

ACE 34

Electronic offprint

Separata electrónica

EL PAPEL DEL DIBUJO Y MATERIAS BÁSICAS FRENTE NUEVAS HERRAMIENTAS PARA MANIPULAR EL ESPACIO. CASOS DE ESTUDIO DE INVESTIGACIÓN EDUCATIVA EN DOCENCIA ARQUITECTÓNICA

Jordi Subirós Brunet, Ernest Redondo Domínguez, Lluís Giménez
Mateu y Joaquim Regot Marimón

Cómo citar este artículo: SUBIRÓS BRUNET, J.; REDONDO DOMÍNGUEZ, E.; GIMÉNEZ MATEU, LI. y REGOT MARIMÓN, J. *El papel del dibujo y materias básicas frente nuevas herramientas para manipular el espacio. Casos de estudio de investigación educativa en docencia arquitectónica* [en línea] Fecha de consulta: dd-mm-aa. En: ACE: Architecture, City and Environment = Arquitectura, Ciudad y Entorno, 12 (34): 239-258, 2017. DOI: 10.5821/ace.12.34.5291. ISSN: 1886-4805.

ACE

Architecture, City, and Environment
Arquitectura, Ciudad y Entorno

c

ACE 34

Electronic offprint

Separata electrónica

THE ROLE OF DRAWING AND BASIC DISCIPLINES FRONT OF NEW TOOLS TO MANIPULATE SPACE. CASE STUDIES IN EDUCATIONAL RESEARCH IN ARCHITECTURAL EDUCATION

Key words: Architectural representation; ICT applied to education; 3D virtual design technologies

Structured abstract

The aim of this work is to show partial results of an educational research on the development and improvement of spatial and graphic capacities to operatively represent the architectural space, as well as to show the academic performance of the students of architecture throughout the whole studies, using newer or more traditional graphical tools.

To this end, case studies have been carried out with two kind of groups: control groups of students from the Technical School of Architecture of Barcelona (ETSAB), who use traditional techniques and methodologies and experimental groups of other students who take the experiment and, at some point in the process, teachers introduce practices that involve the use of new methodologies with the help of computer techniques.

The relevance of our contribution is supported by the fact that few bibliographical references in similar tests in the field of architecture are found. Therefore teachers and researchers in the area of Architectural Expression have also few references to perform their tasks and research.

The lack of training and affinity - as well as ignorance - of the traditional drawing by new architecture students in Spain cannot be fully compensated throughout the career. On the other hand, it would be absurd to ignore its evidently solid visual culture that facilitates the proper integration of ICTs into the training process. In fact, it is required, even if only as a motivational strategy. Although more advanced training in traditional drawing for career access should be required, appropriate natural integration of all technographies in the various courses should also be assumed, including projectual subjects to adapt graphic practices, optimize times lines and academic performance.

ACE

Architecture, City, and Environment
Arquitectura, Ciudad y Entorno

C

EL PAPEL DEL DIBUJO Y MATERIAS BÁSICAS FRENTE NUEVAS HERRAMIENTAS PARA MANIPULAR EL ESPACIO. CASOS DE ESTUDIO DE INVESTIGACIÓN EDUCATIVA EN DOCENCIA ARQUITECTÓNICA

Subirós Brunet, Jordi ¹

Redondo Domínguez, Ernest ²

Giménez Mateu, Lluís ³

Regot Marimón, Joaquim ⁴

Remisión inicial: 10-09-2015

Remisión final: 28-03-2017

Palabras clave: Representación arquitectónica; TIC aplicadas a la enseñanza; tecnologías de diseño virtual 3D

Resumen estructurado

El objetivo de este trabajo es mostrar los resultados parciales de una investigación educativa sobre el desarrollo y la mejora de las capacidades espaciales y gráficas para representar operativamente el espacio arquitectónico, así como el rendimiento académico de los estudiantes de arquitectura a lo largo de toda su formación, usando herramientas gráficas más nuevas o las más tradicionales.

Para ello se han llevado a cabo estudios de caso usando estudiado grupos de control de alumnos de la *Escola Tècnica Superior d'Arquitectura de Barcelona –ETSAB–*, que usan técnicas y metodologías tradicionales y otros que usan las experimentales y aquellos que en algún momento del proceso docente incorporan prácticas que implican el uso de nuevas metodologías con ayuda de las técnicas informáticas.

Las escasas referencias bibliográficas en ensayos equiparables a éste en el ámbito de la arquitectura, que ofrezcan orientaciones dirigidas a los docentes e investigadores del área de la Expresión Gráfica Arquitectónica, avalan la pertinencia de nuestra aportación.

La falta de capacitación y afinidad –tanto como el desconocimiento– del dibujo tradicional a mano alzada por parte de los estudiantes que acceden a los estudios de arquitectura en España no puede ser compensada totalmente a lo largo estos, Por otra parte, sería absurdo no partir de su evidentemente sólida cultura visual que facilita la integración adecuada de las TIC al proceso formativo y lo requiere, aun cuando sólo fuera como estrategia de motivación. Si bien debería exigirse una mayor capacitación previa en dibujo tradicional para el acceso a la carrera, también se debería asumir una y una integración natural adecuada de todas las tecnografías en los diversos cursos, incluidas las materias proyectuales para adecuar las prácticas gráficas, optimizar los tiempos y el rendimiento académico.

¹ Teacher at Department of Architectural Representation (RA), ETSAB, UPC. E-mail: jordi.subiros@upc.edu

² Teacher at Department of Architectural Representation (RA), ETSAB, UPC. E-mail: ernesto.redondo@upc.edu

³ Teacher at Department of Architectural Representation (RA), ETSAB, UPC. E-mail: lluis.gimenez@upc.edu

⁴ Teacher at Department of Architectural Representation (RA), ETSAB, UPC. E-mail: joaquim.regot@upc.edu

1. Introducción

El objetivo fundamental de este trabajo es mostrar los resultados parciales de un proyecto de innovación-investigación educativa que pretende estudiar el desarrollo y la mejora de las capacidades espaciales y gráficas para representar operativamente el espacio arquitectónico, así como el rendimiento académico de los futuros arquitectos a lo largo de toda su formación usando las nuevas herramientas gráficas en paralelo a las más tradicionales.

El conjunto de la investigación educativa se han llevado a cabo en base a estudios de caso, usando monitorizar a grupos de alumnos de control, que incluyen tanto a aquellos que usan la técnicas y metodologías tradicionales y otros que las usan experimentales; como a aquellos que en algún momento del proceso docente incorporan prácticas gráficas que implican el uso de nuevas metodologías con ayuda de las técnicas informática.

La secuencia de estudios de caso comprende distintos niveles de formación de los futuros arquitectos en la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Barcelona, ETSAB, de la *Universitat Politècnica de Catalunya*. BarcelonaTech, UPC:

- En primer lugar los estudios previos al acceso a los estudios universitarios,
- En segundo lugar el cursillo de “Acogida” que el año 2010 hasta este 2015, se ha llevado a cabo en la ETSAB para los alumnos de ingreso del nuevo Grado de Arquitectura,⁵
- En tercer lugar se ha abordado el primer curso selectivo de los estudios de Arquitectura con la introducción a los Proyectos de Arquitectura y su relación con las disciplinas clásicas del Dibujo arquitectónico, (Dibujo a mano alzada y Dibujo técnico) así como la Geometría descriptiva.

Actualmente se está realizando el cuarto nivel, estudiando la evolución de un cohorte de estudiantes que, una vez superada la fase selectiva del primer curso, ha seguido toda su formación a partir del segundo curso, donde de hecho empiezan propiamente los estudios específicos de Arquitectura con el Análisis de formas arquitectónicas en sentido amplio y el Modelado virtual.

Lo que presentamos en el presente artículo es una primera fase de este cuarto nivel con la secuencia y progresión del aprendizaje de técnicas tradicionales o informáticas que reciben los alumnos en las disciplinas gráficas, su grado de satisfacción y motivación en función de las herramientas que han ido utilizando y la posible mejora de su rendimiento académico, a fecha de hoy. La siguiente fase, actualmente en elaboración, estudiará el final de los estudios de esta cohorte, evaluando el curso de Representación arquitectónica de cuarto año, centrado en las técnicas de diseño paramétrico avanzado, herederas de la Geometría descriptiva más avanzada, y su vinculación con el Proyecto Final de Carrera.⁶

⁵ Nuevo “plan de estudios 2010” conforme a la peculiar legislación española de adaptación al EEES (Espacio Europeo de Educación Superior). Nota del editor.

⁶ Actualmente la Escuela ofrece dos planes de estudio –frutos de sendos cambios de normativa estatal- para la habilitación como arquitecto profesional: El Plan 2010 de 300 ECTS, más 30 ECTS para preparar el Proyecto Final de Carrera y el Plan 2014 donde al final de un grado de 300 ECTS se realiza un Trabajo Final de Grado. Este da acceso a un Master habilitante de 60 ECTS, 30 de los cuales se destinan al PFC.

El proyecto finalizará cuando la cohorte de alumnos haya presentado su proyecto final de grado -PFG- o de carrera -PFC- tras cursar todas las disciplinas gráficas que el Departamento de Expresión Gráfica Arquitectónica I, EGA I, imparte en la ETSAB, momento en el que podremos recabar su opinión al respecto y evaluaremos las diferencias de rendimiento entre los diversos grupos docentes estudiados.

La relación de asignaturas que compondrán este estudio es Dibujo I, Dibujo 2, en primer curso, Representación arquitectónica I y II, en el segundo año, Representación Arquitectónica III, en el tercer curso y Representación Arquitectónica IV en cuarto curso. Además se incluirán las dos asignaturas gráficas optativas del Máster Habilitante.

2. Antecedentes

Hay una evidente deriva hacia los sistemas tecnológico de representación. En la ETSAB-UPC, por ejemplo, los estudiantes tan sólo cursan formalmente dos asignaturas tradicionales, una en el primer semestre de primer curso, llamada Dibujo I y otra en el primer semestre del segundo, llamada Representación Arquitectónica I, mientras que progresan en el Dibujo técnico (DT) hacia la Geometría descriptiva, usando métodos informáticos aunque con alguna práctica puntual equiparable a las tradicionales.

En España, esta deriva hacia lo tecnológico hay que buscarla en dos hechos, por un lado los nuevos estudiantes se suponen nativos digitales, y son usuarios habituales de las TIC ya que han utilizado durante el bachillerato ordenadores portátiles individuales, cofinanciados por el Plan Escuela 2.0 del Gobierno. El segundo motivo es que la mayoría de los futuros estudiantes de arquitectura que ingresan en la Escuelas de todo el país, provienen del bachillerato científico-tecnológico donde no es posibles cursar Dibujo “artístico” y sólo opcionalmente el Dibujo técnico con métodos tradicionales (lápiz o tinta).⁷

Los resultados documentados hasta ahora en diversos artículos y ponencias en congresos especializados, permiten entrever la posibilidad y necesidad de definir una línea de investigación de mucho interés si consideramos el drástico rediseño y reconfiguración de los procesos en la edificación y formación de los correspondientes técnicos especializados en ella, fenómeno internacional que en España se hizo especialmente patente tras la explosión de la burbuja inmobiliaria del año 2010. Por eso no hay duda que con este trabajo, en base a una investigación educativa de largo alcance, puede aportar nuevos datos al debate y avalar las hipótesis de partida para la necesaria reorientación en el ámbito de la Expresión Gráfica Arquitectónica

Los antecedentes de esta investigación en lo que se refiere a nuevas estrategias en el uso de Tecnologías de la Información y la Comunicación, TIC para de la formación gráfica de los futuros arquitectos hay que buscarlos en los trabajos previos publicados en revistas especializadas en investigación educativa por parte de algunos de sus autores (Redondo,

⁷ Autores como Giménez, Nocito, Redondo & Regot, (2009) se han hecho eco de una situación, sin duda anómala, en que habilidades tan básicas para el estudiante como el dibujo a mano alzada -que antiguamente se solía exigir como pre-requisito para acceder a los estudios- ahora no se imparten a los estudiantes del Bachillerato Científico-Tecnológico que es el más frecuentemente seguido por los candidatos a la Escuela de Arquitectura.

2010). Además se han publicado ejemplos de aplicación de estas estrategias integradas con el modelado 3d y la imagen digital. (Fonseca, Pifarré y Redondo, 2013; Alitany y Redondo, 2014)

Si bien es cierto que en el área EG de la Arquitectura no se han realizado prácticamente trabajos sistemáticos de investigación educativa en lengua castellana hasta el inicio de este proyecto, más allá de algunas reflexiones teóricas de carácter muy general, constatamos que se vienen llevando a cabo estudios sobre la utilización de las TIC en el ámbito de la Expresión Gráfica en la Ingeniería (Saorín, 2006; Saorín, Gutiérrez, Dorta y Contero, 2009). Estos trabajos refuerzan el acierto e interés de este proyecto así como las hipótesis de partida, al haber demostrado que incorporando las TIC, se incrementa la capacidad de comprensión espacial y de expresión gráfica de los alumnos.⁸

Si lo analizamos desde la perspectiva del resto de la comunidad científica internacional las únicas publicaciones, en revistas con factor de impacto que aparecen en la *Web of Science* bajo los epígrafes Representación Arquitectónica e investigación educativa, salvo las de los autores es (Salman, Laing y Conniff, 2014), lo cual no deja de ser sorprendente. En paralelo se han desarrollado ensayos para impartir docencia vía web. Los estudios son algo más rigurosos cuando describen experiencias de docencia CAD o uso de las TIC, entre estos destacamos (Gavin & Lesley, 2001; Bartchougova & Rohegova, 2004 y QaQish & Ra'Ed, 2001).

Las nuevas formas de transmisión de la información en entornos digitales, fruto del constante desarrollo de las tecnologías, requieren mayores habilidades para poder gestionar todo tipo de datos. Esta "alfabetización digital" incluye la capacidad de interactuar con diferentes pantallas e interfaces de usuario así como de utilizar reproducciones digitales o la navegación hipertextual para obtener un mejor rendimiento de los programas de software (Eshet-Alkali & Chajut, 2010).

Por ello también se han estudiado aquellos ejemplos de integración de los dispositivos táctiles en los procesos docentes de dibujo a mano alzada (Santana, Redondo, 2010) aunque el, todavía algo elevado, coste de estos dispositivos que viene a sumarse al de los ordenadores con los que hay que seguir equipándose, no está facilitando por el momento esta alternativa al Dibujo artístico, (DA) tradicional.

3. La situación en España y el marco de la ETSAB-UPC

El reto al cual se enfrentan los alumnos, año tras año, a la hora de adquirir las habilidades espaciales y capacidades gráficas de base, es que comparten tiempo e intereses con las asignaturas de Proyectos Arquitectónicos (Architectural Design en inglés), en que, desde el primer día de clase, se les exige un alto nivel en representación cuando en realidad carecen de formación en el manejo de las herramientas gráficas.

El problema es cómo solucionar esa falta de capacitación en recursos gráficos para poder abordar, desde el inicio de su formación, el análisis y comprensión de los elementos de composición arquitectónica, de ideación del proyecto, de resolución gráfica de documentos técnicos y de presentación de sus ideas.

⁸ Otros trabajos a destacar en este mismo ámbito son los de García, M. et al. 2002.

Como hemos descrito, a diferencia de otros países, en España no se pide otro prerequisite que el de haber superado las Pruebas de Acceso a la Universidad –PAU- en que el dibujo técnico mediante instrumentos tradicionales, no es condición indispensable (sólo se pondera si el candidato ha optado voluntariamente por esta materia, pudiendo entonces subir la nota hasta un 20%). Será luego, ya en la universidad donde se intentará formar a los alumnos en los principios del dibujo a mano alzada y en el resto de disciplinas gráficas. Así pues, los futuros estudiantes de arquitectura españoles, con edades comprendidas entre los 18 y 20 años, disponen de poquísima experiencia de dibujo manual.

En cambio, al ser “nativos del mundo digital”, la profundización en la “alfabetización digital” parece ser la manera más eficaz de potenciar la comprensión volumétrica de las formas, la percepción espacial, la cultura visual y el desarrollo de la creatividad unida al pensamiento crítico. El medio digital parece ser el entorno adecuado para propiciar estos conocimientos, sobre todo si su coste es reducido y sus interfaces son cada vez más intuitivos y ágiles. Esto hay que conseguirlo sin menoscabo de la inmediatez de ejecución y de transmisión del dibujo tradicional.

Nuestra propuesta es la combinación y alternancia natural entre todos, los programas digitales i todas las técnicas tradicionales sin exclusiones, en función de criterios docentes para cada momento y aprovechando la empatía de los alumnos hacia el medio digital con el fin de optimizar los procesos educativos y la mejora de su rendimiento académico.

La larga experiencia acumulada por la ETSAB que desde el año 1994 integra plenamente las TICS a la formación de los futuros arquitectos, en estrecha combinación con las técnicas de dibujo tradicionales, proporciona sin duda una ventaja que no se ha producido de forma tan radical en el resto del país. Como escuela pionera en España, esta docencia -obligatoria para todos sus alumnos - incluía CAD, modelado tridimensional y tratamiento de imágenes mucho antes de la introducción de los ordenadores en el bachillerato.

4. Metodología empleada

La metodología general empleada en esta investigación es la del estudio de caso, habitual en la evaluación educativa (Stake, 1981). Dentro de cada uno de ellos se procede a realizar una Investigación cualitativa, para ello como paso previo a la definición de los contenidos docentes de cada curso se establece una jerarquía de conocimientos a adquirir según un criterio próximo a la Taxonomía Revisada de Bloom (Anderson & Krathwohl, 2001), adaptado al nivel de competencias previas de los estudiantes de cada curso y a los temas a tratar.

Se busca una estructura que permita a los docentes evaluar la mejora de las capacidades de los alumnos tras el curso. En el primer caso que presentamos por ejemplo evaluamos lo que saben al final del bachillerato, centrándonos en los ejercicios de geometría plana, perspectiva axonométrica y diédrico ya que no cursan perspectiva cónica durante el bachillerato ni tampoco se examinan de ello en las PAU.⁹

⁹ Si bien las Pruebas de Acceso a la Universidad, -PAU- en Dibujo técnico, son las que definen las competencias y habilidades gráfico-espaciales de los alumnos antes de acceder a la universidad, nunca se desarrolla todo el temario.

Siguiendo esta estructura en el segundo caso de estudio centrado en el base, el Curso de Acogida –CA- se ha buscado introducir a los alumnos en todo aquello que es necesario e imprescindible a nuestro entender y no ha cursado antes, yendo un paso más allá en la capacitación de los futuros arquitectos pero sin menoscabar contenidos de los cursos específicos del grado que luego han de cursar. En este cursillo de pocos días, anterior al inicio del primer curso, hemos obrado pues como si de un menú degustación se tratase, definiendo un marco general para ilustrar determinados temas.

En el tercer caso de estudio en el curso de Dibujo 2 de primer curso en la ETSAB, el programa se articula alrededor del estudio y aplicación a problemas gráficos de Geometría de la representación y del Análisis geométrico y perceptivo de los elementos que componen los objetos de la arquitectura. Se aprovechan en él los conceptos y prácticas utilizadas en el bachillerato y en el CA y yendo un paso más hacia adelante, se profundizan en los conceptos antes citados y manejo del espacio desde el ordenador aunque alguna práctica se continúe haciendo con tradicionales por eso en ese curso sólo hemos comparado los ejercicios equivalentes. En el último caso de estudio centrado en la asignatura Representación Arquitectónica 2, RA2 representación arquitectónica 2 de segundo curso se ha querido estudiar, si la cohorte de alumnos que han hecho los ensayos precedentes, puede afrontar diversas metodologías de modelado virtual, CAD 3D dentro en un mismo curso y obtener unos resultados equivalentes. En paralelo se están llevando a cabo estudios de viabilidad y de caso en Dibujo I y Representación Arquitectónica I, porque en el momento de iniciar esta investigación no había ningún docente del equipo de autores implicado en su docencia, circunstancia que ahora sí, estudios que permitirán repetir íntegramente toda la secuencia docente en los próximos años.

El otro campo de estudios es el de la investigación cuantitativa. Se refiere a la parte del trabajo dedicada a la recopilación de los datos, definición del grupo docente de referencia y del experimental, (para que los resultados sean extrapolables se requieren grupos por encima de 12 alumnos y es conveniente repetir los ensayos un par de veces), a la evaluación comparativa de los resultados del rendimiento académico y encuestas para medir el grado de satisfacción de usuarios y docentes. Todo ello está vinculado a un estudio básico de usabilidad de las aplicaciones y los dispositivos informáticos, así como la definición de los grupos de control para ponderar la ganancia de los alumnos del curso experimental. Para ello se utilizaron encuestas de satisfacción mediante un cuestionario específico que valoran diversas preguntas sobre una escala de 1 a 5, más una opción NS/NC.¹⁰

Las preguntas a cada alumno se centraron en saber el grado de conocimientos tradicionales e informáticos previos al curso y en cómo consideró el aprovechamiento del curso, cuantas horas diarias dedicó a la realización del mismo, la opinión que le merece la temporalidad de los ejercicios, si los materiales docentes facilitados han sido los adecuados, así como la complejidad de los contenidos, finalizando con un espacio libre para recoger sugerencias y comentarios libres para introducir la evaluación cualitativa, también muy importante en estos casos. Sobre esta base conceptual los alumnos se dividen en dos grupos, un grupo de control, que es donde se lleva a cabo el curso ordinario utilizando las técnicas y metodologías

¹⁰ La base de estas evaluaciones toma el modelo de los cuestionarios SEEQ, Students' Evaluation of Educational Quality (Marsh & Lawrence, 1970).

habituales y el o los grupos experimentales donde se introducen las nuevas prácticas y tecnografías.

5. Estudios de caso

Procederemos de forma esquemática e describir los diferentes caso de estudio llevados a cabo hasta la fecha y los principales resultados obtenidos en cada uno de ellos procurando evitar las repeticiones dado que en todos ellos salvo el último ya han sido documentados y publicados (citas a los Autores).

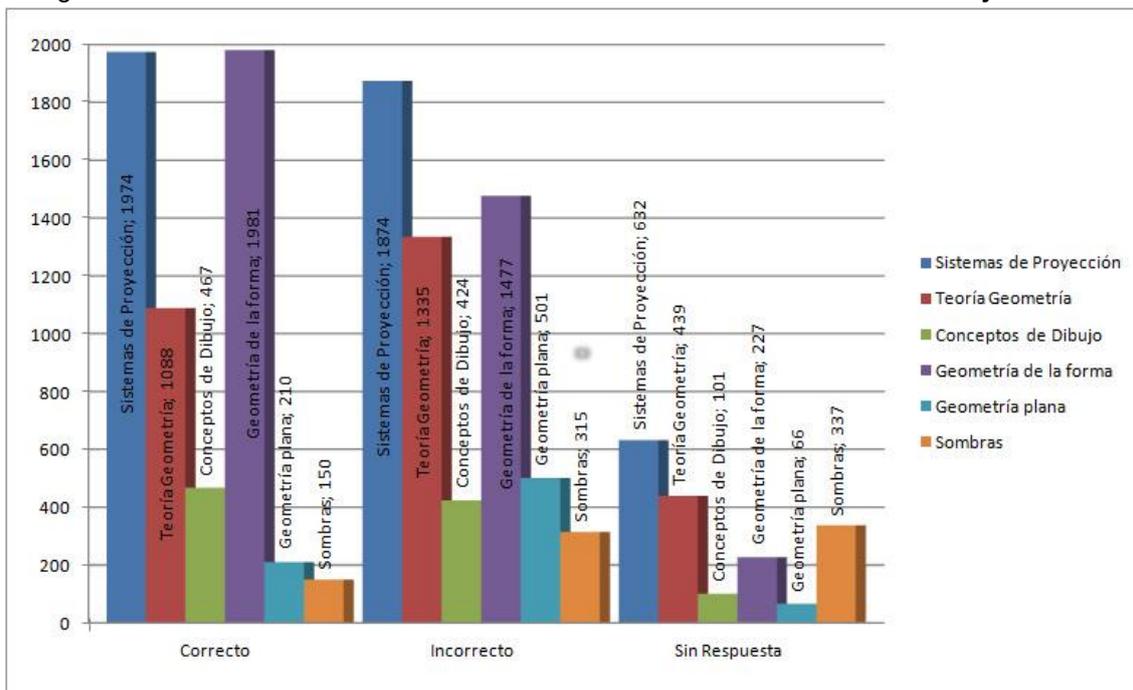
5.1 *Caso de estudio 1, Estudios preuniversitarios y las Pruebas de Acceso a la Universidad. Análisis del perfil de acceso de los nuevos estudiantes de Arquitectura*

Pongamos cifras y datos a la incidencia del dibujo técnico como disciplina básica para los futuros arquitectos en su primera aproximación en el bachillerato, donde cursa Dibujo Técnico como materia optativa en dos cursos. El resultado de su aprendizaje lo podemos evaluar de diversas formas, pero al no poder llevar a cabo un experimento docente en ningún instituto de secundaria hasta la fecha hemos optado por hacerlo a través de la Prueba de Selectividad, lugar donde confluyen en teoría los objetivos pedagógicos tanto de la Universidad, que se apoya en ella para seleccionar a sus futuros estudiantes, como para la docencia Secundaria que refrenda en ella sus rendimientos académicos. Para ello analizaremos los datos disponibles sobre esta prueba en los diferentes estamentos públicos implicados, desde el Instituto Nacional de Estadística, INE, pasando por los diferentes órganos autonómicos competentes para finalizar con los datos que nos facilitan en sus webs las diferentes universidades. Ya avanzamos que datos sobre el Dibujo Técnico no es fácil obtenerlos, nosotros en tanto que coordinadores de Área y Responsables de la citada asignatura en Cataluña, hemos podido acceder a más datos por lo que en buena medida esta investigación está abierta, pero por su carácter específico no es habitual que se publiquen los resultados de esta prueba de selectividad. Del estudio de las consultas a la web del Comisionado de Universidades de la Generalitat de Cataluña, concretamente al link *Ponte a prueba* donde los futuros alumnos, pueden contestar preguntas en formato de test, sobre Dibujo Técnico y autoevaluarse con la aplicación como medio de preparación para su prueba específica de Selectividad, podemos entrever cuales son los temas que más les preocupan y su nivel de competencias antes de la prueba de selectividad. Hay que decir que el temario de dicha materia es el oficial publicado en el BOE nº 14 de 16 de Enero de 2001, por lo que sus contenidos son equivalentes en todo el país pero que por la fecha, denota que en algunos casos será preciso actualizarlos a corto plazo.

Esto normalmente se lleva a cabo por parte de los Responsables y coordinadores de materia de las PAU Pruebas de Acceso a la Universidad, en común con los docentes de instituto, año tras año y muchas veces tomando como base determinadas publicaciones de referencia y libros de texto, pero ni que decir tiene que por ejemplo el uso de los ordenadores para la docencia del Dibujo técnico, va a precisar de una cierta reubicación y priorización de los contenidos del marco legal. Hemos analizado una muestra de población de 12369 consultas de estudiantes que ha accedido este último año 2009 a esa página web concreta y en el conjunto

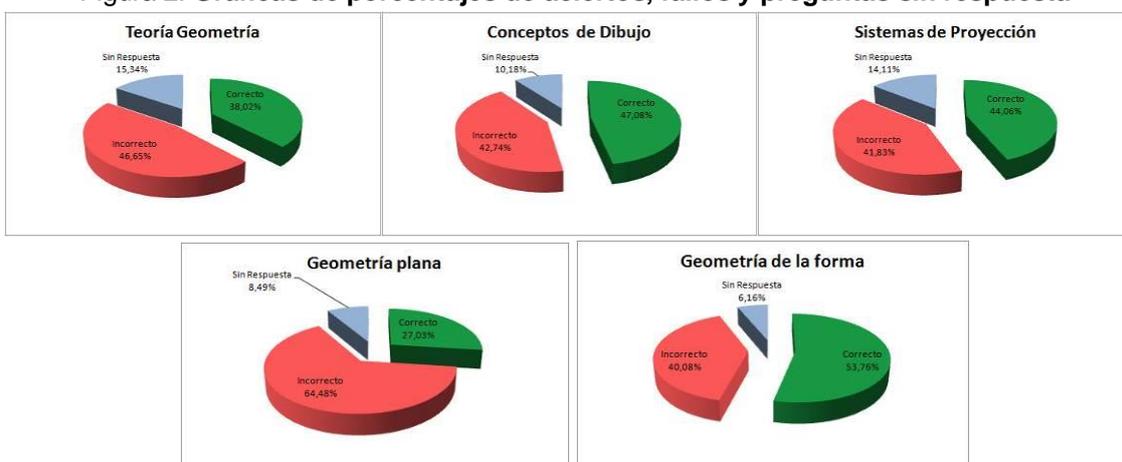
de preguntas se ha hecho una clasificación dependiendo de sus contenidos. Estos contenidos se han definido como: de teoría de geometría en el espacio; relacionados con los Sistemas de Representación por Proyección; Conceptos en Dibujo; de Geometría de la forma. Geometría Plana y Teoría de sombras. Para el análisis pormenorizado de los resultados hemos elaborado una serie de gráficos resume donde se describen los valores obtenidos en conjunto, en cada bloque temático pormenorizado y según el tipo de pregunta.

Figura 1. Gráfica del número de consultas a la web Ponte a Prueba de Dibujo Técnico



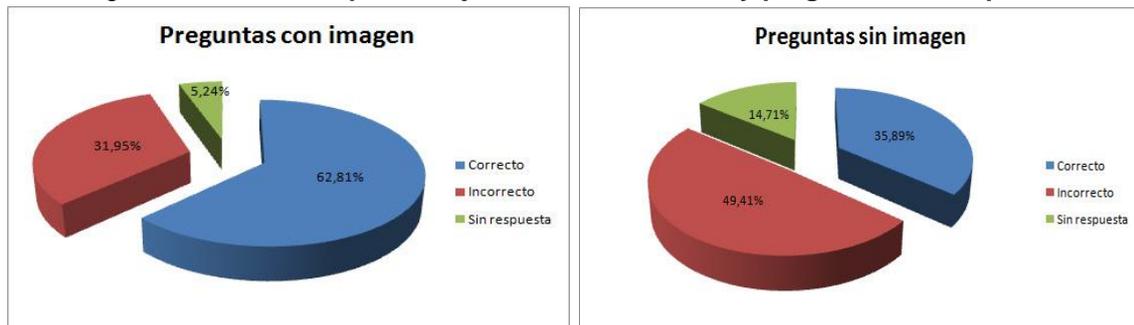
Comisionado de Universidades, Generalitat Catalunya, descompuestas por temas clave y en número de aciertos, fallos y sin respuesta en cada caso. Fuente: autores.

Figura 2. Gráficas de porcentajes de aciertos, fallos y preguntas sin respuesta



Fuente: autores

Figura 3. Gráficas de porcentajes de aciertos, fallos y preguntas sin respuesta



Porcentajes de aciertos, fallos y preguntas sin respuesta para cada uno de los temas clave y gráfica de las respuestas en el caso de preguntas tipo test o las acompañadas de dibujos. Fuente: autores

La conclusión a este primer estudio es que el porcentaje general de aciertos y fallos es similar, del orden del 44% en cada caso, aunque el número de fallos es mayoritario en los temas clave de Teoría de la Geometría y Geometría Plana, estando más igualado en Conceptos de Dibujo y Sistemas de Proyección, con mayoría de aciertos en el caso de Geometría de la Forma. Pero si lo analizamos desde una óptica más comunicativa vemos que el porcentaje de aciertos en las preguntas que se acompañan de un gráfico es mucho mayor que en relación a las tipo test 62,81 % frente al 31,95 % lo cual denota el predominio de la cultura visual de los alumnos frente a la comprensión y retención de los conceptos teóricos que es muy baja en los temas antes citados de Geometría Plana y Teoría de la Geometría.

5.2 Caso de estudio 2. Curso de acogida, CA, en la ETSAB. Introducción rápida a los diversos medios gráficos para enfrentarse al proyecto arquitectónico desde el primer momento

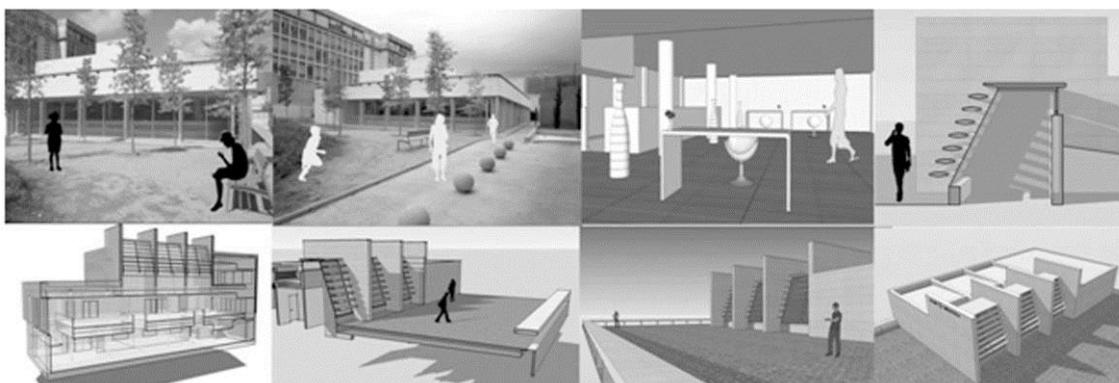
Este curso introductorio surge de la voluntad del centro de poner de manifiesto que los futuros arquitectos deben disponer, desde el comienzo, de una formación gráfica sólida, la que por desgracia no siempre habrán recibido con antelación. Por eso se quiere facilitar a los nuevos alumnos herramientas básicas de representación, expresión y concepción arquitectónica para que, desde el primer día de su formación universitaria, dispongan de instrumentos y metodologías de trabajo, versátiles, intuitivas, asequibles y motivadoras. Tales herramientas y estrategias, con posterioridad, serán ampliadas con otras mucho más rigurosas como en el caso del curso Dibujo 2, pero dado que las mismas precisan de más preparación conceptual, se quiere ahora facilitar un mínimo bagaje instrumental y conceptual que permita el inicio rápido en la formación del alumnos. Conscientes de que la docencia gráfica recibida de forma obligatoria por los nuevos estudiantes de la ETSAB y que por edad y afinidad son usuarios habituales de las TIC; conocedores a la vez de las dificultades de alcanzar unas competencias básicas y en poco tiempo en el uso del dibujo tradicional, se ha dado un giro metodológico a los sistemas tradicionales de formación gráfica, respondiendo también al hecho que desde el primer día tendrán que enfrentarse a la realización de proyectos. Así, toda la cultura y educación visual que aportaría (y así lo hará posteriormente) el dibujo a mano alzada, es introducida de un modo más ágil por la imagen digital, obviando en principio el adiestramiento manual lento que el dibujo conlleva. En paralelo, muchas de las estrategias de composición y construcción arquitectónica pueden ser reproducidas con los programas modernos.

En este experimento, los alumnos empiezan manipulando y visualizando un modelo 3D de un edificio real que tienen próximo, la nueva biblioteca de la ETSAB, seccionándolo de forma dinámica, realizando recorridos virtuales como si de un videojuego se tratase, seleccionando puntos de vista interesantes según su percepción. Posteriormente van incorporando la luz y las sombras como atributo visual, y aplicando a continuación materiales y texturas extraídas de fotografías del edificio real, para aportar más expresividad al modelo. Estas fotografías son tomadas y manipuladas en el curso de imagen digital, concluyendo todo el estudio con la construcción de un elemento característico del mismo. Se quiere comprobar en este caso cómo, cuando los profesores utilizan herramientas TIC y los contenidos docentes se optimizan en ese ámbito, los alumnos prestan más atención, obtienen mejor rendimiento académico, se sienten más interesados a la hora de realizar los ejercicios, usan materiales multimedia y recursos web para entregar ejercicios para visualizar sus propuestas. O si, por el contrario muestran poca motivación y menor rendimiento académico usando metodologías tradicionales.

En este cursillo voluntario, se trabajó con 7 grupos de 25 y dos de 30 alumnos que, aunque no son todos los de la nueva cohorte de la escuela, representan más de la mitad.¹¹

Los contenidos desarrollados en este cursillo de acogida en cuanto a imagen digital consistieron en un adiestramiento en las técnicas básicas para la toma y manipulación de imágenes digitales y su aplicación en el campo arquitectónico en cuanto a encuadres, secuencias visuales y reportajes fotográficos de un edificio. También se ha entrado en proyectos de intervención en un entorno arquitectónico, fotomontajes intuitivos, y la manipulación de imágenes para generar texturas e integrarlas en modelos virtuales 3D. En lo que se refiere a generación de modelos 3D, se trató el adiestramiento de técnicas básicas de manipulación, construcción y diseño de modelos y proyectos arquitectónicos virtuales con toma de datos sobre el terreno. Posteriormente se hizo hincapié en la generación de modelos 3D simples, y partiendo de la documentación gráfica y del entorno, se fueron incorporando elementos como su geometría básica, las vistas del modelo virtual, la aplicación de texturas fotográficas y el estudio de asoleo.

Figura 4. Ejemplos

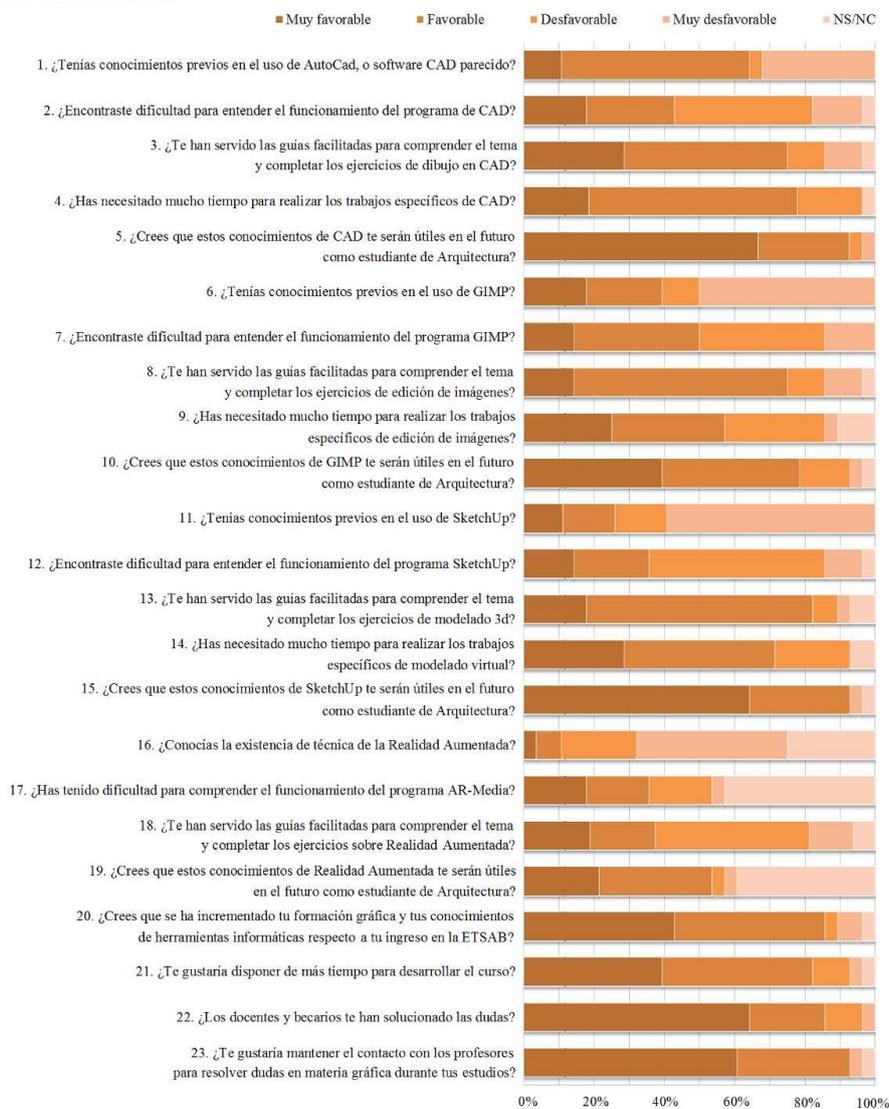


¹¹ La diferencia en número de alumnos de este grupo, respecto al total de nuevo ingreso (380) se debe a que el CA se llevó a cabo fuera del calendario escolar, concretamente la semana anterior al inicio del curso oficial. También se debe a que, según los datos de la Jefatura de Estudios de la ETSAB, el 33% son residentes fuera del área metropolitana de Barcelona, y a que las residencias universitarias iniciaron su actividad la siguiente semana.



Póster resumen de los diferentes trabajos que llevaron a cabo los estudiantes del Curso de Acogida en la ETSAB, corregidos y evaluados usando sketch digital. Fuente: autores

Figura 5. Encuesta Final



Resultado de las encuestas que respondieron los alumnos del Curso de Acogida. Fuente: autores.

Como conclusiones parciales de este estudio de caso constatamos que un 79 % de participantes opta por la perspectiva cónica en las imágenes de los paneles resumen frente al 21 % que opta por la axonometría. Sin duda esta preponderancia se debe a que el programa modelador 3d usa esta proyección por defecto. Sorprende no obstante el gran número de alumnos, un 28,7%, que ha optado por usar proyecciones cónicas del modelo seccionado, sin duda por economía de medios, pues con ellas se visualizan exterior e interior simultáneamente, y mejora la comprensión del edificio relacionando visualmente sus espacios. En el caso de la edición de las imágenes, se observa una gran dificultad para conseguir los objetivos del curso. Tan sólo un 45% ha logrado completar todos los trabajos específicos, lo cual denota a nuestro entender la dificultad de manejo del programa Gimp.

5.3 *Caso de estudio 3, estudiantes de primer curso de Arquitectura. Fase selectiva. La Evolución de la Geometría descriptiva tradicional hacia una nueva geometría arquitectónica asistida por ordenador*

La finalidad principal de este primer curso en los estudios de Arquitectura en la ETSAB es educar a los alumnos en el conocimiento los sistemas de representación tradicionales e informáticos más usuales en la arquitectura. Se propone reconocer e interpretar los objetos a partir de imágenes representadas en proyecciones axonométricas, cónica, planta, alzados y/o secciones; controlar los objetos en el espacio y su entorno; aplicar conceptos de medida, posición y análisis formal; utilizar la geometría como modelo de análisis y generación de los objetos; gestionar los datos propuestos, estructurarlos, elaborarlos y valorar el resultado; plantear y estructurar sistemas y métodos de resolución de las estrategias de trabajo y por último controlar gráficamente la influencia del entorno natural o artificial en los espacios arquitectónicos: imagen y percepción, energía y asoleamiento, y emplazamiento y terreno.

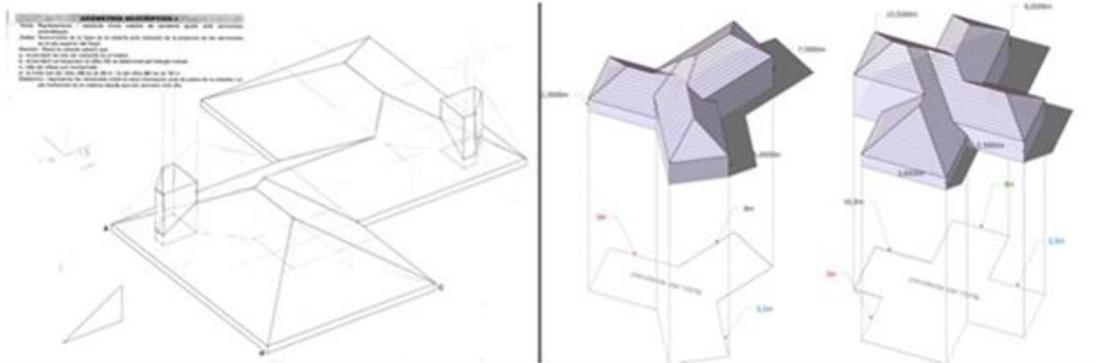
Los contenidos se estructuran en tres grandes apartados: 1) la representación arquitectónica basada en la geometría bidimensional, 2) la imagen perspectiva, su estructura y percepción; lectura y comprensión de la representación de objetos y en la aprehensión del espacio; control métrico y posicional de los objetos en el espacio, 3) la entrada de datos en sistemas gráficos tridimensionales; la geometría básica en el espacio para la generación de objetos; concepto de pendiente, ángulos, perpendicularidad, normales, tangencias, curvas, superficies y volúmenes; operaciones de transformación geométrica y modificación de entidades, mediante la edición de sus parámetros.

Conceptos de parametrización formal o lo que es lo mismo análisis geométrico y perceptivo de los elementos que componen los objetos de la Arquitectura. Estos se pueden descomponer en: generación de modelos virtuales 3D aplicando interacciones entre figuras geométricas; la transformación y modificación de formas para la generación de nuevos elementos de diseño y arquitectura; las estrategias de formalización; los recursos geométricos aplicados a temas específicos para la resolución de cubiertas, el trazado de escaleras, generación de mallas espaciales y la creación de superficies complejas; y los recursos gráficos para el control del asoleo en la arquitectura y el urbanismo.

Siguiendo la misma filosofía que en el Curso de Acogida, para el curso de Dibujo, 2 equivalente -en la ESTAB- al primer curso de la Geometría descriptiva tradicional más el Dibujo técnico

asistido por ordenador. 2 se han elaborado además, materiales docentes dinámicos y manipulables a través de la web usando archivos pdf 3d, junto a animaciones que permiten visionar de forma interactiva el resultado final de los ejercicios y sus procesos de construcción gráfica, potenciados además con el foro de discusión y las correcciones online.

Figura 6. Ejemplo



Ejemplo comparativo de un mismo ejercicio de los cursos Geometría Descriptiva 1 o tradicional y de Dibujo 2 o Geometría arquitectónica asistida por ordenador. Fuente: autores

El análisis del progreso educativo se ha hecho con una cohorte de alumnos parte de los cuales cursaron el Curso de Acogida y otros que no. En el curso Dibujo 2, se ha trabajado con los 359 estudiantes matriculados en el primer curso de grado, divididos en 6 grupos de 60 alumnos.

Para el análisis de los resultados académicos se han comparado los estudiantes según si habían participado en el CA o no. Esto nos ha servido para medir el estado de adiestramiento en la utilización de las TIC y en las habilidades espaciales y gráficas antes del experimento CA y compararlo con el resultado al final.

Por lo que respecta a la medición y evaluación del rendimiento académico se ha llevado a cabo de dos modos. Primero por comparación de los resultados académicos de los alumnos en cada uno de los ejercicios y -al final del curso- en relación con su nivel de acceso y grupo de control. Segundo, por un cuestionario específico sobre el aprovechamiento recopilando información sobre el interés del curso, satisfacción y capacitación previa en el manejo de la TIC y facilidad de manejo de los programas empleados.

El curso lo superaron 134 alumnos de los 220, lo cual representa que el 65,0% obtuvo unos resultados aceptables, un 30 % con fallos y un 5% realizaron el curso libremente dejando tareas pendientes o no realizando el trabajo en los formatos y con los contenidos especificados. Este número de resultados aceptables fue superior a la media de las asignaturas gráficas del primer semestre en la ETSAB, que es del 55%.

El análisis de la consistencia y desviación en las respuestas se ha completado al finalizar el curso de Dibujo 2. Con el fin de comprobar la importancia del uso de nuestra metodología, hemos estudiado las diferencias de los resultados finales obtenidos por estos estudiantes (cohorte 2010-2011) en la asignatura de Descriptiva II del año inmediatamente sucesivo, con los resultados de los de la cohorte anterior (2009-2010), que todavía no habían utilizado la metodología descrita.

5.4 Caso de estudio 4. Estudiantes de Representación arquitectónica 2, segundo curso, RA2. Del Dibujo asistido por ordenador, CAD al BIM, Building Information Management o gestión integrada de modelos virtuales arquitectónicos

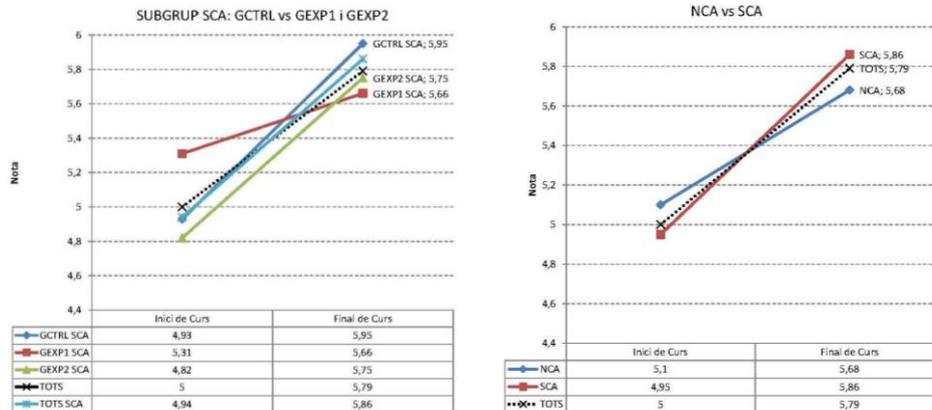
Se trata aquí de proseguir con los estudiantes que tras hacer el curso de Acogida CA y el de Dibujo 2, llegan a segundo curso, momento en que reciben formación en CAD en la asignatura obligatoria Representación Arquitectónica 2. Lo hacen experimentalmente en Revit-BIM y usan el modelado 3D para representar planos (ya aprendido en el curso anterior "Dibujo 2" de primer año) y simular formas arquitectónicas con la nueva incorporación de Sketchup y otras prácticas de simulación visual. Para este estudio inicial nos hemos centrado exclusivamente en aquellas asignaturas con las es posible establecer un nexo de continuidad con conceptos y prácticas recibidas en el curso precedente pero, en este caso con la incorporación de Sketchup. Para ello el grupo de control a usado el CAD que ya había aprendido en el curso de Dibujo 2 y los grupos experimentales son los que incorporan Sketchup, SKP y Revit-BIM respectivamente

Mediante diversas encuestas preliminares hemos acotado y definido la muestra de estudiantes del estudio que de manera sucinta describimos a continuación: 107 encuestados. Perfil medio del estudiante encuestado: adulto de entre 19 y 21 años (85%) hombre o mujer por igual proporción (55 y 52% colectivamente) que no trabaja (81%) con ordenador portátil propio (95%) de menos de 2 años (75%) avezado a las nuevas tecnologías (85%) con un uso de más de 4 horas al día (74%) (20% más de 8h) bien sea para estudiar (38%) trabajar (23%) u ocio (38%) y dedicando unas 4h/día de conexión a internet (navegación, redes sociales, mail,...) mayoritariamente por amistad. Tras el curso se han vuelto a encuestar a los mismos estudiantes En el apartado de satisfacción valoran positivamente la asignatura en su conjunto y planteamiento y otorgan una media de 7.4 sobre 10. Las mujeres, creen, en su mayoría (92%), que haber aprendido a usar los programas que se imparten en la asignatura les será útil para la carrera y en un futuro como profesionales, tanto para estudiar como para trabajar. A pesar de ello un 37% creen que podrían haber aprendido los conocimientos impartidos en la asignatura de manera autónoma.

A la hora de valorar los diversos programas empleados, la opinión general es que el programa más fácil de utilizar a escoger entre Autocad, Sketchup y Revit, es Sketchup (85%). Un 58% han cursado el curso de acogida, (CA). Lo que nos da una buena base estadística para poder evaluar la eficacia de este, pues hay una muestra representativa tanto de alumnos que lo han cursado como que no. Haber empezado a utilizar Autocad o Sketchup o BIM antes de la carrera no es determinante para que el alumno hubiera escogido hacer el Curso de Acogida. Hay resultados muy equitativos entre los estudiantes que han aprendido este programa antes de la carrera y los que hicieron el CA o no. Igual ocurre con los que aprenden SKP o Revit. Una vez definidos los 3 grupos bien distinguidos se proceden a realizar los diferentes ejercicios de curso. Los denominamos, Grupo Control (G.CTRL), al que usa Autocad, CAD Grupo Experimental 1 (G.EXP1) al que usa en algunas prácticas de forma alternativa Revit, BIM y Grupo Experimental 2 (G.EXP2) el que hace estas prácticas con Sketchup, SKP. Asimismo dentro de cada uno de estos grupos hay que distinguir los subgrupos, los NoCurso de Acogida, los que no lo hicieron. NCA, los que Sí hicieron el Curso de acogida, SCA. Para evaluar correctamente su progreso docente hemos tomado una media global de "TODOS" los grupos y subgrupos como medio de referencia. Como prueba previa hemos analizado los resultados en

global comparando los subgrupos. En las gráficas adjunta se muestra la comparación de los resultados de las evaluaciones inicial y final de curso de los subgrupos SCA (que hicieron el curso de acogida) y NCA (los que no hicieron el curso de acogida), que hará en este experimento de control, sin distinguir Grupos.

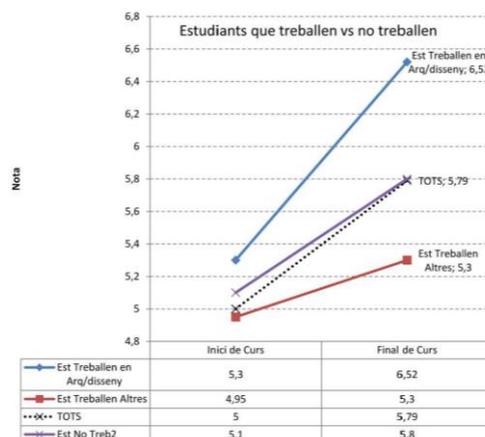
Figura 7. Gráficas comparativas de calificaciones



Gráficas ilustrativas de las diversas calificaciones y mejora del rendimiento académico en los tres grupos de estudiantes analizados. Fuente: autores

Para dilucidar qué razón puede llevar al GEXP1 a no lograr el resultado medio planteamos la hipótesis de que la razón puede estar en el hecho de que el grupo está formado aproximadamente en un 40% por alumnos SCA y el 60% NCA. Para resolver esta hipótesis desglosamos la gráfica anterior en Subgrupos NCA y SCA. Parece relevante destacar que, a pesar de que podría parecer que disponen de menos tiempo para los estudios, los estudiantes que combinan la carrera con el trabajo de alguna u otra manera, siempre que lo hagan en el sector de la arquitectura o el diseño, obtienen unos resultados superiores a los estudiantes que no trabajan o que lo hacen en sectores alejados de la profesión. Por lo tanto toda colaboración universidad empresa y convenios de trabajo para los estudiantes serían muy efectivos.

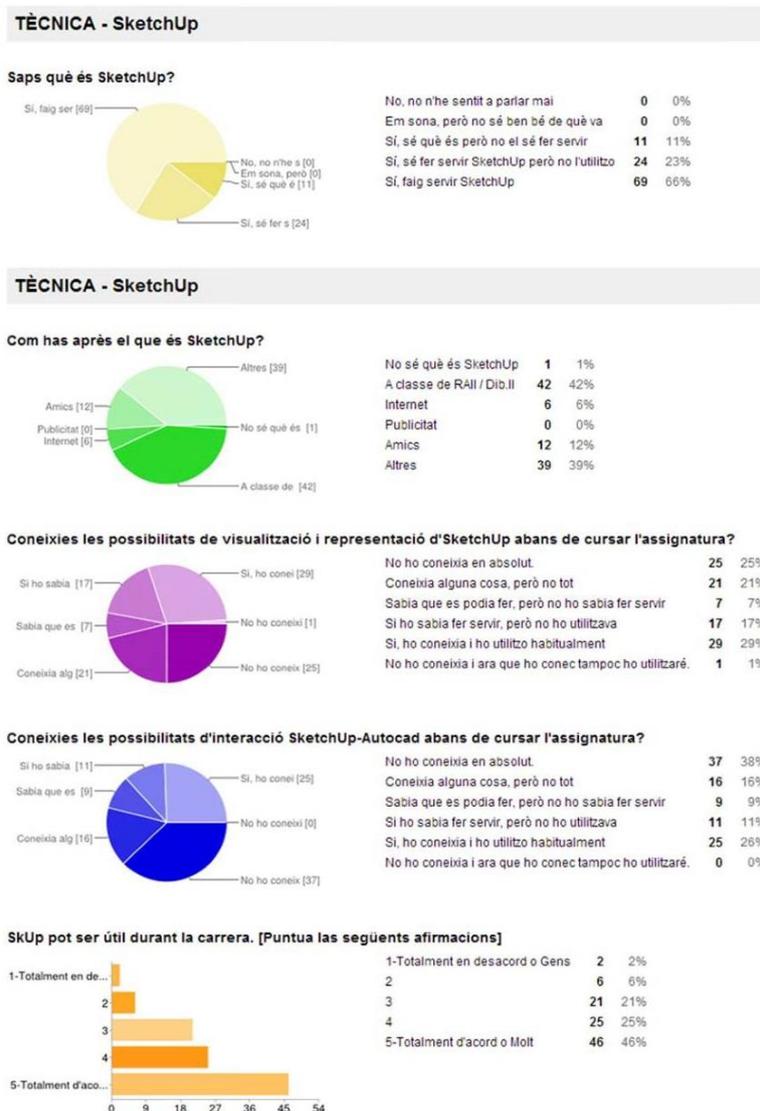
Figura 8. Gráficas comparativas de calificaciones



Gráficas ilustrativas de las diversas calificaciones y mejora del rendimiento académico en los estudiantes que trabajan o no durante el curso. Fuente: autores

Para finalizar también se interroga a los diversos estudiantes sobre el conocimiento y utilidad de las diversas herramientas informáticas. En resumen podemos decir que los estudiantes sometidos al curso Control (grupo GCTRL) conocen bien la herramienta de CAD que han utilizado. Opinando que ya saben lo que necesitan. No se les ha despertado la curiosidad para seguir descubriendo la herramienta que seguro no conocen de forma íntegra pero con lo aprendido consideran que es suficiente. En el caso del Grupo GEXP1, los estudiantes del experimento (todos los grupos) no conocen en un 46% lo que es BIIM y sólo un 17% conocen la tecnología. Los estudiantes sometidos al curso Experimental 1 (grupo GEXP1) conocen la herramienta mientras que los que no forman parte de este grupo apenas conocen la tecnología. En el caso del Grupo GEXP2 se ilustran en la gráfica adjunta similar a las obtenidas en los dos casos anteriores.

Figura 7. Gráficas comparativas de calificaciones



Gráficas ilustrativas de las diversas opiniones sobre el programa utilizado en el Grupo GEXP2. Fuente: autores

Las conclusiones parciales a este último experimento son claras. Una que los estudiantes entienden muy pronto que las prácticas en un despacho profesional les son muy necesarias y les proporcionan conocimientos complementarios a los que reciben en la Escuela y además ver la utilidad o no de los contenidos que en ellas se les imparten. Que son capaces de aprender a usar a un nivel básico, el propio de un curso inicial diversos programas informáticos de CAD, Modelado 3D y BIM de forma autodidacta si es preciso. Todo un reto para los docentes.

6. Conclusiones

A modo de resumen exponemos seguidamente las principales conclusiones a las que hemos llegado hasta el momento.

La primera es que un estudio transversal de este tipo es absolutamente original y necesario a la vista de la bibliografía científica existente y sobre todo a la vista de la problemática detectada en la ETSAB en esta investigación.

Los resultados provisionales del estudio en curso nos reafirman en algunas de las hipótesis de partida, a saber:

La falta de capacitación y afinidad hacia el dibujo tradicional a mano alzada por parte de los futuros estudiantes de Arquitectura, no puede ser compensada en un cuatrimestre a base de 60 horas de clase en una asignatura cuatrimestral como es la actual Dibujo I. Es preferible integrar su contenidos en otras incluida el curso inicial de Bases para el proyecto

Esa carencia potenciada por el perfil de acceso de los estudiantes del Bachillerato tecnológico, tampoco puede ser solucionada con un breve Curso de acogida. Se impone un mayor recorrido formativo de este tipo de prácticas en diversas asignaturas y una optimización de las mismas, acotando la dificultad y los registros gráficos para no generar frustración en los estudiantes y docentes ante el elevado nivel de adiestramiento que la mano alzada exige.

Otras estrategias como una posible prueba de acceso específica para acceder a los estudios de Arquitectura a base de incorporar el Dibujo artístico y la Historia del arte o la realización y/o defensa del futuro estudiante de un portafolio gráfico previo a su incorporación a la universidad, como se hace en otros países, podrían ser estrategias válidas que, desgraciadamente el actual marco normativo no lo permite.

Destacar la importancia de la cultura visual y la integración adecuada de las TIC, sobre todo de la imagen digital, los fotomontajes en combinación con las maquetas al proceso formativo como estrategia de motivación y optimización del proceso docente, en contraposición a la negación rotunda del uso del ordenador en el primer curso de Arquitectura.

Por ello podemos afirmar que dejando de lado opciones como la hacer un examen específico de acceso a los estudios de Arquitectura, expuesta anteriormente, de poder, sólo se puede poner medios para solucionar esa carencia de forma elemental y operativa, renunciando a niveles de cierta maestría o virtuosismo. Lo menos malo es sacar partido de la empatía hacia el medio digital de los candidatos a estudiar arquitectura.

La experiencia que presentamos han demostrado que:

Con nuestros ensayos, en apenas dos cuatrimestres adquieren suficiente soltura como para llevar a cabo prácticas de Dibujo arquitectónico, Geometría descriptiva y Simulación visual y Modelización virtual, a base de manejar de forma básica hasta cuatro programas especializados en CAD 2D, CAD 3D. Negar esas aptitudes y ventajas del uso de las TIC es frenar el proceso docente y reducir el nivel de competencias de nuestros alumnos

La carencia principal en estos momentos es la capacidad de integrar de forma natural todas las tecnografías en el conjunto de la enseñanza, para que las asignaturas dejen de ser compartimentos estancos en sus objetivos y contenidos docentes. Los docentes de las diversas asignaturas no siempre presentan un perfil con una base pluri-disciplinar suficiente y, por edad, algunos disponen de unas capacitaciones informáticas limitadas. Todo ello tampoco facilita encontrar una la solución. El lado positivo es que con frecuencia en estos equipos se integran docentes jóvenes, que siempre son arquitectos y la mayoría con experiencia profesional:

Por otra parte los estudiantes entienden enseguida la necesidad de disponer de tales competencias, ya sea para la práctica académica como para profesional reglada que ellos cursan y en consecuencia hacen todo lo posible para adquirirlas con independencia de que sean de adquisición obligada en los estudios.

La actual secuencia docente, analizada en este trabajo pone en evidencia diversas cosas, la primera que la cuatrimestralidad entendida como compartimentos estancos que aíslan asignaturas no es buena cuando las mismas configuran un proceso de aprendizaje más global.

La segunda que, en el proceso de capacitación gráfica, la diferencia entre materias tradicionales e informáticas no es relevante, lo que es importante son los conceptos a explicar y que las prácticas gráficas se adecuen a ellos optimizando los tiempos y aumentando el rendimiento académico. Esto lo hemos podido demostrar en los diversos ejercicios de Geometría descriptiva tradicionales y los equivalentes llevados a cabo en la asignatura Dibujo 2

Ahora bien la estructura actual, que discurre en paralelo a los curso de proyectos arquitectónicos, denota también ciertos desajustes que son lo que se pretende solucionar. Con la actual revisión de contenidos en el primer y segundo curso del nuevo grado de arquitectura en la ETSAB. Básicamente porque la enseñanza gráfica no puede ser secuencial si no que ha de hacerse en paralelo. Hay cierto tipo de conocimientos que se han de adquirir en un momento; como el poder dibujar un plano en CAD o componer una presentación del proyecto o fotografiar el entorno del mismo y su maqueta, etc. y eso hay que hacerlo al mismo tiempo que se aprende a hacer un croquis o un boceto en perspectiva.

El alumno ha de aprender a comprender y representar un espacio arquitectónico o una forma desde el primer momento eso conlleva que conceptos y prácticas gráficas de Análisis de formas, Dibujo Arquitectónico y Geometría Descriptiva se impartan en paralelo, combinando de la manera más natural el dibujo a mano alzada con el del ordenador. Para ello, dada la actual estructura cuatrimestral, eso sólo es posible si se hace con un mismo equipo docente; que se ocupe de los contenidos de las asignaturas de Dibujo I y II y que además se sincronice en temario y temporalidad con los de Bases para el Proyecto I y II.

Así a partir de este curso 2015-2106 la propuesta docente es la de compartir en todas las asignaturas de primer curso un mismo tema y modelos arquitectónicos, calificando de forma conjunta todo el curso. Habrá que evaluar esta opción dentro de un par de años.

La otra opción la que sean los mismos docentes los que hagan todas las asignaturas, se desechó porque comporta una mayor capacitación y gran capacidad de adaptación de los docentes de Expresión gráfica, Proyectos arquitectónicos, Bases para la Técnica y Bases para la teoría que configuran el núcleo proyectual del primer curso en la ETSAB.

Agradecimientos

Este artículo es fruto de un proyecto financiado con recursos como proyecto de innovación docente en la arquitectura: EDU2012-37247/EDUC: E-learning 3.0 en la docencia de la Arquitectura. Casos de estudio de investigación educativa para un futuro inmediato. Plan Nacional de Investigación Fundamental no orientada, Subdirección General de Proyectos de Investigación, Dirección General de Investigación Científica, Ministerio de Economía y Competitividad. Gobierno de España.

Bibliografía

ALITANY, A. y REDONDO, E. *Una nueva metodología para la documentación y modelado 3d de elementos del patrimonio arquitectónico: un estudio de viabilidad y de caso. Los miradores colgantes de madera –roshan- en la ciudad histórica de Jeddah*. En: EGA: revista de expresión gráfica arquitectónica, 24: 176-187; 2014. Universitat Politècnica de València, Espanya. DOI: 10.4995/ega.2014.2316. ISSN 1133-6137

ANDERSON, L. & KRATHWOHL, D. (Edits.) *A Taxonomy for Learning, Teaching and Assessing: a Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*. Longman, New York. 2001. 336 p.

BARTCHOUGOVA, E; ROCHEGOVA, N. *About Virtual Spatial Modeling in Architectural Education, Spatial Simulation and Evaluation - New Tools in Architectural and Urban Design*. En: Proceedings of the 6th European Architectural Endoscopy Association Conference, 2004, pp: 138-142.

ESHET-ALKALI, Y; CHAJUT, E. You can teach old dogs new tricks: the factors that affect changes over time in digital literacy. En: Journal of Information Technology Education, 9: 173-181. 2010.

FONSECA, D; PIFARRÉ, M y REDONDO, E *Relación entre calidad percibida y afinidad emocional de imágenes arquitectónicas en función del dispositivo de visualización. Recomendaciones para su uso docente*. En: RISTI. Iberian Journal of Information Systems and Technologies, 11 (2013): 1-16, Jun 2013. DOI:10.4304/risti.11.1-16

GARCÍA, M.; MARTÍN, G.; SUÁREZ, J.P.; PÉREZ, J. y SUÁREZ, F. 2002. *Sistema de Apoyo al Dibujo para impartir docencia*. Consulta [En línea] [14/06/2012] disponible en <<http://departamentos.unican.es/digteg/ingegraf/cd/ponencias/271.pdf>>

GAVIN, L. 2001. *Online Learning in Multi-User Environments*. En: Stellingwerff, Martijn and Verbeke, Johan (Eds.), ACCOLADE - Architecture, Collaboration, Design. Delft University Press (DUP Science), The Netherlands, 59-64. 2001.

GIMÉNEZ, LL.; NOCITO, G.; REDONDO, E. & REGOT, J. *Proacción frente a reacción. Datos, notas y algunas ideas sobre el futuro de nuestras disciplinas y la incidencia en ellas del nuevo bachillerato*. En: Actas XIII Congreso Internacional EGA, Valencia. 2010. Ed. U PV; & Contero, M. Do "Video Games Improve Spatial Abilities of Engineering Students?". International Journal of Engineering Education, 25 (6): 1194-1204. 2009.

MARSH, H. & LAWRENCE, L. *SEEQ Students' Evaluation of Educational Quality, Multiple dimensions of university teacher self-concept*. En: Instructional Science, 8 (5): 439-469, 1970.

QAQISH, R.K. *Exploiting Tools of Evaluation to Improve CAAD Teaching Methods. A Case Study of Inter & Intra ECTM Model*. En: Proceedings of the Ninth International Conference on Computer Aided Architectural Design Futures, 215-230, 2001. Eindhoven.

REDONDO, E. *Dibujo digital: hacia una nueva metodología docente para el dibujo arquitectónico: un estudio de caso*. En: Revista Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación, 39: 91-104, 2010.

SALMAN, S.; LANG, R y CONNIF, A. *The impact of computer aided architectural design programs on conceptual design in an educational context*. En: DESIGN STUDIES, 35 (4): 412-439, 2014.

SAORÍN, J. *Estudio del efecto de la aplicación de tecnologías multimedia y del modelado basado en bocetos en el desarrollo de las habilidades espaciales*. Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Valencia. España. 2006. 243 p.

SAORÍN, M.; GUTIERREZ, M.; DORTA, N. & CONTERO, M. *La capacidad espacial y su relación con la ingeniería*. En: DYNA. Ingeniería e Industria, 84 (9): 721-732. 2008.

STAKE, R. E. *Case study Methodology: An Epistemological Advocacy*. En: A.W.W. Welsh (ed.) Case study Methodology in Educational Evaluation. Proceedings of the 1981 Minnesota Evaluation Conference. Minneapolis, Minnesota Research Evaluation Center. pp: 31-40. 1981.