

JIDA'18

VI JORNADAS
SOBRE INNOVACIÓN DOCENTE
EN ARQUITECTURA

WORKSHOP ON EDUCATIONAL INNOVATION
IN ARCHITECTURE JIDA'17

JORNADES SOBRE INNOVACIÓ
DOCENT EN ARQUITECTURA JIDA'18

ESCUELA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA EINA-UNIZAR
22 Y 23 DE NOVIEMBRE DE 2018



Servicio de
Publicaciones
Universidad Zaragoza



UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE CATALUNYA
BARCELONATECH

GILDA GRUP PER A LA INNOVACIÓ
I LA LOGÍSTICA DOCENT
EN ARQUITECTURA

Organiza e impulsa **GILDA** (Grupo para la Innovación y Logística Docente en la Arquitectura), en el marco del proyecto RIMA (Investigación e Innovación en Metodologías de Aprendizaje), de la Universitat Politècnica de Catalunya · BarcelonaTech (UPC) y el Institut de Ciències de l'Educació (ICE). <http://revistes.upc.edu/ojs/index.php/JIDA>

Editores

Daniel García-Escudero, Berta Bardí i Milà

Revisión de textos

Raimundo Bambó, Berta Bardí i Milà, Eduardo Delgado, Carlos Labarta, Joan Moreno, Judit Taberna

Edita

Iniciativa Digital Politècnica Oficina de Publicacions Acadèmiques Digitals de la UPC
Servicio de publicaciones de la Universidad de Zaragoza

ISBN 978-84-9880-722-6 (IDP, UPC)

ISBN 978-84-16723-54-6 (Servicio de publicaciones de la Universidad de Zaragoza)

eISSN 2462-571X

D.L. B 9090-2014

© de los textos y las imágenes: los autores

© de la presente edición: Iniciativa Digital Politècnica Oficina de Publicacions Acadèmiques Digitals de la UPC; Servicio de publicaciones de la Universidad de Zaragoza

Comité Organizador JIDA'18

Dirección, coordinación y edición

Berta Bardí i Milà (GILDA)

Dra. Arquitecta, Departamento de Proyectos Arquitectónicos, ETSAB-UPC

Daniel García-Escudero (GILDA)

Dr. Arquitecto, Departamento de Proyectos Arquitectónicos, ETSAB-UPC

Organización

Raimundo Bambó Naya

Dr. Arquitecto, Urbanística y Ordenación del Territorio, EINA-Universidad de Zaragoza

Eduardo Delgado Orusco

Dr. Arquitecto, Proyectos Arquitectónicos, EINA-Universidad de Zaragoza

Carlos Labarta

Dr. Arquitecto, Proyectos Arquitectónicos, EINA-Universidad de Zaragoza

Joan Moreno Sanz (GILDA)

Dr. Arquitecto, Departamento de Urbanismo y Ordenación del Territorio, ETSAB-UPC

Judit Taberna (GILDA)

Arquitecta, Departamento de Representación Arquitectónica, ETSAB-UPC

Comité Científico JIDA'18

Evelyn Alonso-Rohner

Dra. Arquitecta, Departamento de Arte, Ciudad y Territorio, E.T.S.A-ULPGC

Atxu Amann Alcocer

Dra. Arquitecta, Departamento de Ideación Gráfica, ETSAM-UPM

Iñaki Bergera

Dr. Arquitecto, Proyectos Arquitectónicos, EINA-Universidad de Zaragoza

Enrique M. Blanco-Lorenzo

Dr. Arquitecto, Dpto. de Proyectos Arquitectónicos, Urbanismo y Composición, Universidad de A Coruña

Ivan Cabrera i Fausto

Dr. Arq., Dpto. de Mecánica de los Medios Continuos y Teoría de Estructuras, ETSAM-UPV

Nuria Castilla Cabanes

Dra. Arquitecta, Departamento de Construcciones arquitectónicas, ETSAM-UPV

Rodrigo Carbajal-Ballell

Dr. Arquitecto, Departamento de Proyectos Arquitectónicos, ETSAM-UPM

Begoña de Abajo

Arquitecta, Departamento de Proyectos Arquitectónicos, ETSAM-UPM

Débora Domingo Calabuig

Dra. Arquitecta, Departamento de Proyectos Arquitectónicos, ETSAM-UPV

Enrique Espinosa

Arquitecto, Departamento de Proyectos Arquitectónicos, ETSAM-UPM

Pedro García Martínez

Dr. Arquitecto, Departamento de Arquitectura y Tecnología de Edificación, ETSAE-UP Cartagena

Queralt Garriga

Dra. Arquitecta, Departamento de Proyectos Arquitectónicos, ETSAB-UPC

Mariona Genís Vinyals

Dra. Arquitecta, BAU Centro Universitario del Diseño de Barcelona

María González

Arquitecta, Departamento de Proyectos Arquitectónicos, ETSA-US

Enrique Jerez Abajo

Dr. Arquitecto, Proyectos Arquitectónicos, EINA-Universidad de Zaragoza

Ricardo Sánchez Lampreave

Dr. Arquitecto, Composición Arquitectónica, EINA-Universidad de Zaragoza

Juanjo López de la Cruz

Arquitecto, Departamento de Proyectos Arquitectónicos, ETSA-US

Carles Marcos Padrós

Dr. Arquitecto, Departamento de Proyectos Arquitectónicos, ETSAB-UPC

Javier Pérez-Herrerías

Dr. Arquitecto, Proyectos Arquitectónicos, EINA-Universidad de Zaragoza

Amadeo Ramos Carranza

Dr. Arquitecto, Departamento de Proyectos Arquitectónicos, ETSA-US

Patricia Reus

Dra. Arquitecta, Departamento de Arquitectura y Tecnología de la Edificación, ETSAE-UP Cartagena

Estanislau Roca

Dr. Arquitecto, Departamento de Urbanismo y Ordenación del Territorio, ETSAB-UPC

Silvana Rodrigues de Oliveira

Arquitecta, Departamento de Proyectos Arquitectónicos, ETSA-US

Jaume Roset Calzada

Dr. Físico, Departamento de Física Aplicada, ETSAB-UPC

Patricia Sabín Díaz

Dra. Arquitecta, Dpto. de Construcciones y Estructuras Arquitectónicas, Civiles y Aeronáuticas, Universidad de A Coruña

Carla Sentieri Omarreñerías

Dra. Arquitecta, Departamento de Proyectos Arquitectónicos, ETSA-UPV

Sergio Vega Sánchez

Dr. Arquitecto, Departamento de Construcción y Tecnología arquitectónicas, ETSAM-UPM

José Vela Castillo

Dr. Arquitecto, IE School of Architecture and Design, IE University, Segovia

ÍNDICE

1. **Actividades y estrategias de aprendizaje activo para clases teóricas en grupos numerosos. *Active learning activities and strategies for theoretical classes in large groups.*** Pons Valladares, Oriol; Franquesa, Jordi.
2. **Antípodas pedagógicas: ¿Cómo enseñar proyectos en el fin del mundo? *Pedagogical antipodes: How to teach architectural projects at the end of the world?*** Barros-Di Giammarino, Fabián.
3. **Diseño de la auto, co-evaluación y rúbrica como estrategias para mejorar el aprendizaje. *The Design of the Auto, Co-Evaluation and Rubric as Strategies to improve learning.*** García Hípola, Mayka.
4. **Urbanística Descriptiva aplicada. Evidencia de tres años atando formas y procesos. *Applying Descriptive Urbanism. Evidence of three years linking forms and processes.*** Elinbaum, Pablo.
5. **La biblioteca de materiales como recurso didáctico. *Materials library as a teaching resource.*** Navarro-Moreno, David; Lanzón-Torres, Marcos; Tatano, Valeria.
6. **Las prácticas de Historia de la Arquitectura como invitación abierta a la cultura moderna. *The Practice Seminar in History of Architecture as an Open Invitation to Modern Culture.*** Parra-Martínez, José; Gutiérrez-Mozo, María-Elia; Gilsanz-Díaz, Ana.
7. **Anti-disciplina y dosis de realidad en Proyectos como motor de motivación: Proyecto MUCC. *Anti-discipline and dose of reality in Projects as motivation engine: MUCC Project.*** Carcelén-González, Ricardo.
8. **El juego de la ciudad. Una nueva estrategia docente para Proyectos Arquitectónicos. *The game of the city. A new teaching strategy for the subject of Architectural Design.*** Ulargui-Agurruza, Jesús; de-Miguel-García, Sergio; Montenegro-Mateos, Néstor; Mosquera-González, Javier.
9. **Aprendiendo a ver a través de las ciudades. *Learning to see through the cities.*** Fontana, Maria Pia; Cabarrocas, Mar.
10. ***Educating the New Generation of Architects: from ICT to EPT.* Educando a la nueva generación de arquitectos: de las TICs a las TEPs.** Masdáu, Marta.
11. **El aprendizaje básico del espacio. *Space basic learning.*** Mària-Serrano, Magda; Musquera-Felip, Sílvia; Beriain-Sanzol, Luis.

12. **Arquitectura en formato Olimpiada: aplicación de la metodología de Proyectos a Secundaria. *Architecture in Olympiad format: application of the methodology of Projects to Secondary.*** Carcelén-González, Ricardo; García-Martín, Fernando Miguel.
13. **Relaciones desde lo individual a lo colectivo. Tres ejercicios de Composición Arquitectónica. *Relations from the individual to the group. Three exercises of Architecture Composition.*** Barberá-Pastor, Carlos; Díaz-García, Asunción; Gilsanz-Díaz, Ana.
14. **Dibujo y Máquina: la aplicación de lo digital en Arquitectura y Urbanismo. *Drawing and Machine: the application of the digital in Architecture and Urbanism.*** Castellano-Román, Manuel; Angulo-Fornos, Roque; Ferreira-Lopes, Patricia; Pinto-Puerto, Francisco.
15. **Diseño e implementación de la pauta de seguimiento del logro formativo. *Learning Achievement Assessment Guideline, Design and Implementation.*** Muñoz-Díaz, Cristian; Pérez-de la Cruz, Elisa; Mallea-Maturana, Grace; Noguera-Errázuriz, Cristóbal.
16. **Yes, we draw! El papel del dibujo en la pedagogía contemporánea de Arquitectura. *Yes, we draw! The role of drawing in contemporary Architecture teaching.*** Butragueño Díaz-Guerra, Belén; Raposo Grau, Javier Francisco; Salgado de la Rosa, María Asunción.
17. **Aprendiendo a proyectar mediante el análisis de las decisiones de proyecto. *Learning to project through the analysis of projects decisions.*** Fuentealba-Quilodrán, Jessica; Goycoolea-Prado, Roberto; Martín-Sevilla, José Julio.
18. **Espacio, Teatro, Arquitectura. El lugar del teatro en la enseñanza de la arquitectura. *Space, Theater, Architecture. The place of theater in the teaching of architecture.*** Ramon Graells, Antoni.
19. **Uncastillo. De la escala territorial al detalle proyectual. *From the territorial scale to projectual detail.*** Elia-García, Santiago; Comeras-Serrano, Ángel B.; Lorén Collado, Antonio.
20. **Drámatica del arbolado sobre la escena construida. *Dramatic of the trees over the built scene.*** Climent-Mondéjar, María José; Granados-González, Jerónimo.
21. **La Didáctica del Territorio. Un Modelo para Armar. *The Didactic of The Territory. A Model to Assemble.*** Prado Díaz, Alberto.
22. **Conexiones culturales en los antecedentes de la obra arquitectónica. *Cultural connections in the background of the architectural work.*** Comeras-Serrano, Angel B.

23. **Estudiantes de la UVa llevan la Arquitectura a colegios y familias de Castilla y León. *UVa's students bring Architecture closer to schools and families of Castilla y León.*** Ramón-Cueto, Gemma.
24. **La habitación está vacía y entra el habitante. Seminario de experimentación espacial. *The room is empty and the dweller. Experimental space workshop.*** Ramos-Jular, Jorge.
25. **Taller de concursos para estudiantes de Arquitectura. *Workshop of contests for students of architecture.*** Camino-Olea, María Soledad; Jové-Sandoval, José María; Alonso-García, Eusebio; Llorente-Álvarez, Alfredo.
26. **Aprendizaje colaborativo y multidisciplinar en el estudio del Patrimonio en Arquitectura. *Collaborative and cross-disciplinary learning applied to Heritage studies in Architecture.*** Almonacid Canseco, Rodrigo; Pérez Gil, Javier.
27. **Reaprender el arte del urbanismo. Estrategias docentes en la EINA (2009-2018). *Relearning the art of urbanism. Teaching strategies at the EINA (2009-2018).*** Monclús, Javier.
28. **Lenguaje analógico y digital en la enseñanza del dibujo arquitectónico. *Analog and digital language in the teaching of architectural drawing.*** Cervero Sánchez, Noelia; Agustín-Hernández, Luis; Vallespín Muniesa, Aurelio.
29. **Una introducción al urbanismo desde la forma urbana y sus implicaciones socioambientales. *An introduction to urbanism through urban form and its socioenvironmental dimensions.*** Ruiz-Apilánez, Borja.
30. **Innovación docente a través de las Tecnologías de la Información y la Comunicación. *Teaching innovation through Information and Communication Technologies.*** Alba-Dorado, María Isabel.
31. **Una aproximación a la cooperación desde el Grado en Fundamentos de la Arquitectura. *An approach to cooperation from the Degree in Fundamentals of Architecture.*** Ruiz-Pardo, Marcelo; Barbero-Barrera, María del Mar; Gesto-Barroso, Belén.
32. ***Consideration of Climate Change Effects.*** Pesic, Nikola.
33. **Un itinerario docente entre la Aljafería y la Alhambra. *A learning path between the Aljafería and the Alhambra.*** Estepa Rubio, Antonio; García Píriz, Tomás.
34. **La experiencia del Aprendizaje-Servicio en el diseño de espacios públicos bioclimáticos. *The Learning- Service experience in the design of bioclimatic public spaces.*** Román López, Emilia; Córdoba Hernández, Rafael.

35. **Docencia de cálculo de estructuras de edificación en Inglés. *Teaching buildings structural design in English.*** Guardiola-Víllora, Arianna; Pérez-García, Agustín.
36. **Cómo exponer la edición: Metodologías activas en la práctica editorial de la arquitectura. *How to exhibit the edition: Active methodologies in the editorial practice of architecture.*** Arredondo-Garrido, David; García-Píriz, Tomás.
37. **V Grand tour: la realidad virtual para el aprendizaje de proyectos. *V Grand Tour: Virtual reality for learning architectural projects.*** Canet-Rosselló, Juana; Gelabert-Amengual, Antoni; Juanes-Juanes, Blanca; Pascual-García, Manuel.
38. **El aula invertida vertical. Una experiencia en la ETSAM-UPM. *Vertical flipped classroom. An experience at ETSAM-UPM.*** Giménez-Molina, M. Carmen; Rodríguez-Pérez, Manuel; Pérez, Marlix; Barbero-Barrera, M. del Mar.
39. **Uso docente de la red social “Instagram” en la asignatura de Proyectos 1. *Teaching use of the social network “Instagram” in Projects 1 course.*** Moreno-Moreno, María Pura.
40. **Concurso de fotografía y video. Una experiencia en la ETSAM-UPM. *Photography and video competition. An experience at ETSAM-UPM.*** Giménez-Molina, M. Carmen; Rodríguez-Pérez, Manuel; Pérez, Marlix.
41. **El microproyecto como vínculo con el medio e integración de saberes en arquitectura. *Micro-project as academic outreach and learning integration in architecture.*** Bisbal-Grandal, Ignacio; Araneda-Gutiérrez, Claudio; Reyes-Pérez, Soledad; Saravia-Cortés, Felipe.
42. **Indicios de calidad de una escuela emergente: de las hojas a la raíz. *Quality indications of an emergent school: from the leaves to the root.*** Ezquerro, Isabel; García-Pérez, Sergio.
43. **Una visión integradora: el discurso gráfico del proyecto arquitectónico. *An integrating approach: the graphic discourse of the architectural project.*** Sancho-Mir, Miguel; Cervero-Sánchez, Noelia.
44. **El Máster ‘habilitante’ en arquitectura, una oportunidad para un aprendizaje experiencial. *The ‘enabling’ master in architecture, an opportunity for an experiential learning.*** Sauquet-Llonch, Roger-Joan; Serra-Permanyer, Marta.
45. **Industria Docente. *Teaching industry.*** Peñín Llobell, Alberto.
46. **Análisis Arquitectónico: una inmersión en el primer curso de proyectos. *Architectural Analysis: an immersion in the first design course.*** Rentería-Cano, Isabel de; Martín-Tost, Xavier.

47. **Introducción al taller de diseño a partir del perfil de ingreso del estudiante.**
Introduction to design workshop based on student's admission profile. Pérez-de la Cruz, Elisa; Caralt Robles, David; Escobar-Contreras, Patricio.
48. **Pan, amor y fantasía. Ideas para 'actualizar' la enseñanza de la Composición Arquitectónica.** *Bread, Love and Dreams. Some ideas to 'update' Architectural Composition's Teaching.* Díez Medina, Carmen.
49. **Investigación sobre *El Modelo*.** *Investigation on Model.* Soriano-Pelaez, Federico; Gil-Lopesino, Eva; Castillo-Vinuesa, Eduardo.
50. **Aproximación al territorio turístico desde la innovación docente en Arquitectura.**
The touristic territory, an approach from teaching innovation in Architecture. Jiménez-Morales, Eduardo; Vargas-Díaz, Ingrid Carolina; Joyanes-Díaz, María Dolores; Ruiz Jaramillo, Jonathan.
51. **"Emotional Structures", Facing material limitation.** *"Emotional Structures", Enfrentando la limitación material.* Mendoza-Ramírez, Héctor; Partida Muñoz, Mara Gabriela.
52. **Aprendiendo del paisaje: El tiempo como factor de renaturalización de la ciudad.**
Learning from landscape: Time as an element of renaturalization of the city. Psegiannaki, Katerina; García-Triviño, Francisco; García-García, Miriam.
53. **Taller experimental TRA-NE: transferencias entre investigación, aprendizaje y profesión.**
Experimental studio TRA-NE: transfers between research, learning and professional practice. Zaragoza-de Pedro, Isabel; Mendoza-Ramírez, Héctor.
54. **Lecciones entre aprendices. La estructura vertical en las enseñanzas de arquitectura.**
Lessons between apprentices. Vertical structure in the architectural education. Alarcón-González, Luisa; Montero-Fernandez, Francisco.
55. **La maqueta como herramienta de proyecto.** *The model as a Design tool.* Solans Ibañez, Indibil; Fernández Zapata, Cristóbal; Frediani-Sarfati, Arturo; Sardà Ferran, Jordi.
56. **Influencia de la perspectiva evolucionista en las asignaturas troncales de arquitectura.**
Influence of the evolutionary perspective on the architectural core subjects. Frediani-Sarfati, Arturo.
57. **Nuevas tecnologías y Mapping como herramienta para promover un urbanismo interdisciplinar.** *New Technologies and Mapping as a Tool to Promote an Interdisciplinary Urbanism.* Mayorga Cárdenas, Miguel Y.

Dibujo y Máquina: la aplicación de lo digital en Arquitectura y Urbanismo

Drawing and Machine: the application of the digital in Architecture and Urbanism

Castellano-Román, Manuel^a; Angulo-Fornos, Roque^b, Ferreira-Lopes, Patricia^c, Pinto-
Puerto, Francisco^d

^aDoctor arquitecto. Profesor asociado manuelcr@us.es; ^bArquitecto. Profesor asociado, roqueaf@us.es;
^cArquitecto, Personal Docente e Investigador Predoctoral en Formación, pwanderley@us.es; ^dProfesor
Titular Universidad, fspp@us.es. Departamento de Expresión Gráfica ETS Arquitectura, Universidad de
Sevilla

Abstract

Information Technologies advances applied in Architecture are changing not only the expression, representation and development of architecture projects, but also the approaching to architecture complexity, turning it into a project instrument. Those advances requires successive adaptations, sometimes precipitated and overrun by the visual results they produce. That is why its use in the formative stage should take into account a reflexion about its implications accompanying its quick changes: new concepts, terminologies, information handling at different scales and the chance of big data processing, not easy affordable using non-digital methods. In this context, the role of the drawing translation into its digital version become more complex in sintony with the current architecture requirements.

Keywords: *Architecture and Urbanism Teaching, TIC tools, BIM, GIS, Drawing and Machine.*

Resumen

Los avances de las Tecnologías de la Información aplicados en Arquitectura están transformando no sólo la manera de expresar, representar y desarrollar los proyectos, también el modo de aproximarse a la complejidad de la arquitectura, y convertirla en un instrumento de proyecto. Estos avances reclaman adaptaciones sucesivas, a veces precipitadas y arrolladas por los resultados visuales que producen. Por esta razón, su utilización en la etapa formativa debe contemplar una reflexión sobre su incidencia y repercusión que acompañe la velocidad de sus cambios: nuevos conceptos, terminologías, modos de tratamiento de la información a diferentes escalas y la posibilidad de gestionar una gran masa de datos, difícil de alcanzar con los métodos no-digitales. En este contexto, la traducción del papel del dibujo a su versión digital se complejiza en sintonía con los nuevos requerimientos a los que la arquitectura actual se ve sometida.

Palabras clave: *Enseñanza de Arquitectura y Urbanismo, Herramientas TIC, BIM, SIG, Dibujo y Máquina.*

Bloque temático: *2. Herramientas TIC (HT)*

Introducción

La formación universitaria en Arquitectura, así como la práctica profesional, no pueden sustraerse de la influencia de las Tecnologías de la Información, que forman ya parte consustancial de los modos de comunicación y relaciones sociales. El dibujo, como vehículo privilegiado del pensamiento arquitectónico, está directamente concernido por estos procesos, que vienen generando una cierta controversia, muy debatida pero no resuelta, en relación con el papel que los medios analógicos y digitales deben asumir en este contexto.

La traducción del papel que el dibujo arquitectónico ha tenido históricamente a su versión digital, supone la necesidad de una lectura más compleja en sintonía con los nuevos requerimientos a los que la arquitectura actual se ve sometida – evoluciones formales, sistemas de fabricación, ecología, nuevos sistemas funcionales y de gestión de espacios, etc. – requiriendo nuevos modos de control formal y análisis en los que resulta imprescindible la perfecta coordinación de una gran cantidad de información alfanumérica y gráfica.

El tradicional papel del dibujo en el proceso de conocimiento y proyectación se dirige progresivamente a cuestiones antes al margen de la disciplina gráfica, como el registro documental, la generación de imágenes dinámicas o la predicción del comportamiento y gestión de los edificios. La experiencia del dibujo analógico en la construcción de representaciones gráficas estáticas, generadas por acumulación de signos sobre el soporte, muta en la elaboración de modelos digitales dinámicos, de categorías o capas superpuestas, que pueden aplicarse a estas nuevas funciones, además de mejorar y automatizar la obtención de las tradicionales plantas, alzados, secciones o perspectivas. Estos modelos digitales son auténticos constructos donde las capacidades profesionales del arquitecto encuentran un nuevo horizonte.

El diseño de un planteamiento inclusivo de estos modelos y sistemas digitales en las tradicionales asignaturas gráficas, mediante lo que podemos considerar modos híbridos, es el objetivo prioritario del conjunto de propuestas metodológicas desarrolladas en estos últimos años a nivel nacional e internacional, y de la propia experiencia docente de los autores de esta aportación en las asignaturas del Departamento de Expresión Gráfica de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Sevilla y de la trayectoria investigadora vinculada al grupo de investigación de la Universidad de Sevilla al que pertenecen sus autores.¹

En ésta aportación presentamos algunos referentes que han motivado nuestro trabajo, una serie de planteamientos conceptuales y los resultados alcanzados en la enseñanza integrada de las herramientas digitales - BIM, SIG, Fotogrametría y Dibujo Paramétrico – en la asignatura optativa “Dibujo y Máquina” impartida durante los últimos cinco cursos.

1. Antecedentes en la aplicación de BIM y SIG en la formación del arquitecto

Actualmente son numerosas las publicaciones que han abordado el tema de las implicaciones pedagógicas de las nuevas tecnologías digitales en la comunicación, expresión y análisis de la arquitectura, lo que llevaría a extendernos en exceso. Sólo citar una referencia ineludible en este proceso de cambio de paradigma en el contexto como es la obra de Steel (Steel, 2001) y el más reciente de Stan Allen (Allen, 2012), y a nivel nacional el Congreso de Expresión Gráfica celebrado en Barcelona en el año 2000, y desde entonces los siguientes congresos y las

¹ Grupo PAIDI-HUM799 “Estrategias para el conocimiento patrimonial”. <http://grupo.us.es/ecphum799/>

numerosas aportaciones recogidas en la revista EGA que permiten trazar la diacronía de este proceso. Los mismos autores de esta aportación ya hicieron una breve semblanza recientemente (Pinto et al., 2018), ampliada ahora por la experiencia de los últimos años.

1.1. Aproximación al BIM en la enseñanza de la arquitectura

La expansión de la metodología BIM en los ámbitos profesionales no ha tenido un proceso paralelo en su asimilación en los planes de estudio universitarios de arquitectura, cuya actualización encuentra siempre de ciertas resistencias tanto académicas como administrativas (Comisión para la implantación del BIM en España, 2017). Por ello, el uso de metodología BIM en los procesos de enseñanza - aprendizaje de la arquitectura se viene produciendo, en general, desde la iniciativa particular de determinados profesores la que incorporan a sus proyectos docentes.

En cambio, proliferan los estudios de posgrado, tanto titulaciones propias de las universidades como oficiales que están ofreciendo a los egresados una formación complementaria en BIM que se considera ineludible para el desempeño profesional. Esta formación de posgrado da cabida, así mismo, a diferentes grupos profesionales relacionados con la arquitectura que requieren de reciclaje para adaptarse al nuevo marco normativo impulsado desde la Administración Central para acomodar las directrices europeas de contratación en el sector público.

El proceso de incorporación y las consecuencias de la aplicación de los sistemas BIM a los procesos de enseñanza-aprendizaje de la arquitectura ha sido objeto de numerosos estudios y publicaciones (Adamu y Thorpe, 2015) (Kovack et al., 2015) (Jurado et al., 2016), aportando numerosas estadísticas que ponen de manifiesto las posibilidades ante un enfoque multidisciplinar en el desarrollo del proyecto y su papel como sistema abierto que puede adaptarse a cada una de sus etapas.

2.2. Referencias a los SIG en la enseñanza de la arquitectura

La importancia del empleo de los Sistemas de Información Geográfica ha empezado a integrarse en la enseñanza de arquitectura de forma extensiva en las últimas dos décadas. Un análisis actual de los principales focos de esta incorporación nos revela que su integración en los grados y postgrados de las escuelas de arquitectura, que al principio se centraban solo en el uso de del SIG para la gestión y visualización de datos (como mapas de uso del suelo), actualmente se centra en la toma de decisiones y en el propio proceso de creación del proyecto. En la Escuela de Arquitectura de la Universidad de Colombia (*Columbia University's Graduate School of Architecture, Planning and Preservation*) el Laboratorio de Diseño de Información Espacial utilizan la tecnología para enseñar a los alumnos a visualizar patrones, antes "invisibles" y sus relaciones con otros elementos a escala regional. Eso les permite observar y percibir que variables/elementos podrían añadir o restar para mejorar la calidad del espacio. En este sentido, el desafío consiste en enseñar que en arquitectura, existen un proceso de "lectura" de datos que debe estar integrado en el proceso creativo². Los análisis geoespaciales son entonces parte de la forma concebida a ser construida o modificada. Esa aplicación del SIG para solucionar problemas de planeamiento urbano y/o paisajístico es conocida como *geodesign* (término utilizado principalmente en el contexto norteamericano y que empieza a tener más fuerza en el continente europeo y asiático).

² Cabe resaltar que dependiendo de cada país la formación del arquitecto puede cambiar bastante, desde un perfil más artístico hasta un más técnico o desde un perfil urbanístico hasta el constructivo, por ejemplo. Lo mismo ocurre con la denominación/nombre del grado.

En el contexto norteamericano, podríamos citar al menos ocho universidades que han incorporado el aprendizaje de SIG en el grado de Arquitectura o en el grado de Urbanismo³: Northern Arizona University, University of Georgia, University of Southern California (USC), U.C. Berkeley, San Francisco State University, Stanford University, Massachusetts Institute of Technology y Harvard University (Le Gates, 2006; Foster, 2013). Cabe subrayar que en 2014 se ha creado en la USC un grado específico de GeoDesign que es resultado de la colaboración entre tres centros de la universidad – La escuela de Arquitectura; La facultad de Letras, Artes y Ciencias y la Escuela de Política Pública Sol Price (Lee et al., 2014: 359). El número se amplía significativamente si consideramos los cursos de Máster y posgraduación, lo que muestra una tendencia de que los SIG, a pesar de su incorporación en cursos de grado, responden a una fase de especialización profesional. Esa misma tendencia se reproduce en el contexto europeo, aunque los datos indican que el crecimiento es más lento y que todavía los programas de GeoDesign están empezando a ser implementados (Stysiak et al., 2016). Una de las experiencias pioneras fue desarrollada en 2014 con la transformación y cambio del programa del curso de grado de “Arquitectura de Paisaje” de la Universidad de Copenhague (Stysiak et al., 2016). En otros países europeos, como Italia, los esfuerzos van en la misma línea, con importantes avances en los últimos cinco años. Pero en general, aunque ningún curso es definido como “geodesign”, sí describen el uso del SIG para planeamiento y diseño del espacio – los datos de 2011 indican que así sucede en un total cuatro cursos de grado⁴ (Campagna, 2017). En el programa de Urbanismo Paisajista (*Landscape Urbanism*) del programa de la Architectural Association School of Architecture en Londres, contempla la aplicación de herramientas SIG en conjunto con otras como (Grasshopper, Rhino, Land Desktop) para desarrollar diagramas y mapas con el objetivo de visualizar datos y problemas – un método que es también una herramienta que proporciona un contenido gráfico significativo que ayuda el proceso de la toma de decisiones.

En España, se debe subrayar la experiencia docente en la ETSAB con la implantación de la asignatura optativa “Estudios Urbanos con tecnología informática SIG” que se viene impartiendo desde 1996 en el grado de Arquitectura (Garcial-Amriall et al., 2014). Algo que se repite de manera similar, aunque a menor escala, en otros centros españoles como la ETSA de Sevilla. En general, a pesar de los beneficios que supone la aplicación de los SIG como modo de trabajo transversal que beneficia al progreso de asignaturas relacionadas con proyecto, patrimonio, urbanismo o análisis histórico, todavía su implementación en asignaturas obligatorias no es extendida, observando en su lugar más experiencias en asignaturas optativas.

2. Planteamientos conceptuales

En este contexto tan amplio y tan efervescente, el papel de una asignatura optativa como la que ahora presentamos debe considerar su acotación temporal, su vocación experimental y la ubicación en un curso avanzado (quinto curso de los seis que conforman el grado/master) dentro de la estructura del plan de estudios vigente desde 2012 en la ETS de Arquitectura de Sevilla. El crecimiento de estas optativas debido a su demanda y su interrelación con otras asignaturas del grado, con el proyecto fin de carrera y la conexión con máster y cursos de especialización, es lo que puede propiciar su paso a asignatura obligatoria en futuros planes de estudio. Por esta razón es necesario que detrás de las experiencias desarrolladas y sus resultados exista un

³ Este dato es una aproximación.

⁴ Entre los cursos de grado está: Grado en Arquitectura de Paisaje, Grado en Planeamiento y Grado en Urbanismo y estudios Urbanos.

planteamiento conceptual bien argumentado, en este caso enfrentando el cambio de paradigma que se está produciendo en la profesión.

Partimos de una consideración previa, la arquitectura es un fenómeno complejo en el que intervienen múltiples aspectos, desde cuestiones claramente conmensurables como la dimensión y forma de los elementos constructivos o estructurales que definen su materialidad o su capacidad para responder a una función, hasta otras de índole especulativa como la intuición en la resolución de sus aspectos formales, la creatividad y los valores expresivos y semánticos. Además, cuando nos referimos a los procesos de proyecto lo hacemos tanto a la construcción de arquitectura de nueva planta, como a la rehabilitación, conservación y restauración de la arquitectura, sobre todo de aquella con valores patrimoniales.

Plantearémos a nivel discusivo y experimental, para esta asignatura la analogía entre los métodos de análisis basados en la teoría de sistemas (Jiménez, 1994) y el funcionamiento de la maquinaria digital, proponiendo así una “máquina analítica” como estrategia para abordar la complejidad de la arquitectura, conscientes a priori, de que no aspiramos a agotar la comprensión del hecho arquitectónico⁵. Siguiendo a Lluís Ortega (Ortega, 2017: 15), existe una relación de dependencia entre la Teoría de Sistemas y la Cibernética, siendo la segunda una subteoría de la primera. Ambas comparten los objetivos de dilucidar y aclarar la complejidad de una arquitectura, hacer visible y comprensible lo que no queda mencionado de forma explícita, y clasificar los elementos que forman la complejidad. Pero sobre todo, lo más importante es que ambas intentan establecer un proceso sistémico donde se transita entre el todo y las partes conforme a unas pautas previas. Así hablaremos de diversos sistemas que buscan lo mismo (clarificar y dilucidar) pero que en cada enfoque, a modo de lente de observación, hace hincapié en aspectos muy concretos.

El dibujo como forma de pensamiento es sensible a la consideración de un entorno analógico o digital. No podemos considerar que sea inocua la sustitución de lo analógico por lo digital, pues suponen formas de pensamiento muy distintas, con características propias que las hacen adecuadas para procesos específicos.

Pretendemos que la consecución de estos objetivos pueda aportar algo a la racionalización de los procesos del proyecto arquitectónico: desde la ideación, expresión y comunicación, hasta su materialización, además de facilitar el proceso de gestión de toda la información que se precisa y genera a lo largo de los mismos.

3. La asignatura Dibujo y Máquina

Acorde a este planteamiento conceptual, esta asignatura trata de reflexionar y poner en práctica las nuevas posibilidades de las tecnologías de la información en el contexto de una etapa formativa donde el estudiante ha adquirido un conocimiento suficientemente amplio y complejo de la arquitectura desde diversos enfoques disciplinares. Nuestro objetivo es que los alumnos entiendan y adopten una actitud crítica ante los modelos digitales y sus posibilidades en diversos campos disciplinares, desde el análisis, al proyecto o la construcción. Durante el curso los alumnos han podido desarrollar proyectos gráficos, tanto a la escala arquitectónica, como urbana

⁵ En el Plan de Estudios 75, impartimos en la ETSA de Sevilla entre los años 80 y 98 una asignatura denominada Análisis de Formas, donde se adopta la teoría de sistemas como base conceptual sobre la que se desarrollaba el curso. En el se elaboraban numerosas construcciones gráficas con las que explicar el proceso de reconocimiento de la complejidad arquitectónica bajo enfoques diversos.

y territorial a partir de prácticas y ejercicios de curso acompañadas de aportaciones teóricas y debates.

Frente al protagonismo de las impactantes visualizaciones fotorrealistas de las imágenes y animaciones de la realidad virtual o aumentada, se han privilegiado las tecnologías BIM y SIG, que concentran un peso mayor, tanto de horas dedicadas como de prácticas realizadas, toda vez que éstas se ajustan a los planteamientos conceptuales descritos y, además, podrán ser aplicadas con mayor desarrollo en el Trabajo de Fin de Grado del curso siguiente, contribuyendo así a una fase más avanzada de la formación de los estudiantes.

La asignatura se reparte en bloques temáticos que abordan el hecho arquitectónico y la contextualización contemporánea de los recursos gráficos digitales a diferentes escalas, aplicándolos a casos prácticos básicos. Durante la realización de estos casos se fomenta la creación del discurso crítico y personal del alumno, su propia interpretación, análisis y entendimiento de los nuevos procesos con el fin de evitar una aplicación “mecánica” de las herramientas, teniendo también en cuenta los valores del dibujo analógico, respondiendo así a las advertencias y prevenciones que plantean algunos investigadores, sobre los procesos digitales frente a los analógicos (Sennet, 2009) (Pallasmá, 2012). Los bloques temáticos tratados merecen una explicación en los apartados siguientes que se exponen en orden cronológico.

El curso se desarrolla en 15 semanas cada una con objetivos específicos y subcompetencias a alcanzar por los estudiantes en relación a los bloques de temas antes expuestos. Dado el carácter de optativa esta formación no llega al total de los alumnos, pero a cambio establece un vínculo con el desarrollo de trabajos fin de máster y con el proyecto fin de carrera. A través del primero los alumnos pueden desarrollar y profundizar en algunos de los temas propuestos. En relación al segundo el desarrollo del proyecto quedará impregnado por estas nuevas herramientas perfeccionando las cuestiones planteadas en la optativa.

La trayectoria docente empezada en 2014 fue evolucionando a lo largo de los cursos y sufrió pequeños cambios con el fin de adaptarlo a las competencias que el alumno tiene adquirida, cuestión esta que progresa a medida que las nuevas generaciones muestran una mayor inmersión en el mundo digital⁶. Una de las últimas experiencias ha consistido en retomar durante el cuatrimestre que ocupa el curso, un proyecto propio que el alumno elaboró en cursos anteriores, de tal forma que puedan comparar su forma de trabajo habitual con los nuevos recursos, y los cambios que estos les permiten y obligan a introducir en el proyecto. Cambios que afectan tanto a los modos de expresión como a las formas de aproximación o análisis, y desarrollo del proceso de ideación.

4.1. Análisis y afinidad digital

Al trabajar sobre modelos arquitectónicos existentes, ya sean casos ejemplares de la historia de la arquitectura o proyectos elaborados por los propios estudiantes con medios analógicos o digitales, resulta imprescindible iniciar los ejercicios prácticos a través del análisis. El uso de tecnologías gráficas de información, BIM o SIG, aplicadas sobre edificios existentes requiere de una comprensión global del hecho arquitectónico, básica si se quiere en un primer momento, pero desarrollada en todo caso desde lo general a lo particular.

⁶ En alguno de los doce grupos de alumnos existentes en el segundo curso del grado, en la asignatura obligatoria “Dibujo y Análisis”, se ha experimentado en los últimos cuatro años la aplicación de los BIM al análisis, trabajando con las masas conceptuales y los principios básicos del sistema, lo que supone un avance en inmersión de los estudiantes en esta nueva forma de trabajo que incidirá en el futuro sobre aquellos que cursen la optativa que ahora presentamos.

Y este análisis gráfico, que es el que el estudiante desarrolla poniendo en juego todos los medios gráficos incorporados a su bagaje, ya sean analógicos, digitales o híbridos, resulta de una gran afinidad a los procesos de desarrollo de un proyecto con metodología BIM, donde el edificio virtual es el resultado de la integración de diferentes sistemas que se desarrollan desde un concepto general del edificio a modo de volumetría de básica hasta niveles de desarrollo tan precisos como sea requerido.

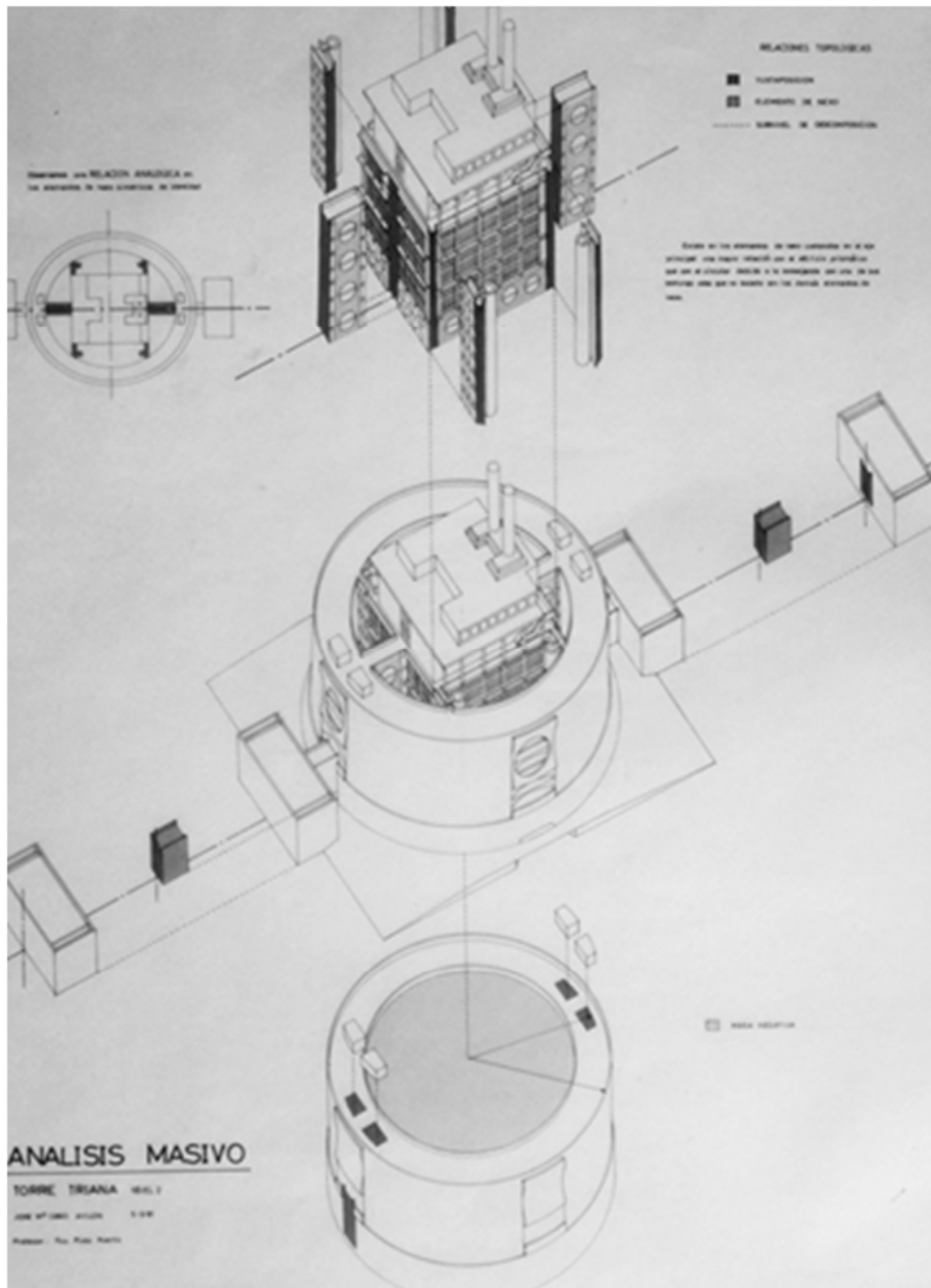


Fig. 1 Dibujo analógico en la asignatura Análisis de Formas Arquitectónicas, curso 1992-93

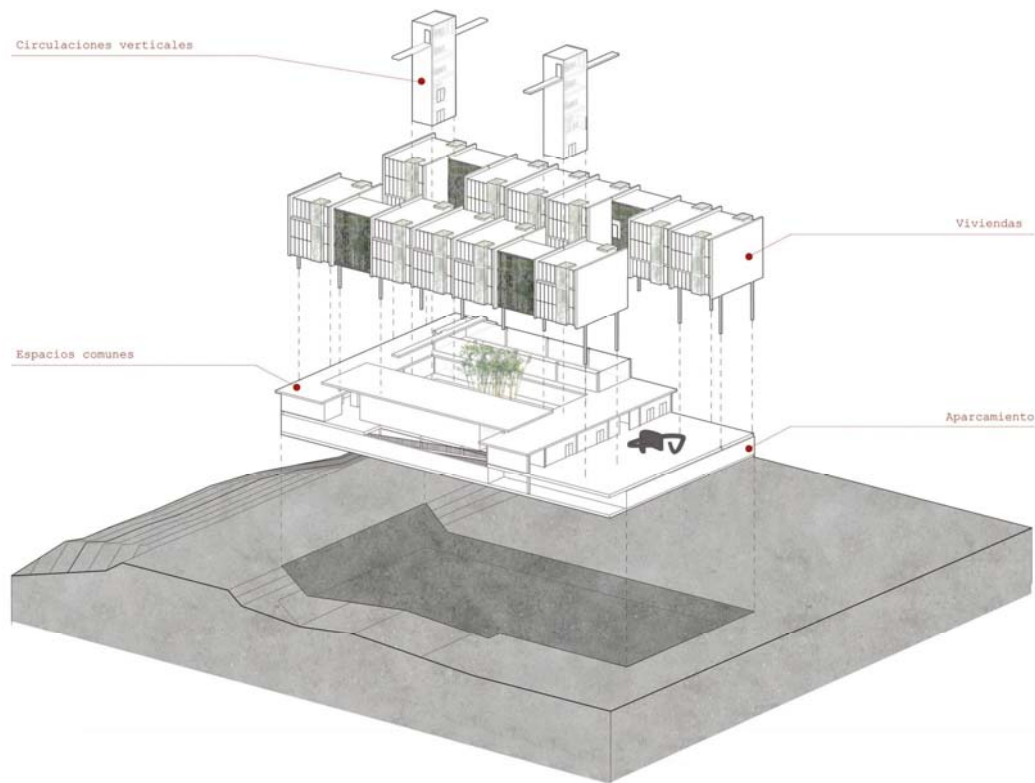


Fig. 2 Dibujo digital de práctica BIM en Dibujo y Máquina, curso 2017-18. Estudiante Ioana María Stan

4.2. Arquitectura y BIM

Los contenidos BIM impartidos en Dibujo y Máquina durante los últimos cursos, aun partiendo de una estructura de temas estable, ha ido evolucionando por dos motivos: el desarrollo y extensión de la propia metodología y la formación previa con la que los estudiantes acceden al curso. En la medida en que los estudiantes han conocido y experimentado los programas de modelado, ha sido posible alcanzar una mayor profundidad conceptual y práctica en las cuestiones básicas de la metodología BIM.

Se ha huido en todo momento de cualquier dinámica docente asimilable al desglose pormenorizado de herramientas y funciones de los programas de modelado, al modo de tutoriales, ya que los recursos audiovisuales y bibliográficos, además de fácilmente accesibles, atienden la inmensa mayoría de las funcionalidades de los programas. Por contra, se persigue facilitar la comprensión de la lógica subyacente en la metodología de trabajo, en explorar las transformaciones que ésta produce sobre la ideación, proyecto y construcción de la arquitectura.

En este sentido resulta clave la relación entre modelo e información, piedra angular de la metodología BIM. Y a partir de ésta, cómo es posible establecer diferentes niveles de definición del modelo que identifiquen fácilmente qué grado de precisión formal ha adquirido el modelo y, simultáneamente, qué grado de fiabilidad ha alcanzado la información asociada a sus elementos.

La primera aproximación el edificio como máquina se realiza a través de un modelo volumétrico básico al que se vinculan datos relacionados con su georreferenciación y su comportamiento físico - ambiental, utilizando las herramientas de modelado conceptual y de análisis temprano que incorporan los programas de modelado más extendidos.

La complejidad del artefacto arquitectónico se traslada al modelo virtual incorporando la definición formal de los elementos estructurales, constructivos y de instalaciones y de los datos

que le son propios. Los elementos de cada sistema son definidos por los propios estudiantes o recabados desde las bibliotecas que ponen a disposición de los proyectistas las diferentes empresas del sector AEC, vinculando la experiencia del modelado con los conceptos constructivos de la industrialización y la prefabricación.

La relativa facilidad con la que es posible producir imágenes de arquitectura con apariencia foto realística, maquilla en ocasiones la ausencia de soluciones a los problemas arquitectónicos planteados desde las diferentes asignaturas del plan de estudios, fundamentalmente cuando éstos requieren de una elaboración intelectual de mayor profundidad que la mera generación de un escenario arquitectónico con apariencia de verosimilitud.

El uso de la metodología BIM mitiga en gran medida este juego de las apariencias en que se convierte en ocasiones la visualización arquitectónica, puesto que la construcción del modelo de información requiere de una comprensión general del objeto arquitectónico estudiado.

En consecuencia, la aplicación de la metodología BIM en los procesos de enseñanza-aprendizaje permite a los estudiantes descubrir una perspectiva de lo gráfico que desborda lo estrictamente visual, puesto que la imagen está directamente vinculada a la información que los elementos del modelo contienen.

El modelo BIM desarrollado se podrá documentar tanto mediante recursos convencionales planimétricos, como a través de reportes de datos en formatos de tablas. De esta forma, el estudiante supera la anquilosada convención metodológica que situaba el proceso de diseño y generación de la forma arquitectónica en un momento anterior al de la documentación cualitativa y cuantitativa.

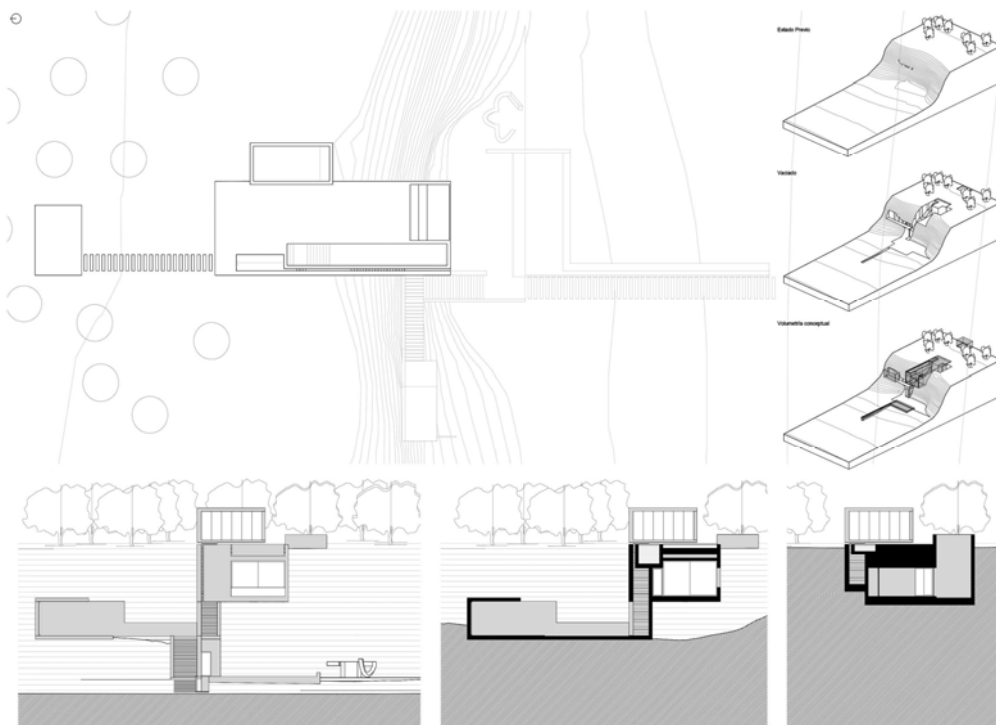


Fig. 3. Dibujo digital de práctica BIM en Dibujo y Máquina, curso 2017-18. Estudiante Sara Fernández de Trucios

4.4. Espacio territorial, urbano y SIG

Este bloque temático se desarrolla en tres sesiones teórico-prácticas. Se hace la aproximación de la ciudad como sistema, como un organismo en el cual se interconectan e interactúan

diferentes entidades y dimensiones mediante el uso del SIG. Los ejercicios realizados durante las clases buscan introducir los conceptos del SIG desde la arquitectura de su funcionamiento hasta la realización de análisis espaciales a escala urbana. Pequeños ejercicios son realizados a medida que el contenido teórico es enseñado y, a parte, los alumnos hacen una práctica acerca de una problemática concreta en la cual aborda desde la creación de datos espaciales hasta la realización de diversos análisis métricos y espaciales.

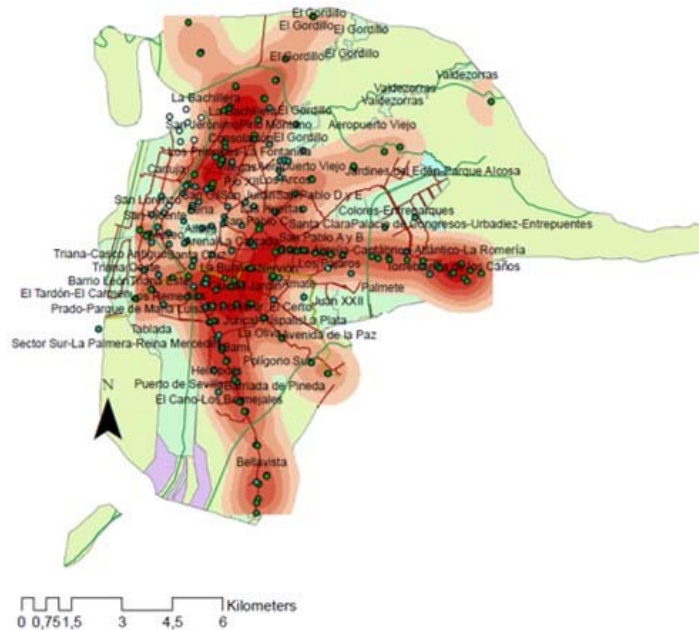


Fig. 4 Uno de los ejercicios de la sesión de SIG, curso 2017-2018

4.5. Captura digital. Fotogrametría

Al igual que el bloque anterior, la captura digital se introduce en un par de sesiones, a nivel teórico y práctico. Dentro de la captura digital, entendida como el proceso de traslación a un soporte digital de los atributos que caracterizan a un modelo físico, se introducen como tecnologías, novedosas hace unos años y habituales en la actualidad, herramientas de captura masiva de puntos en el proceso de levantamiento arquitectónico. Entre ellas, se ha querido dar protagonismo a la fotogrametría digital, mediante la técnica SFM (Structure From Motion), por cuestiones de accesibilidad al material y software necesarios para su implementación. Mediante esta técnica, se desarrolla en el curso una práctica corta consistente en un proceso completo de captura que va desde la toma de datos, pasando por su procesamiento con el software adecuado, hasta la obtención de un modelo manipulable en la plataforma BIM empleada para el ejercicio central del curso.

4.6. Geometrías complejas. Diseño paramétrico

En este bloque, desarrollado en una sesión teórico-práctica, se ha querido englobar dentro del término “Geometrías complejas” un acercamiento a las nuevas tendencias a nivel de control formal de la arquitectura a partir de la aplicación en nuestro ámbito profesional de herramientas informáticas y flujos de trabajo heredados de otras ramas científicas y productivas basadas en el “Diseño paramétrico” (también llamado “diseño generativo”, con algunas connotaciones adicionales). En este caso se cargan las tintas sobre herramientas de edición gráfica de

algoritmos vinculadas a la plataforma BIM, que permiten realizar un ejercicio de control formal y desarrollo material de una microarquitectura ligada al ejercicio central del curso.

4. Conclusiones

Las transformaciones profundas que las nuevas tecnologías de la información están produciendo en las prácticas académicas y profesionales de la arquitectura suponen una gran oportunidad para mejorar sus estrategias docentes. La adopción de estas tecnologías digitales en el campo del dibujo arquitectónico no implica el abandono de los gráficos analógicos, dado que éstos tienen características diferenciales que los convierten en óptimos para determinados procesos. Antes bien, resulta una competencia deseable para los estudiantes adquirir la capacidad de adoptar, en cada estadio de proceso de pensamiento arquitectónico, los recursos analógicos, digitales o híbridos que mejor se adapten al mismo.

En el ámbito de las tecnologías gráficas digitales, las imágenes y animaciones fotorealistas vinculadas a la realidad virtual o aumentada despiertan un interés destacado entre los estudiantes por su gran impacto visual. Sin embargo, hay que destacar el valor docente que tienen las que están orientadas a la integración de gráficos e información, BIM y SIG. Éstas permiten afrontar de forma específica la complejidad arquitectónica y territorial, con programas que muestran afinidades con las teorías de análisis de la arquitectura como sistema.

Las tecnologías gráficas de captura digital y fotogrametría complementan al BIM en el modelado de información de arquitecturas existentes. Así como las de diseño paramétrico, que permiten desarrollar las capacidades del BIM ya sea para la especulación formal en las fases preliminares del diseño como para la edición avanzada de los modelos.

En la asignatura optativa Dibujo y Máquina se propicia la aproximación de los estudiantes a las tecnologías gráficas realiza de forma crítica, no forzada por la limitación de los medios disponibles, sino fruto de un posicionamiento conceptual, teórico o estratégico. Usar la tecnología cuando se precise, manteniendo la compatibilidad con el rico e intenso mundo analógico que hemos heredado, incluso proponiendo modos híbridos.

5. Bibliografía

ADAMU ZULFIKAR, A. y THORPE, T. (2015). "How universities are teaching BIM: A review and case study from the UK". *Journal of Information Technology in Construction*, vol. 21, p. 119-139.

ALLEN, S. (2012). "The Future That Is Now", *Places Journal*", marzo de 2012. [Consulta: 11 de septiembre de 2018].

CAMPAGNA, M. (2017). Geodesign A-to-Z: "Evolution of a Syllabus for Architects and Engineers." *Journal of Digital Landscape Architecture*, 2, p. 271-278.

COMISIÓN PARA LA IMPLANTACIÓN DEL BIM EN ESPAÑA. *Mapa de la formación BIM en la Universidad*.<https://www.esbim.es/wp-content/uploads/2017/06/GT2_Personas_SG2_2_MapadeFormacion.pdf> [Consulta: 10 de septiembre de 2018]

FOSTER, K. (2013). "Geodesign Education Takes Flights. *ArcNews*". Disponible en <<http://www.esri.com/esri-news/arcnews/fall13articles/geodesign-education-takes-flight>> [Consulta: 8 de agosto de 2018]

- GARCIAL-AMRIALL, P., REDONDO DOMINGUEZ, E., VALLS DALMAU, F. y CORSO SARMIENTO, J.M. (2014). "Experiencia docente en la enseñanza de Sistemas de Información Geográfica en Arquitectura". En: *CISTI: 9th Iberian Conference on Information Systems and Technologies*. Barcelona: IEEE. 407-412.
- JURADO EGEEA, J., LIÉBANA CARRASCO, O. y AGULLÓ DE RUEDA, J. (2016). "Implementation framework for BIM methodology in the bachelor degree of architecture. A case study in a Spanish university". En: *Proceedings of the First International Conference of the BIM Academic Forum. BIM in Academia – Current State and Future Directions*. Caledonian University, Glasgow. 144-153.
- KOVACIC, E., FILZMOSE, M., KIESEL, K., OBERWINTER, L. y MAHDAVI, A. (2015). "BIM teaching as support to integrated design practice". *Gradevinar*, vol 67, issue 6, p. 537-546.
- LE GATES, R. (2006). "*GIS in U.S. Urban Studies and Planning Education*". CalGIS Annual Meeting. Santa Barbara, California. Disponible en http://online.sfsu.edu/nsfgis/download/legates_calgis.pdf [Consulta: 8 de agosto de 2018]
- LEE, D.J., DIAS, E. y SCHOLTEN, H.J. (2014). *Geodesign by Integrating Design and Geospatial Science*. Cham: Springer.
- ORTEGA, L. (2017). *El diseñador total*. Anagrama: Barcelona.
- PALLASMAA, J. (2012). *La mano que piensa. Sabiduría existencial y corporal en la arquitectura*. Gustavo Gili: Barcelona.
- PINTO, F., ANGULO, R., CASTELLANO, M., ALBA, J.A. y FERREIRA-LOPES, P. (2018). "Using BIM and GIS to Research and Teach Architecture". *Architectural Draughtsmanship. From Analog to Digital Narratives*. Cham: Springer International Publishing. p. 699-711.
- <https://www.springer.com/gp/book/9783319588551> [Consulta: 8 de agosto de 2018]
- SENNET, R. (2009). *El artesano*. Barcelona: Anagrama.
- STEEL, J. (2001). *Arquitectura y revolución digital*. Barcelona: Gustavo Gili.
- STYSIAK, A., ZEBITZ NIELSEN, S., HARE, R., SNIZEK, B. y SKOV-PETERSEN, H. (2016). "Creating a Geodesign syllabus for landscape architecture in Denmark". *Research In Urbanism Series*, vol. 4, issue 1, p. 229-246.