

Experiencia docente en la enseñanza de Sistemas de Información Geográfica en Arquitectura

Educational Experience in Teaching Geographic Information Systems in Architecture

Pilar Garcia-Almirall, Ernest Redondo Domínguez, Francesc Valls Dalmau, Juan Manuel Corso Sarmiento

Escola Tècnica Superior d'Arquitectura de Barcelona (ETSAB)

Universitat Politècnica de Catalunya (UPC - BarcelonaTech)

Barcelona, España

{pilar.garcia-almirall, ernesto.redondo, francesc.valls, juan.corso}@upc.edu

Resumen — La enseñanza de los Sistemas de Información Geográfica en los estudios de Arquitectura plantea una serie de retos por las necesidades específicas de los estudiantes de arquitectura y de los arquitectos como técnicos. Este artículo expone la metodología docente de la asignatura optativa “Estudios Urbanos con tecnología informática SIG” de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Barcelona que se viene impartiendo desde 1996. También se exponen los resultados de las encuestas realizadas al alumnado sobre distintos aspectos de la materia para conocer la aplicabilidad de los conocimientos impartidos a sus estudios y a su trabajo.

Palabras clave: *Aprendizaje; Enseñanza; Tecnologías de la Información; Arquitectura; Sistemas de Información Geográfica*

Abstract — Teaching Geographic Information Systems in the degree of Architecture raises a number of challenges due to the specific needs of both architecture students and trained architects. This paper explains the teaching methodology of the elective “Urban Studies with GIS technology” than has been taught in the Barcelona School of Architecture since 1996. The results of the surveys conducted on the course students about different aspects of the subject, regarding the applicability in their studies and work of the concepts learnt are also discussed.

Keywords: *Learning; Teaching; Information Technologies; Architecture; Geographic Information Systems*

I. RETOS DE LA ENSEÑANZA DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN EL CAMPO DE LA ARQUITECTURA

A. *Las Tecnologías de la Información en el campo de la Arquitectura*

En el ámbito de la Arquitectura y el Urbanismo, las tecnologías de la información y las comunicaciones (TICs) son utilizadas en distintos campos (cálculo de estructuras e instalaciones, control económico de la obra, diseño asistido por ordenador, etc.) pero su introducción acostumbra a ser muy gradual por la desconfianza de la profesión hacia la introducción de la tecnología en el proceso creativo.

El profesorado debería ser la punta de lanza en la introducción de nuevas tecnologías [1], sin embargo en la enseñanza universitaria de la Arquitectura también apreciamos una escasa penetración de estas herramientas, posiblemente por el desconocimiento en algunos casos de las capacidades de estas tecnologías por parte del personal docente y por la percepción de que interfiere en el proceso proyectual en lugar de complementarlo [2]. La introducción de una tecnología en una disciplina tiene un impacto en su desarrollo, que se debería traducir en un enriquecimiento al complementar el arsenal de herramientas de las que dispone el estudiantado, especialmente si se introduce su docencia en los primeros cursos [3].

B. *Necesidades de los arquitectos en relación a los Sistemas de Información Geográfica*

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) son una tecnología utilizada por varias disciplinas donde el objeto de estudio tenga un componente territorial (geografía, medio ambiente, paisajismo, etc.). Para satisfacer las necesidades de las distintas disciplinas, los paquetes de software generalmente se descomponen en una funcionalidad generalista básica que se complementa con módulos o extensiones para necesidades específicas.

Tradicionalmente, la formación de los arquitectos es generalista debido que el ejercicio de la profesión de arquitecto necesita abarcar la complejidad de una obra de arquitectura, donde se mezclan distintas escalas de trabajo e intervienen distintas tecnologías técnicas y constructivas en una labor espacialmente compleja que sin embargo debe ser representada gráficamente con precisión métrica. La manera de trabajar de los arquitectos tiene una serie de especificidades que inciden en las prestaciones que deben proporcionar las herramientas SIG para que les sean de utilidad: (a) ser interoperables para complementar otras herramientas, permitiendo fácilmente importar y exportar a herramientas Computer Aided Design (CAD), de modelado 3D, hojas de cálculo y editores de imagen, (b) adaptarse a su manera de pensar el espacio, tanto en planta como tridimensionalmente, (c) contar con la precisión métrica y el control de la apariencia de las salidas gráficas para garantizar la calidad de los resultados, y (d) servir

como herramienta de tanto de análisis, como de proyecto y de representación, puesto que en el desarrollo de un proyecto de arquitectura o urbanismo estas fases se acostumbran a confundir.

C. Docencia en los estudios de grado de arquitectura

Los SIG tienen relación con distintas materias que se imparten en la carrera (urbanismo, proyectos, patrimonio, valoraciones...) pero no se imparte dentro de ninguna de ellas sino que se imparte como una asignatura optativa. Paradójicamente no se ha generalizado el uso de los SIG durante la carrera de la misma manera como se ha generalizado el uso del CAD y los programas modelado, especialmente teniendo en cuenta su potencial para reducir la carga de trabajo en operaciones rutinarias en algunas de las asignaturas que más tiempo ocupan dentro y fuera de las aulas al estudiantado.

D. Trayectoria de la asignatura

A mediados de los años 80, la renovación de las bases de información del catastro de fiscalidad urbana impulsa la incorporación de las tecnologías de la información en el catastro de urbana. Pronto las administraciones territoriales y locales [4] ven en los SIG una vía de conocimiento y mejora de la gestión de información de la ciudad [5], una labor desempeñada por arquitectos hasta aquel momento.

En 1994 se empieza a impartir una asignatura en la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Barcelona (ETSAB) que introduce el uso de los SIG, incorporando a alumnado de las líneas de urbanismo y de gestión urbana. Poco después el entorno profesional comienza a exigir técnicos formados en este ámbito; el crecimiento y consolidación este campo profesional abre vías de especialización y profesionalización mediante postgrados y un Máster en SIG en la Universidad Politécnica de Cataluña (UPC).

E. Características de la presente edición

La docencia se impartió en una asignatura optativa intensiva, con un total de 4.5 créditos European Credit Transfer and Accumulation System (ECTS), que se desarrolló durante cinco días de nueve de la mañana a siete de la tarde en el curso académico 2013-2014. El aula disponía de un proyector conectado a un ordenador que manejaba el profesorado y de una pizarra blanca de vinilo con rotuladores de colores. El alumnado disponía de ordenadores para uso individual, dispuestos en cinco filas paralelas al plano de proyección y la pizarra. En total estaban matriculadas un total de 23 personas.

II. METODOLOGÍA DOCENTE

La metodología docente de la presente edición se había ensayado en anteriores ediciones de la misma asignatura y en el Máster de Sistemas de Información Geográfica en diferentes variantes. Las experiencias anteriores llevaron los autores a dividir la asignatura en cuatro bloques diferenciados extendiendo la usual distinción entre teoría y práctica [6]: (a) clases teóricas, (b) introducción al uso de la herramienta, (c) talleres prácticos, y (d) propuesta de innovación. El bloque principal fue el de los talleres prácticos (aproximadamente el 50% de la docencia) repartiéndose aproximadamente de manera equitativa el tiempo restante en los otros tres bloques.

El objetivo fue que las clases teóricas y la introducción al uso de la herramienta se complementaran, intercalándose en el tiempo y sirvieran de introducción a los conceptos que se deberían fijar en los talleres prácticos (de manera guiada) y en la propuesta de innovación (de manera autónoma), para poder situar al alumnado a través de estudios de caso en las aportaciones de los SIG en la práctica profesional de la Arquitectura y el Urbanismo.

A. Clases teóricas

En las clases teóricas se explicaron los fundamentos conceptuales y la terminología básica de los SIG, sus capacidades de análisis y la naturaleza de los datos geográficos. Los conceptos explicados se ilustraron con ejemplos de proyectos donde se ha utilizado esta tecnología en aplicaciones concretas del ámbito profesional de la arquitectura (gestión del territorio, catastro, urbanismo, entes locales, etc.) y los beneficios del uso de esta tecnología.

B. Introducción al uso de la herramienta

Para poder ilustrar de manera práctica los conceptos que se explicaban en las clases teóricas y poder introducir al alumnado a la herramienta que se utilizaría en los talleres (los programas de *Desktop Mapping* de ArcGIS de ESRI), se hizo una introducción al uso básico de la herramienta que consistió en dos sesiones de dos horas intercaladas con las clases teóricas iniciales. En la intranet docente se colgó una guía de aprendizaje para facilitar el seguimiento de los pasos que se mostraban en clase por parte del profesorado.

Esta introducción al uso de la herramienta se planteó de manera autónoma y desligada de los talleres que se hicieron a continuación. De esta manera, en la introducción se trabaja con ejemplos sintéticos para poder explicar cada concepto separadamente mientras que en los talleres prácticos se utilizan estos mismos conceptos de manera contextualizada. Para facilitar la comprensión de los conceptos, se utilizó frecuentemente la analogía con los programas de uso habitual en el ámbito de la Arquitectura (CAD, editores de imágenes, modelado 3D y ofimática) tanto para explicar las similitudes como para poner de relieve las diferencias fundamentales.

C. Talleres prácticos

El objetivo de los talleres prácticos fue fijar los conceptos explicados en las clases teóricas, mediante la introducción de conceptos gradualmente más complejos. Las sesiones anteriores de introducción al uso de la herramienta y de teoría permitieron desarrollar los talleres de manera ágil puesto que no fue necesario detenerse para explicar conceptos teóricos y el uso del programa era más fluido por parte del estudiantado.

Los talleres prácticos fueron planteados en único ámbito de un municipio como caso de estudio [7]; de esta manera el alumnado evitaba tener que familiarizarse con múltiples ámbitos de estudio y podía concentrarse en el desarrollo de los talleres. Esta estrategia ayudaba al mismo tiempo a poner de relieve las distintas lecturas que se pueden hacer sobre un mismo ámbito geográfico y su evolución histórica [8].

En la intranet docente se colgó una guía de aprendizaje como material de soporte para facilitar el seguimiento de los talleres por parte del estudiantado. El guion introducía

brevemente cada práctica contextualizándola y mostraba los pasos a seguir junto con ilustraciones de los resultados que se esperaban al final de cada apartado. Los talleres se dividieron en tres grandes bloques: (a) importación de información, (b) operaciones con bases catastrales, y (c) trabajo con información tridimensional, y fueron planteados para que pudieran ser resueltos utilizando principalmente las herramientas básicas de ArcGIS, con el objetivo que el alumnado interiorizase que un análisis complejo puede surgir del encadenamiento de operaciones más simples.

1) Importación de información

La integración con los flujos de trabajo de los estudiantes pasa por la interoperabilidad con las herramientas que utilizan habitualmente. Por esta razón este primer bloque del taller giró alrededor de la importación de información externa, tanto local como en Internet: (a) importación de información de planeamiento almacenada en un archivo CAD, (b) importación de información demográfica almacenada en un archivo de texto, (c) georeferenciación de un plano digitalizado extraído del Registro de Planeamiento Urbanístico de Cataluña (RPUC), y (d) conexión a un servidor Web Map Service (WMS). Durante el desarrollo del bloque se practicaron las operaciones de selección, vínculo de tablas, representación de atributos y definición de los sistemas de referencia espacial.

2) Operaciones con bases catastrales

La información cartográfica y alfanumérica pública de Catastro es de libre descarga y cubre la totalidad del territorio. El conocimiento de cómo está estructurada esta información es muy útil para que el alumnado pueda desarrollar estudios urbanos: por una parte dispone de una cartografía con la misma codificación para todo el territorio y por otra es posible explotar la información alfanumérica con distintos niveles de agregación.

En este taller se trabajó con la información gráfica (parcelas) y alfanumérica (construcciones y unidades constructivas) de las bases catastrales, relacionándolas en diferentes niveles de agregación: (a) cálculo de la antigüedad media ponderada de cada parcela a partir de las construcciones que contiene, y (b) cálculo del potencial de transformación a uso comercial de las plantas bajas con frente a calles de prioridad comercial. Durante el desarrollo del bloque se practicaron las operaciones de selección, vínculo de tablas, de agregación, creación de campos, selección por localización, codificación de usos y la interpretación de los valores nulos.

3) Trabajo con información tridimensional

En la parte final de los talleres se relacionó la información de altura de la edificación de Catastro con la regulación de altura de planeamiento urbanístico: (a) creación de un diccionario para traducir la codificación alfanumérica de altura a valores numéricos, (b) operación de “overlay” para relacionar dos capas de información superpuestas, (c) representación de la información tridimensional en planta, y (d) representación de la información tridimensional en perspectiva. Durante el desarrollo del bloque se practicaron las operaciones de “overlay”, de agregación y la representación de los resultados del análisis en planta y perspectiva.

D. Propuesta de innovación

Durante el desarrollo del curso el estudiantado preparó como ejercicio de clase una propuesta de innovación en el ámbito de los SIG que fue expuesta públicamente el último día de clase. La motivación de este trabajo era que el alumnado reflexionase sobre los conceptos que estaba adquiriendo y les buscara una aplicación práctica innovadora.

El objetivo secundario de preparar esta propuesta era que el alumnado mantuviera una mayor atención en los talleres y se esforzara en asimilar los conceptos que se exponían y los relacionara con necesidades y aplicaciones de uso en su entorno de estudio y profesional.

III. VALORACIÓN DE LAS NECESIDADES DE LA ASIGNATURA A TRAVÉS DE ENCUESTAS

Durante el desarrollo del curso se pidió al estudiantado que respondiera dos encuestas: la primera se realizó el primer día del curso y la segunda el último día del curso. De esta manera se pudieron contrastar las opiniones del alumnado antes y después del curso.

La primera encuesta se realizó el día 21 de enero de 2014. Conató de 81 preguntas, 69 de las cuales se respondían en una escala Likert. Respondieron 22 de 23 personas encuestadas. Con esta encuesta se quiso averiguar la manera de trabajar con información territorial y los conocimientos en relación con las herramientas de software del estudiantado sin que conocieran los contenidos que se explicarían en el curso.

La segunda encuesta se realizó el día 24 de enero de 2014. Conató de 45 preguntas, 39 de las cuales se respondían en una escala Likert. Respondieron 19 de 23 personas encuestadas. Con esta encuesta se valoró la opinión del alumnado sobre el desarrollo del curso y el encaje de la asignatura dentro de la carrera. Se han omitido de esta comunicación los resultados referentes a estas últimas por su escasa relevancia al tema tratado.

Las encuestas fueron anónimas y se procuró en la medida de lo posible que la mayoría de las respuestas se respondieran en una escala Likert [9] de cinco puntos con la opción central neutra, para poder tener una valoración cualitativa de las respuestas. Para este tipo de pregunta, las preguntas se han reordenado para que aparezcan en orden de mayor a menor acuerdo para hacer más comprensibles los gráficos.

Las preguntas de la encuesta se realizaron con Google Forms, permitiendo una rápida recogida de resultados y una mayor facilidad para las personas encuestadas para responder las preguntas, especialmente en preguntas en una escala Likert o en secciones de comentarios. La explotación de los resultados se hizo con el paquete estadístico de código abierto R 3.0.2.

A. Características personales y académicas de la población encuestada

La población de la encuesta estaba formada por 15 hombres y 7 mujeres, de los cuales 14 eran nacidos en España y 8 fuera de España. Respecto a la población de la Escuela de Arquitectura, la diferencia observada en la composición de hombres y mujeres no era estadísticamente significativa ($p <$

0.08) per si la de extranjeros ($p < 0.0028$), calculadas en un test binomial exacto.

La edad del estudiantado presentaba una distribución bimodal, con picos alrededor los 25 y los 35 años, hecho que probablemente obedecía a la reincorporación a los estudios de parte del alumnado después de un periodo fuera de la escuela. La media de años en la carrera era de 6 años, con una horquilla entre 3 y 11 años y la mayoría se encontraban cursando el Proyecto Final de Carrera, dónde había la mayor dispersión de edades.

B. Uso de información cartográfica en los estudios y en el trabajo

En cuanto al uso de información cartográfica por ámbitos, destacaron los ámbitos de urbanismo y planeamiento. Se apreció una menor frecuencia de uso de información cartográfica en el trabajo respecto a los estudios (Fig. 1), posiblemente debido a que el estudiantado de arquitectura en prácticas acostumbra a realizar trabajos de delineación de proyectos.

C. Procedencia de la información cartográfica en los estudios y en el trabajo

En cuanto al origen de la información cartográfica (Fig. 2), las principales fuentes fueron los productos gratuitos online (web mapping y Google Earth), seguidas de las bases del Instituto Cartográfico de Cataluña (ICC), que son de fácil consulta y descarga online. Probablemente por su mayor dificultad de acceso, las bases de Catastro eran utilizadas en menor medida, seguidas de las de los Ayuntamientos.

La misma distinción entre estudios y trabajo que se apreciaba en el apartado anterior apareció en menor medida cuando se preguntaba sobre la procedencia de los datos cartográficos. Cabe destacar que en el trabajo la utilización de las bases de Catastro y de Ayuntamientos casi igualaba las restantes.

D. Técnicas para visualizar el encaje urbanístico

La comprobación del encaje urbanístico es esencial para el trabajo de los arquitectos, tanto para proyectos de urbanismo como de edificación. Se preguntó al estudiantado qué técnicas utilizaban para la visualización del encaje urbanístico, tanto en fase de concepción del proyecto cómo para exponer los resultados (Fig. 3). Aunque son herramientas complementarias CAD y SIG aparecen en los dos extremos del espectro, no teniendo SIG ningún usuario con un uso más que ocasional.

E. Uso de software

La plataforma de software mayoritaria fue Windows con una importante utilización de Mac OS. A partir de la observación de este hecho, los autores creen que convendría estudiar la utilización de software multiplataforma para próximas ediciones del curso (en la actualidad ArcGIS solo funciona bajo Windows).

En cuanto al uso de aplicaciones (Fig. 4), apareció un claro dominio del CAD, de los editores de imágenes y de los programas de modelado 3D, mientras que las herramientas de mayor complejidad como BIM o lenguajes de programación prácticamente no estaban representadas.

El conocimiento de las herramientas SIG era prácticamente nulo (Fig. 5), siendo la más utilizada Google Earth (incorporada como control) y muy ligeramente AutoCAD Map, probablemente por sus similitudes con AutoCAD.

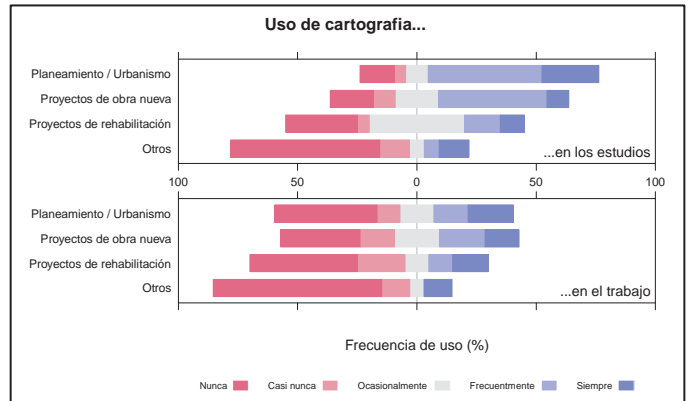


Figura 1. Uso de información cartográfica en los estudios y en el trabajo

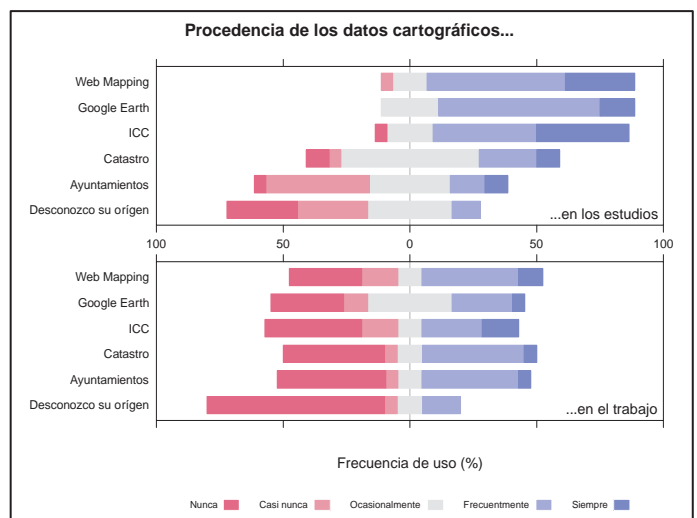


Figura 2. Procedencia de los datos cartográficos en estudios y trabajo

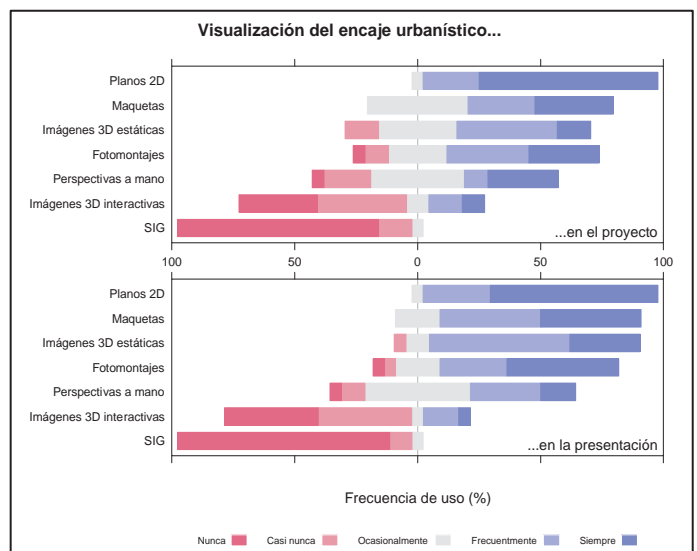


Figura 3. Visualización del encaje urbanístico

F. Facilidad para el uso de software

Las personas encuestadas se consideraron hábiles para utilizar herramientas informáticas, aunque manifestaron mayor dificultad para profundizar en su uso (Fig. 6).

Cuando se les preguntó por categorías de herramientas de uso habitual en Arquitectura, se manifestaron de manera parecida que para el software en general excepto cuando se les preguntó por las herramientas SIG, donde manifestaron una mayor dificultad (Fig. 7).

Parece que existen barreras que impiden al estudiantado tener la confianza suficiente para trabajar con estas herramientas, en comparación con otros tipos de software. Los autores proponen algunas explicaciones para esta diferencia observada: apariencia de complejidad de los programas, dudas sobre la interoperabilidad con otras herramientas, desconfianza en el control de las salidas gráficas, dificultad de acceso a los datos, o el coste de las licencias.

G. Uso del ordenador

En cuanto a la intensidad de uso del ordenador (Fig. 8) se apreció una distribución relativamente normal para el trabajo, centrada alrededor de 6 horas, mientras que para otros usos es muy escaso (mayoritariamente dos horas o menos).

La interpretación de los autores es que los dispositivos móviles (teléfonos y tabletas) están desplazando rápidamente a los ordenadores para estos usos, y ello debería hacernos reflexionar sobre el impacto de estas tecnologías pueden tener manera de impartir la docencia [10, 11].

H. Valoración del curso

El alumnado valoró el curso positivamente (Fig. 9, izquierda) pero existieron notables diferencias en cuanto a la valoración en función de la ubicación de las personas dentro del aula, observando que a partir de la tercera fila la valoración del curso disminuía (Fig. 9, centro), aunque no es posible determinar si es consecuencia de la ubicación o bien si el estudiantado se distribuye en función de otra variable que afecta también la valoración del curso. En cuanto a los comentarios al final de la encuesta, los alumnos con valoración de 9 son los que aportaron significativamente más comentarios (Fig. 9, derecha).

El estudiantado valoró muy positivamente la metodología docente, la temática desarrollada y manifestó haber seguido las clases con interés; en cuanto a la dificultad y la carga de trabajo los resultados fueron comparables a la media del resto de asignaturas (Fig. 10). Esta buena recepción por parte del estudiantado de la experiencia docente debería animar a las Escuelas de Arquitectura a incorporar la docencia de estas herramientas de una manera más generalizada en la carrera.

I. Utilidad de los conocimientos adquiridos

En cuanto a la utilidad de los conocimientos adquiridos (Fig. 11) el alumnado creyó que serían útiles tanto para los estudios como para el trabajo futuro, y en menor medida también para ser mejores profesionales (arquitectos y urbanistas). Sin embargo no lo consideraron tan útil para su trabajo actual, probablemente por la escasa penetración de las herramientas SIG en los estudios de arquitectura y urbanismo.

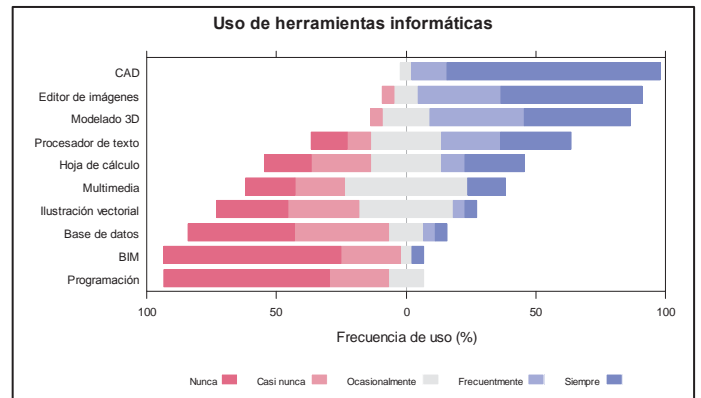


Figura 4. Uso de herramientas informáticas

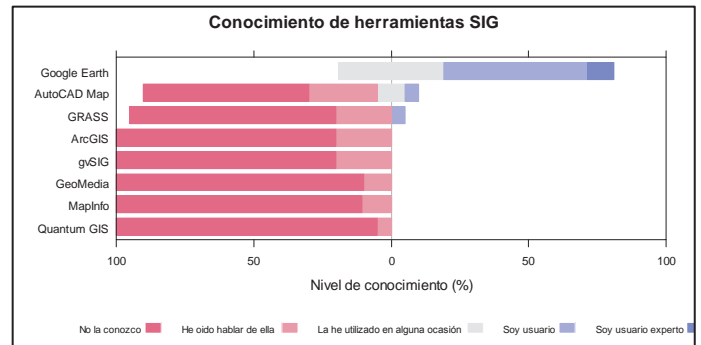


Figura 5. Conocimiento de herramientas SIG

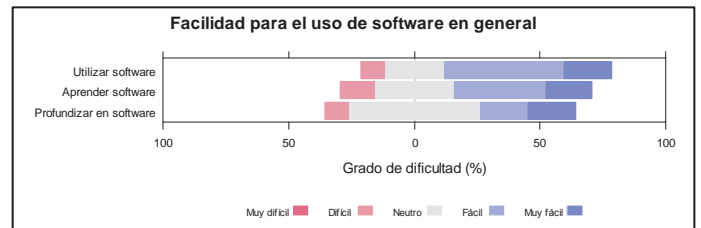


Figura 6. Facilidad de uso de herramientas informáticas en general

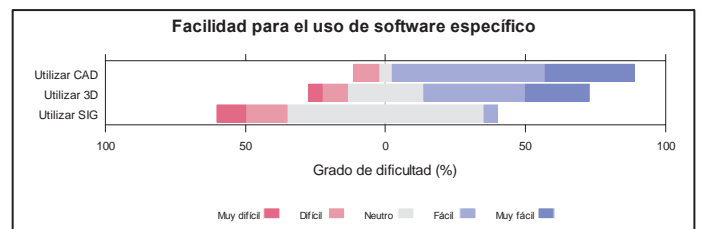


Figura 7. Facilidad de uso de herramientas informáticas de CAD, 3D y SIG

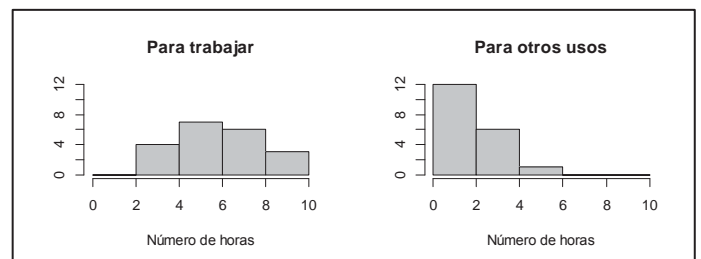


Figura 8. Intensidad de uso del ordenador para trabajar y para otros usos

IV. CONCLUSIONES

A pesar de sus ventajas, el uso de las herramientas SIG no se ha generalizado en la docencia universitaria de arquitectura o en el trabajo de los despachos de arquitectura y urbanismo de la misma manera que lo han hecho el CAD, los editores de imágenes o las herramientas de modelado 3D.

En las encuestas se puso de manifiesto la escasa adopción de los SIG y también de los programas de Building Information Modeling (BIM). A través de conversaciones informales con el alumnado, se detectó que esta situación puede obedecer a múltiples razones: (a) la percepción que las herramientas de uso habitual son suficientemente capaces, (b) la dificultad de acceso y de manejo de buena información cartográfica acorde a las necesidades de los arquitectos, (c) la sensación que los mapas generados son “poco arquitectónicos”, (d) el miedo a utilizar una tecnología desconocida en proyectos con fechas de entrega muy ajustadas, (e) la dificultad de importar y exportar los datos a otros programas, y (f) el desconocimiento de conceptos básicos acerca de georreferenciación o bases de datos. Esta situación genera un círculo vicioso que dificulta la adopción de la tecnología, que la asignatura que imparten los autores intenta romper de dos maneras: ajustando sus contenidos a las necesidades del alumnado y poniendo de relieve las ventajas de su uso.

A. Mejoras propuestas

Una de las dificultades encontradas en los talleres fue la diferencia de nivel de comprensión por parte del alumnado, tanto en la profundidad de los conceptos aprendidos como en la velocidad de asimilación de los contenidos. Se propone plantear talleres en varios niveles de complejidad, de manera que sea posible que todo el estudiantado alcance un nivel básico, permitiendo que los alumnos con mayor facilidad de aprendizaje o con mayor motivación para trabajar fuera de las horas lectivas puedan alcanzar un nivel más avanzado.

Para las próximas ediciones se plantea la realización de un e-portfolio por parte del alumnado [12] y ensayar el uso de herramientas multiplataforma de código abierto.

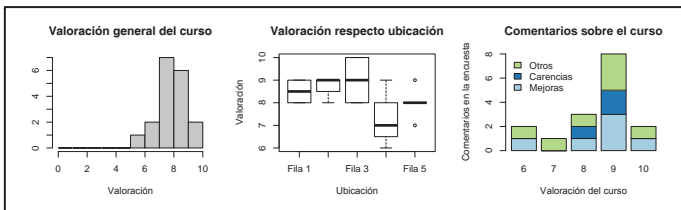


Figura 9. Valoración del curso: agregada, por ubicación y comentarios

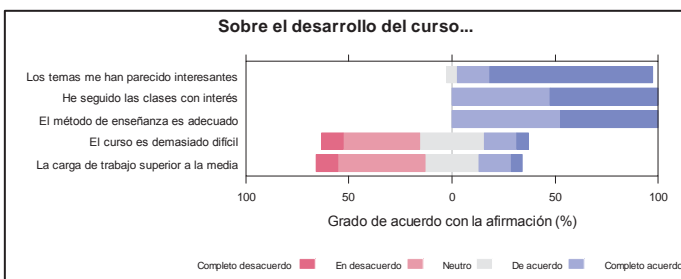


Figura 10. Valoración del desarrollo del curso

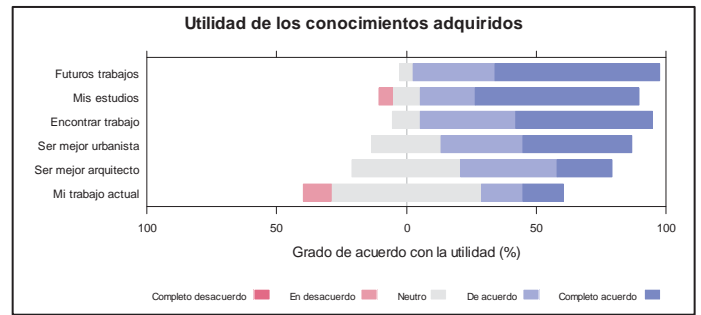


Figura 11. Utilidad de los conocimientos adquiridos

AGRADECIMIENTOS

Los autores quieren agradecer a Albert Sánchez Riera la ayuda prestada para la redacción de las encuestas.

La presente investigación se ha hecho en el contexto del proyecto EDU2012-37247, E-LEARNING 3.0 EN LA DOCENCIA DE LA ARQUITECTURA. CASOS DE ESTUDIO DE INVESTIGACION EDUCATIVA PARA UN FUTURO INMEDIATO.

REFERENCIAS

- [1] R. M. Epper y A. Bates, Enseñar al profesorado cómo utilizar la tecnología. Buenas prácticas de instituciones líderes, Barcelona: Editorial UOC, 2004.
- [2] P. Paar y J. Rekitke, “Wheeling a trojan horse to teach geoinformation methods to landscape architects,” *GIS-Zeitschrift fur Geoinformatik*, vol. 24, n° 4, pp. 99-104, 2011.
- [3] E. Redondo, D. Fonseca, L. Giménez, G. Santana y I. Navarro, «Alfabetización digital para la enseñanza de la arquitectura. Un estudio de caso,» *Arquitecturavista*, vol. 8, n° 1, pp. 76-87, 2012.
- [4] P. Garcia-Almirall, F. Valls Dalmau y M. Moix Bergadà, SIG en la Gestión de la Información Urbanística en el ámbito local, Barcelona: Centre de Política de Sòl i Valoracions, 2011.
- [5] P. García Almirall, P. Queraltó y M. Montserrat, The socio - economic impact of the spatial data infrastructure of Catalonia, Barcelona: European Communities, 2008.
- [6] M. Gould y J. R. Herring, “Redefining GIS,” de *4th AGILE Conference*, Brno, 2001.
- [7] C. Drennon, “Teaching geographic information systems in a problem-based learning environment,” *Journal of Geography in Higher Education*, vol. 29, n° 3, pp. 385-402, 2005.
- [8] P. Chias y T. Abad, “GIS tools for comparing historical and contemporary landscapes through local maps series,” *e-Perimetron*, vol. 4, n° 2, pp. 61-72, 2009.
- [9] R. Likert, “A Technique for the Measurement of Attitudes,” *Archives of Psychology*, vol. 22, n° 140, pp. 1-55, 1932.
- [10] D. McKinney, J. L. Dyck y E. S. Luber, “iTunes University and the classroom: Can podcasts replace Professors?,” *Computers & Education*, vol. 52, n° 3, pp. 617-623, 2009.
- [11] J. Gikasa y M. M. Grant, “Mobile computing devices in higher education: Student perspectives on learning with cellphones, smartphones & social media,” *The Internet and Higher Education*, vol. 19, n° October 2013, pp. 18-26, 2013.
- [12] R. Mason, C. Pegler y M. Weller, “E-portfolios: an assessment tool for online courses,” *British Journal of Educational Technology*, vol. 35, n° 6, pp. 717-727, 2004.