el qual es mostra un exemple d'enunciat en anglès lliurat a l'estudiantat just abans de començar la bona pràctica):
  - L'objectiu explícit i clar de l'experiència (el desenvolupament d'un prototip electrònic en diferents etapes, como són: disseny, simulació, implementació pràctica i assaig experimental).
  - Les directrius ("normativa") i consells més importants que han de seguir per desenvolupar l'activitat i el projecte amb èxit.
  - Les especificacions tècniques del disseny que els equips de treball han de portar a terme. **Aquestes especificacions són comunes per a tots els grups de treball. Això sí, la solució d'implementació proposada pels diferents equips de treball mai serà única ni tancada.**
- (2) A la primera sessió presencial de l'activitat dirigida (AD), el professor detalla aquests aspectes i els estudiants:
  - Es divideixen en equips de 3 (preferiblement) o 2 membres.
  - Comencen, a partir d'aquest moment, a desenvolupar l'activitat en passos seqüencials: disseny, simulació, implementació física i, finalment, assaig experimental.
  - Decideixen qui representarà la figura de **coordinador d'equip** (CE). A cada equip de treball hi ha un estudiant o estudianta que exerceix d'aquesta figura i que fa d'enllaç entre el professorat i el seu ET. En cap cas fa de cap, ja que el que es vol és que tots els estudiants dintre de l'equip tinguin el mateix rol.

- (3) Inicialment, fent servir la tècnica puzle i l'AC, la tasca de disseny (la més delicada, ja que en dependrà la resta del projecte portat a terme) queda dividida en diferents blocs, de forma que **cada membre de l'ET se centra (és a dir, "s'especialitza") en una part** i la desenvolupa de forma adient (cerca d'informació sobre el bloc, el dissenya parcialment, fa la simulació del seu comportament, etc.) [6], [7], [8], [9].
- (4) A continuació, seguint amb la tècnica puzle i l'AC, els estudiants d'un equip han de transmetre allò que han après de forma autònoma a la resta de membres de l'ET. Això fa que, els estudiants ho hagin de transmetre de forma eficaç. Aquesta tasca es realitza a les sessions mensuals de 2 hores. A més, aquestes sessions ajuden força que el professor o professora vegi l'evolució de l'equip d'estudiants i, si cal, ajudi aportant-los mesures correctores perquè el desenvolupament del prototip sigui adequat. En cap cas, el professorat de l'assignatura no aporta solucions, que han de buscar els mateixos ET.
- (5) A més, durant la setmana 10 del curs, aproximadament, els estudiants han de passar pel despatx d'un dels professors de l'assignatura, amb tota la documentació (esquemes electrònics, simulacions, etc.) i el material (plaques i components electrònics, circuits físic, etc.) que, fins en aquell moment, han desenvolupat i muntat.
- (6) En acabar el període lectiu del quadrimestre, el professorat de l'assignatura cita els estudiants un dia, en diferents sessions de laboratori (atesa la capacitat limitada d'aquest), perquè:
- Corroborin, davant del professor i la resta d'equips assistents, el funcionament del prototip electrònic desenvolupat.
  - Expliquin correctament el funcionament del prototip desenvolupat.
  - Expliquin correctament el procés de desenvolupament (disseny, simulacions, implementació física i assajos finals): com han quedat dividides les tasques entre els diferents membres que formen l'ET, en què s'ha "especialitzat" cada membre de l'ET, com ha estat la temporització al llarg del quadrimestre, etc.
  - Responguin correctament a les preguntes fetes pel professorat de l'assignatura.

- Responguin correctament a les preguntes fetes per la resta d'estudiants de l'assignatura que són presents a la sessió. **La qualificació és comuna per a tots els membres que formen l'ET; per tant, que un estudiant o estudianta respongui bé o malament a una qüestió repercuteix no només en la seva qualificació, sinó també en la qualificació de la resta de membres que formen l'ET.**
  - Lliurin l'informe tècnic del projecte desenvolupat en què s'explica el procés de disseny i muntatge, els circuits dissenyats, els components que han fet servir, etc., així com els resultats de la simulació i experimentals.
- (7)** Tenint en compte totes les evidències anteriors, el professorat avalua l'activitat. Com ja hem comentat, la qualificació, amb un pes al voltant del 30 % del pes total de l'assignatura (pot variar lleugerament d'un quadrimestre a l'altre entre el 25 % i el 35 %, segons el grau de dificultat del prototip que s'ha d'implementar), és comuna per a tots els membres que formen l'ET.
- (8)** S'avalua el conjunt de l'assignatura. Malgrat que pot variar d'un quadrimestre al següent, aquesta s'avalua segons la ponderació següent:
- Examen final de teoria i problemes: 30 %.
  - Examen parcial de teoria i problemes: 20 %.
  - Pràctiques de laboratori: 20 %.
  - **Activitat dirigida: 30 %** (objecte de la present bona pràctica).

### Agents implicats i rols

- El professorat de l'assignatura (en general, 3 professors o professores per quadrimestre), de tal manera que cada professor porta al voltant d'uns 7 equips de treball. El professorat fa el rol de supervisor de les tasques desenvolupades pels diferents ET i, si cal, els aporta mesures correctores perquè el desenvolupament de l'activitat sigui correcte.
- L'estudiantat, treballant en equips de treball de 3 o 2 estudiants, amb un coordinador d'equip. Tots els estudiants, incloent-hi el CE, tenen el mateix rol dintre de l'equip. El CE fa una tasca merament de portaveu en les consultes puntuals al professorat.

## Recursos materials i d'organització

- En les primeres setmanes de desenvolupament del disseny i simulació del prototip, una aula adient per realitzar el disseny i les simulacions del prototip en les sessions mensuals de 2 hores. Aquesta aula pot ser, simplement, una aula de teoria amb cadires i taules. A més, aquestes no han d'estar fixades, en cap cas, al terra, perquè els estudiants s'hi puguin reunir i treballar en petits grups (per aplicar correctament les tècniques de puzzle, AC i PBL) [6], [7], [8], [9].
- En les darreres setmanes de desenvolupament del disseny del prototip, el laboratori d'Electrònica de l'assignatura (amb la instrumentació adequada), tal com mostra la figura 2, per assajar-hi i prendre mesures experimentals dels prototips que s'han dut a terme.



**Fig. 2.** Aspecte general del laboratori de l'assignatura durant una sessió d'AD en què es treballa en el muntatge i assaig del prototip que es porta a terme.



## Avaluació i resultats

### Resultats obtinguts

- Redirigeix l'assignatura cap a una vessant molt més pràctica.
- Motiva i engresca l'estudiantat en el context de l'assignatura [4], [5].
- Fa que l'estudiantat s'involucri força en la dinàmica de l'assignatura; **deixa de ser simplement “receptor passiu” de l'assignatura, passar a ser també “emissor actiu” que transmet informació i coneixements útils a la resta.**
- Fa que l'estudiantat assoleixi competències específiques de l'assignatura i genèriques o transversals, especialment les que estan més relacionades amb el seu futur desenvolupament com a enginyer o enginyera.

### Eines d'avaluació emprades a l'activitat que s'ha portat a terme

- La comprovació del muntatge físic implementat.
- L'informe tècnic presentat per l'equip de treball.
- La presentació oral, davant del professorat i de companys de classe assistents a la sessió de presentació, de com funciona i com s'ha desenvolupat el prototip implementat.
- Les respostes dels membres que formen l'equip a les preguntes fetes tant pel professorat de l'assignatura com per la resta de companys de classe assistents a la sessió de presentació.

### Eines d'avaluació de la mateixa activitat

- L'opinió *in situ* de l'estudiantat. En acabar l'experiència, especialment el dia de la presentació del prototip, se'ls pregunta l'opinió particular de l'equip sobre l'activitat. En aquest aspecte cal destacar que, malgrat la feina que comporta al llarg del quadrimestre desenvolupar un prototip dintre de l'assignatura, l'estudiantat veu de forma molt positiva el fet de fer una feina d'aquest tipus. **És important tenir en compte aquestes opinions, ja que reflecteixen “en calent” punts importants com, per exemple, si l'activitat és massa complexa, es necessita massa temps per portar-la a terme, etc.**

- L'opinió de l'estudiantat mitjançant una enquesta interna de l'assignatura, als quals, entre altres punts d'interès de l'assignatura (grau de dificultat de la matèria teòrica o dels exàmens teòrics, etc.), se'ls pregunta també sobre l'AD portada a terme.
- La mateixa opinió del professorat de l'assignatura. En aquest punt cal destacar dos aspectes: **(1)** La forta dedicació que cal del professorat fer la retroacció de l'activitat portada a terme en l'assignatura. **(2)** La bona acollida que l'activitat té com a eina activa d'aprenentatge. L'activitat no només serveix entre el professorat per motivar i engrescar l'estudiantat, sinó també per involucrar més el professorat en el procés d'aprenentatge dels seus estudiants.

---

## Plans de millora contínua

Com s'ha comentat prèviament, les eines de recollida d'informació sobre l'activitat han estat diverses, tant per avaluar l'activitat desenvolupada pels estudiants com l'activitat mateixa. Cal destacar, però:

- La comprovació experimental del muntatge físic implementat.
- L'informe tècnic presentat per l'equip de treball.
- La presentació oral davant del professorat de com funciona i com s'ha desenvolupat el prototip implementat, així com les respostes dels membres que formen l'equip a les preguntes fetes, tant pel professorat de l'assignatura com per la resta de companys de classe.
- L'opinió de l'estudiantat, tant “de viva veu” com mitjançant la recollida d'enquestes internes escrites. En acabar l'experiència, especialment el dia de la presentació del prototip, es pregunta l'opinió particular de l'equip sobre l'activitat. A més, a l'enquesta escrita, entre altres punts d'interès de l'assignatura (grau de dificultat de la matèria teòrica o dels exàmens teòrics, etc.), se li pregunta també sobre l'AD portada a terme.
- L'opinió del professorat de l'assignatura.

## Pla de millora portat a terme durant els darrers quadrimestres

Cal destacar els punts següents:

- Durant el curs passat, 2012-2013, s'hi ha afegit la presentació de l'informe tècnic. Durant les primeres vegades que s'ha portat a terme la bona pràctica docent, aquest informe no se li demanava a l'estudiantat, però el professorat ha vist que és necessari perquè els primers tinguin un document final que pugui recollir aquella informació que té una rellevància especial en l'activitat (explicació del funcionament del disseny, càlculs teòrics, esquemes electrònics, llistat de materials i components utilitzats, resultats de simulació i experimentals, etc.).
- Durant aquest curs 2013-2014, s'ha afegit la presentació a l'inici de l'activitat (setmana 5) d'una temporització al llarg del quadrimestre (és a dir, un **diagrama de Gantt**), que permeti al professor, però, especialment, als membres que formen l'equip de treball, una distribució coherent de la càrrega i la feina que s'ha de fer.
- El professorat també pensa que els ET haurien de presentar a l'aula de teoria els seus treballs en forma de presentació oral (fent servir transparències), en forma de classe magistral, similar a una presentació en un congrés. Això comporta un problema logístic important des del punt de vista del temps disponible, ja que, en general, el nombre d'equips que hi ha és, aproximadament, d'uns 21-22, cosa que obliga a fer les presentacions en diferents dies i, segurament, ja acabats els exàmens finals del quadrimestre.
- En un futur, es vol que els diferents ET rebin les especificacions de dissenys de diferents projectes; és a dir, que cada equip realitzi un projecte diferent. D'aquesta manera, cada equip desenvoluparà un prototip que complirà una funcionalitat diferent. Això farà que la presentació oral pugui ser més enriquidora, ja que, a la resta d'estudiants, se'ls estarà presentant aplicacions reals diferents de les que ells han treballat i desenvolupat.
- En qualsevol cas, com ja hem comentat prèviament, és important tenir en compte sempre l'opinió de l'estudiantat, ja que reflecteix aspectes molt importants que cal tenir en compte (si l'activitat és massa complexa, necessita massa temps per portar-la a terme, etc.).

## Referències

- [1] H. Martínez. “Información de la Asignatura de Electrónica Analógica (EA-EIA – 820222). Moodle de l’assignatura (Atenea). <http://atenea.upc.edu/moodle/course/view.php?id=12565> (accés el 15 de nov. de 2013).
- [2] H. Martínez, J. Domingo, A. Grau, i J. Gámiz. “La Introducción de la No Presencialidad en la Enseñanza de la Electrónica Analógica para Estudiantes de Electrónica Industrial”, *Actes del XII Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas (XII CUIEET–2004)*, Barcelona, Espanya, 26 juliol de 2004, pàg. 71 (ISBN: 84-688-6913-9).
- [3] H. Martínez, J. Domingo, A. Grau, i J. Gámiz. “Innovación en la Enseñanza de la Electrónica de Adquisición de Datos y Control para Estudiantes de Electricidad Industrial”, *Actes del XII Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas (XII CUIEET–2004)*, Barcelona, Espanya, 26 juliol de 2004, pàg. 72 (ISBN: 84-688-6913-9).
- [4] H. Martínez, J. Domingo. “Sustitución del Examen Individual Mediante una Actividad de Aprendizaje Cooperativo en la Enseñanza de la Electrónica Analógica”, *Actes de la Jornada IV Jornada sobre Aprendizaje Cooperativo (IV–JAC’04)*, Girona, Espanya, 2 juliol de 2004, pàg. 117-120 (ISBN: 84-688-7207-5). <http://giac.upc.es/JAC10/04/JAC04-HMG.htm> (accés el 15 de nov. de 2013).
- [5] H. Martínez, J. Domingo, i B.F. Giraldo. “El Temario Adaptativo como Herramienta de Trabajo en Grupo y Motivación del Estudiante de Ingeniería en Electrónica Industrial”, *Actes de la Jornada X Jornada sobre Aprendizaje Cooperativo (X–JAC’10)*, Barcelona, Espanya, 2 de juliol del 2010, pàg. 79-88 (ISBN: 978-84-7653-480-9). [http://giac.upc.es/JAC10/10/10%20Comunicaci%F3n%20Herminio%20X%20JAC\\_.pdf](http://giac.upc.es/JAC10/10/10%20Comunicaci%F3n%20Herminio%20X%20JAC_.pdf) (accés el 15 de nov. de 2013).
- [6] H. Martínez, J. Domingo. “Aprendizaje Cooperativo: La Sinergia entre la Teoría y la Práctica en la Enseñanza de la Electrónica de Adquisición de Datos y Control para Estudiantes de Electricidad Industrial”, *Actes de la Jornada V Jornada sobre Aprendizaje Cooperativo (V–JAC’05)*, Bilbao, Espanya, 27 de juny del 2005, pàg. 109-113 (ISBN: 84-689-2640-X). <http://giac.upc.es/JAC10/05/JAC05-HMG.htm> (accés el 15 de nov. de 2013).
- [7] H. Martínez, J. Domingo. “Aprendizaje Cooperativo y ‘Entregables’: el Paradigma de la Evaluación Continua en la Universidad”, *Actes de la Jornada VI Jornada sobre Aprendizaje Cooperativo (VI–JAC’06)*, Barcelona, Espanya, 7 de juliol del 2006, pàg. 51-58 (ISBN: 84-689-9591-6). [http://giac.upc.es/JAC10/06/A2\\_T5\\_HerminioMartinez.mht](http://giac.upc.es/JAC10/06/A2_T5_HerminioMartinez.mht) (accés el 15 de nov. de 2013).
- [8] J. Domingo; H. Martínez; B.F. Giraldo, i M. Pilar Almajano. “El Falso Puzzle”, *Actes de la Jornada IX Jornada sobre Aprendizaje Cooperativo (IX–JAC’09)* i *II Jornada sobre Innovación Docente*, Almería, Espanya, 9 de juliol del 2009, pàg. 285-288 (ISBN: 978-84-692-3661-1). [http://giac.upc.es/JAC10/09/Doc\\_El\\_Falso\\_Puzzle\\_FIN%5B1%5D.pdf](http://giac.upc.es/JAC10/09/Doc_El_Falso_Puzzle_FIN%5B1%5D.pdf) (accés el 15 de nov. de 2013).
- [9] J. Domingo, M. Pilar Almajano, H. Martínez, i J. Segura. “El Aprendizaje Cooperativo 2.0”, *Actes de la Jornada X Jornada sobre Aprendizaje Cooperativo (X–JAC’10)*, Barcelona, Espanya, 2 de juliol del 2010, pàg. 109-116 (ISBN: 978-84-7653-480-9). <http://giac.upc.es/JAC10/10/13%20Comunicaci%F3n%20AC2.0%20JDom.pdf> (accés el 15 de nov. de 2013).

# L'E-PORTAFOLI DE L'ESTUDIANT EN LA FASE INICIAL

PDI responsable de la bona pràctica  
Antoni Pérez-Poch

Membres de l'equip  
que l'ha desenvolupat i aplicat

Samir Kanaan  
Noelia Olmedo

Óscar Ferrerons

Titulació o titulacions en què  
s'ha realitzat la bona pràctica, i nivell (1r curs, ...)

Grau en Enginyeria Biomèdica - 1r curs  
Grau en Enginyeria de l'Energia - 1r curs  
Grau en Enginyeria Electrònica Industrial i Automàtica - 1r curs  
Grau en Enginyeria en Química - 1r curs  
Grau en Enginyeria Elèctrica - 1r curs  
Grau en Enginyeria Mecànica - 1r curs

Assignatura o assignatures  
i tipologia (obligatòria, optativa, ...)

Informàtica - Obligatòria

Expressió Gràfica - Obligatòria

Àmbit de coneixement UPC  
Enginyeries Industrials

Alumnat implicat i grups

720 estudiants

(Informàtica - 6 grups de teoria i problemes, 24 grups de laboratori - uns 340 alumnes; Expressió Gràfica a l'Enginyeria - 4 grups de teoria i problemes, 24 grups de laboratori - uns 380 alumnes).

Trajectòria/recorregut

7 anys acadèmics

(sense comptar el curs acadèmic actual 2013-2014)

---

## Resum

En aquest treball es presenta l'ús del dossier o portafoli de l'estudiant en la docència de dues assignatures de fase inicial dels graus de l'àmbit de l'Enginyeria Industrial que s'imparteixen a l'Escola Universitària d'Enginyeria Tècnica Industrial de Barcelona (EUETIB). L'ús del dossier de l'estudiant com a eina d'aprenentatge actiu ha estat utilitzada amb èxit en nombrosos contextos. Les pràctiques no són una part aïllada de la matèria, sinó que són l'activitat clau que canalitza els esforços dels alumnes i del professorat per aconseguir els objectius docents. El dossier electrònic (e-portafoli) de laboratori permet que l'alumne aprengui, anant més enllà d'elaborar una mera recopilació d'exercicis realitzats. Les activitats a l'aula donen suport a la compartició del coneixement i afavoreixen la retroacció contínua. Per comprovar els resultats de l'aplicació d'aquesta tècnica s'ha realitzat un estudi a partir de la recopilació de dades referents a la docència amb l'e-portafoli. L'estudi s'emmarca en els objectius del GtPOE del projecte RIMA de la UPC. En conclusió, la inclusió de l'e-portafoli en la docència contribueix a la millora de la motivació i és un factor rellevant en la millora de la qualitat docent.

---

## Paraules clau

Dossier de l'estudiant  
(portafoli)

Metodologia activa

Qualitat docent

## Presentació

El repte d'aquesta innovació i, al seu torn, el seu valor per a la titulació suposa incorporar metodologies actives com és l'e-portafoli en la fase inicial, per afavorir l'aprenentatge individualitzat i continu dels objectius d'aprenentatge. L'e-portafoli ha estat incorporat en grups reduïts i assignatures optatives de cursos superiors a la UPC, però difícilment es troben referències del seu ús sistemàtic en assignatures troncales i bàsiques. Els alumnes completen el seu e-portafoli mitjançant una plantilla, amb enllaços als recursos. Té també una funció sumatòria. L'avaluació contínua del treball es realitza amb la revisió contínua del dossier. Els exercicis de lliuraments posteriors són avaluats novament per comprovar si l'alumne els ha millorat. Aquesta tècnica afavoreix la millora contínua i la implicació de l'alumne. Hi ha una guia docent amb planificació setmanal de les assignatures. El dossier serveix com a eina de valoració dels coneixements adquirits (avaluació contínua). L'avaluació de l'e-portafoli es realitza a través d'Atenea i està integrada en l'activitat quotidiana de l'alumne. En l'assignatura Expressió Gràfica segueixen un guió semblant. Els resultats de les enquestes SEEQ (Student Evaluations of Educational Quality) i el rendiment acadèmic són incorporats a la coordinació del proper curs, amb recomanacions. Els resultats són objecte d'anàlisi i publicacions.



Figura 1: Logotip del Grup de Treball en el Portafoli de l'Estudiant

Es compta amb l'experiència del grup d'interès Grup de Treball en el Portafoli de l'Estudiant (GtPOE) del projecte Recerca i Innovació en Metodologies d'Aprenentatge (RIMA) de la UPC, del qual és cocoordinador el professor responsable d'aquesta bona pràctica.

### Context de l'experiència

Les assignatures són bàsiques i troncal, i Informàtica és terminal. L'e-portafoli no és una activitat de laboratori, les activitats estan integrades en la docència de teoria i problemes. La inclusió de tècniques com és l'e-portafoli en la fase inicial està poc estudiada i el seu impacte en el rendiment de la titulació pot ser molt important, ja que és crític que l'alumne mitjà superi aquesta fase i es motivi pels seus estudis. La pràctica aquí mostrada té interès tant en relació amb la qualitat docent que rep l'alumne, com en relació amb la institució, pel seu valor en el rendiment de la fase selectiva.

### Trajectòria de l'activitat realitzada

A Informàtica es realitza l'activitat i s'han recollit de forma sistemàtica les dades de les notes obtingudes pels alumnes des del curs 2006-2007 fins a l'actual. Per a cada quadrimestre hi ha un mínim de dos grups que utilitzen el dossier i un mínim de quatre grups de control que no l'utilitzen. A partir del curs 2012-2013 s'hi ha incorporat l'assignatura Expressió Gràfica. Les assignatures estan molt pautaades tant pel que fa a objectius com pel que fa a les activitats setmanals que s'han de dur a terme. Els alumnes disposen de la guia docent, en la qual estan especificades les activitats i els objectius d'aprenentatge. En total, la trajectòria d'aquesta experiència és de 7 anys, sense comptar el curs acadèmic actual 2013-2014.

### Situació de partida que es pretén millorar

En les enquestes SEEQ s'obté una valoració positiva, encara que és difícil motivar els alumnes. La programació és una activitat abstracta i feta amb algorismes bàsics i acadèmics. Es pretén millorar la proactivitat dels alumnes i la seva motivació envers l'adquisició de tècniques de programació. La motivació i aconseguir que els alumnes realitzin els exercicis de programació setmanalment és una cosa que es pretenia millorar significativament, i l'e-portafoli ha estat una eina fonamental. A més, s'ha ampliat la implantació de l'e-portafoli en aquesta fase inicial amb l'estudi del seu impacte en l'assignatura Expressió Gràfica a l'Enginyeria en el curs 2012-2013.



### Rellevància de la pràctica presentada

Considerem que aquest treball és rellevant perquè permet valorar per primera vegada la millora de la qualitat docent en la fase inicial, a causa de la inclusió de la tècnica de l'e-portafoli. El nombre de dades recollides sistemàticament i una metodologia rigorosa han donat robustesa a aquestes conclusions. No hi ha estudis similars amb dades sistemàtiques recollides durant un període de temps tan llarg en les universitats espanyoles. S'ha demostrat que amb l'e-portafoli es millora la motivació dels alumnes en la fase inicial, els quals tenen un rendiment acadèmic elevat i un grau de satisfacció mesurat amb enquestes estandarditzades. L'experiència es pot adaptar fàcilment a altres titulacions.

---

### Planificació de la bona pràctica i descripció de les activitats que s'han dut a terme

En l'assignatura Informàtica els alumnes segueixen un pla de treball definit pel professor i completen el seu e-portafoli mitjançant una plantilla, amb enllaços als recursos. Hi afegeixen les tasques de programació setmanals, els enllaços que consulten i els programes que realitzen. El treball es completa amb un llistat d'errors freqüents de programació. Aquesta llista pretén ser alhora formativa i avaluativa. Els alumnes han de ser capaços de detectar els propis errors de programació, resoldre'ls i documentar-los per fer-ne la referència posteriorment. Durant les sessions hi ha períodes de temps breus que indica el professorat durant els quals els alumnes poden comparar les seves solucions i discutir quina és la millor. S'ha de tenir en compte que en l'àmbit de la programació moltes vegades es tracten problemes de disseny algorítmic que es poden resoldre de diverses maneres. D'aquesta manera, hi ha una participació activa de l'alumne en construir el propi dossier de treball i no es limita a una mera recopilació de dades. A més, els problemes realitzats en les pràctiques són del mateix tipus que els que es proposen en els controls de teoria de l'assignatura, de manera que el temps dedicat a fer-los és temps efectiu d'estudi de l'assignatura.

A la primera sessió l'alumne o alumna ha de començar omplint una introducció pautada de l'e-portafoli. En aquesta presentació de format pautat, l'alumne es presenta, reflexiona sobre els seus coneixements previs de programació i expressa les seves expectatives respecte de les pràctiques de laboratori. Al final del quadrimestre es demana que tanquin l'e-portafoli amb les conclusions. Aquestes conclusions suposen una autoreflexió sobre el procés d'aprenentatge que ha seguit l'alumne. Més que una qualificació es demana que responguin si, comparat amb la introducció inicial, ha complert les seves expectatives i en quina mesura l'e-portafoli l'ha ajudat en les tasques d'aprenentatge.



Figura 2: El docent té un rol més motivador que no pas expositiu.

L'e-portafoli compleix també una funció sumatòria. L'avaluació contínua del treball es realitza amb la revisió contínua del dossier. El professor o professora recull electrònicament el dossier, el corregeix i hi afegeix recomanacions per millorar-lo. Els exercicis de lliuraments posteriors són avaluats novament per comprovar si l'alumne els ha millorat. La nota és recuperada en funció que l'alumne demostrï que ha esmenat les deficiències anteriors en el seu dossier. En cas de dubte per possibles còpies entre sessions, el professor entrevista l'alumne i comprova que està seguint

l'assignatura correctament. Aquesta tècnica afavoreix la millora contínua i la implicació de l'alumne o alumna en el propi aprenentatge.

Durant el curs 2009-2010 s'ha implantat el pla d'estudis de l'espai europeu d'educació superior (EEES) a l'EUETIB. L'assignatura es manté en el pla d'estudis com a obligatòria de fase inicial, amb un nombre de crèdits ECTS equivalent fins a l'actualitat. La metodologia i el temari són equivalents a l'assignatura del pla antic.

La forma de treballar en l'assignatura Expressió Gràfica és pràcticament la mateixa.

Per introduir aquestes activitats es compta amb alguns professors i professores de cada assignatura que coordinadament implementen l'e-portafoli en les seves classes. Alguns professors, per contra, no seguiran aquesta tècnica i els seus grups s'anomenen en aquest estudi *grups de control*. Sempre és necessària la tasca de coordinació del responsable de cada assignatura.

Aquesta tècnica s'ha introduït a cost zero, sense necessitat d'utilitzar altres recursos addicionals. L'únic que es necessita és una aula d'informàtica amb ordinadors suficients perquè cada alumne treballi individualment.

---

## Avaluació i resultats

S'han recollit sistemàticament dades del rendiment acadèmic de l'alumnat, la procedència, la nota de tall d'entrada i la valoració de l'assignatura mitjançant l'enquesta estandarditzada SEEQ [16] per a cada un dels cursos esmentats. De l'anàlisi de les dades recollides s'extreu que en els apartats de Motivació per a l'aprenentatge i Interacció amb el grup de l'enquesta SEEQ hi ha una diferència significativa entre el grup de control i la resta de grups de tardor ( $p < 0,05$ ). Aquest resultat mostra que podem acceptar la hipòtesi no nul·la que hi ha un 95 % de probabilitats que les diferències de resposta entre els grups amb metodologia activa i grup de control no es deuen a l'atzar. La millora entre les mitjanes dels apartats va de 2,3 a 4,1 en Aprenentatge (grup de control vs. grup amb e-portafoli). Anàlogues diferències hi ha en comparar els grups de control de primavera amb la resta de

grups de tardor ( $p < 0,05$ ). D'aquestes dades concloem que la introducció d'aquestes estratègies augmenta de forma significativa la motivació per l'aprenentatge, però no la resta de factors.

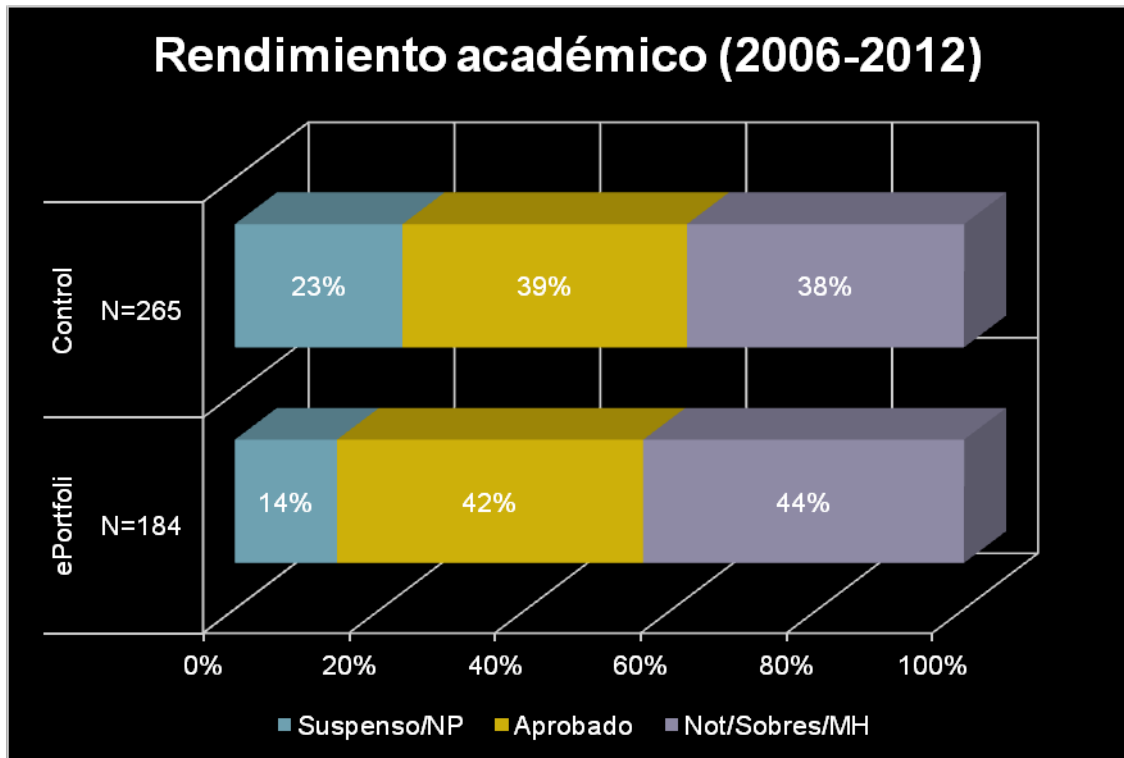


Figura 3: El rendiment acadèmic millora en els grups que fan servir la tècnica de l'e-portafoli.

No es troben diferències significatives, en cap apartat, entre els resultats de l'enquesta si comparem els grups de tardor amb els de primavera. Hem d'acceptar la hipòtesi nul·la que la satisfacció per la docència rebuda no depèn que la docència es faci en condicions d'aula massificada o d'aula no massificada però amb majoria d'alumnes repetidors.

El grau global de satisfacció per la qualitat de l'ensenyament rebut és satisfactori ( $3,8 \pm 0,3$  en una escala que va de l'1 (molt insatisfactori) al 5 (molt satisfactori)), resultat obtingut fent la mitjana dels ítems "Visió general" de l'enquesta per a tots els alumnes enquestats.

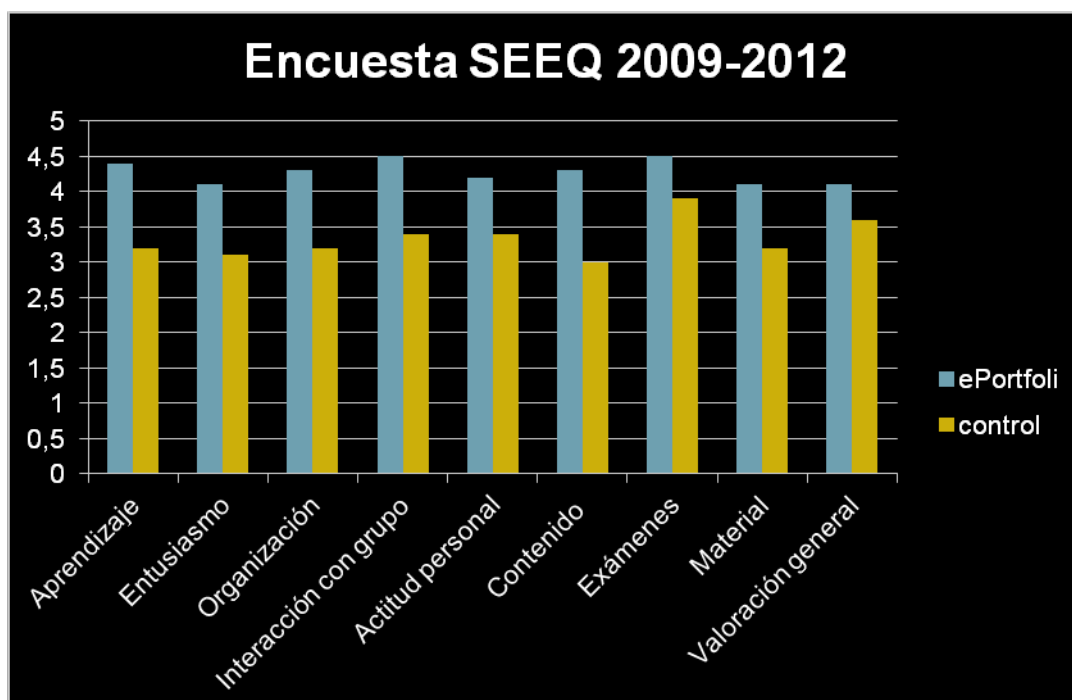


Figura 4: Alguns resultats de les enquestes docents SEEQ separats per apartats.

S'ha realitzat una anàlisi de regressió multifactorial entre els resultats acadèmics obtinguts en l'assignatura i els factors del model de dependència lineal esmentats en l'apartat anterior. Quan un alumne no s'ha presentat a cap acte d'avaluació durant el curs, se n'ha comptabilitzat el rendiment acadèmic com a zero dins de l'estudi. Els resultats més rellevants es mostren a la taula 1 per a l'assignatura Informàtica (EEES i preEEES).

La dependència més forta es correspon amb la qualificació d'accés i constitueix clarament el predictor més important dels resultats acadèmics de l'alumne en el cas de l'assignatura Informàtica.

La mateixa anàlisi, prenent com a variable dependent aprovar o suspendre l'assignatura, o el nombre d'anys emprats per l'alumne a acabar la titulació, si supera la fase inicial, no va donar altres resultats significatius. Els resultats numèrics per a l'assignatura Informàtica es mostren a continuació amb la variable dependent "nota final d'Informàtica" (taula 1).

Var. independents	$\beta$	E. T.	Sig.
Nota d'accés	0,7421	0,223	0,234
Procedència	-0,145	0,126	0,256
E-portafoli	0,546	0,289	0,385
Tardor/primavera	0,0781	0,004	0,356

Taula 1: Model de regressió multifactorial: Informàtica

El factor predominant que prediu el rendiment acadèmic en la fase inicial és la nota d'accés, per sobre de la procedència de l'alumne, o la metodologia docent emprada. No obstant això, la inclusió de l'e-portafoli és el segon factor predominant que explica una millora significativa en el rendiment acadèmic i la motivació per l'aprenentatge dels alumnes.

En conclusió, tot i que la nota d'accés és el factor predominant en el rendiment, la implantació de l'e-portafoli millora significativament la qualitat docent en la fase inicial.

## Plans de millora contínua

Les enquestes SEEQ es passen cada quadrimestre a cadascun dels grups. Amb aquestes enquestes obtenim més dades per a l'estudi, informació qualitativa sobre la percepció de l'alumne pel que fa al procés d'ensenyament-aprenentatge. Els resultats, juntament amb la valoració del resultat acadèmic, ens permeten veure en quin àmbit de l'actuació docent cal una actuació.

Com a línies de futur treball esmentarem la realització de treballs cooperatius, ajuntant els dossiers de diferents alumnes en grup, i la valoració de diferents plataformes en línia de la cartera de l'estudiant. Així mateix, estem oberts a estendre aquesta pràctica a altres assignatures d'altres titulacions o universitats.

## Referències

- [1] A. Pérez-Poch, F. Sánchez, D. López, N. Salán 'Análisis multifactorial de la aplicación del e-portafoli sobre la calidad docente'. Actas de la Jornada JID-RIMA 2012, consultat el 18/10/2013 en: <http://goo.gl/MdC2B>
- [2] Valero-García, M.: "Cómo conseguir que los alumnos hagan más ejercicios". Actas de las VIII JENUI. Cáceres 2002. Pàg. 343-349.
- [3] Felder, R.; Brent, R.: "Effective strategies for cooperative learning". J.Cooperation & Collaboration in College Teaching. 10 (2): 69-75, 2001.
- [4] García, R.; Traver, J. A; Candela, I.: "Aprendizaje cooperativo: fundamentos, características y técnicas". Editorial CCS. Madrid, 2001.
- [5] Abrami, P. C.: "SEEQing the truth about student ratings of instruction". Educational Researcher, 43, 43-45.1989.
- [6] Virgós Bel, F.; Pérez-Poch A.: "Un modelo para aplicación sistemática de aprendizaje cooperativo". Actas de las VIII JENUI. Cáceres 2002. Pàg. 99-106.
- [7] Mas-Estellés, J, et al.: "Rendimiento académico de los estudios de Informática en algunos centros españoles". Actas de las XV JENUI. Barcelona 2009. Pàg. 5-12.
- [8] Tovar, M.; Soto, O.; Romero, C; "Estudio de rendimiento en asignaturas de primer curso en una titulación de Ingeniería en Informática". Actas de las XV JENUI. Barcelona 2009. Pàg. 13-20.
- [9] Mas-Estellés, J. et al.: "Estudio de la influencia sobre el rendimiento académico de la nota de acceso y procedencia (COU/FP) en la E. U. de Informática." Actas de las VIII JENUI. Cáceres 2002. Pàg. 197-204.
- [10] Dualde, B. et al.: "Estudio comparado del rendimiento de los alumnos de primer curso procedentes de COU frente a los alumnos procedentes de FP". Actas de las IV JENUI. Sant Julià de Lòria 1998. Pàg. 210-217.
- [11] Pérez-Poch, A.: "Aprendizaje Activo y Cooperativo. ¿Qué hemos aprendido de analizar su impacto en la calidad docente?". Actas del VI CIDUI, Barcelona, 2010.
- [12] Dysthe O., and Engelsen K. (2007). Variations in Higher Education Portfolio Assessment. Norway Opening Universities, Consultat el 1.6. 2012 de:  
<http://norgesuniversitetet.no/filearchive/Dysthe-Engelsen.pdf>
- [13] Marche H., Roche L. (1994). The use of Sudents' Evaluations of University Teaching to Improve Teaching Effectiveness. Consultat el 20.5.2012 de:  
[https://sarate.upc.es/upc/ICE/BBDD/profi.nsf/files/informe\\_Marsh.htm/\\$file/informe\\_Marsh.htm](https://sarate.upc.es/upc/ICE/BBDD/profi.nsf/files/informe_Marsh.htm/$file/informe_Marsh.htm)

[14] Ponsa, P., Amante B., Román, J. A., Oliver, S., Díaz M., Vives J. (2009). Higher Education challenges: Introduction of active methodologies in Engineering Curricula. *International Journal of Engineering Education*. 25 (4), 799-813.

[15] Poyatos. C., Allan C. (2005). Higher education in a changing world. *Research and Development in Higher Education*, 28, 388-399

[16] SEEQ: Enquesta de satisfacció. Institut de Ciències de l'Educació UPC. Consultat el 20 de maig de 2013 de:

[http://www.upc.edu/ice/portal-de-recursos/eines\\_i\\_recursos/eines-upc/enquesta-de-satisfaccio-seeq](http://www.upc.edu/ice/portal-de-recursos/eines_i_recursos/eines-upc/enquesta-de-satisfaccio-seeq)



## DEBATS VIA TWITTER

PDI responsable de la bona pràctica  
Joan Domingo Peña

Membres de l'equip  
que l'ha desenvolupat i aplicat

Joan Segura Casanovas  
José Luís Durán Moyano

Antoni Grau Saldes  
Yolanda Bolea Monte

Titulació o titulacions en què  
s'ha realitzat la bona pràctica, i nivell (1r curs, ...)

Grau en Enginyeria Elèctrica – 2n curs  
Grau en Enginyeria Química – 2n curs  
Grau en Enginyeria Mecànica – 2n curs  
Grau en Enginyeria Biomèdica – 2n curs  
Grau en Enginyeria de l'Energia – 2n curs  
Grau en Enginyeria Electrònica i Automàtica – 2n curs

Assignatura o assignatures  
i tipologia (obligatòria, optativa, ...)  
Control Industrial i Automatització - Obligatòria

Àmbit de coneixement UPC  
Enginyeries Industrials

Alumnat implicat i grups  
450 estudiants

Trajectòria/recorregut  
2 anys acadèmics

---

## Resum

Es presenta una experiència de debat entre estudiants, tutelat pel professorat. Els debats a l'aula són una metodologia activa que, malgrat les seves virtuts, habitualment genera poca participació i que està força concentrada en uns quants estudiants. En aquest fet influeixen diversos factors i el resultat global no és sempre satisfactori. L'experiència que s'ha realitzat consisteix en debats mitjançant una xarxa social al llarg d'uns quants dies cada curs. Amb això s'obté una elevada participació, propera al 100 %, alhora que d'aquest debat deriven situacions que es poden tractar, ja en temps presencial, de forma més completa.

S'ha realitzat aquesta experiència al llarg de dos cursos amb un total d'uns 450 estudiants i el resultat ha estat altament satisfactori. El text que segueix exposa les bases d'aquest sistema de treball així, com els elements per fer-ne l'anàlisi.

---

## Paraules clau

Debat dirigit

Tecnologies de la  
informació i la  
comunicació (TIC)

Xarxes socials

---

## Presentació

La nostra experiència ha estat negativa quan hem intentat posar en marxa debats a l'aula. Preguntar als estudiants què opinen sobre algun fet controvertit normalment suposa que uns quants estudiants capitalitzin les intervencions i que els altres assisteixin a un intercanvi d'opinions entre uns quants estudiants o entre aquests i el professor o professora.

Els debats són d'un gran interès perquè proporcionen als estudiants la possibilitat d'establir una opinió, defensar-la en públic, criticar les opinions dels altres, sense confondre les opinions expressades amb les persones que les expressen (no és igual dir "estic en desacord amb el que dius" que dir "això que dius és absurd" o "això és una ximpleria"), expressar-se correctament (una competència que es desenvolupa amb els debats és l'expressió oral), intervenir en els debats, raonar de manera crítica, etc. En els debats escrits mitjançant una xarxa social o un fòrum públic, com és el cas, també es desenvolupa la competència de l'expressió escrita, especialment si és una plataforma tipus Twitter, en la qual el nombre de caràcters està restringit a 140 (120 si hi ha un enllaç a una pàgina web). Cal cercar les millors frases per dir allò que es vol dir sense posar-hi "palla". Tanmateix, cal que l'estudiant o estudianta tingui una certa competència en l'ús de les tecnologies de la informació i de les comunicacions, TIC, en el sentit que cal que se sàpiga desenvolupar en un entorn de xarxa social.

No obstant això, tot i que en la intenció del docent obren aquests elements, en el debat públic a la classe no s'aconsegueix pràcticament mai l'objectiu que se cerca, que, en el fons, consisteix en la presa de consciència davant una situació controvertida o que pot tenir més d'una solució o punt de vista, per tal de presentar als estudiants una manera d'enfrontar-se a aquests casos.

Coincidim amb [2] que es fa necessari reiterar la importància que té el debat com a pràctiques en l'àmbit acadèmic per a l'enfortiment dels aprenentatges i, fins i tot, com a experiència de preparació cívica per a una ciutadania més conscient, més

crítica i més protagonista. Aquesta és també una competència important, la del raonament crític.

---

## **Planificació de la bona pràctica i descripció de les activitats que s'han dut a terme**

[1, 3, 5, 6 i 7], entre d'altres, exposen que, per fer debats, cal que s'estableixin dos grups que prenguin posicions contràries sobre un mateix i únic tema; en el nostre cas hem establert que cada persona ha de tenir la seva pròpia opinió sense que hi hagi exposició prèvia de dues o més possibles posicions oposades, i ja que aquestes fites no estan subjectes a aquest cas, no es tracta de defensar posicions contràries sinó d'establir els elements que poden ser causa de la situació que es debat. Normalment, prenem una notícia de premsa d'un accident laboral i demanem quines han estat, a criteri de cadascú, les possibles causes.

Seguint [1] i establint ajustos respecte de les seves tesis relatives a la dinàmica en aprenentatge col·laboratiu suportat per ordinador, algunes de les característiques del debat que hem estat plantejant són les següents:

- a) El professor o professora no intervé com a coordinador o moderador de la sessió, ja que deixa que el debat es desenvolupi pels propis circuits i hi intervé només si s'ometen alguns elements d'interès o si observa que alguna de les aportacions estan en una línia incorrecta que pot fer derivar el debat cap a camins que no interessin. No obstant això, en ser un espai de debat en una xarxa social, el professor o professora no coordina ni modera ni estableix torns d'intervenció, sinó que deixa l'espai lliure a les intervencions.
- b) Cada estudiant o estudianta ha de tenir un coneixement sòlid referent a l'assumpte que es tracta, idealment han de ser experts en aquest contingut o, si més no, haver llegit i reflexionat sobre el tema que es posa a debat. Per això, el professor o professora ha de proveir els estudiants, prèviament al debat, de la informació que els calgui per poder tenir una opinió raonada i raonable.

- c) El debat ha de respondre a una durada cronològica establerta i prèviament comunicada, a fi que tots els estudiants tinguin temps de participar, com a mínim, una vegada en el debat.
- d) El tema es tracta sense embuts, al·ludint directament a l'assumpte que els reuneix per debatre, ja que només es disposa de 140 caràcters en cada intervenció i no es poden establir opinions que superin aquest espai argumental encadenant tuits.
- e) Si un estudiant o estudianta no té cap aportació nova per formular, cal que, com a mínim, s'adhereixi a una o més opinions de les expressades pels seus companys. No és acceptable que un estudiant o estudianta no hi participi; si més no ha d'expressar el seu suport a opinions que hagin estat publicades per algun o alguns dels seus companys.
- f) En el debat, els participants han de fer intervencions breus i no monopolitzar-lo, no han de reiterar les idees d'altres, encara que sigui amb el propòsit de donar més força a l'opinió anterior i, fonamentalment, s'ha d'evitar atacar les persones tot i que es consideri que el seu argument no és rellevant o és poc sòlid.
- g) La sessió finalitza amb un tancament o conclusió per part del professor o professora, que resumeix les diferents postures i convida els participants a formar una opinió final pròpia sobre el tema, tenint en compte els arguments que han aparegut al llarg del debat. En ser un debat virtual, el professor o professora ha de recollir tots els tuits, processar-los i presentar-los als estudiants de forma clara, a fi que pràcticament en un minut puguin veure quin ha estat el resultat del debat; en aquest mateix resum hi ha d'haver elements de síntesi conduents a un aprenentatge superior a l'inicial o al que s'ha obtingut al llarg del debat.

La darrera vegada que s'ha fet aquesta experiència, ha estat amb 6 grups d'uns 45 estudiants cadascun, de mitjana. 4 d'aquests grups tenen docència al matí i 2 a la

tarda. S'ha establert per a cada grup un debat diferent (un accident diferent) sobre un tema comú (un accident laboral causat pel treball amb màquines). En tractar-se d'una assignatura que s'imparteix per a totes les titulacions d'enginyeria del centre, tots els estudiants han de passar, abans o després, per aquesta assignatura que versa sobre control industrial i automatització.

Un dels elements més importants d'aquesta matèria és la seguretat de les persones que tracten amb maquinària i equips automàtics, de manera que es trien temes reals relacionats amb la seguretat. La font, habitualment, són les notícies publicades a la premsa o als webs en relació amb accidents laborals amb resultat de mort.

Normalment aquests accidents estan relacionats amb avaries i l'objectiu del debat és la presa de consciència dels estudiants pel que fa a no estalviar cap element de seguretat en el disseny de sistemes automàtics, de manera que l'ètica ha de prevaler en qualsevol cas sobre els costos i, per tant, és una competència que cal desenvolupar.

En tractar d'exemples reals que han afectat la vida de persones, de famílies i de la reputació de les empreses (tant de les propietàries dels equips que han fallat com de les que els van dissenyar), els estudiants no s'enfronten a situacions simulades sinó a realitats. D'altra banda, les situacions a estudi, en tractar de simples notícies, no aporten informació sobre les causes tècniques de les avaries, de manera que s'obre un ventall molt ampli per poder debatre sobre les possibilitats que van provocar la situació.

La forma d'abordar el debat és no presencial, mitjançant l'ús de xarxes socials, en aquest cas Twitter, perquè possibilita la lectura de les intervencions anteriors de forma senzilla i permet aportar noves opinions o comentaris de forma relativament ràpida i des de qualsevol lloc en què es tingui una connexió a Internet, que, amb els sistemes 3G presents en els dispositius mòbils de la gran majoria dels nostres estudiants, els permet fer-ne un seguiment al minut i, si escau, intervenir-hi en qualsevol moment.

En qualsevol cas es tracta sempre d'una activitat que es desenvolupa en un màxim de tres o quatre dies a partir del moment en què es llança la proposta de debat mitjançant un correu electrònic enviat a cada estudiant o estudianta, en el qual s'adjunta un pdf amb la notícia, la font d'enllaç amb la procedència de la notícia i els detalls de com cal participar en el debat. Habitualment es demana que s'expressi una opinió en un sol tuit i que s'aportin tants tuits com siguin necessaris, sempre que facin referència a aspectes diferents, això és, no es poden enviar dos o més tuits per expressar una mateixa idea. Si no s'ha d'expressar cap opinió, senzillament es demana que el tuit digui "d'acord amb XXX" (XXX és el codi de l'estudiant que ha expressat una opinió determinada).

Cada estudiant disposa d'un codi (que estableix el professor o professora i que és el mateix durant tot el curs, que ocupa cinc caràcters i que cada estudiant o estudianta ha d'utilitzar en qualsevol activitat via Twitter per identificar-se) i el tuit té el format #hashtag; codi\_estudiant; opinió. D'aquesta manera, amb els camps separats per punt i coma serà senzill, posteriorment, recollir totes les piulades amb Excel, separar-les per camps delimitats i analitzar-les.

En tot el procés hi han intervingut 5 professors fent diferents tasques, els uns proposant i dissenyant cada cas (un cas diferent per a cada grup), altres vigilant el debat i altres recol·lectant dades, fent-ne el filtratge i presentant-ne els resultats, altres fent-ne les representacions gràfiques i, finalment, tots plegats fent-ne la valoració. Val a dir que una sola persona també pot fer-ho tot, malgrat que és cert que per a volums elevats d'estudiants porta una certa feina que, en qualsevol cas, també és perfectament assumible dins la càrrega setmanal de treball.

## Avaluació i resultats

L'anàlisi de resultats es fa per paraules clau, ja que és molt complicat fer-la mitjançant una anàlisi semàntica automàtica sense haver de llegir tots els comentaris enviats. Sens dubte, la millor manera de valorar les aportacions és llegint-les i atorgant una certa qualificació en funció del comentari expressat; però això és molt difícil quan es treballa amb 280 estudiants repartits en 6 grups i debatent sobre 6 accidents diferents (encara que comparteixin la qüestió que s'ha de debatre). Idealment, el professor o professora hauria d'estar atenent els 6 debats durant 72 hores ininterrompudament, ja que es donen 3-4 dies per debatre de manera simultània els 6 grups, cadascun amb el seu accident, cosa que, per descomptat, és inviable sense comptar amb algun sistema automatitzat de suport. Per això, el professor o professora hi intervé només si cal, després de llegir les piulades del dia.

L'anàlisi semàntica automàtica es fa seguint un criteri de qualificació de paraules, segons el seu significat; les frases no són senzilles d'analitzar de forma automatitzada a causa de la gran càrrega d'ambigüitat que hi ha en el llenguatge natural humà. Alguns enfocaments per a l'anàlisi automatitzada basats en xarxes neuronals artificials fan servir patrons de similitud que atorguen a cada frase una probabilitat, més o menys alta, que s'assembli a una frase patró; però davant situacions expressades en positiu o en negatiu, la resposta pot portar a errors notables, per exemple si el patró és "cal afegir sensors de seguretat" i la frase que s'hi ha de comparar és "no cal afegir sensors de seguretat": la similitud és molt alta encara que el significat sigui completament contrari, raó per la qual aquesta tècnica requereix també filtres complementaris per no caure en errors notables.

En aquestes aproximacions, generalment de naturalesa estadística, cal analitzar abans, manualment, les oracions i extreure'n posteriorment els patrons, amb la qual cosa es pot reunir informació sobre la freqüència amb què es donen certes construccions en un context específic (en el nostre cas, repetim, seria el de la seguretat en màquines). Llavors, els sistemes neuronals o els de màxima entropia, com ara els analitzadors reticulars gràfics, poden arribar a ser útils. En aquesta línia



i en nom de la simplificació, si en lloc de trobar construccions gramaticals es busquen paraules soltes, és possible trobar un conjunt de paraules clau; no obstant això, si es fa una anàlisi automatitzada de freqüències, el més probable és que apareguin articles, proposicions i elements gramaticals complementaris però no substantius, per la qual cosa la quantitat de soroll que s'obté en el resultat pot revertir en una sèrie relativament aclaparadora de paraules que necessàriament implicaran una feina de simplificació manual posterior.

Fent èmfasi en aquesta direcció, si es redueix el context de les frases (totes fan referència al mateix contingut o objecte), es limita el nombre de paraules per frase (usant Twitter per exemple, que limita a 140 caràcters) i, a més, s'estableixen una sèrie de paraules com a patrons en comptes d'una sèrie de frases; llavors, tot i que és un sistema d'anàlisi semàntica molt simplificat i empobrit, és més fàcil i, per tant, més possible realitzar-lo amb més èxit de manera automatitzada. Per descomptat que si per a un problema complex (com és el cas de l'anàlisi semàntica automatitzada del llenguatge natural humà) s'estableixen una quantitat de limitacions suficient, es pot convertir en un problema, si no completament senzill, sempre més tractable des d'un punt de vista de dificultat computacional.

Si bé al professor o professora no li és materialment possible fer el seguiment continu dels debats mentre es realitzen (a excepció d'intervencions esporàdiques per reconduir i dinamitzar), tal com s'ha assenyalat abans, també és difícil fer-ne la valoració quan finalitzen, ja que no es disposa de tant de temps de classe per fer una anàlisi semàntica completa de cada frase (de cada intervenció en el debat, de cada estudiant) i per això és més pràctic establir una anàlisi per paraules clau, tot i que som conscients que és una anàlisi de menys qualitat pel que fa a l'exactitud de la valoració.

Així, en descàrrec de la simplificació establerta:

- a) Els estudiants han fet la tasca, han reflexionat o han llegit les reflexions dels seus companys.
- b) S'ha aconseguit l'objectiu que es perseguia, que és prendre consciència sobre la importància de la seguretat en màquines i els aspectes que hi estan relacionats.
- c) S'ha aconseguit una participació massiva pel que fa als debats presencials a classe, en els quals, a més d'haver-hi poques intervencions, aquestes eren bastant improvisades (ara s'observa que són més reflexives).
- d) No exigeixen al professor o professora haver d'estar anotant la quantitat i qualitat de les intervencions de cada estudiant o estudianta (del qual cal saber el nom) i alhora haver d'estar pendent del debat, dinamitzar-lo i reconduir-lo si no avançava en la direcció convenient o es deixen de banda aspectes importants.
- e) Mitjançant Twitter, el professor o professora pot fer una ràpida lectura de les diferents intervencions i apuntar cap a noves direccions de debat per cobrir el ventall de possibilitats (pel que fa al cas que ens ocupa, que és la seguretat).
- f) Es pot aprofitar el temps presencial per a altres activitats que siguin més productives, atesa la poca productivitat dels debats a classe.

Els elements que han d'aparèixer en aquest tipus de debat, quant a paraules clau, són els següents: sensors, formació, redundància, imprudència, manteniment, accionaments bimanuals, aturada d'emergència, seguretat i normativa (no necessàriament en aquest ordre, ja que la seguretat depèn d'un encertat conjunt de tots aquests elements). Aquestes són algunes de les paraules que el professor o professora ha de buscar en els tuits a mesura que es desenvolupa el debat i, si n'hi troba a faltar alguna, ha d'intervenir-hi per introduir-la, perquè, si no vigila l'avenç dels debats, potser en algun dels grups no es tracta algun dels elements importants. Així mateix, considerem que és més important que aquests elements apareguin de forma natural a partir de les intervencions dels estudiants que no pas que el

professor o professora els exposi en una sessió presencial de classe clàssica, perquè els estudiants, essent els qui aporten aquests elements, senten que els coneixements adquirits i el sentit comú són dos bons companys de viatge, tant acadèmic com del seu futur professional.

Ja que per norma no s'ha de demanar cap tasca als estudiants que no sigui avaluada i comentada al més aviat possible, s'ha d'escollir la millor manera de tornar-los els resultats de la tasca subjecta a debat quan s'hagin processat les dades procedents de la xarxa social, Twitter en aquest cas. El temps de processament d'un debat com el que s'ha fet suposa unes 8 hores de feina per al professor o professora, per al conjunt dels 6 grups.

Per poder oferir retroacció als estudiants s'ha utilitzat una eina d'anàlisi reticular que representa gràficament les interaccions entre ells al llarg del debat, la densitat de participació, les paraules clau i els codis de les persones que escriuen els missatges i els dels seus seguidors (estudiants l'aportació dels quals consisteix a estar d'acord o en desacord amb les aportacions d'altres estudiants). Així mateix, s'estableix quins estudiants no han participat en el debat, ja que tots els matriculats formen part de l'univers que s'ha d'analitzar. Aquestes eines gràfiques permeten veure, de forma molt clara, la quantitat d'intervencions sobre cada paraula patró i identificar els qui les han utilitzades.

L'anàlisi reticular s'ha fet amb un software, Gephi, que permet alimentar-se de dades procedents d'Excel i és, amb aquest full de càlcul, que s'ha fet la recollida dels tuits, el procés de reducció a paraules clau i l'anàlisi semàntica de la forma simplificada que s'ha comentat en l'apartat corresponent. Gephi pot ser un sistema de representació reticular de màxima entropia si no es fa un preprocessament de la informació en brut derivada dels debats. També hi ha altres programes que fan la mateixa gestió d'anàlisi, com ara UCI-NET, entre altres.

Per reduir aquesta exhaustivitat, s'ha d'establir un procés de filtratge previ, deixant-hi només els codis dels estudiants, les paraules clau i les interaccions entre ells. El

fitxer resultant s'analitza amb un dels algorismes de representació d'interaccions disponible, en aquest cas s'ha utilitzat el Fruchterman-Reingold, un algoritme de forces dirigides que considera que entre dos nodes hi ha una determinada força d'atracció anàloga a la d'un ressort i de repulsió anàloga a una força elèctrica. La idea és reduir al mínim l'energia del sistema en moure els nodes i el canvi de les forces entre aquests nodes.

Des del punt de vista docent, cal molt poc temps de la sessió de classe següent per plantejar als estudiants la situació en els termes següents:

- Què passa si el professor projecta la notícia a l'aula i demana als estudiants que obrin un debat? Com es desenvolupa el debat? Quantes persones hi participen? Quant dura el debat? Es pren consciència real dels aspectes que es pretenen treballar amb això? Se'n deriva l'aprenentatge necessari?
- Es projecta el gràfic d'interaccions del grup en qüestió (un exemple, a la figura 1) i es comenta el resultat a partir del gràfic. En el gràfic es poden veure les interaccions, la quantitat i com hi queden disposades les paraules clau.

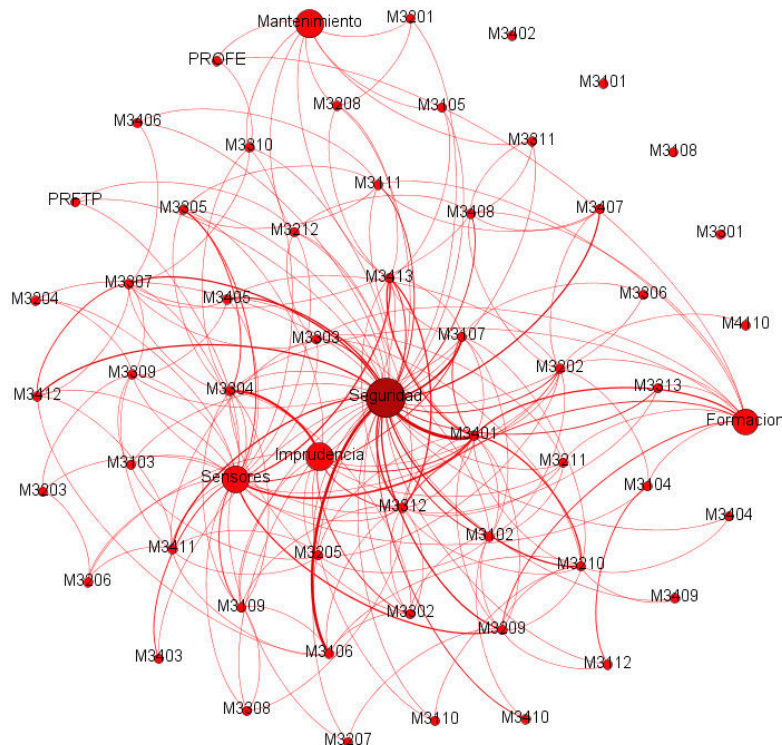


Figura 1. Exemple d'anàlisi reticular d'interaccions

- c) Es projecten, dedicant-hi menys temps, els gràfics generats per la resta de grups i s'assenyalen les petites diferències que hi pugui haver, per generalitzar el tema debatut. Al capdavall, es pretén que vegin l'assignatura com una cosa que cursen més persones, a més del seu grup.
- d) Es projecta el gràfic de conjunt de tots els debats, en el qual també apareix el que el professor al capdavall pretén, que és assenyalar els elements essencials del debat (transformats en paraules clau), i es demostra que els estudiants els han deduït a partir d'un debat.
- e) Es fa una reflexió final sobre la importància del tema i de les lliçons apreses, derivades de la tasca, i s'obre un període per abordar els temes que se n'hagin derivat (no sempre tècnics).

---

## Plans de millora contínua

Per donar una certa qualificació numèrica a cada estudiant o estudianta, s'ha establert un doble recompte: d'una banda, quants tuits ha enviat un estudiant (implicació en el debat) i, de l'altra, totes les vegades que ha estat referenciat un estudiant al llarg del debat (interès de l'aportació o controvèrsia generada per aquesta aportació). La mitjana d'aquesta doble assignació, alterada per una constant  $K$  que s'ha de determinar en cada debat, s'ha utilitzat per generar una qualificació numèrica.

No ens acaba de convèncer la manera d'assignar qualificacions a partir d'un valor de  $K$ , que cal ajustar en cada debat. Estem treballant per determinar un sistema més clar en aquest sentit. Senzillament, el criteri, no és prou clar.

S'ha utilitzat un mètode *what if* simplificat, ja que no s'arriba a tenir tanta informació per utilitzar programes com ara Top Rank o altres de similars, que analitzen quina és la sensibilitat d'un resultat a la variació de diferents paràmetres. En aquest cas s'ha pres una funció per aproximacions successives que es desvia escassament un 3 % de la qualificació que hauria atorgat el professor o professora si hagués fet l'anàlisi semàntica de forma manual, però no és una funció que per ara puguem extrapolar a qualsevol activitat com la que hem assenyalat.

En qualsevol cas, el pes d'aquesta activitat sobre la qualificació final és molt petit i contrasta amb l'elevada participació dels estudiants, els quals, segons la saviesa popular, no participen en activitats en les quals la relació feina-recompensa no els surt a compte.

---

## Referències

1. <http://www.escolares.net/lenguaje-y-comunicacion/el-debate/>
2. <http://metodologiasdelainvestigacion.wordpress.com/tag/debate-academico/>
3. [http://www.letras.ufmg.br/espanhol/Anais/anais\\_paginas%2520\\_2502-3078/El%2520debate.pdf](http://www.letras.ufmg.br/espanhol/Anais/anais_paginas%2520_2502-3078/El%2520debate.pdf)
4. <http://www.udlap.mx/intranetWeb/centrodeescritura/files/notascompletas/debate.pdf>
5. <http://tutorskingdom.com/2011/10/academic-debate/>
6. <http://www.guillermoasanchez.com/app/download/5779456959/Debate+en+el+a+ula.pdf>
7. <http://docentes.unibe.edu.do/resources/documents/Debateacademico.pdf>

# GESTIÓ DE PROJECTES EXPERIMENTALS AL LABORATORI

PDI responsable de la bona pràctica  
Moisès Graells

Membres de l'equip  
que l'ha desenvolupat i aplicat

Montserrat Pérez-Moya  
Fernando Bernal  
Enric Boada  
Núria Borràs  
Aureli Calvet  
Eva Carral  
Jordi Dosta

Antonio España  
Montserrat López-Mesas  
Leopoldo de Miguel  
Carme Pujol  
Margarita Sánchez  
Luís Javier del Valle  
Elisabeth Capón

Sergio Nadal  
Mar Pérez  
Ignacio Yélamos  
M. Camino Bello  
Esther Ortega  
Virginia San Antonio

Titulació o titulacions en què  
s'ha realitzat la bona pràctica, i nivell (1r curs, ...)  
Enginyeria Tècnica Industrial (Química Industrial) - 2n curs  
Grau en Enginyeria Química - 3r curs

Assignatura o assignatures  
i tipologia (obligatòria, optativa...)  
Experimentació en Enginyeria Química - Obligatòria

Àmbit de coneixement UPC  
Ciències Aplicades Enginyeries Industrials

Alumnat implicat i grups  
Nombre total d'alumnat: 600  
(grups de 25 alumnes, aproximadament)

Trajectòria/recorregut  
11 anys acadèmics  
(2002-2013)

---

## Resum

Els plans d'estudi d'Enginyeria Química tenen assignatures troncalment exclusivament de laboratori. Tot i així, la visió tradicional de la docència al laboratori continua essent la d'unes pràctiques complementàries a les assignatures teòriques.

Tanmateix, es pot dotar aquestes assignatures d'un discurs propi basat en l'experimentació com a mètode i aprofitar el fet que el laboratori, a diferència de l'aula, és un escenari idoni per a l'aprenentatge i desenvolupament de competències, actituds i aptituds més enllà de la repetició del procés de mesura i del coneixement dels fonaments fisicoquímics dels fenòmens i processos que s'estudien.

Des de fa més de deu anys l'Experimentació en Enginyeria Química de l'EUNETIB s'ha plantejat com un procés de millora continua vers aquest objectiu. La formulació d'un pla estratègic que en gestionava la transformació va ser premiada el 2007 i actualment incorpora de manera explícita una sèrie de jocs de rol al laboratori orientats a l'aprenentatge de competències en l'àmbit de l'aplicació del mètode científic, la resolució de problemes, la gestió de projectes, la gestió de la qualitat i la millora contínua, la gestió de la seguretat i el medi ambient, la coavaluació i l'avaluació per a l'aprenentatge i la comunicació i el llenguatge.

---

## Paraules clau

Aprenentatge basat en problemes/projectes (ABP o PBL)

Joc de rol

Seguretat



## Presentació

Tradicionalment, el laboratori ha estat un espai on, mitjançant l'execució d'uns procediments establerts degudament, s'han verificat els coneixements teòrics impartits a l'aula. El treball al laboratori ha consistit generalment a aprendre la mecànica de la mesura i a corroborar la veritat revelada a la classe magistral.

Això pot semblar exagerat, però hi ha molts aspectes formals i del llenguatge, menors però significatius [2], que implícitament defineixen la pràctica al laboratori com una comprovació accessòria de la teoria i fan de l'alumnat un receptor passiu del coneixement transmès a les classes magistrals. Així doncs, no és estrany que en aquest context l'alumnat al laboratori no busqui aprendre, sinó demostrar que és capaç d'executar adequadament el procediment de mesura a través de l'obtenció del "resultat correcte" (conegut *a priori*).

**Taula 1. Resum del canvi de paradigma per a l'Experimentació [3]. Se segueix el conegut esquema de Johnson *et al.* (1998) [4]**


FACTOR	VELL PARADIGMA DE LA DOCÈNCIA AL LABORATORI	NOU PARADIGMA DE LA DOCÈNCIA AL LABORATORI
OBJECTIU	Reproduir les mesures de notables científics (potser de fa molt temps). Confirmar les lleis que van enunciar.	Dissenyar, executar i gestionar un projecte per adquirir, construir i comunicar coneixement experimental.
NOTA	Com més propera sigui la mesura al valor correcte, més alta serà la nota.	Com més coneixement es comuniqui finalment, més alta serà la nota.
CONEIXEMENT	S'imparteix magistralment a la classe de teoria. Es verifica al laboratori.	Es construeix al laboratori. Concorda amb la teoria (apresa abans o després –o durant).
ALUMNAT	Testimonis i mesuradors de fenòmens convenientment preparats.	Constructor actiu i transformador del seu propi coneixement. Ha de prendre decisions.
PROFESSORAT	Ajuda l'alumnat a obtenir els resultats correctes i evita que faci errors al laboratori. S'encarrega de la "posada en escena"	Ajuda l'alumnat a obtenir les seves pròpies conclusions i a aprendre dels seus errors. Permet els errors si són didàctics.
HORITZÓ	Una sessió de laboratori per trobar el resultat correcte i "fer bé la pràctica". Les dades solen ser estadísticament insuficients.	Tot un quadrimestre per projectar l'experiment, recopilar les dades de la resta de la classe i obtenir més i millors resultats.
CONTEXT	Equips independents i aïllats repetint la mateixa mesura. No es pot copiar.	Formació conjunta de grups que lideren projectes dependents i comparteixen dades.
SUPOSICIONS	Qualsevol docent pot portar sessions de pràctiques (fins i tot, o millor, els més joves i inexperts). Vigilar els estudiants al laboratori és més fàcil que impartir teoria.	La docència al laboratori és complexa i demana molta planificació. La preparació, gestió i seguiment de projectes al laboratori demana més temps que la classe magistral.

La taula 1 il·lustra el canvi de paradigma [3] que es proposa per a un aprenentatge significatiu del qual l'alumnat sigui protagonista en lloc de mer executor i per fomentar la capacitat (activa) d'induir i generar coneixement de l'experimentació. D'aquesta manera, l'aprenentatge del mètode (la competència d'enfrontar-se a un problema nou) esdevé més valuós que l'obtenció de resultats concrets de l'estudi d'un o altre fenomen o sistema (exemples necessaris però particulars). Això, evidentment, no ha de ser contrari sinó complementari a l'enfocament deductiu que majoritàriament té l'exposició de la teoria a l'aula (paradigma inducció/deducció).















A partir d'aquí, s'explicita com a canvi conceptual que l'objectiu de l'experimentació:

- No és la presa de mesures amb la finalitat de corroborar uns conceptes teòrics.
- No és (o no és només) l'adquisició de destresa en l'ús de tècniques i aparells.
- És adquirir nova informació i nou coneixement per decidir millor.
- És executar un projecte [5] que, com a tal, exigeix gestió, planificació, avaluació del cost, de l'impacte ambiental, de les oportunitats de millora i que implica tant una responsabilitat social com una necessitat de comunicar els resultats.

**Figura 1. El canvis formals comporten canvis conceptuals. Explicitar l'aprenentatge relacionat és un altre canvi de paradigma.**



➔

EXPERIMENT EN MÀRXA	
Naturalresa del Producte/s	
Precaucions/ Perillositat...	    
(Encerclau el pictograma/s corresponent i feu un petit comentari quan escaigui)	    
	   
Data Inicial	
Data de Retirada	
Responsable	
Tel Contacte	
Assinatura	
Professor/a	

<http://www.upc.edu/prevencio/seguretat-higiene/productes-quimics/etiquetatge-de-productes-quimics>

D'altra banda, el laboratori ha estat el lloc on s'aprenia l'execució dels procediments de treball relacionats amb la seguretat i el medi ambient però sense interioritzar-ne les raons i sense aprendre un comportament tècnic responsable ("Sé que les ulleres de seguretat són prescindibles, però me les poso perquè si no em baixen la nota.")

No és formatiu ni coherent que la seguretat i la gestió de riscos s'imparteixi com a matèria optativa i expositiva als darrers cursos i que al lloc on es pot i s'ha de posar en pràctica l'alumnat no participi en l'esforç ni els procediments per garantir la seguretat d'una manera explícitament orientada a la seva formació [7][8][9][9].

En aquest altre aspecte es proposa una altra vegada un aprenentatge significatiu basat en el protagonisme de l'alumnat en aquest cas en la responsabilitat de la gestió de la seguretat del laboratori. D'aquesta manera, es treballa la competència en la gestió d'un grup humà a través de l'ús d'uns procediments que deixen de ser manies del professorat per passar a ser eines per assolir els objectius tècnics assignats.

És clar que això suposa un aprenentatge implícit dels principis de la millora contínua (el mètode científic aplicat a la gestió) que cal relacionar amb el projecte experimental. La millora contínua l'ha d'aplicar el professorat a l'assignatura, però si s'explicita com a objectiu formatiu, l'alumnat es converteix en una peça més de la gestió i hi ha de participar d'una manera que s'aprofiti per al seu aprenentatge.

L'organització de l'Experimentació en Enginyeria Química a l'EUETIB pretén donar resposta als canvis de model proposats mitjançant quatre punts fonamentals:

- **Millora contínua i planificació estratègica.** Després d'unes variacions inicials, es va proposar i executar un pla estratègic per a la implementació del canvi de model [10]. Aquesta iniciativa, distingida l'any 2007 amb el Premi Vicens Vives, ha estat seguida d'una participació continuada en congressos docents que ha permès continuar millorant i bastir i documentar un discurs sòlid sobre l'organització de les assignatures d'experimentació dins de la titulació [11].
- **Experimentació en lloc de “pràctiques”.** S'ha abandonat el concepte d'unes sessions pràctiques que il·lustrin els conceptes introduïts teòricament i s'ha apostat pel mètode i l'adquisició de la competència específica «Aplicar el mètode científic per a la resolució de problemes» [12]. El llenguatge s'ha revisat o[2] i s'explicita que l'objectiu del treball al laboratori no és mesurar sinó desenvolupar models que serveixin per a prendre decisions tècniques.

- **Rol de grup director.** En un format de tipus PBL cada grup s'encarrega d'un projecte experimental, assumeix el rol d'expert i dirigeix la resta en l'obtenció de dades per assolir els objectius del projecte. Aquest esquema proporciona moltes més dades experimentals, una anàlisi molt més completa i la possibilitat de repetir o ampliar mesures. D'altra banda, permet treballar competències de lideratge, planificació, comunicació i resolució de conflictes [14][14].
- **Rol de cap de seguretat i medi ambient.** Cada grup exerceix de manera rotatòria la tasca de complir i fer complir els procediments de seguretat del laboratori. Així, l'alumnat revisa, documenta, signa de conformitat, amonesta, investiga accidents, determina negligències i treballa una competència tan important com és la responsabilitat professional [7][8][9][9].

Aquesta organització de l'Experimentació en Enginyeria Química es va començar a implantar el 2001 [14][14] i la millora ha continuat des de llavors, tant pel que fa a la introducció de nous elements com per la formalització d'aquests. És, per tant, un esquema docent ben consolidat i difós [15], si bé lligat al professorat que ha impartit aquesta docència de manera continuada durant la darrera dècada.

Els plans d'estudi d'Enginyeria Química reconeixen des de ja fa molt temps l'Experimentació en Enginyeria Química com una matèria troncal que no es troba subordinada a cap altra matèria teòrica. Aquest context es pot desapropiar fent les pràctiques de sempre sota un nou nom, però cal reconèixer-lo com una oportunitat que ha permès revisar completament la docència i que probablement no existeix en altres plans d'estudis. És per això, també, que la totalitat de l'Experimentació en Enginyeria Química es pot desenvolupar amb l'esquema proposat.

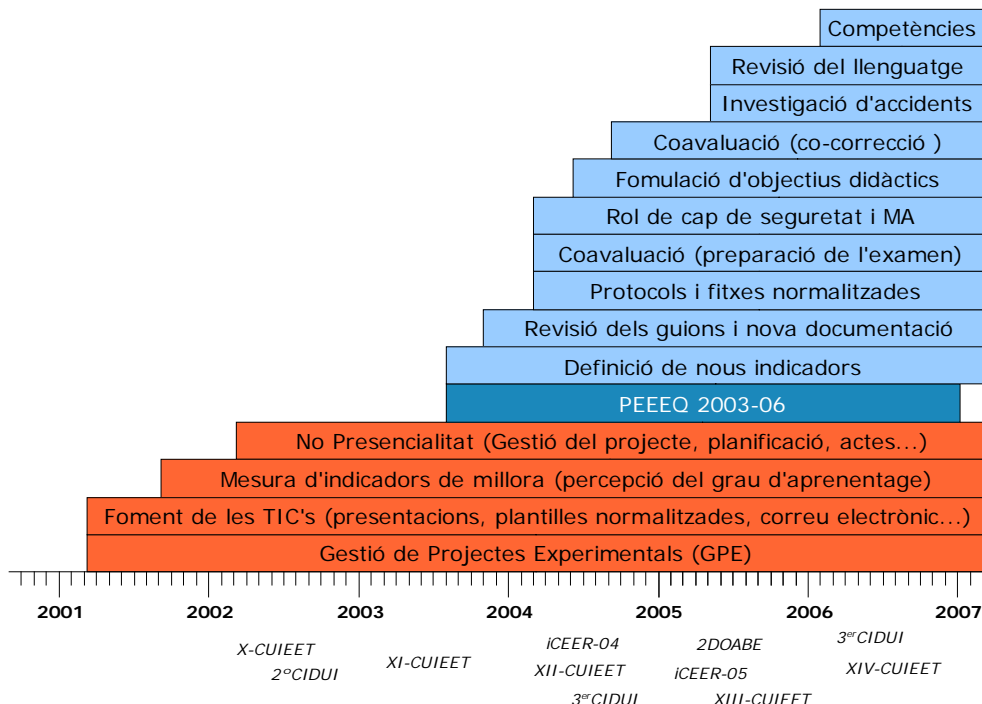
També cal fer esment de l'oportunitat que va significar en el seu moment la introducció d'un 25 % de no-presencialitat als plans d'estudis de l'EUETIB. Això va permetre formalitzar que el projecte experimental no només consistia en l'execució de les mesures, sinó que dissenyar l'experiment, planificar la presa de dades, analitzar resultats preliminars, etc. és part significativa de l'aprenentatge [16].

## Planificació de la bona pràctica i descripció de les activitats que s'han dut a terme

La descripció de les activitats, la seva planificació i implementació, es troba a la memòria del Premi a la Qualitat Docent [10], a més de les publicacions en què s'han detallat molts dels passos que s'han dut a terme durant la darrera dècada. La recepta general ha estat l'aplicació gradual. Llevat del canvi conceptual que va suposar inicialment l'organització del treball creuat dels grups, els altres canvis s'han introduït amb petites però constants modificacions cada curs.

De fet, la implementació de tot l'esquema de cop és impossible, tal com reconeixen les persones que s'han interessat per l'organització de l'assignatura. Cal admetre, també, que hi ha una part de l'aprenentatge que es realitza entre cursos diferents i es converteix en una "cultura de passadís" que permet confiar que certs aspectes de l'organització de l'Experimentació en Enginyeria Química s'aprendran fora de l'aula.

**Figura 3. Esquema cronològic d'algunes de les innovacions més significatives introduïdes al voltant del PEEEQ (2003-2006)**



La figura 3 il·lustra la cronologia dels canvis introduïts a l'Experimentació en Enginyeria Química fins al final del projecte de planificació estratègica (PEEEQ), tal com es va presentar en aquell moment. L'impuls a la innovació docent en

L'Experimentació en Enginyeria Química es deu tant a la proposta de planificació estratègica que va fer el professorat com a l'acceptació i suport de la direcció de l'Escola i la manera en la qual aquesta es va involucrar en la seva planificació [18][18]. D'acord amb l'Escola, els agents implicats durant el PEEEQ no es van limitar al professorat de l'assignatura i la direcció, sinó que es va voler ampliar al mateix Consorci Escola Industrial de Barcelona (CEIB). També hi va contribuir professorat d'automàtica i informàtica pel que fa a la instrumentació i automatització d'algunes instal·lacions [19].

Els recursos han estat fonamentalment l'esforç del professorat, però l'Escola també va contribuir amb recursos materials durant el PEEEQ. Posteriorment, s'han aconseguit ajuts a l'ICE i l'Agència de Gestió d'Ajuts Universitaris i de Recerca (AGAUR) a través de convocatòries per a la millora de la qualitat docent (MQD). Llevat d'aspectes tècnics puntuals, però, els recursos necessaris són fonamentalment recursos humans, ja que es tracta d'un canvi conceptual, d'una gestió diferent del treball que es pot iniciar amb els recursos existents (cost zero), però que es demostra que acaba necessitant més recursos, si bé no materials, sí logístics i de dedicació del professorat.

Tanmateix, com a projecte pilot, el PEEEQ ja posava sobre la taula el seu cost d'implementació i també de seguiment (el cost de la qualitat). La iniciativa s'ha demostrat insostenible en tota la seva extensió, potser massa ambiciosa, i es manté en el format a què el professorat pot fer front amb els recursos disponibles, tot preservant l'essència del canvi de paradigma.

Les activitats desenvolupades després del PEEEQ en l'Experimentació en Enginyeria Química de l'EUETIB són diverses, però es poden resumir, d'una banda, en la informatització dels protocols de seguretat [21][21] i, de l'altra, en l'esforç per automatitzar l'adquisició de les mesures experimentals [23][24][24]. També cal destacar la introducció d'activitats referents a l'avaluació formativa i la coavaluació [26][26] i també a l'avaluació dels companys [27]. La introducció dels canvis no ha

estat encertada en tots els casos i s'han anat produint idees per millorar o s'han abandonat idees la pràctica continuada de les quals ha resultat insostenible [28].

A banda de tot això, hi ha els dos aspectes de l'organització de l'Experimentació en Enginyeria Química que l'estudiantat percep com a activitats fonamentals. Es tracta dels diferents rols que impliquen la gestió del projecte experimental i la gestió de la seguretat i el medi ambient.

### Gestió de projectes experimentals

La gestió de projectes experimentals (GPE) dota l'assignatura d'experimentació de quelcom més que una llista d'objectius per assolir. L'experiment és un projecte que ha de gestionar-se íntegrament com tal. La GPE és el marc didàctic que permet organitzar les assignatures d'Experimentació en Enginyeria Química per proporcionar a l'alumnat un entorn d'aprenentatge innovador i ambiciós en el qual sigui possible una formació integral que inclogui no només els continguts dispersos d'un conjunt de pràctiques, sinó també les habilitats necessàries per a la gestió d'un projecte experimental (modest) que obligui l'alumnat a treballar en grup, a dirigir i ser dirigits, a planificar tasques, a documentar-se i recopilar informació, a organitzar i processar dades, a prendre decisions i a exposar i defensar els seus resultats i conclusions a la resta del grup i al professorat.

La GPE es pot iniciar mantenint els continguts (guions i muntatges de laboratori) i fent uns canvis mínims per tenir el mateix nombre d'experiments que de grups d'alumnes i així aconseguir una programació simètrica que permeti que en cada sessió de laboratori tots els grups realitzin necessàriament un experiment diferent. Sota aquest esquema, al grup que realitza el primer dia un experiment se li assigna el rol de director o grup expert (*project manager*). La resta de sessions, cada grup ha d'anar rebent dades d'aquest mateix experiment realitzat pels altres grups (*subordinats*) i cal que el grup director recopili les dades, les analitzi i les presenti al final del quadrimestre en forma d'una memòria i una presentació oral i pública davant tota la classe. Conseqüentment, tots els grups i de forma simultània



assumeixen els rols de directors i dirigits i es troben en les mateixes condicions respecte a les necessàries exigències mútues.

A part del canvi conceptual ja esmentat respecte de l'experiment en si, hi ha altres molts avantatges que cal saber aprofitar i explicitar a l'estudiantat:

Pel que fa purament als avantatges experimentals, resulta que com a mínim un experiment resulta original i únic per a cada grup. D'aquesta manera:

- Es disposa de moltes més dades i, per tant, de la possibilitat de fer una anàlisi millor, un tractament estadístic més extens, d'arribar a conclusions més acurades i fonamentades.
- Es fa palesa la necessitat de gestionar adientment les dades experimentals (cada grup ha de dissenyar la seva petita, però primera, base de dades).
- Es fa necessari controlar tots els graus de llibertat del sistema estudiat per poder assegurar que els experiments realitzats en sessions diferents per grups diferents són comparables.
- Es pot abordar el disseny de l'experiment proposant noves condicions per realitzar l'experiment en sessions posteriors (quan la necessària reflexió hagi permès establir un nou objectiu).

Pel que fa purament als avantatges didàctics cal esmentar que:

- El grup, com a propietari de projecte, té una interiorització més gran de l'experiència i el seu aprenentatge és més significatiu.
- És possible equivocar-se i aprendre dels errors, corregint-los en sessions posteriors. Com que l'experiment es repetirà més vegades, encara que ho faran persones diferents, no cal escenificar que ha sortit bé.
- S'aprofiten els avantatges de l'aprenentatge cooperatiu a causa de la interdependència dels grups i de la necessitat que tenen els uns dels resultats i/o l'experiència dels altres.
- Es produeix un eficaç aprenentatge entre iguals (*peer teaching*), en el qual els "experts" se senten motivats a assessorar i al·liconar els seus companys.



Finalment, pel que fa a la formació en competències i habilitats :

- Capacitat de dirigir, comunicar, discutir, resoldre conflictes i tot de relacions interpersonals necessàries per realitzar el treball dins d'una organització.
- Capacitat de gestionar i planificar el treball de grup (és crític el fet que cap grup no tindrà totes les dades experimentals fins a l'últim dia, massa tard per començar a analitzar-ne els resultats).

## Gestió de la seguretat i el medi ambient

La seguretat, la prevenció i les actituds tècnicament responsables, incloent-hi els aspectes ètics, són qüestions de gran importància tècnica i social. No obstant això, no s'explicita en els continguts de les assignatures. Els aspectes de seguretat es limiten a procurar que ningú faci o es faci mal i no es concep el laboratori com un escenari on es puguin assajar les relacions de responsabilitat col·lectiva que tindran els futurs enginyers. És per això que cal fer-ho implementant els corresponents rols entre l'alumnat i usant eines del món professional: protocols i sistemes de gestió de la informació i ús de normes de millora continua en seguretat i medi ambient [29].

És paradoxal que la prevenció de riscos laborals sigui matèria optativa, teòrica i que es cursi després de passar pel laboratori. També és clar que evitar accidents és una preocupació sincera del professorat, però no es veu com un objectiu formatiu que els alumnes aprenguin a evitar-los per ells mateixos. L'alumnat aprèn a seguir regles forçat per la nota, però no aprèn ni practica conceptes generals (identificació i gestió del risc, anàlisi de les causes dels accidents, documentació, etc.) que condueixin a decisions tècniques i responsables sobre la seguretat de terceres persones.

Amb l'objectiu d'aconseguir un aprenentatge significatiu d'actituds tècnica i socialment responsables s'han posat en marxa diverses accions de forma paral·lela als continguts propis de l'assignatura i amb la participació activa de l'alumnat. Així, l'alumnat exerceix funcions de diversa responsabilitat, que impliquen diferents actituds i habilitats davant la seguretat, el risc i la prevenció. La implicació del professorat en el procés és un factor clau; per això s'han creat distints protocols i fitxes que s'han de seguir que poden ajudar a sistematitzar i implementar alguns principis bàsics a la resta d'assignatures de laboratori presents al currículum.

**Figura 4. Identificació del responsable de seguretat i medi ambient. Darrere d'aquesta etiqueta hi ha un rol i un profund canvi conceptual.**



Dins d'aquest mateix esquema formatiu s'ha introduït un gran canvi conceptual: no es tracta de formar operaris que respectin la normativa, sinó tècnics que seran responsables de la seguretat d'altres persones, és a dir, que a part de treballar sense riscos, hauran d'aprendre a prevenir-los i en la mesura que sigui possible a evitar-los. Així, tenint en compte les funcions de responsable de planta o de laboratori que durant el seu futur professional l'alumnat haurà d'assumir, durant les diferents sessions de laboratori aquests executaran el rol de responsables de seguretat.

Entre les tasques del cap de seguretat hi ha la de fer complir la normativa. Així, com a exemple rellevant, el professorat deixa de perseguir l'alumnat perquè es posi les ulleres de seguretat, ja que aquesta tasca l'ha de realitzar el grup responsable. Aquest grup haurà d'aprendre que fer veure que no passa res per no enfrontar-se als companys (operaris) que no compleixen la normativa és quelcom que els penalitza. Altres moltes tasques del cap de seguretat inclouen seguir procediments que cal documentar. Un exemple rellevant d'aquests procediments és la investigació d'accidents. Un concepte integral de gestió porta a considerar qualitat, seguretat i medi ambient com tres components principals d'un tot que és la qualitat total. L'alumnat responsable de seguretat, seguint l'esquema de la qualitat (executar, avaluar, planificar), haurà de documentar i investigar les causes d'un accident o una situació de risc produïda, amb la finalitat de prevenir futures situacions. D'aquesta manera, el trencament d'una proveta deixa de ser un fet desgraciat i inevitable del qual ningú té la culpa i passa a ser un problema d'enginyeria que demana un seguit d'actuacions tècniques que han de portar a la implantació de noves mesures

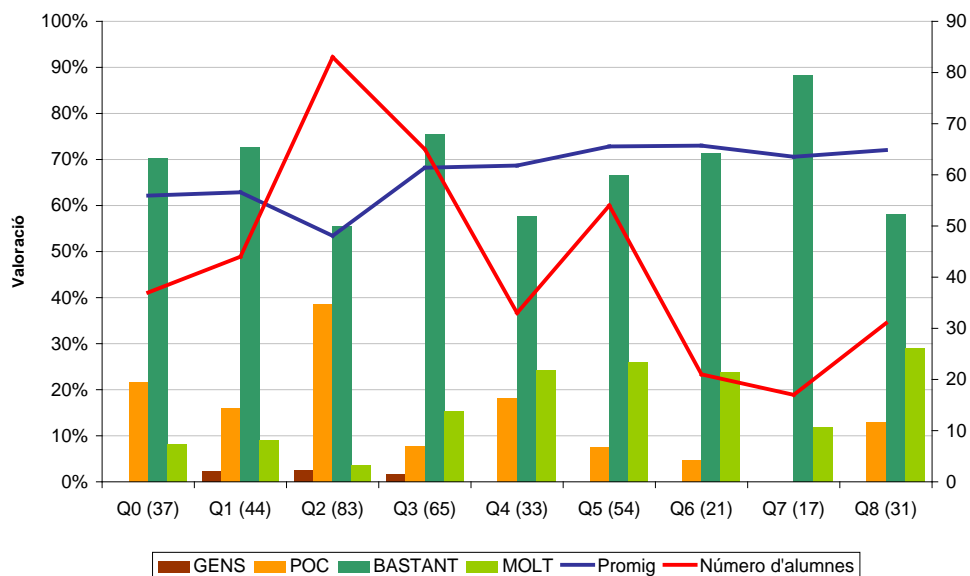
preventives. En definitiva, es tracta que l'alumnat interioritzi els principis de la qualitat en la gestió de la seguretat:

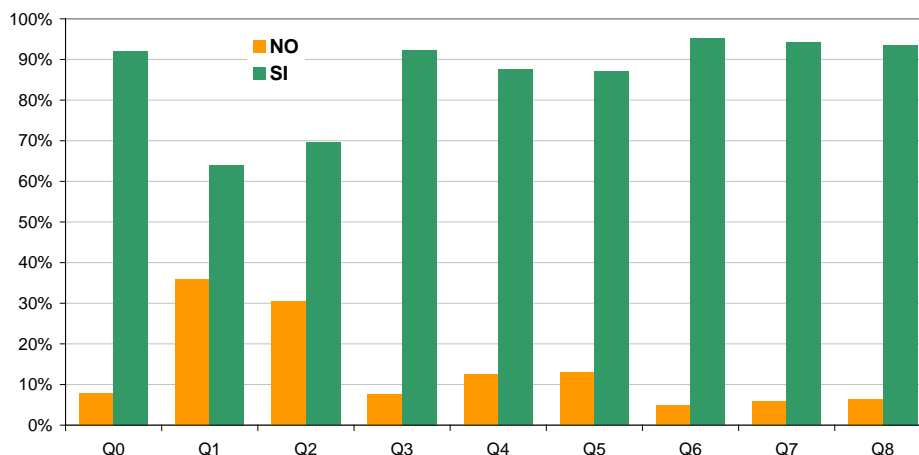
- Executar (reparar, resoldre un incident, accident, segons la manera establerta)
- Avaluar (analitzar les causes, investigació d'accidents)
- Planificar (revisar protocols, plans d'emergència, etc.)

## Avaluació i resultats

A part de les publicacions en què s'han detallat mesures d'accions concretes, l'avaluació i els resultats generals sobre l'organització de l'Experimentació en Enginyeria Química es troben recollits amb detall a la memòria de Premi a la Qualitat Docent [10]. Això correspon a la mesura sistemàtica durant els nou quadrimestres del projecte PEEEQ (2003-06). A continuació les figures 5 i 6 n'il·lustren un resum.

**Fig. 5. Per a la teva formació i futur professional, creus que has après...? (entre parèntesis, nombre d'alumnes per quadrimestre)**



**Fig. 6. És encertat el plantejament general d'aquesta assignatura?**

## Plans de millora contínua

Els plans de millora contínua es van aplicar formalment durant el període PEEEQ (2003-06). El projecte PEEEQ va significar un canvi molt important en la docència de l'Experimentació en Enginyeria Química, però també va demostrar que no hi havia prou recursos per fer una autèntica planificació estratègica. Com a mecanisme intern i informal el professorat intenta cada any presentar una contribució a algun congrés d'innovació docent (CUIEET, CIDUI, CIDIQ, etc.), la qual cosa força la millora contínua.

## Referències

- [1] Graells, M. "Lab Project Management: A Learning Scenario for Experimental Courses" International Conference on Engineering Education and Research "Progress Through Partnership" ( iCEER-04 ). Olomouc, Czech Republic, June 2004.
- [2] Johnson, D.W., Johnson, R.T., and Smith, K.A. Active Learning: Cooperation in the College Classroom (1st ed.). Edina, MN: Interaction Book Company, 1991.
- [3] Pérez-Moya, M.; Calvet, A.; Graells, M. "Experimentació en Enginyeria Química: L'experiment com a projecte" Segona Jornada sobre Didàctica i organització d'assignatures basades en l'experimentació ( 2DOABE ). Barcelona, Spain, 10, February, 2005.
- [4] Graells, M.; "Safety and risk Management: Learning of responsible attitudes at the lab" International Conference on Engineering Education and Research "Exploring Innovation in Education and Resarch" ( iCEER-2005 ). Tainan, Taiwan, 1-5 March 2005.
- [5] Calvet, A.; Pérez-Moya, M.; Graells, M. "La gestión de la prevención de riesgos laborales en los proyectos experimentales de ingeniería química" 4º Congreso Internacional: Docencia Universitaria e Innovación ( 4º CIDUI ). Barcelona, Spain, 5-7, July, 2006.
- [6] Graells, M; Pérez-Moya, M. Projecte PEEEQ : planificació estratègica de les assignatures d'Experimentació en Enginyeria Química de l'Escola Universitària d'Enginyeria Tècnica

- Industrial de Barcelona. Universitat Politècnica de Catalunya. Consell Social, DL 2007 (URL: [http://cataleg.upc.edu/record=b1320123~S1\\*cat](http://cataleg.upc.edu/record=b1320123~S1*cat))
- [7] Pérez-Moya, M.; Graells, M.; Domingo, J. "Diseño de un mapa de competencias para el grado de Ingeniero Químico" Actas del XV Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas (XV-CUIEET), p. 1153-1159. Valladolid, Spain, 18, 19 y 20 de julio 2007.
- [8] Prades A., Rodríguez S., Martínez M. (Coordinadors). Guia per a l'avaluació de competències als laboratoris en l'àmbit de Ciències i Tecnologia. AQU Catalunya (Ed.), B-9.125-2009 (URL: [http://www.aqu.cat/biblioteca\\_fitxa/index.aspx?idioma=ca-ES&id=10311](http://www.aqu.cat/biblioteca_fitxa/index.aspx?idioma=ca-ES&id=10311))
- [9] Graells, M.; Pérez-Moya, M. Gestión de proyectos experimentales: Una trayectoria metodológica en experimentación en ingeniería química. A: I Congreso de Innovación Docente en Ingeniería Química. "I CIDIQ: programa y resumen de comunicaciones". 2012.
- [10] Graells, M.; Jorba, J.; Domingo, J.; Pérez-Moya, M. "Mejora continua: Evaluación y renovación del plan estratégico de las asignaturas de Experimentación en Ingeniería Química. Actas del 15º Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas. XV CUIEET. Escuela Universitaria Politécnica de la Universidad de Valladolid, 2007, p. 1811-1817.
- [11] Escudero, G.; Graells, M.; Guerrero, J.M.; Tornil, S. La automatización de un laboratorio de ingeniería química para uso docente: una plataforma multidisciplinar para la realización de trabajos de fin de carrera e investigación. Actas de las XIII Jornadas de Enseñanza Universitaria de la Informática. JENUI, 2007.
- [12] Escudero, G.; Pérez-Moya, M.; Graells, M. Entorno web para la gestión y aprendizaje de los procedimientos de seguridad y medio ambiente en los laboratorios de Ingeniería Química. Actas del 16º Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas. XVI CUIEET. Universidad de Cádiz, 2008, p. 158.
- [13] Graells, M.; Escudero, G.; Pérez-Moya, M.; González, N. Entorn web per a la gestió i aprenentatge dels procediments de seguretat i medi ambient en els laboratoris d'Enginyeria Química. A: Jornada d'Innovació Docent UPC 2009. "Jornada d'Innovació Docent UPC". 2009. (URI: <http://hdl.handle.net/2099/7244>)
- [14] Graells, M. [et al.]. Plataforma wireless para la instrumentación del laboratorio de ingeniería química de la EUETIB. A: I Congreso de Innovación Docente en Ingeniería Química. "I CIDIQ: programa y resumen de comunicaciones". 2012.
- [15] Graells, M. [et al.]. Plataforma wireless per a la instrumentació dels laboratoris d'Enginyeria Química de l'EUETIB. A: Jornada d'Innovació Docent UPC 2012. "Jornada d'Innovació Docent UPC". 2012.
- [16] Graells, M. [et al.]. Implementación de un sistema wireless de adquisición de datos en el laboratorio de Ingeniería Química para la mejora del aprendizaje implícito de tecnologías TIC. Actas del 20º Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas (XX-CUIEET). 2012, p. 1-12.
- [17] Pérez-Moya, M.; Calvet, A.; Graells, M. "La co-evaluación de informes de experimentos como actividad de aprendizaje" 14º Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas ( XIV-CUIEET ). Gijón, Spain, 27-29, September, 2006.
- [18] Pérez-Moya, M.; Pérez-Fortes, M.; Capón, E.; Calvet, A.; Boada, E.; Graells, M. Active Learning Evaluation in the framework of Lab Project Management. Proc. Int. Conf. on Eng. Education "New Challenger in engineering education and research". Jozsef Meccsi, 2008, p. 62-63. (URL: [http://www.ineer.org/Events/ICEE2008/full\\_papers/full\\_paper467.pdf](http://www.ineer.org/Events/ICEE2008/full_papers/full_paper467.pdf))
- [19] Graells, M.; Pérez-Moya, M. Professionals educats per a un desenvolupament humà i sostenible. A: I Congrés UPC Sostenible 2015. "I Congrés UPC Sostenible 2015 - Recull de ponències". Centre per a la Sostenibilitat de la UPC, 2007, p. 161-164.
- [20] Graells, M.; España, A. Academic performance and success rate: A challenge problem for the PSE community. A: 21st European Symposium of Computer Aided Process Engineering. "21st European Symposium of Computer Aided Process Engineering". Elsevier, 2011, p. 1125-1129.



---

## Resum

S'utilitza l'aprenentatge basat en problemes (PBL, sigles en anglès que corresponen a *problem-based learning*) com a metodologia d'ensenyament/aprenentatge activa per tal que l'estudiantat "prengui contacte amb la indústria química" treballant en equip alhora que desenvolupa altres competències genèriques.

---

## Paraules clau

Aprenentatge basat en  
problemas/projectes  
(ABP o PBL)

Joc de rol

Indústria química

## Presentació

- Unitat responsable: 330 - EPSEM – Escola Politècnica Superior d'Enginyeria de Manresa
- Unitat que imparteix: 741 - EMRN – Departament d'Enginyeria Minera i Recursos Naturals
- Crèdits ECTS: 6
- Títol del PBL: Procés d'obtenció d'un material polimèric. De la matèria primera al producte final

## Objectius específics

- Prendre contacte amb la indústria química.
- Desenvolupar capacitats comunicatives oral i escrita i aprendre a treballar en equip.
- Desenvolupar destreses cercant informació.

Els grups de treball estan compostos per 3 o 4 estudiants proposats pel professorat, amb l'objectiu d'aglutinar diferents perfils.

El professorat tutoritza l'activitat PBL en l'horari de grups petits (pràctiques/problemes). En una o dues sessions es discuteix amb els alumnes de cadascun dels grups de treball i en una altra sessió l'alumnat presenta un esborrany del PBL, moment que s'aprofita per reconduir la tasca si no està orientada correctament i per fer-hi suggeriments o bé proposar-hi alternatives.





Aquesta activitat es proposa en el context del contingut 3, que du el títol “La indústria química II” (trobareu l'enllaç de la guia docent en les referències bibliogràfiques).

Inicialment, en l'elaboració del pla d'estudis i de la guia docent de l'assignatura Sistemes Químics ja es va pretendre que l'alumne fos una part activa del seu aprenentatge i que la realització del treball (PBL) li proporcionés una visió global de la indústria química. Aquesta va ser una decisió conjunta del professorat del centre, especialment les persones implicades en els estudis del grau en Enginyeria Química, que som els responsables de l'assignatura Sistemes Químics.

Des de l'inici que es va elaborar la guia docent de l'assignatura, en els nous graus d'enginyeria es va plantejar l'ús del PBL com a metodologia d'ensenyament/aprenentatge pel fet que és una eina apropiada perquè l'estudiant o estudianta sigui capaç d'aconseguir els objectius següents:

- Identificar les operacions presents en una planta química i els serveis auxiliars (aigua i energia). (*Competència específica*)
- Comprovar *in situ* el funcionament d'una indústria química (procés, control de qualitat, seguretat). (*Competència específica*)
- Conèixer els productes químics perillosos: normatives, ús, manipulació. (*Competència específica*)
- Comunicar eficaçment de manera oral i escrita. (*Competència genèrica*)
- Treballar eficientment tant individualment com en equip. (*Competència genèrica*)
- Aprendre de forma individual (aprenentatge autònom). (*Competència genèrica*)

En les primeres edicions havíem disposat de més hores de grup petit: 9 setmanes enfront de les 5 actuals, a raó de 2 hores setmanals. Per aquesta raó, inicialment es podien executar activitats destinades a millorar l'aprenentatge de les competències genèriques i específiques. Això implicava també que l'estudiant o estudianta disposava de més temps de treball autònom (un nombre més gran de setmanes).

En l'assignatura Sistemes Químics, l'estudiantat parteix del nivell zero quant al coneixement teòric del tema, el qual és diferent per a cada grup de treball, en tractar-se de diferents processos químics industrials però alhora afins. Cada grup elegix un tema entre els que proposa el professorat.

## Planificació de la bona pràctica i descripció de les activitats que s'han dut a terme

L'èmfasi es posa principalment en el “procés industrial d'obtenció del producte o material”. L'estudiant o estudianta ha de fer un recorregut des de les “matèries primeres” fins al “producte final”, contextualitzat en alguna indústria del sector químic: petroquímiques, galvàniques, potabilitzadores, dessalinitzadores, plàstics, pintures.

Per tal de poder fer-se'n una idea més clara, a continuació s'especifiquen els apartats

### PBL. ELS POLÍMERS

#### *De les matèries primeres als productes*

1. Font o recurs natural
2. Matèries primeres: monòmer
3. Síntesi del polímer
4. Procés: diagrama de flux
5. Producte final (o bé acabat)
6. Propietats, usos, repercussió mediambiental
7. Bibliografia; referències; webs

que han de seguir els estudiants de Sistemes Químics.

Es proporciona a l'estudiantat un pla de treball que conté tota la informació que necessita: els temes que poden escollir, que és diferent per a cadascun

dels grups de treball; el calendari en què els estudiants han de fer el PBL, així com el tipus de tutorització que els farà el professorat. Es proporcionen pautes per a l'elaboració dels lliuraments: propostes inicials i finals, memòria i presentació en PowerPoint. També s'hi adjunten



les graelles que s'utilitzen per a l'avaluació del professorat i d'ells mateixos (coavaluació).

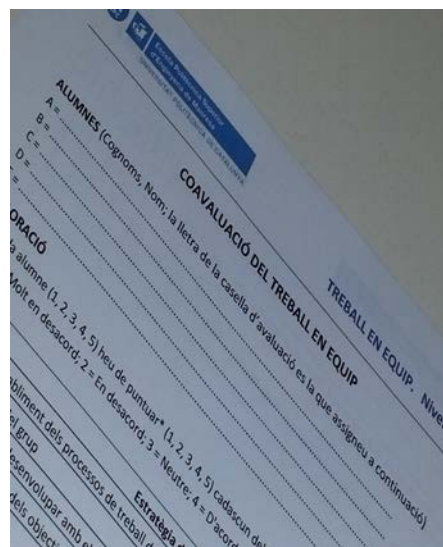
Amb l'objectiu d'acompanyar l'estudiantat en el procés d'adquisició de les competències “treball en equip” i “comunicació oral i escrita eficaç”, se'ls proporciona informació: monogràfics de l'EPSEM, basats principalment en els que proporciona l'Institut de Ciències de l'Educació (ICE) de la Universitat Politècnica de Catalunya, i algun article perquè ells mateixos busquin solucions als conflictes entre els membres del grup de treball.

Per tal d'afavorir l'aprenentatge de les competències transversals i alhora per tenir indicadors per avaluar-les, se'ls demana que emplenin alguns documents, els quals s'expliquen a continuació, que en bona part es basen en preguntes proposades per diferents autors, segons la bibliografia:

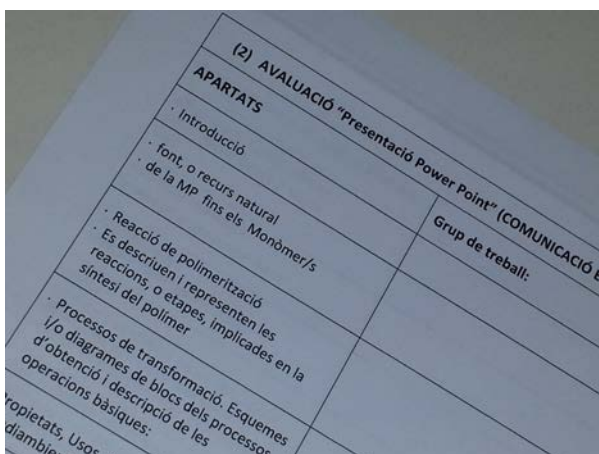
- Al llarg del període que han de realitzar l'activitat PBL, cada vegada que el grup de treball es troba de forma presencial han d'emplenar el full de registre de la sessió presencial de treball en grup. Aquest conté

- preguntes que els ha d'ajudar a organitzar-se, a discutir el funcionament del grup de manera habitual. (Per tal que no se soterrin els problemes sorgits o que s'hagin de discutir quan ja s'han fet massa grans, se'ls convida a proposar millores de funcionament del grup o dels individus, segons el que s'escaigui, entre altres qüestions.)
- En finalitzar el treball i un cop lliurat el PBL, cada estudiant ha de respondre un qüestionari d'autoavaluació i coavaluació del treball en grup.

- Una de les preguntes que ajuda més a reconèixer el grau de participació de cada estudiant és la que demana que es reparteixin la puntuació entre els membres de l'equip.



Pel que fa a l'avaluació, conté els aspectes “quantificable” i “formativa”, la qual té dues vessants:



- Valoració numèrica (nota màxima: 10), que valora les competències específiques (CE).
- Valoració de màxim a mínim, amb les qualificacions A, B, C i D, de les competències genèriques (CG) “treball en equip” i “comunicació oral i escrita eficaç”.

L'activitat PBL representa el 23 % de la nota numèrica de l'assignatura Sistemes Químics, la qual es valora sobre la base dels aspectes següents:

- Memòria escrita (14 %) (avalua el professorat): es valoren les CE i la CG “comunicació escrita”.
- Presentació en PowerPoint (4,5 %) (avaluen el professorat i l'alumnat): es valora la capacitat comunicativa (CG “comunicació oral i escrita eficaç”).

- Tutorització (4,5 %) (avalua el professorat al llarg del període de treball en grup). A la meitat del període d'elaboració del PBL, se'ls fa presentar una primera proposta de presentació en PowerPoint, que ha de contenir els punts clau per enfocar de manera adient el tema del treball: se'ls fan suggeriments i se'ls donen pautes, perquè s'adonin dels errors, si n'hi ha; etc.

L'avaluació de les competències genèriques es fa sobre la base de la “tutorització” feta pel professorat i els “fulls de registre de la sessió presencial de treball en grup”, que han d'emplenar cada vegada que el grup es reuneix i lliurar-los setmanalment. Finalment, han d'emplenar el “qüestionari d'autoavaluació i coavaluació del treball en grup”.

Alguns dels trets que destaquem en la realització del PBL respecte de les metodologies tradicionals, com ara la classe expositiva, són els següents:

- És una pràctica millor perquè l'alumne “aprèn a aprendre”, que és el que li servirà per al seu futur personal i professional.
- El ventall de temes que arriba a l'estudiantat és més ampli, ja que cada grup de treball tracta un tema diferent, en comparació amb la classe expositiva, que imparteix el professor o professora.
- L'alumne que obté un excel·lent, com a resultat del PBL, és perquè s'ha fet seu el coneixement; per contra, no seria capaç d'explicar-lo en públic de manera eficient. L'aprenentatge real es fa quan s'aconsegueix que el mateix estudiant o estudianta es faci seus els coneixements. A més, amb el PBL l'estudiant treballa a diferents nivells cognitius, segons Bloom-Anderson (2001).
- Posa en joc diverses habilitats a més de la capacitat d'autoaprenentatge.
- L'alumne és part activa, fa autoaprenentatge, que va des de coneixements teòrics nous per a l'alumne fins a posar en joc l'adquisició de les competències “treball en equip” i “comunicació oral i escrita eficaç”, cosa que concorda amb el que recomana l'Agència per a la Qualitat del Sistema Universitari de Catalunya (AQU) (2011).

Segons l'informe fet per l'AQU l'any 2011 *Universitat i treball a Catalunya 2011. Estudi de la inserció laboral de la població titulada de les universitats catalanes*, les cinc competències més necessàries per desenvolupar el treball actualment són resoldre problemes, prendre decisions, treballar en equip, la informàtica i la capacitat de gestió. D'altra banda, les persones graduades presenten dèficits en algunes de las competències considerades rellevants: resoldre problemes, prendre decisions i lideratge.

---

## Avaluació i resultats

És difícil exposar indicadors o valors concrets, ja que no tenim una alternativa diferent, o anterior, per poder-los comparar. Aquesta activitat s'ha realitzat des de l'inici amb la idea que l'estudiantat de Sistemes Químics a segon curs dels graus d'enginyeria adquireixi una visió general de la indústria química en algun dels camps possibles, de manera que sigui part activa i responsable del seu aprenentatge: des de visitar una indústria química (cas real) fins a fer recerca bibliogràfica per obtenir coneixements teòrics i ser capaç d'elaborar la informació (memòria) relacionada amb la matèria (polímer o un altre tipus) i el procés industrial que permet l'obtenció d'aquesta matèria. Finalment, ha de ser capaç d'explicar-ho: exposar-ho davant un públic (l'estudiantat). De fet, l'assignatura en conjunt forma part del pla d'estudis de la majoria dels graus d'enginyeria a l'EPSEM (els que consideren "industrials"), amb l'objectiu que l'alumne conegui la indústria química.

Amb el PBL, bàsicament les diferències respecte als treballs més clàssics són:

- Se'ls proporciona un pla de treball, de manera que se'ls guia durant el procés.
- Se'n fa un seguiment per evitar que al final el treball no reuneixi els requisits o s'hagi encaminat cap a una via diferent de la que se'ls exigeix.
- Se'ls donen pautes en diversos sentits, les quals ja s'han anat desglossant anteriorment: model de treball, apartats que ha de contenir, com es treballa en equip, etc.

Pel que fa als resultats, amb l'aplicació del PBL es comproven els aspectes següents:

1. Hi ha una gran diversitat de notes, a causa de la diversitat d'ítems: el grau de dedicació de l'alumnat, el treball continuat que fa l'estudiantat i que el professorat tutoritza, o les habilitats que els estudiants posen en joc, com ara les informàtiques, la capacitat de treball autònom i d'autoorganització, la capacitat de treball en equip, etc. Es pot donar el cas que els membres d'un mateix grup tinguin notes diferents.
2. El fet de treballar en equip fa que augmenti la motivació d'alguns alumnes. Pel que es coneix sobre la motivació de l'estudiantat, aquesta augmenta en el cas que es tracti d'un treball de tipus més pràctic o experimental. Actualment, els plans d'estudis dels graus no afavoreixen que l'estudiant de segon curs pugui aprendre en una empresa o indústria química.
3. Quan disposàvem de més temps (setmanes) per realitzar el PBL, amb la qual cosa podíem acompanyar millor l'alumne, vam poder observar les qüestions següents:
  - “Aprendre a comunicar-se”: es discutien a classe els elements que ajuden a comunicar-se, se'ls deixava que fessin algun assaig d'exposició en públic o altres activitats que permetessin posar en joc les habilitats de l'estudiant.
  - Com cal “transmetre la informació” de manera més tècnica i científica: es considerava la presentació de les figures o taules, el tipus de format, la citació de les referències, etc.
  - “Aprendre a treballar en equip”: es feia un pòster, que substituïa la resposta de qüestionaris, en què l'estudiant havia d'aportar informació de forma individual, la qual serà imprescindible per fer el “pòster”, però que sobretot és útil per fer-los reflexionar sobre la responsabilitat individual que té l'estudiant vers el grup, així com fer-los notar els elements que afavoreixen el treball en grup.



- Hem fet valoracions globals de l'assignatura, mitjançant enquestes més aviat relacionades amb les competències específiques, no tant amb les metodologies emprades. Pel que fa a l'activitat PBL, l'hem valorada sobre la base del grau d'acompliment, el resultat numèric i l'efectivitat del treball en grup, així com de la competència comunicadora. En les enquestes no hem demanat qüestions més explícites sobre l'activitat PBL. Per aquesta raó, en el futur cal que en fem una valoració més explícita i mesurable.

Si bé no em consta que en el centre s'hagi fet una valoració quantificable en aquest sentit, personalment constato que actualment, després del segon curs, l'alumnat ha tingut l'oportunitat de posar en joc diverses habilitats que els estudiants dels antics estudis d'Enginyeria Tècnica Industrial sovint només aplicaven en el projecte de fi de carrera (PFC).

---

## Plans de millora contínua

En la primera edició (2009-2010) no disposàvem de graelles d'avaluació i de fet només avaluava el professorat. Les graelles s'han elaborat i modificat en edicions successives. Les que s'utilitzen per avaluar són adaptacions pròpies de les proposades en els monogràfics de l'ICE i l'EPSEM. Quant al full de registre de les sessions de treball en grup i el qüestionari, ens vam inspirar en graelles documentades bibliogràficament, especialment mitjançant la participació activa en el projecte RIMA (Recerca i Innovació en Metodologies d'Aprenentatge) i el grup d'interès GRAPA (Grup d'Avaluació de la Pràctica Acadèmica).

Inicialment, l'alumnat no disposava de prou informació per conèixer què se li exigia de cadascuna de les competències genèriques, perquè no disposava encara de les graelles d'avaluació.

Pel que fa a la tutorització del professorat, s'ha comprovat que és totalment necessària per acompanyar l'estudiantat i assegurar que el treball pren l'orientació adequada. Encara hi ha alguns estudiants que perceben el "treball" com a sinònim de "copiar i enganxar", a manera de puzle de material trobat a Internet. A la meitat



del període (3a o 4a setmana de l'inici), se'ls demana que presentin un esborrany del treball en format de presentació en PowerPoint, cosa que s'aprofita per fer-los notar que afavoreix la comunicació o la comprensió del que s'explica.

Actualment hi hem afegit alguna activitat, també activa i en grup, dirigida a l'aprenentatge de les competències genèriques i específiques alhora. Per exemple: se substitueix un qüestionari relacionat amb la indústria química per un pòster fet en grup. A continuació se n'exposen alguns dels avantatges:

- Els membres del grup poden comprovar que si algun estudiant no fa les tasques individuals (no fa aportacions) tenen dificultats per elaborar el pòster i en conseqüència la qualificació de l'activitat és més baixa.
- El professorat en treu el rendiment mostrant un model de pòster, exposant la manera de comunicar millor atenent el format, les figures, els peus de figura, les taules, etc.
- Quant a la indústria química concretament (competències específiques), en comptes d'una classe passiva per a l'alumnat, aquest es dedica a fer cerques d'informació, cosa que permet que sigui actualitzada.

---

## Referències

Agència per a la Qualitat del Sistema Universitari de Catalunya. *Universitat i treball a Catalunya 2011. Estudi de inserció laboral de la població titulada de les universitats catalanes* (2011). [Consulta: 16-11-2013]. Disponible a: [http://www.aqu.cat/doc/doc\\_14368286\\_1.pdf](http://www.aqu.cat/doc/doc_14368286_1.pdf)

Anderson, L. W.; Krathwohl, D. R. [et al.]. *A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*. Nova York: Longman (2001).

Guia docent de Sistemes Químics. Contingut 3. La indústria química II. [Consulta: 16-11-2013]. Disponible a: [http://www.epsem.upc.edu/guia/GuiaDocentLocal.php?codi\\_ud=330070](http://www.epsem.upc.edu/guia/GuiaDocentLocal.php?codi_ud=330070)

# EL JOC DE ROL COM A EINA D'APRENENTATGE

PDI responsable de la bona pràctica  
M. Núria Salán Ballesteros

Membres de l'equip  
que l'ha desenvolupat i aplicat

Elisa Rupérez de Gracia  
Josep Palou Prats  
Jaime Juan Muñoz  
Jordi Llumà Fuentes  
Enrique Fernández Aguado

Sílvia Illescas Fernández  
Khalil Tafzi  
Francisco J. Barahona Navarro  
Jordi Jorba Peiró  
Daniel Rodríguez Rius

Titulació o titulacions en què  
s'ha realitzat la bona pràctica, i nivell (1r curs...)

Enginyeria Industrial – 2n i 4t cursos  
Enginyeria Aeronàutica – 2n i 4t cursos  
Grau en Enginyeria Mecànica – 1r curs  
Grau en Enginyeria Química – 1r curs  
Grau en Enginyeria en Tecnologies Industrials – 2n i 3r cursos

Assignatura o assignatures  
i tipologia (obligatòria, optativa, ...)

Fonaments de Ciència dels Materials -  
Obligatòria  
Ciència i Tecnologia dels Materials -  
Obligatòria

Tecnologia dels Materials - Obligatòria  
Materials Aeroespacials - Obligatòria

Àmbit de coneixement UPC

Enginyeries Industrials

Medi Ambient, Sostenibilitat i  
Recursos Naturals

Alumnat implicat i grups

800 estudiants – 10 grups grans per curs

Trajectòria/recorregut

4 anys acadèmics (2009/10, 2010/11, 2011/12, 2012/13)

---

## Resum

El paradigma de Bolonya i les metodologies actives han possibilitat la incorporació de competències i processos d'avaluació continuada que afavoreixen que l'estudiantat formi part del mateix procés d'aprenentatge.

S'ha plantejat la incorporació del joc de rol com a eina de motivació en les assignatures relacionades amb l'àmbit dels materials. Es pretén que un grup d'estudiants adopti el rol d'una empresa d'assessoria en materials, que doni resposta a les necessitats i peticions del professorat, el "client". La interacció professorat-alumnat és imprescindible i la metodologia proposada ha de garantir una comunicació i una retroacció constants, que alimenti la motivació i que possibiliti un seguiment continu. Successivament es realitzen noves consultes que posen l'alumnat en contacte amb metodologies de caracterització química, física, mecànica i/o microestructural de materials, continguts que s'hauran vist en la part teòrica.

A partir de les apreciacions del professorat, es fomenta que els informes de cada encàrrec (tasca) siguin cada vegada més acurats i professionals. El resultat final és un conjunt de protocols (dossier o *portfolio*) per a la caracterització d'un material, que mostra l'evolució en l'aprenentatge i recull evidències de l'assoliment de competències, i de coneixements, habilitats i actituds, com a base d'una transició de l'àmbit acadèmic al professional.

---

## Paraules clau

Rúbriques

Dossier de l'estudiant (portafoli)

Joc de rol

---

## Presentació

En aquest treball es proposa utilitzar un joc de rol com a eina d'aprenentatge en assignatures de ciència i tecnologia dels materials per a titulacions de l'àmbit de l'enginyeria (grau i/o màster). Aquesta activitat s'ha dissenyat com a complement de la part teòrica de la matèria i com a alternativa a unes pràctiques de laboratori que, de vegades, puguin ser activitats poc atractives i amb resultats tan previsibles com poc reals.

Es pretén que els estudiants, en grups moderats, adoptin el rol d'una empresa júnior d'assessoria en l'àmbit de l'enginyeria de materials, que, al llarg del curs, haurà de donar resposta a les necessitats i peticions del professorat, que pren el rol de "client". La interacció professorat-alumnat és imprescindible i la metodologia proposada ha de garantir una comunicació constant i una retroacció eficaç que alimenti la motivació de l'estudiantat i que possibiliti un seguiment continu de l'activitat.

Val a dir que la relació i la comunicació entre professorat i estudiantat és, en tot moment, molt formal i professional, és a dir, utilitza una terminologia i unes fórmules de salutació i comiat adequades en un escenari real. Així mateix, l'assoliment de terminis es vincula a l'acompliment d'un contracte.

Els principals objectius de l'activitat són els següents:

- Introduir l'estudiantat en l'àmbit de l'enginyeria de materials progressivament, d'una manera amena i dinàmica, i amb la seva participació activa.
- Afavorir el desenvolupament d'un gran nombre de competències genèriques durant el desenvolupament de la pràctica (CG1, Emprenedoria i innovació; CG2, Sostenibilitat i compromís Social; CG3, Tercera llengua; CG4, Comunicació eficaç oral i escrita; CG5, Treball en equip; CG6, Ús solvent de recursos d'informació, i CG7, Treball autònom).
- Reproduir un escenari professional paral·lel al desenvolupament acadèmic en les assignatures de l'àmbit dels materials.

La piràmide de Miller (fig. 1) mostra com les activitats que forcen la capacitat d'actuació (*Actuar, Does*) i de comunicar per escrit (*Saber mostrar, shows how*) són les que fomenten una seguretat més gran en el comportament "professional". Per això, pot ser una manera útil d'ajudar a triar estratègies d'actuació per a la consecució dels objectius proposats.

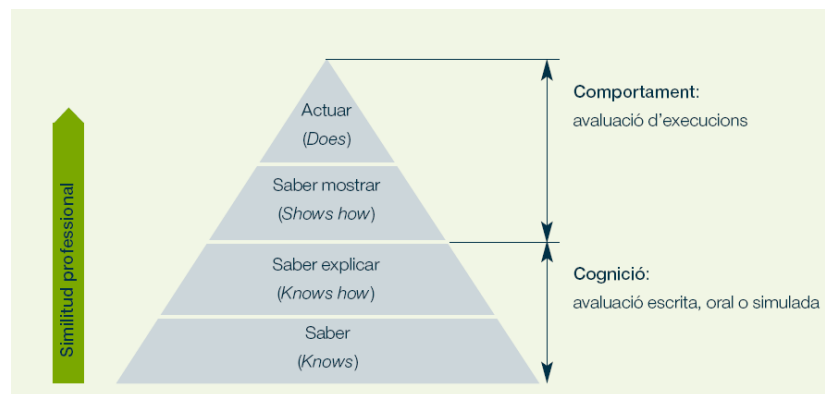


Fig. 1. Piràmide de Miller (1990)

Les pràctiques de laboratori sovint consisteixen en una demostració de continguts que l'estudiantat ja coneix i, per tant, que no resulten atractius. Això, sumat al fet que no sempre és possible actualitzar els equips i instal·lacions al ritme que caldria, fa que sovint l'estudiantat hagi de realitzar aquesta part de la formació amb material i/o metodologies que poden ser obsolets. Darrerament, les retallades en els pressupostos han agreujat aquesta situació, de manera que la realització de pràctiques amb un tipus de fungible determinat pot arribar a ser poc viable o impossible de realitzar.

Les pràctiques de laboratori que es fan amb PC (simulacions, programes relacionats) també queden sotmeses a la disponibilitat que té la universitat de les llicències actualitzades, de manera que si en algun moment no és possible disposar d'aquesta llicència, el professorat s'enfronta al problema d'haver d'organitzar un material alternatiu.

Aquesta activitat permet, d'una banda, realitzar "pràctiques" de continguts teòrics amb independència de material fungible ni de llicències, alhora que permet introduir i avaluar els continguts propis de la matèria, en funció de la bondat, fiabilitat i rigorositat dels informes. També permet millorar notablement les

“formes” en la comunicació (estructura dels informes, tipus de llenguatge, distribució de continguts, etc.).

A partir de la guia docent d'una assignatura de l'àmbit dels materials, se seleccionen continguts que es podrien adaptar a aquest tipus d'iniciativa. L'activitat comença el primer dia de curs, amb una exposició exhaustiva per part del professorat de les “regles de joc”:

Els estudiants s'agrupen en equips de 5 persones i cada grup constituït ha de buscar un nom d'empresa i adoptar una marca corporativa (logo), així com una adreça de correu electrònic d'empresa (Gmail, Hotmail, etc.). Amb aquest logo i les dades “professionals”, han d'elaborar un model de carta-missatge electrònic, un model d'informe (*template*) i un model d'acta de reunions. També se'ls demana que es defineixi un “organigrama” entre els components (se suggereix una estructura “horitzontal”) i que pactin un idioma de comunicació (català, castellà o anglès). Una vegada definits els grups, s'han d'adreçar al professorat responsable de l'activitat amb un correu d'oferta de serveis, molt formal, del tipus

*Benvolgut professor/Benvolguda professora,*

*Som una empresa jove de l'àmbit de l'enginyeria de materials i us enviem aquesta carta/us enviem aquest missatge per oferir-vos els nostres serveis en assessorament de solucions per a la identificació i la caracterització de materials.*

*Les nostres dades de contacte són (nom d'empresa, adreça electrònica comercial, relació de “socis” i càrrecs i una breu descripció de l'àmbit d'expertesa).*

*Cordialment,*

*(Nom empresa)*

El professorat, en rebre el missatge “d'ofertament”, respon, també en termes molt formals, per comunicar que accepta la proposta i fer una primera sol·licitud-encàrrec. A partir d'aquest moment, s'inicia un intercanvi regular de missatges entre el professorat i cada grup d'estudiants, en els quals es creuen oferiments i

sol·licituds amb respostes i propostes, mantenint en tot moment el grau de formalitat que correspondria a una relació professional.

En paral·lel a la comunicació “empresa-client”, es pot mantenir una comunicació professorat-alumnat, en la qual es poden demanar explicacions sobre el que es demana en una sol·licitud o bé es poden indicar suggeriments de treball per ajudar a resoldre, amb èxit, l’encàrrec sol·licitat. Una vegada rebut l’informe, se’n valida el contingut (retroacció) i s’indiquen els aspectes més febles (si n’hi ha) del treball. També es destaquen els millors elements del treball (fig. 2).

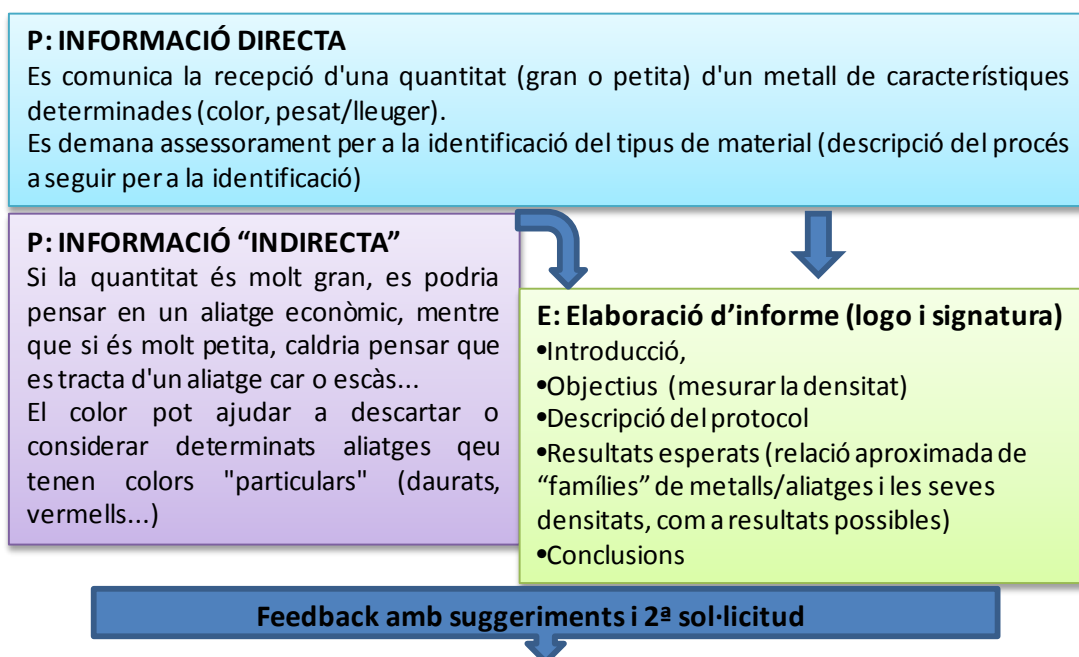


Fig. 2. Etapa 1. Primera sol·licitud, “Identificació del tipus d’aliatge problema”

Si el treball (informe) no és adequat, és el moment de donar pautes (presencialment o per correu electrònic) i suggerir que s’elabori un nou document amb la informació requerida (eliminar un excés de continguts buits, eliminar continguts i/o imatges innecessaris, etc.). Quan es considera que l’informe és prou correcte, es fa la segona sol·licitud (fig. 3). Una vegada rebut i validat el segon informe, de nou s’indiquen (si n’hi ha) els aspectes més febles del treball i se’n destaca el més valorat.

En aquest punt, si l'informe lliurat en aquesta segona ocasió conté els mateixos "errors" o "febleses" del primer, es pot plantejar una reunió presencial amb els components, per indicar-los la conveniència de millorar-lo d'acord amb els suggeriments. Si el contingut és adequat, es proposa un tercer informe (fig.4).

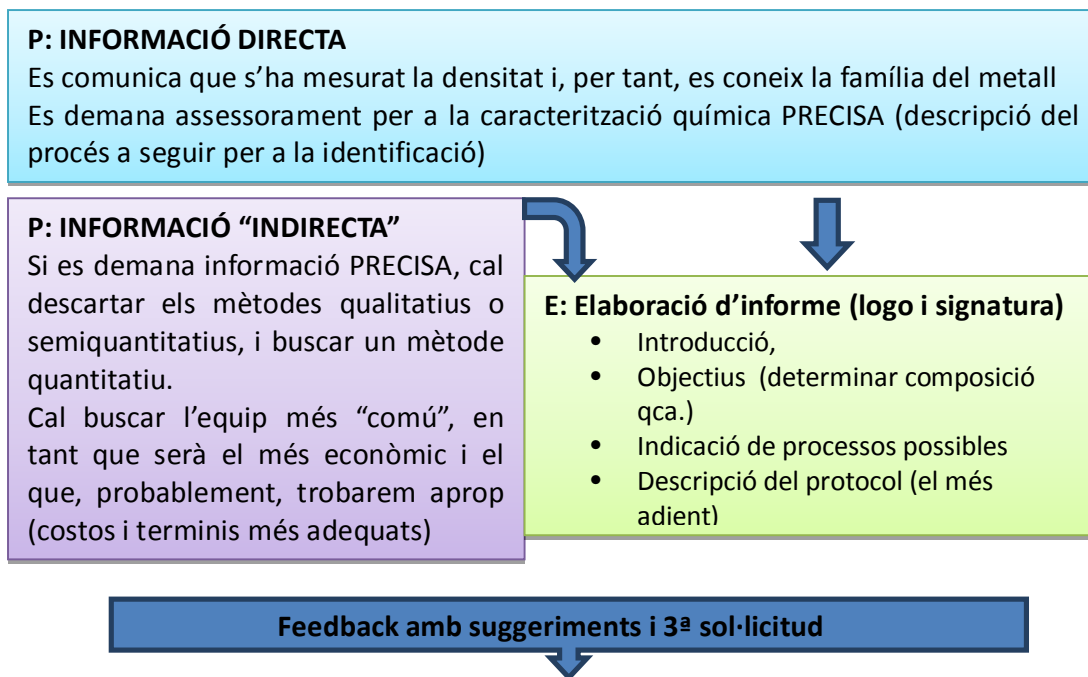


Fig. 3. Etapa 2. Segona sol·licitud, "Caracterització química de l'aliatge problema"

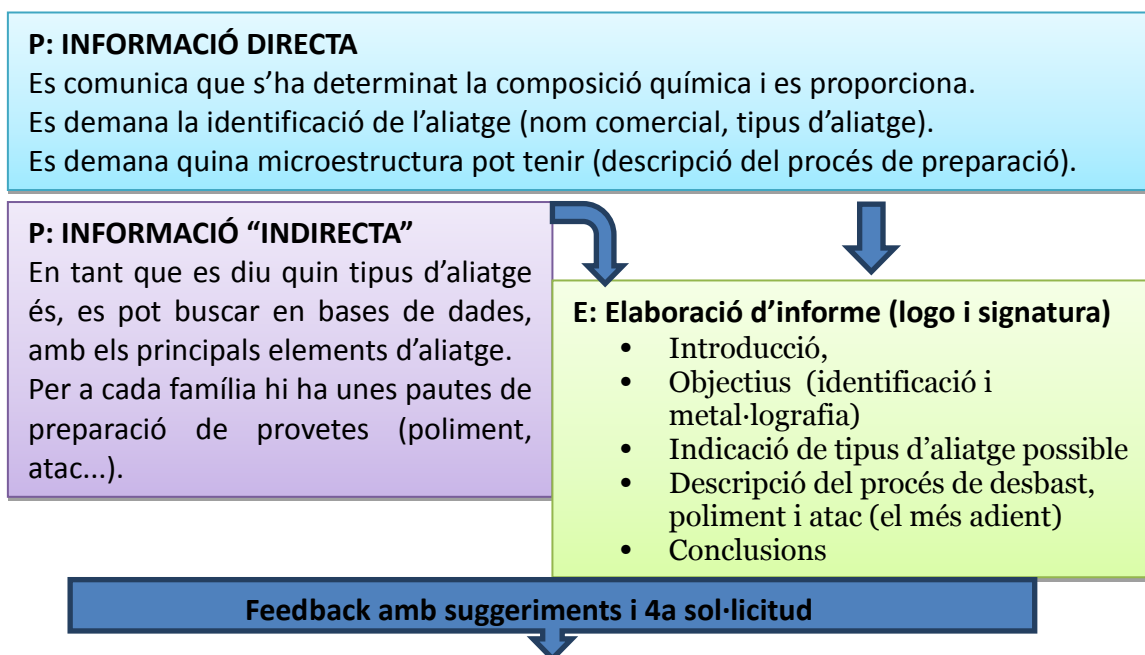


Fig. 4. Etapa 3. Tercera sol·licitud, "Identificació del tipus d'aliatge problema i Metal·lografia"



Aleshores, successivament, es van realitzant noves consultes que, al llarg del quadrimestre, posin a l'alumnat en contacte amb les principals metodologies de caracterització de materials (química, física, mecànica i/o microestructural). Aquests aspectes, habitualment, es treballen de manera superficial a les sessions de teoria.

La retroacció que proporciona el professorat ha de ser constant, per mantenir el ritme de treball i per encoratjar el grup a millorar (cal destacar principalment el que han fet millor). De manera transversal, a partir de les apreciacions del professorat, es fomenta que els informes de cada encàrrec (tasca) siguin cada vegada més acurats i, si s'escau, més professionals. Al final del quadrimestre, el recull d'informes elaborats per un grup es pot recollir, com si fos un dossier, en tant que mostra l'evolució en l'aprenentatge dels estudiants i/o del grup d'estudiants.

L'estudiantat podria estar interessat a realitzar alguna etapa pràctica de les que especifica el document. En aquest cas, es poden oferir (si hi ha disponibilitat) sessions presencials amb els equips o programes que els interessin. En paral·lel, el professorat deixa exposada, des del primer dia, una relació d'espais virtuals on l'estudiantat pot consultar dades relatives al seu material "problema", com per exemple:

- Matweb i CES-EDUPACK: bases de dades de materials.
- PCT-UPC, Portal Científic i Tècnic de la UPC (fig. 5), per fer cerca d'equips i serveis (<http://www.upc.edu/pct>).
- YouTube: canals de professorat, amb continguts pràctics, solucions industrials i exemples visuals.



Fig. 5. Captura de pantalla del PCT-UPC (<http://www.upc.edu/pct>)

Aquesta pràctica s'ha desenvolupat especialment a l'assignatura de Tecnologia de Materials del pla d'Enginyeria Industrial a l'Escola Tècnica Superior d'Enginyeries Industrial i Aeronàutica de Terrassa, ETSEIAT (2 grups de matrícula cada quadrimestre, actualment en extinció) i a l'assignatura de Ciència i Tecnologia de Materials de les titulacions de grau que s'imparteixen a l'Escola d'Enginyeria de Terrassa (fins a 8 grups de matrícula entre els dos quadrimestres d'un curs).

Paral·lelament, com a treball elaborat per un grup de professorat del Grup d'Innovació Docent en Materials (GidMAT-RIMA), s'ha aplicat també a l'assignatura de Tecnologia de Materials a l'Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Industrial de Barcelona (actualment en extinció) i amb estudiantat de Fonaments de Ciència dels Materials de diverses titulacions de grau de l'Escola Universitària d'Enginyeria Tècnica Industrial de Barcelona, així com a les assignatures de Ciència dels Materials dels graus en Enginyeria en Tecnologies Industrials i Enginyeria en Tecnologia Aeronàutica, ambdues impartides a l'ETSEIAT, cadascuna de les quals amb 3-4 grups de matrícula dins d'un curs complet.

En tots els casos, les assignatures implicades han estat assignatures troncales que s'han impartit en tots dos quadrimestres del curs, durant el període previst. Els grups de matrícula són grans (50-60 estudiants), però l'activitat s'ha realitzat en grups de 5 persones, de manera que s'han creat el nombre de grups necessaris per incloure-hi tots els estudiants.

Aquesta activitat s'ha realitzat durant les pràctiques, que han estat un total de 15 hores/quadrimestre per a cada grup. Cada assignatura ha tingut una persona que ha actuat de coordinadora de l'assignatura, si bé cada professor o professora ha treballat autònomament amb els grups assignats, seguint unes pautes comunes i donant la resposta necessària en cada moment a cada grup.

En tant que l'aprenentatge basat en competències pretén assegurar que l'estudiantat assoleixi els coneixements, habilitats i actituds importants, tant en relació amb allò que s'estudia com pel que fa a les transicions per a les quals es preparen (transició laboral, preparació per a màsters acadèmics, etc.), es pot considerar que aquesta activitat permet desenvolupar pràcticament totes les competències genèriques, si bé amb diferent intensitat:

- CG1, Emprenedoria i innovació: La constitució d'una "empresa", la necessitat de buscar-hi un nom "comercial", la possibilitat d'organitzar-se en una estructura/organigrama, proporcionen elements que fomenten la creativitat.
- CG2, Sostenibilitat i compromís social: Els criteris de selecció d'un procés o un altre, en un moment determinat, haurien d'incloure la sostenibilitat i el compromís social. Es pot valorar que el protocol inclogui un punt de gestió de residus (si n'hi ha) i que es tingui en compte l'ús d'un llenguatge no sexista.
- CG3, Tercera llengua: En tant que una bona part de la documentació que cal consultar està en anglès, una part de la incorporació d'aquesta 3a llengua a les seves tasques habituals ja està prevista. Si algun grup decideix que la llengua de comunicació és l'anglès, es valorarà positivament .
- CG4, Comunicació eficaç: La comunicació escrita està implícita en el mateix desenvolupament de l'activitat, en tant que tots els missatges han de ser clars i entenedors, i les descripcions han de ser coherents.
- CG5, Treball en equip: Per garantir que l'equip ha treballat conjuntament, es demana que cada grup elabori actes de les reunions, en les quals s'ha de fer constar el lloc de trobada, la data, la durada de la reunió i els acords presos. D'aquesta manera, es pot detectar si algú no ha participat tant com la resta (i, per tant, no assoliria la competència de "Treball en equip").

- CG6, Ús solvent de recursos d'informació: Es proporcionarà una relació de publicacions i adreces de contacte. A partir d'aquí, cada grup haurà de fer una cerca d'informació coherent amb el contingut que se li ha assignat.
- CG7, Treball autònom: La necessitat de processar la informació recollida i elaborar informes, fora de l'aula, fomenta el treball col·laboratiu i autònom, amb els aspectes positius i negatius que això comporta.

El resultat final de l'activitat és un grup de protocols que, en conjunt, es poden considerar la base d'un procés real de caracterització completa d'un material desconegut, alhora que permet al professorat garantir l'assoliment d'uns mínims que proporcionin criteris objectius de valoració.

Aquesta experiència s'ha presentat a diversos congressos (sessió de pòsters al Materials Education Symposium, Cambridge 2012; World Conference Education Symposium, Barcelona 2012, i sessió de ponències convidades a Materials Education Symposium, Cambridge 2014,). També va optar al Premi UPC a la Qualitat en Docència Universitària (modalitat 2: premi a la iniciativa docent), en l'edició de 2012. Actualment està pendent de lliurament en forma de publicació internacional.

## Planificació de la bona pràctica i descripció de les activitats que s'han dut a terme

Una distribució de tasques aproximada per a una activitat de 15 setmanes, seria:

ACTIVITATS	SETMANA DE CURS (1 QUADRIMESTRE)														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Constitució de grups (E)	E	E													
Presentació (E) i 1a sol·licitud (P)		E													
Informe 1a sol·licitud (E) i retroacció (P)			E												
2a sol·licitud (P) i lliurament 2n informe (E)				P											
Retroacció 2n informe (P), 3a sol·licitud (P) i lliurament 3r informe (E)				P											
Retroacció 3r informe					E										
Parcials															
4a sol·licitud (P) i lliurament 4t informe (E)										P					
Retroacció 4t informe (P), 5a sol·licitud (P) i lliurament 5r informe (E)											E				
Retroacció 5è informe (P), 6a sol·licitud (P) i lliurament 6è informe (E)												P			
Retroacció 6è informe (P), lliurament informe definitiu (E)													P		P
															E

- **E** = estudiantat / **P** = professorat

S'estima convenient que el professorat implicat realitzi 3 reunions durant el curs: a l'inici del quadrimestre, a la setmana 7-8 i al final de l'activitat. Es pot crear un grup de treball i/o un repositori (Dropbox o grup GoogleDocs) per comentar o compartir experiències. A la primera reunió (inici de curs) es defineixen les pautes d'actuació:

- Requeriments i pautes que es proporcionaran a cada grup.
- Definició de la metodologia de treball (adaptada a cada cas).
- Nombre de consultes i terminis de lliurament (planificació).
- Característiques de la retroacció, extensió dels informes i criteris d'avaluació.

Es pot avaluar l'assoliment de les competències desenvolupades i incorporades, a partir d'una rúbrica que inclogui elements valorats en cada competència i grau

d'assoliment d'aquests. L'avaluació del professorat, a més dels continguts, valora la formalitat en el lliurament de les tasques sol·licitades (compliment de terminis) i l'estructura dels documents (que tots els documents proposats continguin una contextualització) i l'originalitat en la descripció. A més, permet engegar eines de coavaluació i autoavaluació amb la utilització de rúbriques.

Un aspecte molt positiu d'aquesta activitat és que permet a l'estudiantat actuar, dins el seu rol, com a avaluador d'altres treballs o informes presentats per altres grups, ja que els informes s'han de lliurar per duplicat (un arxiu amb dades de grup i un altre arxiu sense cap identificació), amb la qual cosa l'estudiantat pot avaluar, de manera anònima, altres treballs i comprovar la qualitat del propi treball per comparació.

---

## Avaluació i resultats

Els informes es lliuren en un document doble: un amb nom i un altre sense cap identificació. Amb els documents "anònims", s'organitza una graella de distribució, de manera que cada grup rebi dos documents per avaluar, un model de rúbrica i un model de qüestionari en blanc. Cada grup ha de fer les 2 avaluacions dels treballs que se'ls hagi assignat; l'estudiantat avalua el treball i envia els qüestionaris emplenats al professorat. D'aquestes dues avaluacions d'estudiantat, juntament amb la valoració que haurà fet el professorat, se'n fa una mitjana.

També es demanen les actes de les reunions, en les quals queden recollides les propostes de feina per a cada sol·licitud del professorat i les tasques assignades a cada membre del grup. Si algun membre no aconsegueix les tasques, el professorat es planteja l'avaluació (mitjançant un qüestionari de valoració) dels membres del grup entre ells, de manera anònima. Si el contingut de les actes indica que tothom ha "completat" la seva part, no s'ha de considerar aquesta avaluació.

Una vegada finalitzada l'activitat, mitjançant un joc de preguntes i respostes, es consulta l'estudiantat què és el que més els ha agradat i què és el que menys, amb referència a la metodologia considerada, i s'adopten les mesures requerides en cada cas.

Les respostes més coincidents en l'apartat "El que més m'ha agradat" han estat del tipus:

- Haver de buscar informació i descobrir per mi mateix la informació.
- El ritme de comunicació.
- La metodologia de laboratori.
- Poder conèixer equips que no tinc a l'abast al laboratori.

Les respostes més coincidents en l'apartat "El que menys m'ha agradat" han estat:

- Massa feina.
- La dificultat en la redacció dels informes, sobretot els primers.
- No saber per on començar, en ocasions.
- Haver de treballar en grups.

---

## **Plans de millora contínua**

En un inici, els treballs es demanaven en català i/o castellà. Progressivament, s'ha anat incorporant l'anglès com a llengua vehicular, tant en els informes com en la redacció de missatges electrònics de contacte. Això ha permès desenvolupar habilitats de comunicació i redacció de documents tècnics en 3a llengua.

Pel que fa a l'avaluació que realitza cada any l'estudiantat, s'han anat incorporant (en la mesura que s'ha considerat oportú o ha estat possible) les propostes de millora que han suggerit, tot i que no es podia considerar amb regularitat, ja que depenia molt de la promoció (nivell d'exigència, característiques de l'estudiantat, etc.).

---

## Referències

- Martínez, M; et al.: “Guia per a l’avaluació de competències als laboratoris en l’àmbit de Ciències i Tecnologia”. AQU Catalunya, Col·lecció “Guies d’avaluació de competències, Barcelona 2009
- Fransoy, M; Sánchez-Robert, FJ; Augé, M.; Salán, MN: “Student Portfolio as a learning tool in UPC-BARCELONATECH technical and health degrees. Good Practices in GTPoE-RIMA”. WCES 2012, Barcelona.
- Marcè, J; Salán, MN; Aragoneses, A; Bernat, E; Escrig, E; Otero, E; Rupérez, E; Illescas, S: “Teaching Engineering with Autonomous Learning Tools: Good Practices in GRAPAU-RIMA”. WCES 2012, Barcelona.
- Sánchez, P; Rosell, J; Muñoz, A; Flores, M: “La metodología de los juegos de rol y la aplicación de las nuevas tecnologías en el área de organización de empresas en las titulaciones de ingeniería y arquitectura”. Convocatorias 2009 Innovación (Universidad de Zaragoza)
- Zumbado, H; Escandell, J: “Didáctica universitaria”, Cultura Docente (<http://www.uh.cu/sitios/cultdoc>)
- Silvestre, M; Zilberstein, J: “Cómo hacer más eficiente el aprendizaje?” Ediciones CEIDE, México 2000