

PRESENTACIÓ DE RESULTATS DELS PROJECTES DE MILLORA DE LA DOCÈNCIA

ESTUDI D'IMPLEMENTACIÓ DE LA DOCÈNCIA AMB TABLETS-PC, PISSARES DIGITALS I VÍDEO, EN UN NOU TIPUS D'AULA MULTIMÈDIA PER L'ENSENYAMENT PRESENCIAL I SEMI-PRESENCIAL DE DIFERENTS ASSIGNATURES DEL GRAU D'ARQUITECTURA

Ernest Redondo Dominguez (Responsable)

ernesto.redondo@upc.edu. Departament d'Expressió gràfica Arquitectònica I, ETSAB

Galdric Santa Roma

galdric.santana@upc.edu. Departament d'Expressió gràfica Arquitectònica I, ETSAB

Tipus d'ajut rebut: **UPC_2010**

Data de la comunicació de resultats: 15 gener 2012

Resum: L'objectiu del projecte és plantejar una nova forma de docència del dibuix a mà alçada (DA), emprant dispositius tàctils, tipus pissarres digitals interactives (PDI), "tablets", tauletes digitals, etc, i aplicar-los també a l'ensenyament dels Projectes arquitectònics, (PA), i al modelat tridimensional (DII), tot en un entorn multimèdia. Aquest plantejament, neix com a conseqüència de la documentació de les mancances dels estudiants en la primera disciplina, de la seva afinitat cap al mitjà digital i dels avantatges d'aquest tipus de dibuix com a mètode de comunicació, anàlisi i creació en l'àmbit dels projectes. Amb l'objectiu de compaginar aquestes aptituds, de millorar el rendiment acadèmic en aquesta competència (fonamental per als futurs arquitectes), així com la possibilitat de desenvolupar projectes, s'han assajat diverses metodologies docents en les diferents assignatures: Dibuix III, Curs d'Acollida, Aula PFC (titulació d'Arquitectura a l'ETSAB). S'ha posat en pràctica el projecte mitjançant estudis de cas, fent servir els dispositius abans descrits, amb grups d'alumnes experimentals i altres de control, i amb qüestionaris pre i post-test. D'acord amb aquestes experiències, s'han obtingut uns primers resultats de caràcter objectiu en dos casos concrets que demostren la viabilitat i eficàcia de la proposta. Cal però aprofundir en l'avaluació estadística dels resultats i en els mètodes a emprar i alhora ampliar els grups d'alumnes.

Paraules clau

Tecnologia educativa. Investigació educativa. Representació gràfica arquitectònica.

Catalogació segons aspecte d'actuació docent

- Noves metodologies
- Materials didàctics

Àmbit de coneixement UPC

Àmbit o matèria principal beneficiària del projecte: Arquitectura, Urbanisme i Edificació

Destinatari

Titulació d'Arquitectura ETSAB

Assignatures on s'ha assajat:

Curs d'Acollida 2010 i 2011, (60 alumnes cada vegada)

Dibuix III Q1 i Q2 (35 alumnes cada vegada), curs 2010-2011

Aula PFC Homologació 2010 (10 alumnes - grau d'arquitectura)

Representació Arquitectònica I (30 alumnes) i Aula PFC Q2 2011, Grup. J. Muntañola (5 alumnes)

1. Resultat

Aquesta presentació de resultats consta de les següents parts descrites en un annex A desenvolupat en vuit sot-apartats.

En el primer apartat es descriu el tema central: la docència del dibuix d'arquitectura a mà alçada en el moment actual, conscients de que és una eina fonamental d'expressió, reflexió i creació de projectes arquitectònics, un cop vista i documentada l'empenta de les noves tecnologies, combinada amb la manca de formació prèvia dels nostres alumnes.

Seguidament s'exposa l'estat de la qüestió de les tecnologies emprades, les pissarres digitals interactives PDI, tauletes digitalitzadores i "tablets" fent una revisió de la bibliografia científica afí. Tot seguit es descriu la metodologia a emprar en aquest treball, exemplificada en dos casos d'estudi i el marc de referència de cadascun d'ells, un curs de DIII, Dibuix arquitectònic i Anàlisi visual a segon any i una Aula PFC de la titulació d'Arquitectura a l'ETSAB, finalitzant aquesta part amb l'enunciat de les actuacions encara en procés i de les que es troben en ple desenvolupament i on encara no s'han pogut deduir resultats objectius (en part perquè s'està pendent d'emprar-les en el grau d'arquitectura).

A la segona part de l'annex es descriu la valoració i avaluació científica dels resultats assolits, on ha quedat demostrada l'agilitat i facilitat d'ús d'aquest dispositius, la millora del rendiment acadèmic i l'escurçament del temps d'aprenentatge que permeten.

A la tercera part es recullen les principals conclusions, entre les que es destaca que s'ha pogut demostrar com el dibuix digital, emprant tots aquest dispositius és un substitut més que acceptable de les eines de dibuix tradicional; que mercès a la connexió a Internet és possible disposar sobre un mateix pla de treball, la informació arquitectònica contextual i coordinar-la i compartir-la entre diferents usuaris en temps real. Això esdevé molt important en les correccions i en l'acció tutorial. L'enregistrament seqüencial i dinàmic dels processos gràfics i docents facilita en gran mesura el desenvolupament de pràctiques tutelades o semi-presencials per part dels alumnes i que incrementa el rendiment acadèmic dels estudiants molt ràpidament, així com les seves competències TIC, de manera prou espectacular: (<http://atenea.upc.edu/moodle/course/view.php?id=31448>).

A la quarta part s'adjunten referències als materials docents generats. En el cas de DIII es recull en un seguit de processos gràfics i docents dipositats a:

(<http://atenea.upc.edu/moodle/course/view.php?id=31448>).

Publicacions d'articles a revistes i ponències a congressos que recullen parts d'aquesta recerca, etc.

A la sisena i darrera secció, es recull una breu bibliografia de referència. No obstant al nostre entendre, el millor resultat obtingut és l'empenta que ha rebut la creació d'un grup de recerca educativa dins l'àmbit de l'arquitectura, el GILDA (Grup d'Interès per a la Innovació i la Logística Docent en L'Arquitectura), on un conjunt de joves professors (alguns dels quals han participat en aquest projecte), ens hem agrupat per a sumar esforços i dur a terme una tasca comuna, com a conseqüència de la baixa explotació en aquest camp, fet que permet generar moltes i bones aportacions al coneixement: (<https://sites.google.com/site/gildaupc>).

El proper curs és procedirà a repetir les experiències amb les matèries: Representació arquitectònica I (RAI), un grup de Dibuix II (DII) i un aula PFC del nou pla d'estudis, on la disminució de càrrega lectiva i la docència semi-presencial obligada, seran la prova límit per a la utilització d'aquestes noves metodologies. També està previst que d'altres docents i matèries facin servir l'equipament de l'aula i afinar els mètodes d'avaluació .



Figura 1.- Vista de l'aula multimèdia i de diverses accions docents amb la PDI i "tablets".

ANNEX A.

A.1. Introducció

El tema central d'aquest projecte de millora docent és el Dibuix Arquitectònic a mà alçada, (DA), com a cas d'estudi de recerca educativa. Es tracta d'una de les habilitats que tot arquitecte ha de tenir, ja que amb ella plasma les idees i reflexiona en els seus projectes, pren notes i es comunica amb els col·laboradors. L'aprenentatge d'aquesta competència, ha gairebé desaparegut del sistema educatiu espanyol i en concret del batxillerat, ja que llevat que l'alumne s'orienti cap al món artístic, s'agrupa a tots els aspirants a arquitecte en la mateixa línia científico-tècnica que els enginyers, sense opció alguna a rebre formació en Dibuix artístic ni Història de l'Art, també pilars fonamentals de la formació en humanitats dels arquitectes.

En conseqüència totes aquestes habilitats s'han d'adquirir a la universitat, inclosa la part d'ensinistrament manual i cultura visual que el dibuix comporta. Alumnes que d'altra banda i gràcies al Pla Escola 2.0 del Govern d'Espanya, sí que hauran rebut formació en l'ús de la informàtica a diferents nivells, essent per edat, nadius digitals (Premsky, 2001) i usuaris habituals de les pissarres digitals, dels ordinadors personals i d'Internet 2.0. Totes aquestes dades han estat documentades àmpliament (Giménez i altres, 2010). En aquest article es detalla la nova metodologia desenvolupada per a l'assignatura Dibuix III (DIII) y en un Aula PFC de L'ETSAB, encarregada, la primera de desenvolupar aquestes competències i habilitats matèria que s'imparteix en el segon any de la titulació d'Arquitectura Superior a l'Escola Tècnica Superior d'Arquitectura de Barcelona (ETSAB-UPC), per part del Departament d'Expressió Gràfica Arquitectònica 1 (EGA 1), a alumnes que prèviament han cursat Dibuix Tècnic, DT i Geometria Descriptiva, GD, tant per mitjans tradicionals com informàtics. Per la seva banda la segona, L'aula PFC, juntament amb el Projecte Final de Carrera, tanquen el cicle formatiu de l'estudiant i d'alguna manera ha de ser el lloc on es facin servir totes les habilitats i competències rebudes durant la formació.

La justificació i objectiu fonamental d'aquest projecte és millorar els resultats acadèmics dels nostres alumnes davant de les mancances i amb aquestes habilitats, optimitzant al màxim els processos docents en l'ensinistrament gràfic per la seva nul·la experiència prèvia, al mateix temps que s'explota l'afinitat dels mateixos cap al medi digital, i els preparem per als reptes del nou Espai Europeu d'Educació Superior (EEES). La via d'aproximació és l'ús de les metodologies SBIM (*Sketch Based Interface and Modeling*), que podem traduir per modelatge digital d'acord amb una interfície d'esbós, en ple desenvolupament en el camp de l'enginyeria, i en concret en la producció i manufacturació assistida per ordinador, CAD-CAM, però no tant en el de l'Arquitectura, on es re-interpreta en clau del treball amb dispositius tàctils de dibuix digital. El nostre propòsit és avaluar com es poden adaptar aquestes metodologies a la docència del Dibuix Arquitectònic, DA i dels Projectes PA juntament amb les estratègies del *e-learning* o aprenentatge recolzat en la xarxa i amb dispositius multimèdia, amb un segon objectiu que es buscar alternatives i millores a les metodologies docents aplicades fins ara.

Per a això plantejem un parell d'estudis de cas que estem duent a terme fa un parell d'anys a l'ETSAB-UPC en un grup experimental de l'assignatura DIII y en una Aula de PFC, en què fan servir tècniques tradicionals anomenades toves i a color, (llapis de colors, carbonet, pastissos, etc.) o el CAD, el modelatge virtual i la manipulació d'imatges digitals. Després de diversos intents, per fi s'ha aconseguit desenvolupar íntegrament dos cursos segons el nostre projecte, gràcies a la qual cosa ja és possible extreure les primeres conclusions importants. De moment les metodologies del Dibuix Digital les hem aplicat a la docència i a la tutorització, i no pas a la realització dels treballs per part dels alumnes, fase que s'espera implementar en un parell de cursos.

En aquest sentit, es busca en la motivació que la informàtica té entre els alumnes, en l'experiència dels professors de l'àrea EGA i PA durant les correccions públiques, les classes gràfiques magistrals i en la docència d'aplicacions informàtiques, el lloc de trobada on per una banda es potenciï la sensibilitat i intuïció pròpia del dibuix en general, amb la versatilitat del digital, en combinació amb el rigor del disseny assistit per ordinador. Tot això en un entorn interactiu en el qual participin docents i alumnes. Per això es proposa l'ús dels "tablets", i Pissarres Digitals Interactives (PDI), i amb aquests explorar noves aproximacions a les metodologies SBIM, que més s'adaptin a la tasca dels arquitectes, el que podem definir com Dibuix Digital Arquitectònic a mà alçada en combinació amb els aplicatius web de gestió docent i d'altres xarxes per compartir materials i opinions en el que anomenen aula multimèdia.

Atès el caràcter polièdric del tema, la revisió d'investigacions relacionades la descomponem en apartats específics atenent tant a la tecnologia emprada com a les metodologies.

A.1.1 El Dibuix Arquitectònic Digital davant del Sketch Based Interface And Modeling. SBIM.

L'estat de la qüestió de l'ús del SBIM en l'entorn arquitectònic, l'hem documentat en diferents treballs, (Redondo, 2009). Un bon exemple dels últims avenços és el projecte EsquisE, (Juchmes i Leclercq, 2005) que resol el tema en un entorn multi-agent col·laboratiu, en què després de realitzar els esbossos digitals, uns operadors s'introdueixen les dades en un sistema CAD .

En el camp de l'enginyeria destacaríem és el projecte ILoveSketch (Soek-Hyun i altres, 2008) que soluciona el problema, generant en un espai isomètric models tridimensionals a base de corbes splines que defineixen els seus contorns aparents i que una vegada

completats, són exportats directament a un sistema de modelatge 3d. Com es veu hi ha una primera diferència clara: en el primer cas els traços i línies són polisèmics i necessiten d'un intèrpret que tradueixi el que representen. En el segon cas això no passa, doncs s'utilitza un llenguatge i un sistema gràfic més unívoc: el sistema de representació isomètric, com també fa el projecte referir, (Company, 2007).

En el nostre cas la proposta inicial de SBIM per arquitectes, ho és en tant que la realització dels dibuixos que emulen el treball amb les tècniques tradicionals, assimilables als primers esbossos i estudis d'un projecte arquitectònic, són duts a terme íntegrament en un entorn digital amb ajuda d'un dispositiu *pen based* tàctil, és a dir un ordinador o perifèric en què les dades s'introdueixen dibuixant amb un punxó o el dit, traços sobre la pantalla. De moment és l'opció més accessible i per la qual es decanten plataformes i paquets de disseny arquitectònic integrat, com el d'Autodesk®, que incorpora el SketchBookPro® a la seva aplicació Revit® i també ho fa Allplan® amb el Allplan Sketch®, sense perdre de vista que es superposa informació i no es sincronitzen les dades com es fa en el SBIM d'enginyeria.

A.1.2. La docència amb tablet-PC.

Els antecedents d'estratègies pedagògiques en les que s'usen tablet-PC les coneixem pels treballs publicats per (Mock, 2004), (Anderson, 2004) i (Hennessy, 2007) i en l'entorn arquitectònic pel seu ús esporàdic en el projecte Esquis abans esmentat i en el Electronic Cocktail Napkin (Gross, 1996-2007). Són, els primers treballs en els que s'usen caràcters o símbols de gran utilitat en la docència de les Matemàtiques, Física, Química, etc. En el segon cas són estudis que es basen en equips altament experimentals no aplicables a la docència ordinària de les nostres facultats. A nivell universitari nacional podem citar diferents experiències. (Costes 2008) descriu la seva utilització en exposar l'equipament disponible per part dels professors implicats en la docència distribuïda. (Marquès, 2008) les descriu com a instruments vàlids per potenciar la docència participativa en combinació amb les PDI.

En el cas concret de la docència del dibuix a mà alçada, *freehand drawing* en denominació anglosaxona, podem citar (Bilén i altres, 2008), que recull les possibilitats en el camp del dibuix d'enginyeria sobretot a nivell de diagrames i en les discussions col·lectives de dissenys. (Ning i altres, 2004) del MIT, descriuen la seva utilització en els mateixos termes de dibuix tècnic afegint la possibilitat d'incorporar dibuixos de CAD, notes i altres documents a l'esbós pròpiament dit. No hem trobat referències suficients a la docència del Dibuix artístic amb aquests dispositius en el batxillerat ni a la universitat.

A.1.3. La tecnologia dels tablet-PC tablets i Ipads.

El primer a proposar aquest tipus d'eines va ser (Kay, 1960), quan va crear el primer ordinador portàtil usant un llapis per a introduir les dades, es deia el Dynabook. (Sutherland, 1963), per la seva banda va proposar el Sketchpad, com una aplicació de dibuix gestionada des d'un enorme ordinador i on les dades s'introduïen amb un punter apuntador, decantant la tecnologia gràfica, amb posterioritat cap a l'ús del ratolí i el teclat com dispositius d'entrada de dades, motiu pel qual el desenvolupament dels tablets tàctils s'alenteix fins que (Hurst, 1974); publica un article on defineix els nous estàndards d'aquest producte. (Wellnes, 1993); va publicar un treball on presentava en un desenvolupament per Rank Xerox, el concepte de paper digital, és a dir com incorporar els registres gràfics tradicionals a l'entorn de l'ordinador, però cal esperar fins l'any 1997 data en què es presenta la primera patent USA d'un dispositiu gràfic integrat per una pantalla tàctil gràcies als treballs de (Hanseny Kragh, 1997);

El gran salt qualitatiu, però, l'impulsa Bill Gates, que ja els va anunciar en el seu llibre: Camí al futur, apostant des de Microsoft ® fort per ells. De fet els "tablets" actuals van sorgir del seu projecte Origami l'any 2002, després de diversos intents fallits, amb la voluntat de crear un ordinador portàtil molt intuïtiu a mig camí entre el portàtil i la PDA, que funcionés amb bateries, com un quadern i amb pantalla tàctil de baix pes i cost, el que es coneix com Ultra Mòbil PC (UMPC) l'última versió es va presentar el 2007 en col·laboració amb Samsung.

En paral·lel diferents fabricants com Hewlett Packard ®, Toshiba ®, Dell ®, Lenovo ®, han anat evolucionant la idea inicial combinat un ordinador portàtil convencional amb una pantalla tàctil re-orientable a la qual recentment se li ha afegit la tecnologia LED, les opcions multi-tàctils unit a la sensibilitat a la pressió de les Wacom ®, encara que pel camí també han aparegut altres dispositius tàctils desproveïts de teclat, les *slates*, pissarres, com la Fujitsu Stylistic ® o les de Xplore ®, una evolució de les quals és la recentment presentada Ipad d'Apple ®. Malgrat que la seva tecnologia capacitiva no els fa sensibles a la pressió, aquesta és substituïda per opcions del programa de manera que es treballa com si de retoladors fins es tractés, és a dir amb un gruix constant.

El nostre objectiu és demostrar la utilitat i avantatges d'aquests dispositius en la docència del dibuix i els projectes arquitectònics en la mesura que permeten recuperar notablement l'expressió de traç, el dibuix suggerent, l'apunt-croquis en clau digital i combinar aquesta informació amb altres aplicacions de CAD. I per això hem fet servir diversos dispositius del Departament EGA en aquest treball, a part del perifèrics adquirits amb l'ajut, la PDI , AV&D SB685-H2-007212 amb suport de mobilitat i ordinador, un tablet Toshiba Folio amb sistema operatiu Android, , Un Acer Iconia W500 amb sistema Windows 7 i un Ipad 1.0, s'ha emprat un tablet-PC Toshiba i un Hewlett Packard. A tots ells sempre s'ha emprat el mateix programari SketchbookPro i ArtRage.

A.1.4 Les pissarres digitals interactives, PDI, davant el tablet-PC i d'altres tablets.

On segurament més s'ha avançat és la incidència de les PDI en els processos formatius. (Gallego i altres, 2009) han recollit diversos estudis a tot el món i també a Espanya, (Dulac, 2006), dins l'*Iberian Research Project*, sobre la incidència d'aquests dispositius destacant les grans possibilitats d'interacció professor-alumne, facilitant l'accés a molts recursos docents a la xarxa, reduint la necessitat de prendre apunts tradicionals. Destacarem també els treballs del Grup DIM dirigit pel professor Marquès, ja citat així com els de (Gutiérrez i altres, 2010). També ens consten experiències documentades en l'ús de les PDI en la docència de les Matemàtiques (Noda, 2009) i en la formació dels futurs mestres (Hervás i altres, 2010). Però no tenim molt documentat el seu ús per a la docència del Dibuix Artístic en el batxillerat i tampoc a nivell universitari. (Geyer i altres, 1998) (Salinas, 2008), (López-BS, 2010) descriuen la seva utilització genèrica en l'educació artística però no exposen exemples. A la vista d'això, queda clar que aquesta investigació és procedent ja que aquests dispositius són especialment aptes per a les correccions conjuntes de Projectes però no així per al DA. On només es poden fer servir per classes magistrals, encara que al no poder emular la pressió del traç veuen reduïdes molt les seves possibilitats expressives.

Per a aquesta docència específica considerem més adequats els tablet-PC ja que permeten utilitzar un major nombre d'aplicacions gràfiques enfront de les PDI, el tablet o Ipads, amb tecnologia capacitiva i multitàctil, els registres gràfics dels quals són més indicats per a diagramar que no per dibuixar. Els tablet-PC són resistius i sensibles a la

pressió i en conseqüència permeten l'expressivitat, fonamental en el DA. Però per contra no tenen tanta capacitat de contrast i en ambients exteriors no sempre es poden fer servir.

A.2. Marc de referència acadèmic

A.2.1 L'assignatura de Dibuix III, DIII, és una matèria quadrimestral de 9 crèdits que ha estat cursada anualment fins l'any 2010-2011 per una mitjana de 380 estudiants que opten per un o altre semestre en funció del seu aprofitament escolar. Això dóna lloc a dos grups d'alumnes, els del quadrimestre de primavera, uns 200 cada any, provenen de superar ràpidament la fase selectiva dels estudis d'Arquitectura a l'ETSAB i un segon grup d'uns 180 que ho fan més tard pel fet que no han superat la primera alguna de les matèries preliminars.

La docència de la mateixa s'estructura al llarg de 14 setmanes, en dues sessions setmanals de tres hores, en una de les quals s'imparteix una classe teòrica d'1 hora i mitja, desenvolupant la resta en forma de taller-laboratori amb participació activa del docent. La càrrega extraescolar és molt reduïda, ja que només es necessiten un parell d'hores a la setmana, dedicades sempre a preparar els exercicis i obtenir els materials. En el nou pla d'Estudis del grau d'Arquitectura adaptat a l'EEES que s'ha iniciat enguany, aquesta matèria ocupa el mateix lloc en el calendari lectiu però veu reduïda la seva càrrega a 5 crèdits ECTS que es desenvolupen en dues sessions de dues hores cadascuna durant un quadrimestre amb 1 hora de teoria i tres de pràctiques presencials tipus taller-laboratori i una mica més de dues hores no presencials.

L'assignatura de DIII de l'actual i la seva versió Representació Arquitectònica I (RA I), del nou Pla d'Estudis d'Arquitectura a l'ETSAB tenen com a objectiu, tal com figura en la documentació del Pla, el dotar els estudiants de la formació i recursos gràfics suficients que li permetin establir un discurs gràfic coherent amb el desenvolupament del procés de projectar, amb la intenció d'aconseguir que la relació entre el discurs arquitectònic i la representació gràfica sigui fluida. Es tracta de proporcionar una formació adequada per a la representació d'espais arquitectònics i en la formació d'una mentalitat moderna compositiva / constructiva incidint en el tractament de la llum, la correcta proporció dels elements, la captació de l'espai, la representació de materials i textures, de la naturalesa i el paisatge urbà, emprant tots els coneixements que s'han rebut en les assignatures prèvies a aquest curs i ampliada a una formació artística que examina els processos organitzatius, compositius, estructurals que van ser aportats per les experiències plàstiques de l'inici del segle XX. Les tècniques a emprar seran finalment aquelles d'ús corrent en especial les tècniques toves, llapis de color, carbonet, pastissos, etc. La diferència fonamental entre el DIII i la RA I, és la càrrega lectiva.

El problema a resoldre és el següent. Com hem descrit, el desenvolupament de les aptituds gràfiques s'ha reduït molt en l'ensenyament secundari. En conseqüència la majoria d'aquestes habilitats s'han d'adquirir en la universitat que a més a més també està reduint la seva càrrega lectiva en aquesta matèria. Això es posa de manifest en el rendiment en l'àmbit universitari d'Arquitectura Superior en aquesta matèria que és relativament molt baix en comparació amb altres disciplines de la línia. Segons les nostres dades, Direcció d'Estudis ETSAB i donat per fet un nivell d'exigència equivalent en les diferents matèries, el seguiment dels nous estudiants de la fase selectiva és de mitjana del 61%, valor gairebé idèntic a la mitjana d'alumnes que aproven en primera convocatòria la matèria de Geometria Descriptiva, GD, que és la prolongació natural a la universitat del DT. Aquests valors són també equiparables als obtinguts en Matemàtiques, un 68% i més baixos que en Física, un 76%, i contrasten amb els obtinguts en Projectes

Arquitectònics I, la primera matèria específicament arquitectònica, que és del 40% i en DA, Dibuix I, a l'ETSAB que és del 18% en primera convocatòria. Aquesta simple constatació ja justifica de per si a perseverar en l'estratègia de millora que plantegem.

La hipòtesi és demostrar que és perfectament possible impartir un curs lectiu de la nostra matèria, DA a mà alçada, fer-ho en un entorn digital, usant els dispositius tàctils de dibuix digital, cosa que pot semblar paradoxal, aconseguint al mateix temps millorar el rendiment acadèmic dels alumnes i una major sinergia amb l'entorn digital participatiu 2.0 que en bona lògica ha de ser el medi natural en què s'ha de desenvolupar la docència al nostre país a tots els nivells a partir d'ara.

A.2.1.1. Disseny de la intervenció.

El desenvolupament de l'assignatura es realitza d'acord amb el següent programa: consta de tres blocs, grups o conjunts d'exercicis, de diferent durada i extensió en els quals s'apliquen conceptes plàstics fonamentals, de perspectiva, il·luminació interior de l'espai arquitectònic i explicació gràfica de materials, elements arquitectònics i compositius, paisatge natural i urbà, mitjançant l'ús correcte de les tècniques de dibuix. Els diferents exercicis es realitzaran fonamentalment en horari docent i sota supervisió directa del professor encara que també està previst preparar i concloure treballs en horari extraescolar

Bloc 1: Tècniques gràfiques toves, color i composició. Introducció a les tècniques gràfiques convencionals del dibuix artístic, en concret a les tècniques toves, llapis de color, pastís, carbonet, al tractament del color i de la composició. Bloc 2. Anàlisi d'una obra arquitectònica exemplar de l'Arquitectura Moderna. L'objectiu d'aquest bloc d'exercicis és d'una banda aconseguir una determinada capacitat gràfica, comprensible, àgil i gràficament correcta que permeti la interpretació, estructura, construcció, composició i altres categories a interpretar del model exposat. Bloc 3. Anàlisi del Paisatge i la seva relació amb l'Arquitectura. Representació del paisatge a través del reconeixement / anàlisi de les seves condicions estructurals, de textura, materials a escales diferents. La nostra proposta accepta aquest marc docent general i en un grup concret d'alumnes, desenvolupa una programació especial corresponent a un curs ordinari de Dibuix III usant les tecnologies tàctils i en especial el tablet-PC per a la docència.

A.2.2 L'assignatura de Aula PFC Grup especial Tribunal d'Homologació.

Qualsevol curs de Projectes d'una Escola d'Arquitectura té l'objectiu de dotar de formació visual als estudiants, a través de la crítica a projectes propis i aliens, tot fomentant la correcció i el judici públic de les propostes, que comporten agilitat per transmetre-les i expressar-les. En el cas de l'Aula PFC, darrer curs ordinari de projectes aquesta condició li dona un caràcter diferent al de la resta ja que ha de ser una mena de revàlida de l'aprenentatge complex assolit al llarg dels diferents cursos a l'Escola com a preparació per el treball final de síntesi, el Projecte Final de Carrera, PFC que l'alumne ha de desenvolupar tot sol i finalitzar en una defensa pública que ha de servir-li per assolir el títol i les competències plenes com d'arquitecte.

Aquesta excepcional circumstància fa que sovint els alumnes que han gaudit de l'acompanyament del docent es trobin aïllats i desorientats la qual cosa comporta un endarreriment en l'assoliment dels objectius acadèmics i una demora de prop de dos anys en superar la matèria. En el cas d'estudi es tractava d'estudiants amb la titulació d'arquitecte per d'altres universitats no europees, i que després de superar uns exàmens

teòrics específics en diferents matèries, finalitzaven la seva homologació amb una Aula PFC i un PFC a defensar en un tribunal ordinari de l'ETSAB.

Normalment en les Aules PFC, tal com es recull a la Guia Docent vigent, es proposa que tractin sobre programes d'equipaments públics de petita i mitjana escala ubicats en entorns urbans consolidats. Equipament públic perquè, a més d'articular l'espai urbà, permet introduir problemes formals complexos de la mà del programa i dels sistemes constructius, estructurals i energètics que el defineixen.

De petita i mitjana escala perquè, creuant el grau de definició que es demana com objectiu docent, amb el bagatge tecnològic amb el que els estudiants arriben, i el temps que es disposa per a treballar-ho, creiem que és l'escala màxima per a bastir amb garanties un futur PFC.

En entorns urbans perquè introdueix complexitat i involucra el projecte en el teixit urbà que contribueix a articular. Per altra banda evita alhora escenaris amb poc o massa caràcter.

L'edifici proposat com a tema comú a tots els alumnes de curs havia de resoldre un programa funcional universitari per ampliar l'edifici de la Facultat de Belles Arts de la Universitat de Barcelona a la zona del campus SUD de la UPC al solar assenyalat, de manera que es creïn diversos laboratoris, tallers, despatxos departamentals i un nou accés a la facultat al mateix temps que es reordenen les circulacions de l'edifici existent. La solució ha de tenir molt en compte l'edifici existent, les seves característiques formals i compositives, de manera que el projecte nou formi amb el mateix un conjunt unitari i harmònic encara funcionalment sigui autònom.

La principal diferència en aquest curs experimental era la seva carga lectiva ja que en lloc de dos semestres, aquest curs especial només en disposa d'un a raó de quatre hores de classe a la setmana. La hipòtesi a demostrar en aquest cas era que si el desenvolupament del projecte, la comprensió del lloc i l'entorn es feia de forma comuna, discutint-lo damunt una PDI, prenen materials de la xarxa, sobreposant-los a dibuixos i models CAD i les correccions personalitzades amb "tablet", es podien escurçar els temps i optimitzar el procés d'aprenentatge

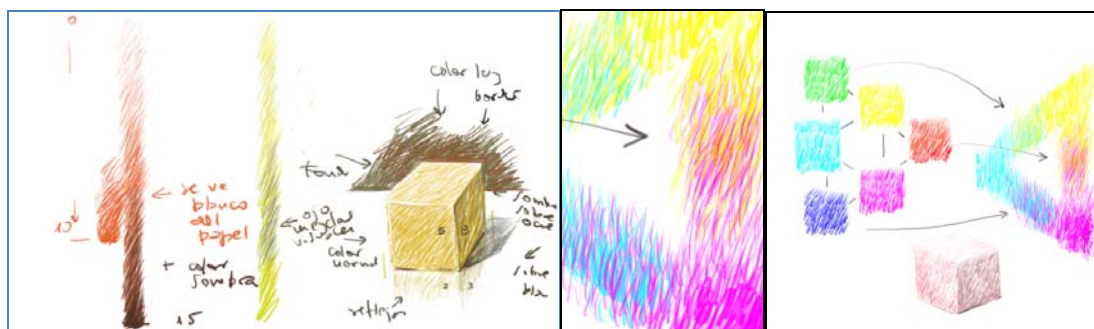
A.3. Estudi de casos.

A.3.1. Cas I. La docència del Dibuix Arquitectònic. Processos gràfics desenvolupats a l'aula i la consulta dels mateixos per part dels alumnes via web. La metodologia emprada en aquest projecte docent és la de l'Estudi de Cas, habitual en l'avaluació educativa des que (Stake, 1981) la va implementar. En el nostre treball, el cas és un grup d'alumnes concrets sobre els quals es assajar una nova proposta docent de forma estructurada buscant una valoració quantitativa i qualitativa a parts iguals. Els materials bàsics d'aquest estudi són: A) Processos. La docència del DA emprant un tablet-PC és una experiència no documentada. En aquest cas es va un pas més endavant i en comptes de generar diagrames o esquemes organitzatius simbòlics sobre una presentació o entorn gràfic, que és el que fins ara s'ha publicat, es generen representacions més realistes explotant al màxim les prestacions dels nous tablet -PC, tauletes digitalitzadores i iPads, en què es descriu pas a pas el procés del realització d'un esbós arquitectònic amb un rang de matisos cromàtics molt alt, similar al del dibuix amb llapis de color. Aquest fet no és trivial ja que és molt complicat explicar conceptes sobre el color en una pissarra verda tradicional.



Figura 2 .- Seqüències comentades de l'elaboració de diferents esbossos digitals corresponents a treballs en l'assignatura Dibuix III, a l'ETSAB-UPC.

Per a això s'utilitzen programes de dibuix digital, com ara SketchBookPro® , Art Rage®, en llicències educatives . Es tracta doncs de fer un dibuix, similar però no el mateix, al que han de fer els estudiants i fer-ho pas a pas davant d'ells; per exemple la representació d'un espai imaginari, en perspectiva cònica, suggerint la seva aparença, proporcions, materials, textures i ambient.



Figures 3 .- Explicació d'utilització de les diferents tècniques gràfiques emprades. En aquest cas amb l'ús del color.

El curs es programa en 13 classes teòriques d'una hora i mitja i en 70 hores de pràctiques a l'aula, repartides en dues sessions setmanals de tres hores cadascuna, més 35 hores de docència no presencial, dedicades aquestes, a treballs tutelats que els alumnes reenvien al professor per a la seva correcció, fotografiats via Internet. La nostra metodologia consisteixen :

A). Realitzar aquests 13 processos o dibuixos corresponents a cadascuna de les classes teòriques amb ajuda del tablet-PC davant els alumnes i de forma seqüenciada com hem descrit abans, després d'això, es penjen en format pdf® en l'entorn Moodle®, Atenea-UPC. Una selecció dels resultats dels treballs duts a terme els últims anys en aquesta assignatura en els diferents grups s'han recollit en la publicació (Bosch i altres. 2010).



Figura 4.- Seqüència d'elaboració de diferents esbossos digitals corresponents a Blocs de treballs de curs de Dibuix en l'assignatura Dibuix III, a l'ETSAB-UPC.

B) Consulta des de fora de l'aula. Els estudiants des de casa remeten els dibuixos al docent bé escanejats o fotografiats amb la càmera digital sense flash. Aquests dibuixos són comentats pel docent qui al marge realitza les anotacions amb el tablet-PC i fins i tot dibuixa parts. La participació en aquesta opció interactiva en línia, ha estat del 65%, i el temps de resposta inferior a quatre hores.

A.3.2. Cas II. La docència dels Projectes Arquitectònics. Comentaris i correccions conjunts i interactives dels treballs dels alumnes emprant la PDI i un tablet-pc. L'objectiu fonamental de l'experiment era escurçar al màxim els períodes de desenvolupament inicial del projecte arquitectònic, de manera que les correccions del professor i les presentacions de l'alumne, totes elles públiques, fossin molt més àgils i propicien la participació de la resta del grup.

La metodologia va consistir en què cada setmana durant dues sessions de tres hores, els alumnes de l'Aula del Projecte Final de Carrera, aportaven la seva idees i esbossos en forma d'imatges jpg dels seus dibuixos CAD, que eren corregits i comentats per part de tots, usant el tablet-pc del docent que projectava les seves imatges mitjançant un canó o després damunt la PDI, procedint a registrar els comentaris en forma d'anotacions i dibuixos sobre el mateix suport, que després recuperaven els alumnes, que també participaven en la correcció conjunta dibuixant sobre el mateix dispositiu, fet que denota l'alta usabilitat d'aquests.

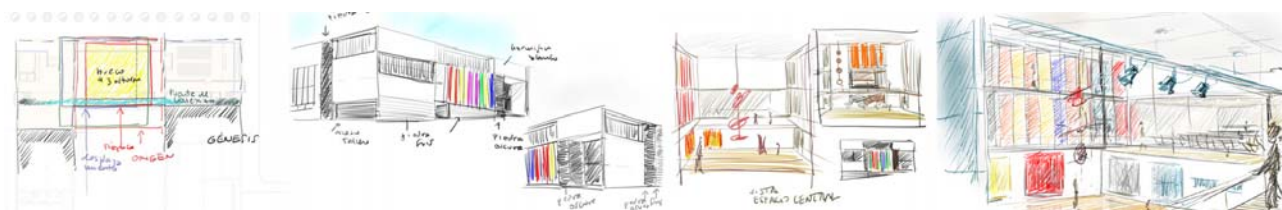


Figura 6.- Exemple de desenvolupament gràfic d'un avantprojecte per part del docent en una sessió continuada de dues hores damunt els documents de base del projecte facilitats.

En aquest cas es va usar el programa de dibuix digital SketchbookPro® d'Autodesk® les capacitats gràfiques del qual s'han mostrat en el cas d'estudi anterior. El recurs al tablet-pc a l'Aula PFC va ser per manca inicial dels altres mitjans.

Aquest mateix procés es realitzava a títol individual durant els altres dies, via correu electrònic com a mitjà de transmissió. En aquesta ocasió el docent amb ajuda d'un tablet-pc procedia a realitzar els oportuns comentaris sobre el material gràfic de l'alumne, retornar-nos per la mateixa via, però per facilitar la comunicació, s'usava o bé una aplicació que treballava directament sobre fitxers pdf, de Bluebeam®, que permet realitzar anotacions gràfiques a color i sobretot escrites, fàcilment editables i en fitxers de mides molt compactes, optimitzats per a la seva transmissió electrònica o es reconvertien els fitxers al format d'imatge i amb SketchBookPro es dibuixava al damunt.

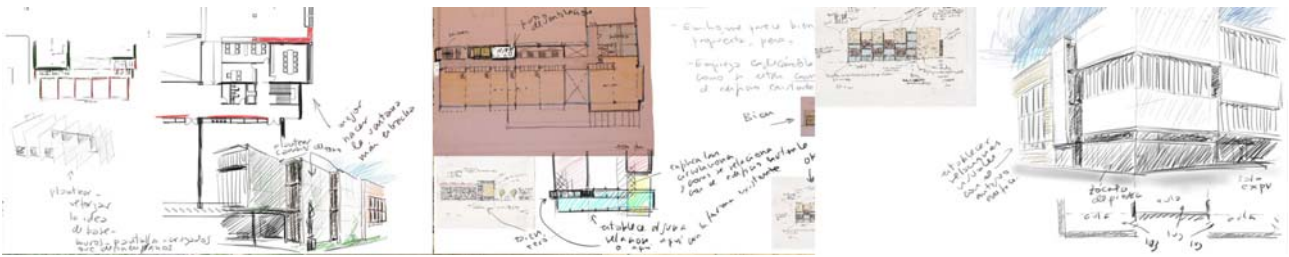


Figura 7.- Exemples de correccions damunt materials gràfics del alumnes dutes a terme per el docent i la resta d'estudiants

A.4. Treball futur i en procés.

De cara als propers cursos, es vol fer rendible la inversió feta en equipament i es cerca continuar l'aplicació d'aquestes metodologies a d'altres assignatures, així com l'ampliació del tipus de dispositius tàctils a emprar a l'espera de poder completar l'equipament del aula multimèdia amb els sistemes d'enregistrament de vídeo i so.

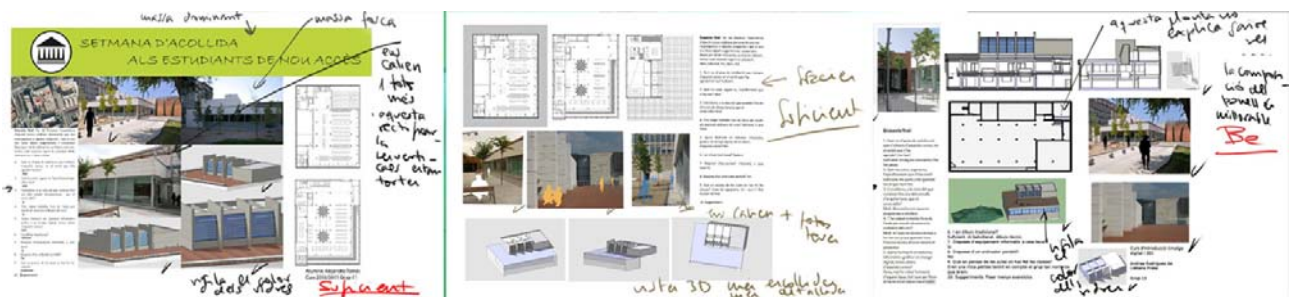


Figura 8.- Exemples de correccions on-line del treball de síntesi final del Curs d'Acollida 2010-2011.



Figura 9.- Exemples de correccions on-line de l'aula-Tribunal PFC, Grup Muntanya.

De moment hem avançat força en la utilització dels dispositius Ipad en el dibuix digital fent servir els mateixos aplicatius informàtics un cop ens hem adonat que la resta, per manca de resolució i precisió en el traç, malgrat fer servir els mateixos aplicatius i punters no són aptes. Per contra al tenir una pantalla multitàctil obliga a dibuixar sense recolzar el dors de la mà damunt el dispositiu. Malgrat aquest inconvenient, per preu i prestacions combinades s'està mostrant com el dispositiu més accessible per el alumnes.

En paral·lel donada l'experiència en la utilització de les PDI per part dels docents i alumnes d'ensenyament primari, amb motiu d'unes jornades de portes ofertes de l'ETSAB, dins un curs monogràfic sobre l'Arquitectura de l'Escola Thau de Barcelona, el passat any 2011, s'ha dut a terme una experiència amb els alumnes més petits per convertir els seus dibuixos de cases, en models tridimensionals virtuals fent servir interfícies tàctils de la PDI i aplicatius de Modelització virtual amb comandament gestuals con és el cas de SketchUp. L'anàlisi dels resultats es troba en fase de redacció.

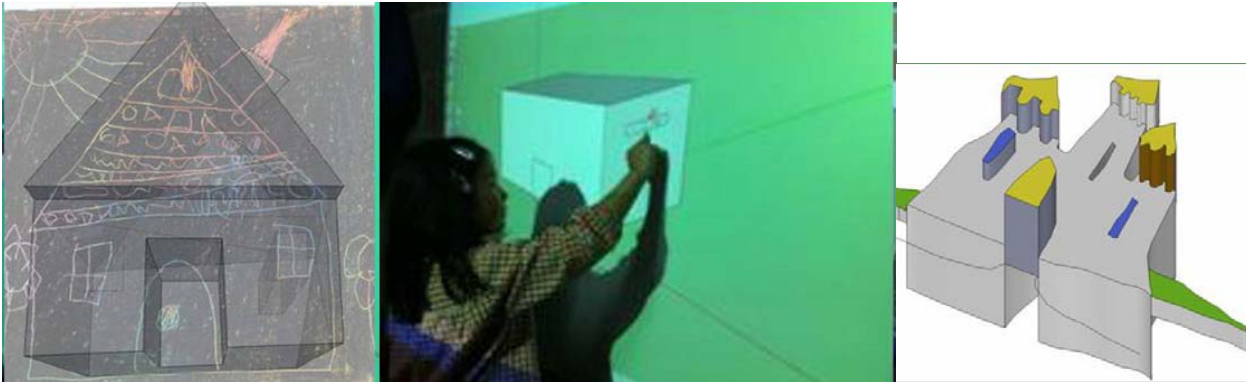


Figura 11. Imatges dels cursets experimental amb els alumnes de l'Escola Thau.

A.5.1 Avaluació dels resultats.

A.5.1.1. Cas I. Curs de Dibuix III. La primera valoració del procés desenvolupat la ponderarem pel nombre de consultes realitzades a aquest propòsit en Atenea i les vegades que han descarregat la informació del curs. De la consulta de les dades que ens ha facilitat en gestor del servei, durant el curs 2009-2010 S2, que és quan s'ha realitzat l'experiment, es veu com cada un dels alumnes ha consultat com a mínim un cop la informació des de la seva casa després de la seva publicació, durant períodes que oscil·len entre els 30 minuts i una hora, és a dir la tenen davant seu a la pantalla del seu ordinador, mentre fan el seu l'exercici. En concret el procés n^o 31, que es mostra a la Figura 4, ho va ser 73 vegades durant els dies següents a la seva edició. Aquesta dada denota l'interès dels alumnes en aquestes metodologies, ja que tots ells, el 100%, van usar aquest recurs repetidament. A la resta de processos la consulta mitjana era d'una vegada per alumne llevat del penúltim procés,.

En segon lloc hem valorat l'assignatura en si mateixa en base a les evidències d'avaluació específiques descrites a la guia docent del Centre. Sobre aquesta premissa, el rang de notes obtingudes pels alumnes en el Curs Experimental de Dibuix III al final de quadrimestre és una mica superior a la d'un curs ordinari de la mateixa assignatura. El percentatge d'alumnes en conjunt que ha superat el curs és similar, el 77%, al dels altres cursos de referència, 2006/07, 2007/08, 2008/09 però en canvi és molt superior el nombre d'aprovats estrictament, el 72,2% enfront de valors que oscil·len entre el 50% i el 68%. En el cas del curs experimental, el nombre total d'alumnes que no superen el curs és similar als altres, de l'ordre del, 22,22%. La diferència fonamental està en els alumnes que obtenen notes superiors al notable, que el curs estudiat són el 9%, aprox. enfront de valors del 16% en altres cursos. L'explicació d'aquesta diferència s'ha de buscar en el fet que és un grup de repetidors de primer curs.

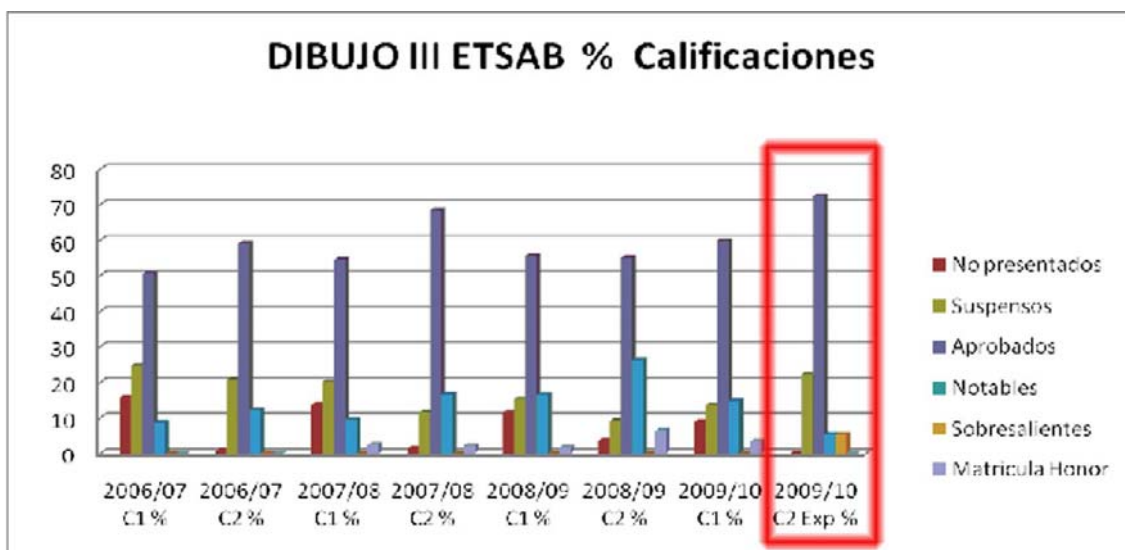


Figura 12 .- Gràfica comparativa de les qualificacions mitjanes en la mateixa assignatura al llarg dels últims anys en comparació amb la del curs experimental remarcada en vermell.

La valoració de l'experiència docent en el seu conjunt l'hem dut a terme en base a un qüestionari que conté preguntes relatives al grau de satisfacció del sistema, a la utilitat d'aquest, la valoració global i sobretot si ajuda l'alumne a superar la assignatura i a millorar les competències i habilitats amb el dibuix a mà alçada aplicat a l'anàlisi, descripció i recreació d'ambients arquitectònics. Les respostes dels alumnes a les diferents preguntes es pot observar en els gràfics adjunts. També es va deixar un espai perquè es fessin comentaris lliures.

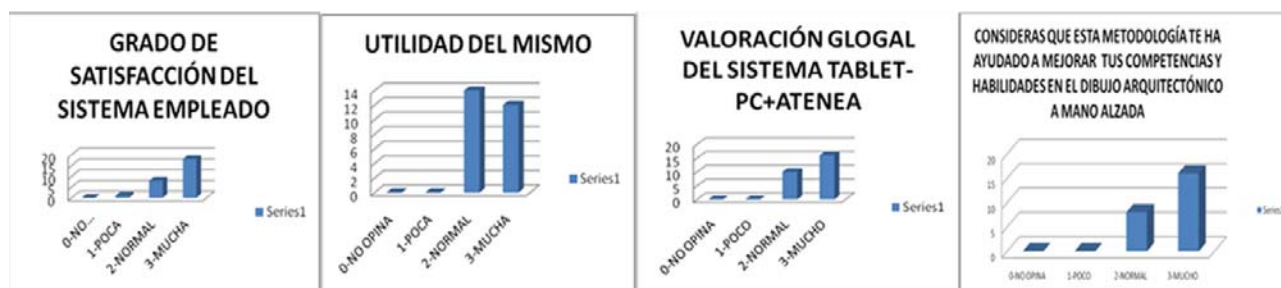


Figura 13 .- Gràfiques explicatives de les respostes recollides en les diferents preguntes del qüestionari

Pel que fa als fluxos d'informació generats en les correccions en línia, el gestor del sistema ens informa que el 67,30% dels alumnes ha utilitzat el sistema per a les correccions des de fora de l'aula encara que cal destacar que cinc alumnes no l'han fet servir mai.

A.5.1.2 Valoració estudi de Cas 2. Aula PFC, Tribuna d'Homologació.

La valoració global de l'estudi de cas no l'hem realitzat en aquest cas mitjançant enquestes perquè el nombre d'alumnes era molt reduït, però sí que la podem fer analitzant els resultats acadèmics del grup. Destacarem en primer lloc l'eficàcia i agilitat del mètode. Els dibuixos i comentaris digitals permeten escurçar molt els estadis preliminars de discussió i després el afinar els projectes, al mateix temps que les anotacions i petits dibuixos al marge, permeten retenir i fixar millor els conceptes. Dels deu alumnes que van realitzar aquest curs pilot, els deu superar el Projecte Final de Carrera i en un període de temps, la meitat que l'altre grup, que seguint la metodologia tradicional, després de dos semestres de treball, en comptes d'un, només van optar per presentar-se a la prova 6, dels 20 alumnes matriculats i dels quals només 4 van superar la prova davant el mateix tribunal

A.6. Conclusions

Com a conclusions específiques hem de destacar:

A) Que la reestructuració plantejada en l'assignatura Dibuix III per a la seva adaptació al ESSS amb ajuda d'aquestes metodologies, incrementa la motivació i en definitiva ajuda l'alumne a superar l'assignatura amb un elevat grau de coneixement sobre el Dibuix Arquitectònic .

B) Els dispositius tàctils i les aplicacions de Dibuix Digital són un substitut acceptable de les tècniques tradicionals del dibuix artístic.

C) Les seqüències gràfiques comentades són una bona plataforma en la docència dels processos gràfics arquitectònics.

D) La interacció gràfica sobre el material dibuixat en un entorn digital és una eina extraordinària de comunicació i facilita molt el fixar i analitzar els conceptes.

E) Les metodologies SBIM adaptades a l'entorn arquitectònic s'han de basar més en la integració de registres gràfics i informació diversa sobre dispositius tàctils, no en sistemes de dibuix CAD3D-CAM donada la lògica especial dels processos de disseny arquitectònic.

F) Per tot això considerem que l'evolució natural del DA a mà alçada serà la integració en el medi digital, gràcies als nous dispositius basats en punters digitals de baix cost, donant lloc a un nou tipus de representació híbrida en què s'integrin diversos registres.

Com a propostes de treball futur immediat queda pendent el completar l'aula multimèdia i fer nous estudis amb grups experimentals a RA I i Aules PFC. Com a novetat proposem que davant l'elevat preu d'adquisició de les PDI(5000 euros) i els tablet-PC actuals, (aprox. 1500 euros), es vol intentar que un grup d'alumnes faci la docència emprant tablettes digitalitzadores convencionals de menor cost, (aprox. 400 euros, Wacom Intuïm ® A4) o Ipads ® amb un cost similar i el programa SketchBookPro ® amb llicència educativa.

Una altra proposta és la creació d'un grup de docents implicats en la investigació educativa de crear un Grup d'Interès dins del projecte RIMA de l'ICE, el GILDA, Grup d'Interès per a la Innovació i la Logística Docent en L'Arquitectura.

A.7. Referències/més informació

Fruit del treball en aquest projecte durant tot el llarg del l'any 2010 i 2011, s'han generat diversos articles i ponències a congressos. Entre les més importants destacaríem:

1. Redondo Domínguez, E.; Santana Roma, G. Metodologías docentes basadas en interfases táctiles para la docencia del dibujo y los proyectos arquitectónicos. *Arquitectura Revista*.6 - 2,pp. 90 - 105.01/12/2010 .

Disponible en Internet en: <http://www.arquitecturarevista.unisinos.br/pdf/71.pdf>.

ISSN 1808-5741, Aquesta revista apareix indexada al: WEB ISI, ARTS & HUMANITIES CITATION INDEX. Thomsom Reuters. i a SCOPUS,

2. Redondo, E. Un caso de estudio de investigación aplicada : la recuperación de la trama viaria del barrio judío de Girona mediante realidad aumentada.

EGA: revista de expresión gráfica arquitectónica.16,pp. 70 - 81. (Una part important d'aquest article descriu l'ús del dibuix digital per representar els edificis del barri vell i d'un tablet-Pc per visonar-los.Editorial de la Universitat Politècnica de València (UPV),01/07/2010 .

Disponible en Internet en: www.revistaega.es/. ISSN1133-6137 Aquesta revista apareix indexada a: WEB ISI, ARTS & HUMANITIES CITATION INDEX. Thomsom Reuters. AVERY INDEX TO ARCHITECTURAL PERIODICALS. Columbia University. API. ARCHITECTURAL PUBLICATIONS INDEX. RIBA. Royal Institute of British Architects

3. Redondo, E.; Gimenez-Mateu, L.; Santana, G.; Navarro, I.; Fonseca, D. "3D technologies applied to architectural teaching. Study case: The Host Course in the School of Architecture of Barcelona".

A: Sistemas e Tecnologias de Informação. Actas da 6ª Conferência Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação. Chaves, Portugal. 15-18 Junho de 2011. AISTI/UTAD . pp. 72 - 77.16/06/2011 .

ISBN 978-989-96247-4-0

Les actes d'aquest Congrés són indexades a: WEB ISI-Proceedings, IEEE-XPLORE, SCOPUS--SciVerse, INSPEC i EBSCO

4. Gimenez-Mateu, L.; Redondo, E. "Proacción frente a reacción. Datos, notas y algunas ideas sobre el futuro de nuestras disciplinas y la incidencia en ellas del nuevo Bachillerato".

En: 13 Congreso Internacional de Expresión Gráfica Arquitectónica. pp. 339 - 349.

Editorial de la Universitat Politècnica de València (UPV),28/05/2010 .

ISBN 978-84-8363-549-0. Aquest congrés és Notable-UPC

5. Redondo, E. Dibujo digital: hacia una nueva metodología docente para el dibujo arquitectónico: un estudio de caso. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*.38,p p. 91 - 104.2011. Disponible en Internet en: <http://www.sav.us.es/pixelbit/actual/7.pdf>. ISSN 1133-8482. Aquesta revista apareix al LATINDEX CATÁLOGO

6. Gimenez-Mateu, L.; Nocito, G.; Redondo, E.; Regot, J."El dibujo de arquitectura como caso de estudio:análisis intergral de las aptitudes gráficas de los estudiantes en la educación secundaria y universitaria enCataluña: propuestas de mejora e incorporación de las TIC'S".En: VII Foro de evaluación de la calidad de la investigación y de la educación superior. pp. 146 - 150. Murcia 16/06/2010 .

En paral·lel durent el període de temps del projecte s'ha publicat un llibre resum de la matèria de Dibuix III on es mostra el recull de treballs dels darrers anys i s'incorpora part de la nostra recerca amb els dispositius tàctils.

7. Alcayde, R.; Bosch, J.; Garcia, J.; García Navas, J.; Masides, M.; Ortega, A.; Pérez, A.; Redondo, E.Dibuix III: vuitmirades plàstiques. 01/03/2010 .

ISBN 9788460810162. Aquest llibre apareix als catàlegs de les següents biblioteques dels EEUU: HOLLIS LIBRARY (HARVARD, USA),
link <http://hollis.harvard.edu/?itemid=library/m/aleph1012611418> i al de
CLIO (COLUMBIA, USA) Call Number NA2706.S7 D48 2010g
<http://clio.cul.columbia.edu:7018/vwebv/search?Type=7&searchId=1812&max>

A.8. Referències bibliogràfiques.

- Anderson, R. & otros (2004). Experiences with a Tablet PC Based Lecture Presentation System in Computer Science Courses. *Proceedings of SIGCSE '04*, Norfolk.
- Bilén, S & otros (2008). Tablet Pc use and impact on learning in technology and engineering classrooms: A preliminary study. *The impact of tablet pcs and pen-based technology on education*. Ed. Robert, H. Purdue University Press; 11-19.
- Bosch, J. y otros. (2010) . *Dibuix III: Vuit Mirades Plàstiques*. Ed. ETSAB UPC. <http://hdl.handle.net/2117/7340>
- Company J, & otros. (2007). Sketch-based Interface for 3D parametric Modelling. *Proc. XI International Congress on Project Engineering*. Lugo. Ed. Ed. Esc. Politècn. Sup. de Lugo; 733-744
- Costas, N. (2008). La educación en las universidades: Infraestructuras técnicas. *Revista Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*. Marzo, 32; 101-116.
- Dulac, J & otros, (2009). *La Pizarra Digital*, Cultiva Libros, Madrid.
- Gallego & otros, (2009). La pizarra digital como recurso docente. *Revista Electrónica Teoría de la Educación. Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*. 10-2; 127-145.
- Gates, B. (1995). *Camino al Futuro*. Ed McGraw-Hill.
- Geyer, W. & otros, (1998). The Digital Lecture Board. A Teaching and Learning Tool for Remote Instruction in Higher Education. *ED-MEDIA'98*, Freiburg,
- Gimenez, L. Redondo, E & otros (2010). Proacción frente a reacción. Datos, notas y algunas ideas sobre el futuro de nuestras disciplinas y la incidencia en ellas del nuevo bachillerato. *Actas XIII Congreso Internacional EGA*, Valencia. Ed. U PV; 339-340.
- Gross, M. D. (1996). The Electronic Cocktail Napkin. *Design Studies* 17-1; 53-70.
- Gutiérrez, I y Sánchez, M. (2010). Grupo de Investigación de tecnología Educativa de la Universidad de Murcia.
digitum.um.es/xmlui/bitstream/10201/3303/1/76.pdf
- Hansen, K. y Kragh, L. (1997). Integrated touch screen input device, *US Patent 5633660*.
- Hennessy S. Y Deaney, R. (2007). Exploring teacher mediation of subject learning with ICT: A multimedia approach. *RES-000-23-00825 T-Media Project*. University of Cambridge.
- Hervás, C. Toledo, P. & otros (2010). La utilización de la pizarra digital interactiva y el sistema de participación Senteo: Una experiencia universitaria. *Pixel-Bit. Rev. de Medios y Ed.* 36; 203-214.
- Hurst, S. (1974) cit. Lee SK et. al. (1985). A multi-touch three dimensional touch-sensitive tablet. *ACM SIGCHI Bulletin* 16 -4; 21-25.
- Leclerq P & otros. (2005). Grupo Lucid, Project EsQUIsE, Univ Liege, 2001-2007.
- Kay, A (1960). User Interface: A personal View. *Multimedia from Wagner to Virtual Reality*, Ed Parker, R , (2001). Boston; 122-131.
- López-Herrero, A. (2010). La pizarra digital interactiva como ejemplo de las tecnologías de la información y la comunicación en la enseñanza de la expresión gráfica a través del patrimonio histórico-artístico. *Actas XIII Congreso Internacional EGA*. Valencia, Ed. UPV; 395-388.
- Marqués, P. (2008). Propuestas de uso didáctico con la pizarra digital y la PDI <http://peremarques.pangea.org/propuest.htm> (última revisión: 10/04/09).

- Mock, K. (2004). Teaching with Tablet-Pc's. *Journal of Computing Sciences in Colleges*, 20-2; 17 -27.
- Ning, H & otros, (2004). Building E-education platform for design-oriented learning. <http://hdl.handle.net/1721.1/29422> MIT.
- Noda, A. (2009). Pizarra digital interactiva en aulas de matemáticas. *Números*, 72; 121–127
- Premsky, M. (2001). *Digital Natives, Digital Immigrants*, FMCB University Press.
- Redondo, E. Y Monedero, J. (1992). Electronic Collage. *CAAD Instruction: The New Teaching of an Architect? eCAADe Conference Proceedings*. Barcelona. Ed. ETSAB-UPC; 241-250.
- Redondo, E. (2008). El dibujo híbrido. Explorando los límites del Dibujo arquitectónico. *Actas XII Congreso Internacional de Expresión Gráfica Arquitectónica*. Madrid. Ed. Rabassa Díez, ETSAM, UPM; 677-684.
- Redondo E. (2010). Intervenciones virtuales en un entorno urbano. La recuperación de la trama viaria del barrio judío de Girona". *ACE: Architecture, City and Environment*. 12; 77-99.
- Salinas, M. (2009). Análisis de la pizarra digital como recurso educativo. *Temas para la Educación*, 4; 1-8.
- Soek-Hyung, B., Balakrishn, B. & otros (2008). I love Sketch, A Natural As possible Sketching System for creating 3d curve models. UIST.
- Stake, R.E. (1981). Case study Metodology: An Epistemological Advocacy. A W.W. Welsh (ed.) Case study Methodology in Educational Evaluation. *Proceedings of the 1981 Minnesota Evaluation Conference*. Minneapolis.
- Sutherland, I. (1963). Sketchpad: A man-machine graphical communication system. *Technical report*. University of Cambridge.
- Wellner, P. (1993). Interacting with paper on the DigitalDesk, *Communications of the ACM*, 36- 7; 87-96.