

# 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 penjen 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)



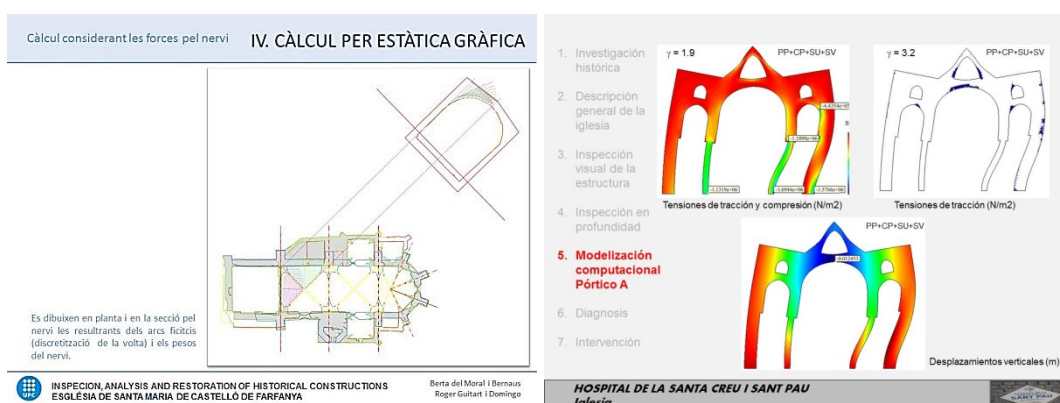
Exemples de parts de presentacions dels treballs de grup

## 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