

# JIDA'21

IX JORNADAS  
SOBRE INNOVACIÓN DOCENTE  
EN ARQUITECTURA

WORKSHOP ON EDUCATIONAL INNOVATION  
IN ARCHITECTURE JIDA'21

JORNADES SOBRE INNOVACIÓ  
DOCENT EN ARQUITECTURA JIDA'21

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA DE VALLADOLID  
11 Y 12 DE NOVIEMBRE DE 2021



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**

Alba Arboix, Jordi Franquesa, Joan Moreno

#### **Edita**

Iniciativa Digital Politècnica Oficina de Publicacions Acadèmiques Digitals de la UPC

**ISBN** 978-84-9880-969-5 (IDP-UPC)

**eISSN** 2462-571X

© de los textos y las imágenes: los autores

© de la presente edición: Iniciativa Digital Politècnica Oficina de Publicacions Acadèmiques Digitals de la UPC



Esta obra está sujeta a una licencia Creative Commons:  
Reconocimiento - No comercial - SinObraDerivada (cc-by-nc-nd):

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/es>

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Cualquier parte de esta obra se puede reproducir sin autorización pero con el reconocimiento y atribución de los autores.

No se puede hacer uso comercial de la obra y no se puede alterar, transformar o hacer obras derivadas.

## **Comité Organizador JIDA'21**

### ***Dirección y edición***

#### **Berta Bardí i Milà (UPC)**

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

#### **Daniel García-Escudero (UPC)**

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

### ***Organización***

#### **Nieves Fernández Villalobos (UVA)**

Dra. Arquitecta, Teoría de la Arquitectura y Proyectos Arquitectónicos, ETSAVA

#### **Jordi Franquesa (UPC)**

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

#### **Joan Moreno Sanz (UPC)**

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

#### **Gemma Ramón-Cueto (UVA)**

Dra. Arquitecta, Construcciones Arquitectónicas, Ingeniería del Terreno y Mecánica de los Medios continuos y Teoría de Estructuras, Secretaria Académica ETSAVA

#### **Jorge Ramos Jular (UVA)**

Dr. Arquitecto, Teoría de la Arquitectura y Proyectos Arquitectónicos, ETSAVA

#### **Judit Taberna (UPC)**

Arquitecta, Departamento de Representación Arquitectónica, ETSAB-UPC

### ***Coordinación***

#### **Alba Arboix**

Dra. Arquitecta, Teoría e Historia de la Arquitectura y Técnicas de la Comunicación, ETSAB-UPC

### ***Comunicación***

#### **Eduard Llorens i Pomés**

ETSAB-UPC

## **Comité Científico JIDA'21**

**Luisa Alarcón González**

Dra. Arquitecta, Proyectos Arquitectónicos, ETSA-US

**Eusebio Alonso García**

Dr. Arquitecto, Teoría de la Arquitectura y Proyectos Arquitectónicos, ETSAVA-UVA

**Darío Álvarez Álvarez**

Dr. Arquitecto, Teoría de la Arquitectura y Proyectos Arquitectónicos, ETSAVA-UVA

**Antonio Álvaro Tordesillas**

Dr. Arquitecto, Urbanismo y Representación de la Arquitectura, ETSAVA-UVA

**Atxu Amann Alcocer**

Dra. Arquitecta, Ideación Gráfica Arquitectónica, ETSAM-UPM

**Javier Arias Madero**

Dr. Arquitecto, Construcciones Arquitectónicas, ETSAVA-UVA

**Irma Arribas Pérez**

Dra. Arquitecta, Diseño, Instituto Europeo de Diseño, IED Barcelona

**Raimundo Bambó**

Dr. Arquitecto, Urbanismo y ordenación del territorio, EINA-UNIZAR

**Iñaki Bergera**

Dr. Arquitecto, Proyectos Arquitectónicos, EINA-UNIZAR

**Jaume Blancafort**

Dr. Arquitecto, Arquitectura y Tecnología de la Edificación, ETSAE-UPCT

**Enrique Manuel Blanco Lorenzo**

Dr. Arquitecto, Proyectos Arquitectónicos, Urbanismo y Composición, ETSAC-UdC

**Raúl Castellanos Gómez**

Dr. Arquitecto, Proyectos Arquitectónicos, ETSA-UPV

**Nuria Castilla Cabanes**

Dra. Arquitecta, Construcciones arquitectónicas, ETSA-UPV

**David Caralt**

Arquitecto, Universidad San Sebastián, Sede Concepción, Chile

**Rodrigo Carbajal Ballell**

Dr. Arquitecto, Proyectos Arquitectónicos, ETSA-US

**Eva Crespo**

Dra. Arquitecta, Tecnología de la Arquitectura, ETSAB-UPC

**Silvia Colmenares**

Dra. Arquitecta, Proyectos Arquitectónicos, ETSAM-UPM

**Còssima Cornadó Bardón**

Dra. Arquitecta, Tecnología de la Arquitectura, ETSAB-UPC

**Eduardo Delgado Orusco**

Dr. Arquitecto, Proyectos Arquitectónicos, EINA-UNIZAR

**Carmen Díez Medina**

Dra. Arquitecta, Composición, EINA-UNIZAR

**Sagrario Fernández Raga**

Dra. Arquitecta, Teoría de la Arquitectura y Proyectos Arquitectónicos, ETSAVA-UVA

**Arturo Frediani Sarfati**

Dr. Arquitecto, Proyectos, Urbanismo y Dibujo, EAR-URV

**Jessica Fuentealba Quilodrán**

Dra. Arquitecta, Departamento Diseño y Teoría de la Arquitectura, Universidad del Bio-Bío, Concepción, Chile

**Noelia Galván Desvaux**

Dra. Arquitecta, Urbanismo y Representación de la Arquitectura, ETSAVA-UVA

**María Jesús García Granja**

Arquitecta, Departamento de Arte y Arquitectura, eAM'-UMA

**Pedro García Martínez**

Dr. Arquitecto, Arquitectura y Tecnología de la Edificación, ETSAE-UPCT

**Mariona Genís Vinyals**

Dra. Arquitecta, BAU Centre Universitari de Disseny, UVic-UCC

**Eva Gil Lopesino**

Arquitecta, Proyectos Arquitectónicos, ETSAM-UPM

**María González**

Arquitecta, Proyectos Arquitectónicos, ETSA-US

**Arianna Guardiola Villora**

Dra. Arquitecta, Mecánica de los Medios Continuos y Teoría de Estructuras, ETSA-UPV

**David Hernández Falagán**

Dr. Arquitecto, Teoría e historia de la arquitectura y técnicas de comunicación, ETSAB-UPC

**José M<sup>a</sup> Jové Sandoval**

Dr. Arquitecto, Teoría de la Arquitectura y Proyectos Arquitectónicos, ETSAVA-UVA

**Íñigo Lizundia Uranga**

Dr. Arquitecto, Construcciones Arquitectónicas, ETSA EHU-UPV

**Carlos Labarta**

Dr. Arquitecto, Proyectos Arquitectónicos, EINA-UNIZAR

**Emma López Bahut**

Dra. Arquitecta, Proyectos, Urbanismo y Composición, ETSAC-UdC

**Juanjo López de la Cruz**

Arquitecto, Proyectos Arquitectónicos, ETSA-US

**Alfredo Llorente Álvarez**

Dr. Arquitecto, Construcciones Arquitectónicas, Ingeniería del Terreno y Mecánicas de los Medios Continuos y Teoría de Estructuras, ETSAVA-UVA

**Magda Mària Serrano**

Dra. Arquitecta, Proyectos Arquitectónicos, ETSAV-UPC

**Cristina Marieta Gorriti**

Dra. Arquitecta, Ingeniería Química y del Medio Ambiente, EIG UPV-EHU

**Zaida Muxí Martínez**

Dra. Arquitecta, Urbanismo y ordenación del territorio, ETSAB-UPC

**David Navarro Moreno**

Dr. Ingeniero de Edificación, Arquitectura y Tecnología de la Edificación, ETSAE-UPCT

**Amadeo Ramos Carranza**

Dr. Arquitecto, Proyectos Arquitectónicos, ETSA-US

**Patricia Reus**

Dra. Arquitecta, Arquitectura y Tecnología de la Edificación, ETSAE-UPCT

**Silvana Rodrigues de Oliveira**

Dra. Arquitecta, Proyectos Arquitectónicos, ETSA-US

**Carlos Rodríguez Fernández**

Dr. Arquitecto, Teoría de la Arquitectura y Proyectos Arquitectónicos, ETSAVA-UV

**Jaume Roset Calzada**

Dr. Físico, Física Aplicada, ETSAB-UPC

**Borja Ruiz-Apilánez Corrochano**

Dr. Arquitecto, UyOT, Ingeniería Civil y de la Edificación, EAT-UCLM

**Patricia Sabín Díaz**

Dra. Arquitecta, Proyectos Arquitectónicos, Urbanismo y Composición, ETSAC-UdC

**Mara Sánchez Llorens**

Dra. Arquitecta, Ideación Gráfica Arquitectónica, ETSAM-UPM

**Luis Santos y Ganges**

Dr. Urbanista, Urbanismo y Representación de la Arquitectura, ETSAVA-UVA

**Carla Sentieri Omarremertería**

Dra. Arquitecta, Proyectos Arquitectónicos, ETSA-UPV

**Marta Serra Permanyer**

Dra. Arquitecta, Teoría e Historia de la Arquitectura y Técnicas de la Comunicación, ETSAB-UPC

**Sergio Vega Sánchez**

Dr. Arquitecto, Construcción y Tecnologías Arquitectónicas, ETSAM-UPM

**José Vela Castillo**

Dr. Arquitecto, Culture and Theory in Architecture and Idea and Form, IE School of Architecture and Design, IE University, Segovia

**Ferran Ventura Blanch**

Dr. Arquitecto, Proyectos Arquitectónicos, eAM'-UMA

**Isabel Zaragoza de Pedro**

Dra. Arquitecta, Representación Arquitectónica, ETSAB-UPC

## ÍNDICE

1. **Hábitat, paisaje e infraestructura en el entorno de la presa de El Grado (Huesca)** *Habitat, landscape and infrastructure in the surroundings of El Grado dam (Huesca)*. Estepa Rubio, Antonio; Elía García, Santiago.
2. **Aprendiendo a dibujar confinados: un método, dos entornos.** *Learning to draw in confinement: one method, two environments*. Salgado de la Rosa, María Asunción; Raposo Grau, Javier Fco, Butragueño Díaz-Guerra, Belén.
3. **Aprendizaje basado en proyecto en la arquitectura a través de herramientas online.** *Project-based learning in architecture through online tools*. Oregi, Xabat; Rodriguez, Iñigo; Martín-Garín, Alexander.
4. **Técnicas de animación para la comprensión y narración de procesos de montaje constructivos.** *Animation techniques for understanding and storytelling of construction assembly processes*. Maciá-Torregrosa, María Eugenia.
5. **Desarrollo del Programa de Aprendizaje y Servicio en diversas asignaturas del grado de arquitectura.** *Development of the Learning and Service Program in various subjects of the degree of architecture*. Coll-Pla, Sergio; Costa-Jover, Agustí.
6. **Integración de estándares sostenibles en proyectos arquitectónicos.** *Integration of sustainable standards in architectural projects*. Oregi, Xabat.
7. **La Olla Común: una etnografía arquitectónica.** *The Common Pot: an architectural ethnography*. Abásolo-Llaría, José.
8. **Taller vertical, diseño de hábitat resiliente indígena: experiencia docente conectada.** *Vertical workshop, indigenous resilient habitat design: connected teaching experience*. Lobato-Valdespino, Juan Carlos; Flores-Romero, Jorge Humberto.
9. **Lecciones espaciales de las instalaciones artísticas.** *Learning from the space in art installations*. Zaparaín-Hernández, Fernando; Blanco-Martín, Javier.
10. **Alternativas para enseñar arquitectura: del proyecto introspectivo al campo expandido.** *Alternatives for Teaching Architecture: From the Introspective Project to the Expanded Field*. Juarranz Serrano, Angela; Rivera Linares, Javier.
11. **Una Herramienta de apoyo a la Docencia de las Matemáticas en los Estudios de Arquitectura.** *A Tool to support the Teaching of Mathematics for the Degree in Architecture*. Reyes-Iglesias, María Encarnación.
12. **Luvina, Juan Rulfo: materia de proyecto.** *Luvina, Juan Rulfo: matter of project*. Muñoz-Rodríguez, Rubén; Pastorelli-Paredes, Giuliano.

13. **No se trata de ver videos: métodos de aprendizaje de la geometría descriptiva. *It's not about watching videos: descriptive geometry learning methods.*** Álvarez Atarés, Fco. Javier.
14. **Integration of Art-Based Research in Design Curricula. *Integración de investigación basada en el arte en programas de diseño.*** Paez, Roger; Valtchanova, Manuela.
15. **¿Autómatas o autónomas? Juegos emocionales para el empoderamiento alineado y no alienado. *Automata or autonomous? Emotional games for aligned and non-alienated empowerment.*** Ruiz Plaza, Angela.
16. **Otras agendas para el estudiante. *Another student agendas.*** Minguito-García, Ana Patricia.
17. **Los Archivos de Arquitectura: una herramienta para la docencia con perspectiva de género. *The Archives of Architecture: a tool for teaching with a gender perspective.*** Ocerin-Ibáñez, Olatz; Rodríguez-Oyarbide, Itziar.
18. **Habitar 3.0: una estrategia para (re)pensar la arquitectura. *Inhabiting 3.0: a strategy to (re)think architecture.*** González-Ortiz, Juan Carlos.
19. **Actividades de aprendizaje para sesiones prácticas sobre la construcción en arquitectura. *Learning activities for practical sessions about construction in architecture.*** Pons-Valladares, Oriol.
20. **Getaria 2020: inspirar, pintar, iluminar. *Getaria 2020: inspire, paint, enlight.*** Mujika-Urteaga, Marte; Casado-Rezola, Amaia; Izkeaga-Zinkunegi, Jose Ramon.
21. **Aprendiendo a vivir con los otros a través del diseño: otras conversaciones y metodologías. *Learning to live with others through design: other conversations and methodologies.*** Barrientos-Díaz, Macarena; Nieto-Fernández, Enrique.
22. **Geogebra para la enseñanza de la Geometría Descriptiva: aplicación para la docencia online. *Geogebra for the teaching of Descriptive Geometry: application for online education.*** Quintilla Castán, Marta; Fernández-Morales, Angélica.
23. **La crítica bypass: un taller experimental virtual. *The bypass critic: a virtual experimental workshop.*** Barros-Di Giammarino, Fabián.
24. **Urbanismo táctico como herramienta docente para transitar hacia una ciudad cuidadora. *Tactical urbanism as a teaching tool for moving towards a caring city.*** Telleria-Andueza, Koldo; Otamendi-Irizar, Irati.
25. **Proyectos orales. *Oral projects.*** Cantero-Vinuesa, Antonio.
26. **Intercambios docentes online: una experiencia transdisciplinar sobre creación espacial. *Online teaching exchanges: a transdisciplinary experience on spatial creation.*** Llamazares Blanco, Pablo.

27. **Nuevos retos docentes en geometría a través de la cestería. *New teaching challenges in geometry through basketry.*** Casado-Rezola, Amaia; Sanchez-Parandiet, Antonio; Leon-Cascante, Iñigo.
28. **Mecanismos de evaluación a distancia para asignaturas gráficas en Arquitectura. *Remote evaluation mechanisms for graphic subjects in architecture.*** Mestre-Martí, María; Muñoz-Mora, Maria José; Jiménez-Vicario, Pedro M.
29. **El proceso didáctico en arquitectura es un problema perverso: la respuesta, un algoritmo. *The architectural teaching process is a wicked problema: the answer, an algorithm.*** Santalla-Blanco, Luis Manuel.
30. **La experiencia de habitar de los estudiantes de nuevo ingreso: un recurso docente. *The experience of inhabiting in new students: a teaching resource.*** Vicente-Gilabert, Cristina; López Sánchez, Marina.
31. **Habitar la Post-Pandemia: una experiencia docente. *Inhabiting the Post-Pandemic: a teaching experience.*** Rivera-Linares, Javier; Ábalos-Ramos, Ana; Domingo-Calabuig, Débora; Lizondo-Sevilla, Laura.
32. **El arquitecto ciego: método Daumal para estudiar el paisaje sonoro en la arquitectura. *The blind architect: Daumal method to study the soundscape in architecture.*** Daumal-Domènech, Francesc.
33. **Reflexión guiada como preparación previa a la docencia de instalaciones en Arquitectura. *Guided reflection in preparation for the teaching of facilities in Architecture.*** Aguilar-Carrasco, María Teresa; López-Lovillo, Remedios María.
34. **PhD: Grasping Knowledge Through Design Speculation. *PhD: acceder al conocimiento a través de la especulación proyectual.*** Bajet, Pau.
35. **andamiARTE: la Arquitectura Efímera como herramienta pedagógica. *ScaffoldART: ephemeral Architecture as a pedagogical tool.*** Martínez-Domingo, Yolanda; Blanco-Martín, Javier.
36. **Como integrar la creación de una biblioteca de materiales en la docencia. *How to integrate the creation of a materials library into teaching.*** Azcona-Urbe, Leire.
37. **Acciones. *Actions.*** Gamarra-Sampén, Agustín; Perleche-Amaya, José Luis.
38. **Implementación de la Metodología BIM en el Grado en Fundamentos de Arquitectura. *Implementation of BIM Methodology in Bachelor's Degree in Architecture.*** Leon-Cascante, Iñigo; Uranga-Santamaria, Eneko Jokin; Rodríguez-Oyarbide, Itziar; Alberdi-Sarraoa, Aniceto.
39. **Cartografía de Controversias como recurso para analizar el espacio habitado. *Mapping Controversies as a resource for analysing the inhabited space.*** España-Naveira, Paloma; Morales-Soler, Eva; Blanco-López, Ángel.

40. **Percepciones sobre la creatividad en el Grado de Arquitectura. *Perceptions on creativity at the Architecture Degree.*** Bertol-Gros, Ana; López, David.
41. **El paisajismo en la redefinición del espacio público en el barrio de San Blas, Madrid. *The landscape architecture in the redefinition of public space in the neighbourhood of San Blas, Madrid.*** Del Pozo, Cristina; Jeschke, Anna Laura.
42. **De las formas a los flujos: aproximación a un proyecto urbano [eco]sistémico. *Drawing thought a screen: teaching architecture in a digital world.*** Crosas-Armengol, Carles; Perea-Solano, Jorge; Martí-Elias, Joan.
43. **Dibujar a través de una pantalla: la enseñanza de la arquitectura en un mundo digital. *Drawing thought a screen: teaching architecture in a digital world.*** Alonso-Rodríguez, Marta; Álvarez-Arce, Raquel.
44. **Land Arch: el arte de la tierra como Arquitectura, la Arquitectura como arte de la tierra. *Land Arch: Land Art as Architecture, Architecture as Land Art.*** Álvarez-Agea, Alberto; Pérez-de la Cruz, Elisa.
45. **Hyper-connected hybrid educational models for distributed learning through prototyping. *Modelo educacional híbrido hiperconectado para el aprendizaje mediante creación de prototipos.*** Chamorro, Eduardo; Chadha, Kunaljit.
46. **Ideograma. *Ideogram.*** Rodríguez-Andrés, Jairo; de los Ojos-Moral, Jesús; Fernández-Catalina, Manuel.
47. **Taller de las Ideas. *Ideas Workshop.*** De los Ojos-Moral, Jesús; Rodríguez-Andrés, Jairo; Fernández-Catalina, Manuel.
48. **Los proyectos colaborativos como estrategia docente. *Collaborative projects as a teaching strategy.*** Vodanovic-Undurruga, Drago; Fonseca-Alvarado, Maritza-Carolina; Noguera-Errazuriz, Cristóbal; Bustamante-Bustamante, Teresita-Paz.
49. **Paisajes Encontrados: docencia remota y pedagogías experimentales confinadas. *Found Landscapes: remote teaching and experimental confined pedagogies.*** Prado Díaz, Alberto.
50. **Urbanismo participativo: una herramienta docente para tiempos de incertidumbre. *Participatory urban planning: a teaching tool for uncertain times.*** Carrasco i Bonet, Marta; Fava, Nadia.
51. **El portafolio como estrategia para facilitar el aprendizaje significativo en Urbanismo. *Portfolio as a strategy for promoting meaningful learning in Urbanism.*** Márquez-Ballesteros, María José; Nebot-Gómez de Salazar, Nuria; Chamizo-Nieto, Francisco José.
52. **Participación activa del estudiante: gamificación y creatividad como estrategias docentes. *Active student participation: gamification and creativity as teaching strategies.*** Loren-Méndez, Mar; Pinzón-Ayala, Daniel; Alonso-Jiménez, Roberto F.

53. **Cuaderno de empatía: una buena práctica para conocer al usuario desde el inicio del proyecto. *Empathy workbook - a practice to better understand the user from the beginning of the project.*** Cabrero-Olmos, Raquel.
54. **Craft-based methods for robotic fabrication: a shift in Architectural Education. *Métodos artesanales en la fabricación robótica: una evolución en la experiencia docente.*** Mayor-Luque, Ricardo; Dubor, Alexandre; Marengo, Mathilde.
55. **Punto de encuentro interdisciplinar: el Museo Universitario de la Universidad de Navarra. *Interdisciplinary meeting point. The University Museum of the University of Navarra.*** Tabera Roldán, Andrés; Velasco Pérez, Álvaro; Alonso Pedrero, Fernando.
56. **Arquitectura e ingeniería: una visión paralela de la obra arquitectónica. *Architecture and engineering: a parallel vision of architectural work.*** García-Asenjo Llana, David.
57. **Imaginarios Estudiantiles de Barrio Universitario. *Student's University Neighborhood Imaginaries.*** Araneda-Gutiérrez, Claudio; Burdiles-Allende, Roberto; Morales-Rebolledo Dehany.
58. **El aprendizaje del hábitat colectivo a través del seguimiento del camino del refugiado. *Learning the collective habitat following the refugee path.*** Castellano-Pulido, F. Javier.
59. **El laboratorio de investigación como forma de enseñanza: un caso de aprendizaje recíproco. *The research lab as a form of teaching: a case of reciprocal learning.*** Fracalossi, Igor.

# Dibujar a través de una pantalla: la enseñanza de la arquitectura en un mundo digital

## *Drawing through a screen: teaching architecture in a digital world*

Alonso-Rodríguez, Marta; Álvarez-Arce, Raquel

Departamento de Urbanismo y representación de la arquitectura, Universidad de Valladolid, España.

[marta.alonso.rodriguez@uva.es](mailto:marta.alonso.rodriguez@uva.es); [raquelalvarezarce@gmail.com](mailto:raquelalvarezarce@gmail.com)

---

### Abstract

*The architect's profession has been acquiring very varied nuances over the years. Along with traditional education, which is still necessary, the future architects have been asked to develop skills related to the digital world, which are always changing. Through our subject, we intend to provide students with the necessary tools for them to begin to develop in this new environment, making them lose their fear of the new tools. Through a guided teaching of the BIM (Building Information Modeling) methodology, we provide the students with the necessary skills that will make them able to carry on their own. In this article we will address the teaching system used, establishing the advantages and deficiencies that it entails in order to propose improvements. Also, we will carry out an analysis of the results obtained throughout the course during these years.*

**Keywords:** BIM, rendering, digital, imitation, model.

**Thematic areas:** graphic ideation, virtual-classroom, TIC tools.

---

### Resumen

*La profesión de arquitecto ha ido adquiriendo con el tiempo matices muy variados. Junto con la formación tradicional, que sigue siendo necesaria, se ha comenzado a demandar en los futuros arquitectos de unos conocimientos, sobre todo referidos al mundo digital, muy cambiantes. A través de nuestra asignatura, pretendemos dotar a los alumnos de los medios necesarios para poder comenzar a desenvolverse en estos medios, haciéndoles perder el miedo a lo nuevo a través de una docencia guiada que les dota de las pautas necesarias para continuar por sí mismos, iniciándoles en la metodología BIM (Building Information Modelling). En este artículo abordaremos el sistema de enseñanza empleado para ello, estableciendo las ventajas y deficiencias que conlleva con el fin de proponer mejoras y realizaremos un análisis de los resultados obtenidos a lo largo de estos años.*

**Palabras clave:** BIM, representación, digital, imitación, modelo.

**Bloques temáticos:** ideación gráfica, aula-virtual, herramientas TIC.

## Introducción

La Universidad de Valladolid oferta entre sus planes de estudio, el Grado en Fundamento para la arquitectura, que junto con el máster en Arquitectura resultan habilitante para el ejercicio de la profesión de arquitecto. Las competencias desarrolladas en el Grado son las recogidas en los decretos y órdenes que regulan los estudios universitarios en el marco del Espacio Europeo de Educación Superior y el total de créditos queda recogido en cinco cursos académicos.

Entre las asignaturas del plan de estudios, encontramos la asignatura optativa Representación avanzada de la arquitectura II, como parte de la formación en Expresión Gráfica Arquitectónica en el décimo semestre (quinto curso). La asignatura de representación avanzada de la arquitectura II se propone como un mecanismo para proporcionar instrumentos infográficos, relacionados con las nuevas tecnologías, que complementen la formación de grado (Fig. 1).



Fig. 1 Ejercicio final de curso. Paula Gallego Vicente (2021)

Se pretende que el alumno adquiera una serie de habilidades y competencias que le permitan ampliar su campo de acción profesional, favoreciendo el acceso al mercado laboral nacional e internacional, con una especialización en sistemas de producción BIM (Building Information Modeling), también llamado modelado de información para la edificación, que es el proceso de generación y gestión de datos del edificio durante su ciclo de vida, utilizando software dinámico de modelado de edificios en tres dimensiones y en tiempo real, para disminuir la pérdida de tiempo y conseguir la optimización de recursos en el diseño y la construcción.

### 1. La asignatura dentro del plan de estudios

Las asignaturas optativas se plantean como formación final de profundización de la materia a que pertenecen, se pretende con ellas ampliar los conocimientos comunes mínimos que se prevén con el presente plan de estudios. El estudiante debe escoger un total de 12 ECTS de entre las 36 ECTS ofertadas como parte final en su formación antes de acceder al máster habilitante. La asignatura de representación II (BIM), como parte del área de expresión gráfica se plantea para cubrir una carencia en la formación de los alumnos ya que consideramos que la Universidad no debe funcionar de espaldas a la realidad profesional, que cada vez demanda más estos medios. Cabe destacar que desde su inclusión en el plan de estudios hace seis años, es una asignatura altamente solicitada por los alumnos, e incluso cuenta con lista de espera. Este hecho nos demuestra cómo los propios alumnos demandan este tipo de asignaturas que les

facilitan el acceso futuro a un mercado laboral muy competitivo, donde la formación específica en BIM resulta casi indispensable.

En España no existe un programa general de implantación BIM en las universidades, y generalmente el nivel formativo a tal respecto es relativamente bajo (García, 2020). Como afirma Maldonado (2016) sigue existiendo un cierto recelo a la hora de incluir estos sistemas de trabajo en las escuelas de arquitectura, por considerarlos en cierta manera limitantes a la hora de desarrollar proyectos arquitectónicos con una representación y diseño de calidad (Fig. 2).

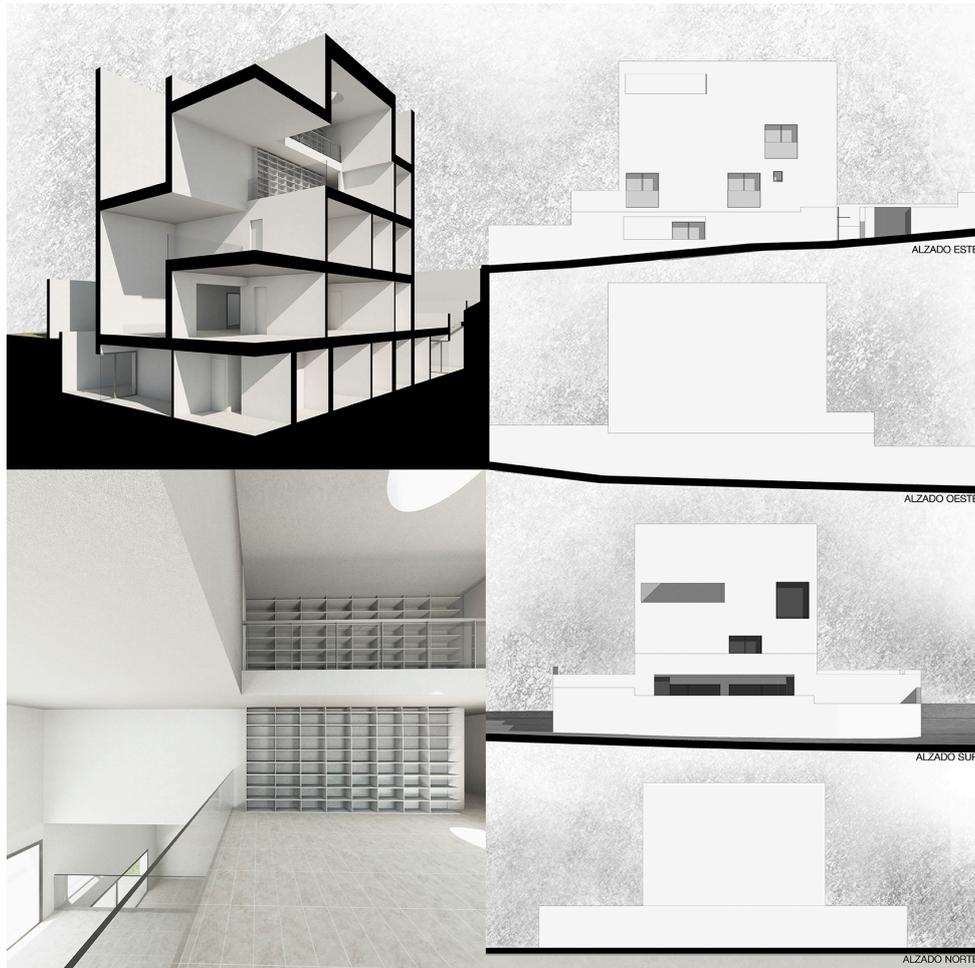


Fig. 2 Ejercicio final de curso. Melissa Agosta y Federica Grasso (2016)

Con anterioridad a la inclusión de la asignatura dentro del plan de estudios, la única formación BIM con la que contaban los alumnos se limitaba a unos cursos que se realizaban de manera puntual, de extensión universitaria. Se estuvieron realizando durante varios años con una buena acogida por los alumnos y venían a suplir esa falta de conocimientos en el alumnado de la escuela. Una vez que la asignatura fue incluida en el plan de estudios, se han seguido manteniendo los cursos para aquellos egresados o profesionales que no pudieron acceder a la asignatura en su momento. Además, por las pocas horas de que disponemos en la asignatura, y por la necesidad de ampliar un poco el temario y hacerlo más específico, se planificó un curso de extensión universitaria de 25 horas que continua un poco con las bases establecidas en la optativa, destinada a aquellos alumnos que deseen profundizar en sus conocimientos. Este curso

se centra sobre todo en la representación gráfica y diseño de elementos más orgánicos y particulares, lo que permite al alumno poder entender mejor en una herramienta de modelado y recopilación de datos con numerosas aplicaciones prácticas.

La asignatura se relaciona o complementa con todas asignaturas gráficas que se llevan a cabo en los primeros cursos de la carrera, y con las materias de Proyectos, Construcción y Urbanismo, asociadas al estudio, análisis, valoración, interpretación, intervención de espacios, edificios, bienes culturales y patrimoniales.

Por todo ello, el desarrollo metodológico de la asignatura es eminentemente práctico, en régimen de taller; por lo que, la presencia del alumno hasta el confinamiento resultó imprescindible. Además, se intenta que el alumno, a través de los materiales y enseñanzas ofrecidos en clase, trabaje individualmente los contenidos también en el aula, de tal forma que el profesor pueda tutorizar de manera presencial sus avances.

## **2. Objetivos y contenidos de la asignatura**

La profesión de arquitecto ha ido adquiriendo con el tiempo matices muy variados. Junto con la formación tradicional, que consideramos sigue siendo necesaria, se ha comenzado a demandar en los futuros arquitectos de unos conocimientos, sobre todo referidos al mundo digital, muy cambiantes. A través de nuestra asignatura, pretendemos dotar a los alumnos de los medios necesarios para poder comenzar a desenvolverse en estos medios, haciéndoles perder el miedo a lo nuevo a través de una docencia guiada que les dota de las pautas necesarias para continuar por sí mismos, iniciándoles en la metodología BIM.

La asignatura se imparte como hemos comentado en los últimos cursos de la carrera, por lo que cuenta con alumnos que ya disponen de un amplio contacto con el dibujo asistido por ordenador, sobre todo en CAD, facilitando la labor docente, y pudiéndonos centrar en aspectos concretos de la representación arquitectónica. Además, creemos que esto es necesario, para que cuenten con el conocimiento y comprensión de elementos constructivos básicos, puesto que el BIM no se centra en dibujar elementos abstractos, sino objetos reales, y sin estos conocimientos previos los alumnos no podrían exprimir todo el potencial de este tipo de herramientas.

Se pretende proporcionar las bases para que el alumno pueda adquirir las habilidades necesarias para desarrollar trabajos profesionales especializados, ampliando su formación académica con el conocimiento avanzado de las nuevas tecnologías, y con ello ampliando su horizonte laboral. El programa empleado para la asignatura es el software de *Autodesk, Revit®*, que proporciona la capacidad para una gestión integral del proyecto y la obra de arquitectura y construcción, permitiendo al alumno adquirir innovadores conocimientos para una gran diversidad de salidas laborales. El hecho de haber escogido este programa de modelado en concreto se debe a dos motivos principalmente. Primero, en la actualidad es el programa más utilizado en Europa por parte de los estudios de arquitectura, y segundo, la empresa Autodesk nos facilita las licencias educacionales de manera gratuita en la universidad y a los estudiantes, por lo que una vez terminada la asignatura, pueden seguir empleando el programa para sus proyectos.

Cuenta con un total de dos grupos, cada uno de ellos de máximo 20 alumnos, por lo que el total de alumnos por curso que pueden asistir a este tipo de formación queda limitado a menos de la mitad del curso.

Como hemos enunciado antes, la asignatura se lleva a cabo el segundo semestre del quinto curso, y cuenta con 15 semanas lectivas y un total de 3 créditos. Se desarrolla en sesiones de dos horas semanales; a las cuales hay que sumar el trabajo en casa de cada alumno que se estima en unas 45 horas. El profesor a lo largo de las dos horas, va introduciendo una serie de

explicaciones teóricas que se van intercalando con ejercicios referidos a esos contenidos, de tal forma que el alumno puede practicar in situ y comprobar si ha entendido bien la explicación.

Estas pequeñas prácticas de aula están guiadas mediante enunciados que detallan cada uno de los pasos a seguir por el alumno, y con ello se permite que además le puedan servir en un futuro para refrescar conocimientos o resolver dudas en casa. Los contenidos y el programa, se resumen en la tabla 1. El hecho de contar con estos pequeños tutoriales nos posibilita además gracias al ahorro de tiempo en el aula, profundizar en la metodología de trabajo, no limitándose a trasladar una serie de herramientas y funciones básicas de un programa, sino que nos permite explorar las transformaciones que ésta produce sobre la ideación, la espacialidad del proyecto y la construcción. Entender los niveles de definición del modelo, la precisión en los elementos, así como la necesidad de generar arquitecturas constructivamente posibles, requiere necesariamente de un análisis previo de los modelos a representar. Casi todas las prácticas de clase versan sobre el mismo modelo arquitectónico a realizar, a excepción de aquellas que por lo concreto de su enunciado no lo permiten. Se intenta con ello que el alumno se enfrente a cualquier duda que le pueda surgir sobre el desarrollo de un edificio, casi siempre de pequeña escala, una vivienda generalmente, para que tenga las capacidades de desarrollar en el futuro por su cuenta un proyecto de características similares.

**Tabla 1. Contenido de la asignatura desglosado en semanas**

Semana	Tema
1	Presentación
2	Interfaz, Niveles/Rejillas, Muros I, Importar/exportar
3	Suelos, Propiedades vista, Muros II
4	Práctica final
5	Muros III, componentes
6	Cubierta, falsos techo
7	Circulación, estructura
8	Práctica final
9	Terrenos y emplazamientos
10	Iluminación, cámaras, habitaciones, esquemas color
11	Visualización, impresión I
12	Práctica final
13	Vinculación archivos, impresión II, vistas de detalle
14	Pintar muros, render
15	Entrega

Esta asignatura permite a los alumnos experimentar con la edición paramétrica, aprovechando el potencial creativo y de diseño de la herramienta, a la vez que puede controlar de manera directa las diversas opciones que ofrecen las representaciones perspectivas desde un mismo archivo (León 2016). Se pretende que el alumno termine el curso pudiendo desarrollar por sí mismo un proyecto básico de arquitectura, y que además tenga el conocimiento de todos los datos que puede extraer sobre ese modelo.

Durante el curso de la materia nos enfrentamos a una problemática añadida, que es la falta de tiempo en la asignatura que sólo cuenta con treinta horas de docencia, producto quizás de lo referido con anterioridad, una necesidad de formación cada vez más específica a realizar en el mismo tiempo con que se disponía para el plan de arquitecto desde hace años. Todo ello conlleva

que la asignatura se haya planteado como un inicio a la formación en estas nuevas técnicas, generando una base sólida desde la que el alumno pueda continuar investigando por su cuenta una vez finalizada la asignatura. Pretendemos que el alumno al menos conozca todo el potencial de estas herramientas y tenga unos conocimientos mínimos que, aunque sabemos resultan escasos por la falta de tiempo material, esperamos sean suficientes para iniciarse en esta metodología.

Aunque no exista una continuidad como tal se han realizado una serie de trabajos fines de grado relacionados con el empleo de BIM para restituir y analizar edificios no construidos de la arquitectura moderna, que nos permiten explorar nuevas metodologías de trabajo. Todos los años desde que comenzamos a incluir estos enunciados para los trabajos fines de grado, hemos contado con al menos dos alumnos por curso que han decidido realizar su trabajo bajo con esta metodología. Estos programas resultan de gran ayuda para ver los errores e incongruencias entre unos planos y otros, viendo donde existían los mayores problemas a resolver. A su vez se obtiene un modelo en tres dimensiones que facilita el entendimiento de los planos, e incluso, la explicación de arquitectura ausente a un público menos especializado. Los programas BIM además de permitir ir alternando vistas en dos dimensiones con tres dimensiones de forma rápida y eficiente, permiten la incorporación al programa de herramientas denominadas plug-ins que exportan el modelo 3D para su renderización o su impresión 3d. Las herramientas BIM, en este caso *Autodesk Revit*, nos permiten obtener una visión de cómo habrían sido esas viviendas, generando modelos tridimensionales que permiten tener una idea más aproximada de las aspiraciones del arquitecto. Al disponer de ellas es más sencillo ver los errores que se pudieron cometer en una fase inicial, las dificultades constructivas y los problemas que habrían tenido de realizarse los elementos de cerramiento y cubrición. Esta labor requiere de un entendimiento y estudio previo de los proyectos que ayudan a comprender dicha arquitectura y poner en situación espacial y temporal la vivienda.

Hasta este año, en el que nos hemos tenido que enfrentar a una nueva casuística debida al confinamiento, la asignatura se planteaba a través de unas estrategias didácticas basadas en el aprendizaje colaborativo, generando procesos de ideación abiertos. De esta forma los alumnos eran los que podían plantear cuestiones relativas a sus propias ideas. Afortunadamente, los medios digitales y la ventaja de las nuevas tecnologías, nos han permitido hacer muy inmediato y sencillo el trabajo entre alumnos y la relación profesor-alumno durante este curso atípico, puesto que no se requería de presencia física para poder trabajar en equipo. El carácter digital de la asignatura ha hecho que su adecuación a este nuevo condicionante haya resultado muy natural y factible. Simplemente las clases presenciales en el aula fueron sustituidas por clases online, en la que el profesor realizaba la misma labor docente de explicar el temario a través del ordenador. La ventaja de que las prácticas como archivo *.pdf* ya eran parte del sistema educativo previo, resultaron muy útiles, puesto que el alumno podía acceder a ellas a través del campus virtual, y a su vez subir sus entregas por el mismo medio.

Para poder llevar a cabo esta labor, el recurso docente escogido ha sido el empleo de modelos a imitar por los alumnos, que les permitieran poder hacer un seguimiento y comprobación propia de sus avances y errores con un enfoque crítico.

El sistema de escoger un modelo que imitar es una práctica muy extendida en la enseñanza, y que tiene años de demostrada eficacia. Podemos aprender de la copia, no sólo el método proyectual del arquitecto, sino en nuestro campo, del estilo que el mismo emplea para representar los elementos. De hecho, el propio sistema de trabajo BIM es en sí una copia digital de un modelo real, por lo que apropiarnos de esta idea para desarrollar el trabajo en el aula resulta casi evidente.

A través de un modelo debidamente escogido por el profesor, y gracias a una serie de prácticas guiadas, los alumnos adquieren los conocimientos necesarios para poder desarrollar un proyecto básico completo y digital que emule al original. Por último, con el fin de que el alumno desarrolle sus propias habilidades, se le propone que escoja otro modelo a copiar entre varios propuestos escogidos previamente por el docente, y en este caso de manera libre sin una pauta previa pueda poner en práctica los conocimientos adquiridos. Teniendo como base la práctica guiada, puede desarrollar el proyecto de forma autónoma, siempre con el apoyo del profesor que le asesora sobre temas concretos en caso necesario. Los modelos BIM permiten a los alumnos reflexionar sobre la arquitectura, integrando de una manera coherente el pensamiento arquitectónico con su construcción material.

El trabajo realizado por parte de los alumnos se completa con esta práctica final que engloba todos los conocimientos adquiridos en el aula, a realizar por parejas, lo cual permite explorar el trabajo colaborativo entre ellos, que además se ve impulsado por este tipo de programas. Esta práctica se realiza como hemos dicho sobre un modelo de arquitectura previamente escogido por el profesorado, que bien puede tratarse de un modelo real construido o no construido.

Estos nuevos métodos de dibujo, no sólo se limitan a ser un sistema de representación de la arquitectura, sino que trascienden este hecho, para englobar también registros documentales, generación de imágenes y gestión de edificios (Castellano, 2018).

### **3. Resultados**

Los resultados obtenidos durante estos años de docencia han resultado notables, puesto que los alumnos no se han limitado a aplicar lo aprendido en el aula. En muchos casos han aprovechado la asignatura como campo de experimentación para explorar otros modos de representación, debido quizás a que les resultaba arriesgado emplearlo en otras asignaturas con mayor carga. Cabe destacar las ventajas que presentan estos softwares, como pueden ser la facilidad de comprensión visual tanto de los elementos arquitectónicos como constructivos (Fig. 3).

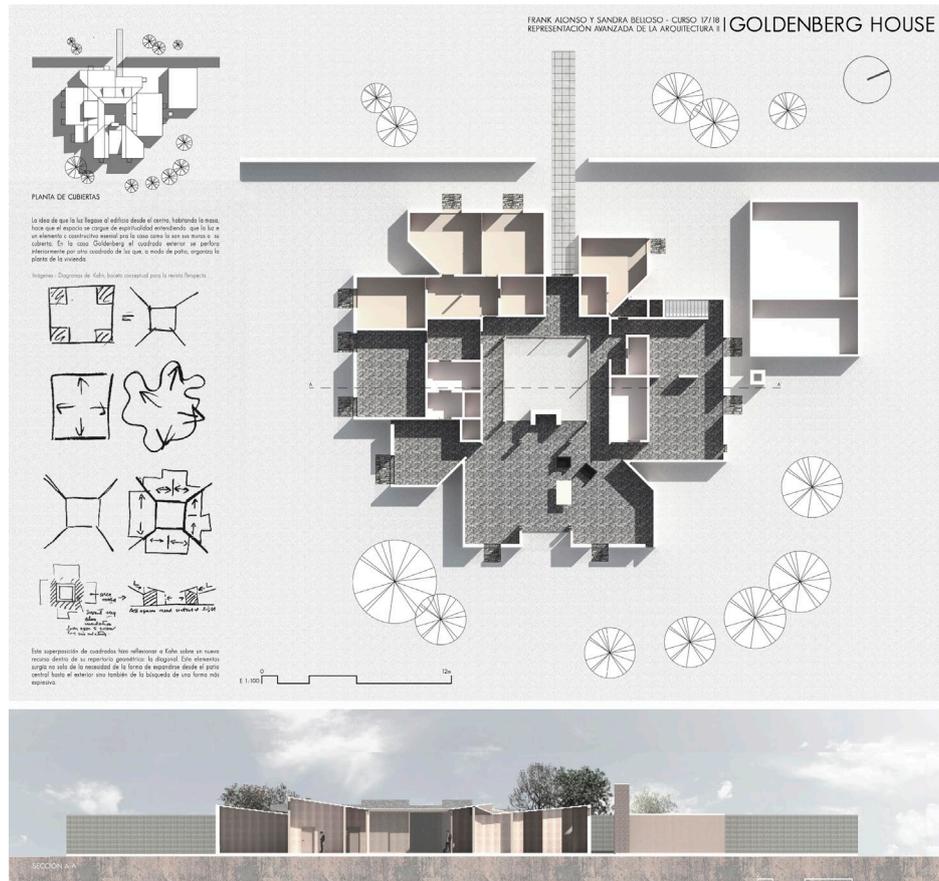


Fig. 3 Ejercicio final de curso. Sandra Beloso y Frank Alonso (2018)

Para la entrega final se debe entregar el archivo de trabajo *Revit*, *.rvt* o *.rte* así como dos láminas en *.pdf* con la documentación básica de la vivienda, y vistas 3D exteriores e interior. Se debe cumplir que todos los elementos tienen que ser realizados con BIM, pero se permite, aunque no exige, el trabajo con otros programas de post-producción que completen las carencias que pueda contar en cuanto a representación el programa sobre composición, texturas y control del estilo. Los alumnos además del programa de *Revit*, combinan el trabajo con programas como *Photoshop*, *Illustrator* o *Indesign* que nos demuestra una vez más las inquietudes con que vienen los alumnos y su deseo por mejorar y experimentar con nuevos modos de representación, combinando las virtudes de cada uno de ellos en un solo trabajo.

En cuanto a las dimensiones BIM alcanzadas a final de curso por el alumno, nos centramos en la 1D (concepto), 2D (vectorización), 3D (modelado) y 5D (costes), aunque cabe destacar que de esta última sólo realizamos una pequeña introducción por la falta de tiempo. A pesar de ello y además de la enseñanza práctica al modelado, se intenta mostrar una visión global de la metodología BIM como un conjunto sistema de trabajo al margen del programa/s empleados. Con ello intentamos que el alumno pueda seguir profundizando en su formación y no se limite a la idea de que estos programas sólo se reducen a la obtención de un 3D.

## 4. Conclusiones

El intento por dotar a los alumnos de los medios para poder representar sus ideas de una manera práctica y eficaz, supone para los profesores un valor que consideramos necesario transmitir en nuestra asignatura. La reflexión gráfica y el aprendizaje que nos permite la inmediatez al ver plasmado en unos pocos pasos la idea de un proyecto se ve apoyada por la facilidad en la transferencia de información que nos permiten las plataformas digitales. Compartir recursos gráficos, herramientas y tips entre todos, fomenta el trabajo colaborativo, produjo sobre todo en los meses del confinamiento una ruptura del aislamiento propio de ese tiempo. La oportunidad que ofrece esta asignatura para explorar en nuevos modos de representación, no obviando el realismo constructivo, hacen que los modelos virtuales y la documentación obtenida no sólo sean estéticamente atractivos, sino que nos aseguran unos conocimientos necesarios del elemento estudiado.

Cabe destacar que en este tiempo en el cual ha existido la optativa, varios alumnos han continuado investigando, tutelados por nosotros en sus trabajos fin de grado en temas relacionados con el BIM, y sobre todo orientado a la línea de investigación que seguimos en el departamento de restitución de edificios no construidos o desaparecidos empleando metodología BIM.

Como punto negativo sobre el hecho de tratarse de una única asignatura optativa encontramos el hecho de la falta de transversalidad e integración entre materias que consideramos de vital importancia a la hora de realizar una formación BIM completa para el alumno, conduciendo a una asignatura más instrumental que metodológica (Agustín, Fernández y Sancho 2016). Además, como hemos enunciado en este artículo, el hecho de que casi la mitad de los alumnos no puedan acceder a la asignatura por ser una optativa resulta cuanto menos poco igualitario, sobre todo teniendo en cuenta que muchos de ellos desearían haber podido acceder a esta formación.

Consideramos que el introducir esta asignatura en los últimos cursos, permite que el alumno cuente con unos conocimientos de diseño y dibujo manual previos, necesarios para poder desarrollar diseños creativos con una alta calidad de los dibujos y de transmisión de ideas. Se mejora la capacidad espacial y de análisis de los objetos representados, y les permite entender y aprender de los modelos reales que representan. La documentación obtenida del archivo se sigue configurando en vistas tradicionales, alzados, plantas y secciones, y para entenderlas y analizar el resultado del proceso de dibujo, el alumno necesita contar con unos conocimientos previos con los que no podría contar en los cursos iniciales. A pesar de ello nos hemos dado cuenta de que el tiempo del que disponemos es insuficiente, puesto que dejamos al margen temas de gran importancia, como la interoperabilidad entre programas, diseño de elementos complejos o personalización de elementos que los alumnos deben aprender por su cuenta, pero esperamos haberles dotado con nuestra asignatura de una base sólida para continuar con el aprendizaje (Fig. 4).

Podemos concluir que en cuanto a la calidad de los dibujos obtenida con metodología BIM y con sistemas anteriores es bastante similar, desarrollando documentos gráficos con un alto nivel de detalle, pero con la ventaja de la rapidez de dibujado que permiten estos nuevos sistemas y la posibilidad de añadir otros parámetros como cálculos de estructuras, estudios energéticos o volumétricos entre otros.

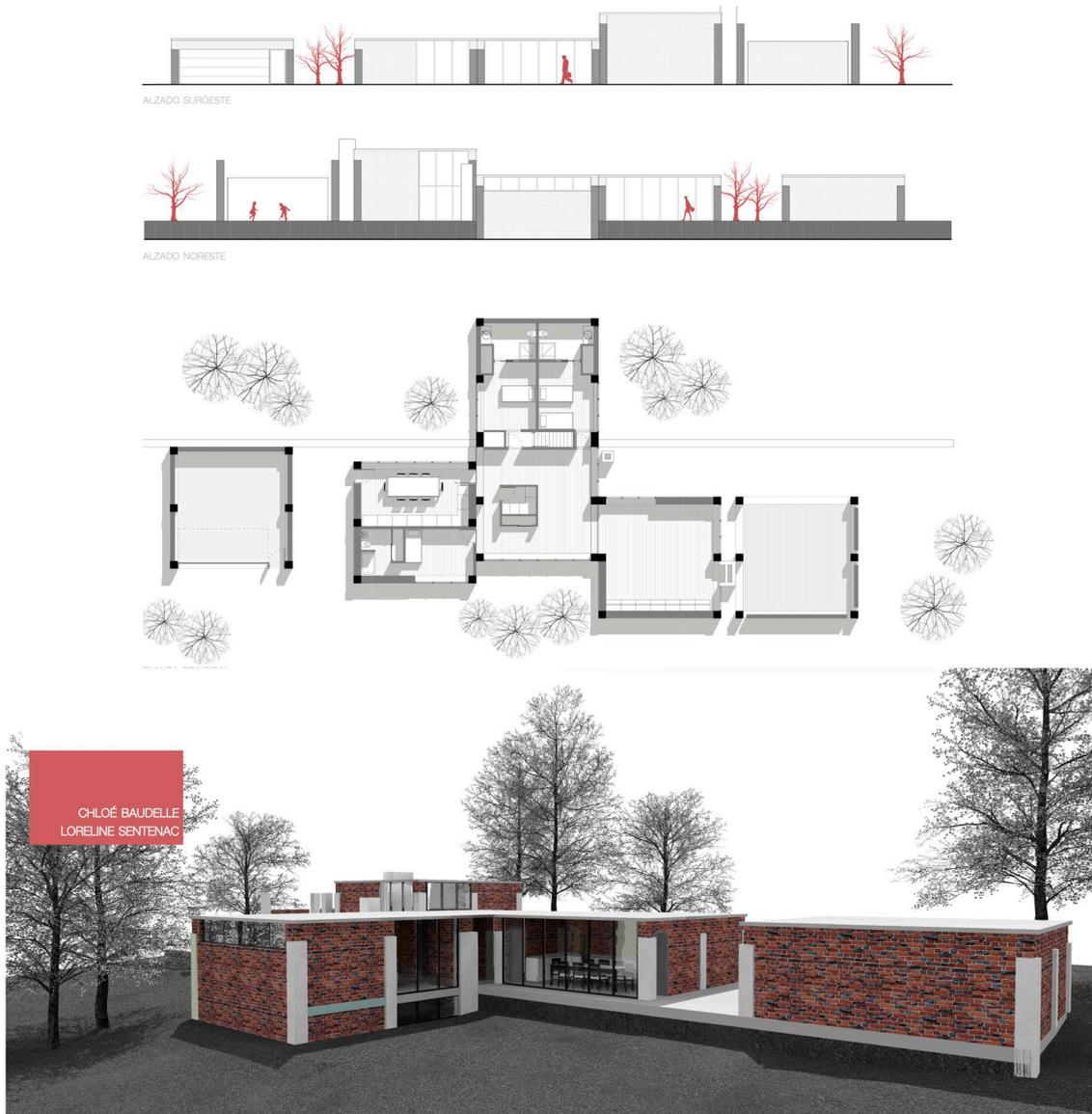


Fig. 4 Ejercicio final de curso. Chloe Baudelle y Loreline Sentenac (2018)

## Bibliografía

AGUSTÍN HERNÁNDEZ, L.; FERNÁNDEZ MORALES, A.; y SANCHO MIR, M. (2016). "Estrategias docentes para el proceso de trabajo BIM". Echeverría Valiente, E. y Castaño Perea, E. (coord.) En: *El arquitecto, de la tradición al siglo XXI: docencia e investigación en expresión gráfica arquitectónica. 16 Congreso Internacional de Expresión Gráfica Arquitectónica. Vol. 1*. Alcalá de Henares: Fundación General de la Universidad de Alcalá, 55-64.

CASTELLANO ROMÁN, M. [et al.]. (2018). "Dibujo y máquina: la aplicación de lo digital en Arquitectura y Urbanismo". García-Escudero, D.; Bardí Milà, B., eds. En: *VI Jornadas sobre Innovación Docente en Arquitectura (JIDA'18) (22 y 23 de noviembre de 2018 Zaragoza)*. Zaragoza: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Zaragoza, 187-198.

GARCÍA GRANJA, M.J. [et al.]. (2020). "Estrategias de integración de la metodología BIM en el sector AEC desde la Universidad" García Escudero, D.; Bardí Milà, B., eds. En: *VIII Jornadas sobre Innovación Docente en Arquitectura (JIDA'20) (12 y 13 de noviembre de 2020 Málaga)*. Barcelona: UMA editorial, 869-889.

LEON, I. [et al.]. (2016). "El empleo de la tecnología BIM en la docencia vinculada a la Arquitectura: aprendizaje cooperativo y colaborativo basado en Proyectos reales entre diferentes asignaturas". García-Escudero, Daniel; Bardí Milà, Berta; Domingo Calabuig, Débora, eds. En: *IV Jornadas sobre Innovación Docente en Arquitectura (JIDA'16), Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Valencia (20 y 21 de octubre de 2016 Valencia)*. Barcelona: UMA editorial, 191-197.

MALDONADO PLAZA, E. (2016). "Estrategias de implantación de enseñanza BIM en estudios de postgrado. Experiencia en la Universidad politécnica de Madrid". En *Spanish Journal of Building Information Modeling*, nº 16, 30-39.