

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^a 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.

Arquitectura e ingeniería: una visión paralela de la obra arquitectónica

Architecture and engineering: a parallel vision of architectural work

García-Asenjo Llana, David

Universidad Rey Juan Carlos, España david.garciaasenjo@urjc.es

Abstract

The contribution of engineering was fundamental in the evolution of the modern form. Many of the advances introduced by the masters of the modern movement were accompanied by technical improvements that made it possible to build the new conceptions of space. The narrative of history often ignores this relationship and focuses on the figure of the architect. The work is shown as an inevitable consequence of its circumstances without references to technological advances. The dynamics of comparative architecture are used to present two parallel views of the same architectural object, in the same way that two buildings are placed in parallel to appreciate different ways of approaching them. The vision of architecture and engineering can show the different variables considered when approaching a building. The aim is to broaden the field of vision of design processes and to show that the comparative view is effective as a design tool.

Keywords: *structural truth, comparative architecture, architectural discourse, engineering, architectural communication.*

Thematic areas: *architectural design, self-regulated learning, theory and analysis.*

Resumen

La aportación de la ingeniería fue fundamental en la evolución de la forma moderna. Gran parte de los avances que introdujeron los maestros del movimiento moderno venían acompañados de una mejora técnica que permitía realizar las nuevas concepciones del espacio. El relato de la historia suele obviar esta relación y prima la figura del arquitecto. Se muestra la obra como una consecuencia inevitable de sus circunstancias sin hacer referencia a los avances tecnológicos. Se plantean dinámicas de arquitectura comparada para plantear dos miradas paralelas al mismo objeto arquitectónico, al igual que se ponen en paralelo dos edificios para apreciar distintas vías de aproximación. La visión de la arquitectura y de la ingeniería pueden mostrar las diversas variables consideradas a la hora de abordar un edificio. Se busca ampliar el campo de visión sobre los procesos proyectuales y mostrar que la mirada comparativa es eficaz como herramienta de proyecto.

Palabras clave: *verdad estructural, arquitectura comparada, discurso arquitectónico, ingeniería, comunicación arquitectónica.*

Bloques temáticos: *proyectos arquitectónicos, metodologías de autorregulación del aprendizaje, teoría y análisis.*

Introducción

Kenneth Frampton entiende que la aportación de la ingeniería fue fundamental en la evolución de la forma moderna. Gran parte de los avances que introdujeron los maestros del movimiento moderno venían acompañados de una mejora técnica concreta que permitía que las nuevas concepciones del espacio pudieran llevarse a la práctica. Pero el relato de la historia de la arquitectura contemporánea suele obviar esta fértil relación y prima la figura del arquitecto sobre la del resto de colaboradores que intervienen en el proceso de proyecto. Se suele explicar la obra arquitectónica como elemento globalizador de todas las cuestiones que definen un edificio, generalmente desde la visión del arquitecto. Esto hace que aparezca como una consecuencia inevitable de todas las capas de teoría, historia o pertinencia al lugar donde se ubica pasadas decantadas por el trabajo del arquitecto, sin que se haga referencia a las técnicas que lo hicieron posible ni a los ingenieros que aportaron las soluciones que permitían llevar a la práctica las intuiciones de los arquitectos.

Se han extendido las dinámicas de arquitectura comparada, en las que se ponen en paralelo dos edificios para apreciar mecanismos comunes o señalar distintas vías de aproximación al proceso de proyecto. El historiador Kenneth Frampton se ha aproximado a la disciplina con esta mirada desde los años 70, en el curso de su seminario “Comparative Critical Analysis of Built Form”, como herramienta para trazar una genealogía de la arquitectura moderna (Frampton, 2015). Ejemplo de estas prácticas es el curso “Arquitectura comparada. Proyecto proceso y programación”, que imparten Magda Mária y Silvia Musquera en el Máster en estudios avanzados en arquitectura de la UPC.

Bajo estas premisas se pueden plantear dos miradas paralelas al mismo objeto arquitectónico. La visión de la arquitectura y la visión de la ingeniería, que aplicadas de forma comparada pueden mostrar las diversas variables que han sido consideradas a la hora de abordar un programa edificatorio. Pero no solo se analiza un edificio, sino que se siguen los procedimientos de la arquitectura comparada y se plantea una sesión en la que se propone un recorrido por una serie de edificios en los que la colaboración entre arquitectos e ingenieros ha sido clave para desarrollar una obra que se ha enriquecido por la aportación de todos los participantes. Se muestran estrategias similares y el diverso reconocimiento que en cada una de ellas ha alcanzado la figura que suele quedar oculta, la del ingeniero (o equipo de ingenieros).

Las redes sociales han permitido un desarrollo importante de la difusión de la arquitectura y de la ingeniería. Más allá de las dinámicas del “compartido” o “gustado” basadas en la preponderancia del aspecto visual de las obras arquitectónicas (Arboix-Alió, 2020), han logrado un gran impacto tanto entre profesionales interesados en las materias como entre el público general que puede apreciar el valor de una realización en cualquiera de estos campos. Las técnicas de narración han evolucionado y alguno de estos divulgadores generan contenido de gran impacto, equivalente al que pueda tener un medio de comunicación tradicional. Estas nuevas formas de divulgación cuentan con la ventaja de que permiten la interacción entre el emisor y los receptores. Y posibilitan la transferencia de conocimiento y la colaboración entre profesionales que de otro modo permanecerían en compartimentos estancos, dirigiendo su mensaje a un círculo reducido de interesados.

Se propone trasladar parte de estas experiencias y dinámicas de divulgación al ámbito académico. Se invita a un profesional con amplia experiencia en su ámbito de trabajo y con capacidad para mostrar de forma atractiva sus conocimientos a una sesión en la que se pongan en cuestión alguno de los capítulos más destacados de la historia de la arquitectura moderna española y la forma en la que han sido narrados.

Antecedentes

En *Hacia una arquitectura*, Le Corbusier señalaba la relación entre el ingeniero y el arquitecto, como dos entes solidarios, aunque con una colaboración en regresión (Le Corbusier, 1998). Y mostraba el extraordinario impulso que había tomado la disciplina de la ingeniería que Kenneth Frampton entendería como clave para el desarrollo del Movimiento Moderno (Frampton, 1995).

Pero pese a que se pone de manifiesto esta importancia del trabajo en común, y de la necesaria aportación de la mirada de la ingeniería para resolver la traslación de la forma moderna del papel a la realidad construida, no han quedado reflejadas en la narración de la historia de la arquitectura moderna. La figura de Louis I. Kahn es una de las más relevantes de la segunda mitad del siglo XX. El desarrollo tardío de su carrera no se ponía en relación con sus métodos de trabajo. Y aquí se puede apreciar uno de los casos en los que se ha podido establecer hasta qué punto la relevancia de la aportación del ingeniero no ha sido acompañada por el reconocimiento público. Las obras más relevantes de Kahn se realizaron a partir de que conociera al ingeniero August E. Komendant, una autoridad en el estudio de las estructuras de hormigón pretensado. Pese a que en 1973 Kahn escribió una recomendación para que Komendant recibiera la medalla de American Institute of Architects, con esta dedicatoria. “A August, cuyo genio ha hecho de mis construcciones sus construcciones, las que llevan dentro el milagro” (Komendant, 2000), el ingeniero se quejaba de la falta de reconocimiento por parte de Kahn. Ambos estaban orgullosos del trabajo que habían realizado conjuntamente, pero Kahn no renunciaba a figurar como autor exclusivo de sus edificios. Y así ha pasado a la historia. August Komendant publicó las memorias de sus años en común “18 años con el arquitecto Louis I. Kahn”, explicando las decisiones estructurales y arquitectónicas detrás de cada una de las obras que realizaron. Como señala Óscar Tenreiro, el traductor de la edición castellana, este libro muestra la personalidad de Kahn alejada del halo de misticismo y feligresía al que habitualmente se ha recurrido por parte de sus admiradores y discípulos. Ayuda a situar al arquitecto ante los problemas de los proyectos, y a entender cómo la colaboración con Komendant integraba su visión arquitectónica y espacial con la realidad constructiva. Su importancia fue decisiva para la construcción de muchas de ellas, y para que Kahn no fuera apartado de los encargos. Esto no impidió que su nombre fuera obviado en las principales historias de la arquitectura, entre ellas en las de Kenneth Frampton, que sin embargo redactó una introducción a las memorias de Komendant.

En el caso de la arquitectura española, una de las principales figuras del primer tercio del siglo XX fue Eduardo Torroja, cuya participación en obras clave de esa época quedó señalada por encima de la figura de los arquitectos. Ocurre así con el mercado de Algeciras, proyectado junto a su socio habitual Manuel Sánchez Arcas, el frontón Recoletos, en compañía de Secundino Zuazo, y el hipódromo de la Zarzuela, cuyos arquitectos fueron Carlos Arniches y Martín Domínguez (Domosti, 2021). Se trata de edificios en los que la forma de la estructura, y por tanto su resolución técnica, es clave en la concepción arquitectónica. A eso se une la figura de Torroja, clave en el desarrollo de la técnica del hormigón armado en España, capaz de ensombrecer a quien proyectara a su lado. Y cabría añadir el hecho de que los cuatro arquitectos fueron depurados de un modo u otro tras la guerra civil, para mostrar de qué modo se forma el relato de la historia.

Se puede encontrar una continuidad en la relación de Javier Manterola con los principales arquitectos de la segunda mitad del siglo XX español. Habría que encajarlo con Carlos Fernández Casado y su Oficina de Proyectos, fundamentales en el desarrollo de las estructuras de muchos de los edificios de gran escala construidos en hormigón armado. Su historia desde su incorporación a los servicios técnicos de la constructora Huarte para hacerse cargo del cálculo

de la estructura de Torres Blancas, y su decisiva aportación al diseño y concepción del Banco de Bilbao, junto a Francisco Javier Sáenz de Oíza, y de las Torres de Colón, en colaboración con Antonio Lamela. Su aportación en ambos casos aparece silenciada en las monografías que repasan la trayectoria de los arquitectos y en la guía de arquitectura elaborada por el Colegio de Arquitectos de Madrid. En la BOCM que recoge la declaración como Bien de Interés Cultural, en la categoría de Monumento, de la antigua sede del Banco de Bilbao el autor principal es Francisco Javier Sáenz de Oíza. Los ingenieros figuran como colaboradores, pero no se señala la importancia clave que tuvo su planteamiento estructura a la hora de resolver el difícil acomodo de la torre con el túnel ferroviario que transcurre bajo el solar en el que se ubica. La revista Informes de la Construcción, uno de los frutos del trabajo de Eduardo Torroja en el Instituto Técnico de la Construcción y del Cemento, se publicaron sendos artículos sobre la concepción de la estructura de Torres Blancas y de las Torres de Colón.

Objetivos

Se plantea esta experiencia pedagógica para alumnos del Máster Universitario en Arquitectura, como complemento a la formación reglada, y en un punto previo a los primeros pasos del Proyecto Fin de Carrera. Se entiende que la estructura académica del programa del Máster está diseñada para capacitar a los estudiantes para diseñar estructuras adecuadas a las propuestas arquitectónicas que plantean en el curso de su trabajo, enfocado al Trabajo Fin de Máster. El compendio de conocimientos que adquieren durante la formación en el Grado y que se ve reflejado en el Máster les confiere la capacidad para resolver correctamente los requerimientos estructurales de la intervención arquitectónica que realizan. Por tanto, esta sesión crítica no se plantea alterar una enseñanza reglada que ha demostrado a lo largo de los años su eficacia, con una importante satisfacción de los alumnos.

Se busca ampliar el campo de visión sobre los procesos proyectuales para destacar la necesaria colaboración entre diversos técnicos. El arquitecto no es una figura que domina a la perfección cada una de las facetas que han de resolverse en un proyecto arquitectónico. Pero sí es el profesional que tiene la concepción global del edificio y entiende cómo se integran los distintos elementos en los que se puede descomponer. Y cómo las soluciones que se pueden entender como idóneas desde el punto de vista puramente técnico han de encajar en el concepto general de la obra.

Aquí entra en juego de concepto de verdad estructural con el que se suele asociar a la ingeniería. Eduardo Torroja consideraba que la estética de una estructura estaba íntimamente ligada a las propiedades geométricas y mecánicas de los elementos construidos. Y que la verdad estructural reside principalmente en respetar las leyes de la estabilidad y resistencia de los materiales con los que se construye. Esto está en consonancia con uno de los principios del movimiento moderno, la sinceridad constructiva de los elementos que constituyen el edificio. Y señalaba que nunca antes se había separado tanto la estructura resistente del resto del conjunto de la obra como podía ocurrir tras la irrupción de las vanguardias arquitectónicas. Esto podría llevar a que “se considera como mentira, y, por tanto, proscribible, el que la apariencia de una construcción induzca a pensar que sus fenómenos, funcional y resistente, son otros totalmente diferentes de los reales que se ocultan en una estructura interior, divorciada y contrapuesta de la falsa que la obra expresa exteriormente” (Torroja, 2007) Pero al mismo tiempo advertía de que no solo existe el fenómeno resistente, sino también el proceso constructivo, que puede introducir limitaciones y desvirtuar la experiencia estética.

Hay que evitar que la concepción estructural del edificio sea mentirosa, dentro de la definición de Torroja. Pero no podemos exigir que la concepción arquitectónica del edificio sea una respuesta directa a la solución de los requerimientos estructurales. A partir de este punto se tienen en cuenta las variables que puede introducir el arquitecto para definir cómo se relaciona el edificio con el lugar en el que se inserta, qué extrae de la memoria de los modos de construir, de la historia del lugar y del programa que resuelve y por tanto a quiénes va dirigido, y qué imagen final permite plasmar todas estas consideraciones. Se eligen varios proyectos en los que la construcción introduce trampantojos que ocultan el funcionamiento estructural del edificio, pero en los que no se altera su lógica de trabajo.

Y se propone el método de la arquitectura comparada como una herramienta de proyecto. Se plantean como se ha comentado anteriormente dos miradas, la del ingeniero, atenta a la verdad estructural, y la del arquitecto, centrada en la concepción integral del proyecto. Se analizan en paralelo los edificios seleccionados para la sesión crítica. Pero como señala Magda Mària, tan importante como analizar correctamente un edificio lo es contraponerle un caso con el que compararlo. Se proponen una serie de parejas de edificios que tienen aspectos en común o que, por el contrario, son antagónicos en su planteamiento y resolución.

Metodología

Se propone una sesión crítica dentro de la asignatura Construcción Aplicada del Máster Universitario en Arquitectura de la URJC en la que dialogan el ingeniero de Caminos @johnygrey¹ y el doctor arquitecto y docente de la URJC David García-Asenjo, moderados por el profesor responsable de la asignatura, Alberto Ruiz. La sesión pone en común la mirada de dos profesionales con experiencia en sus respectivos campos y que compaginan el ejercicio laboral con la divulgación en redes sociales y medios de comunicación. Ya habían planteado alguno de los temas en Twitter (García-Asenjo, 2020) (The General, 2021) y se entendía que se podían poner en común las visiones sobre la necesaria colaboración entre ingenieros y arquitectos.

La sesión se articula a través de un recorrido por el Paseo de la Castellana en Madrid, un eje importante de la capital en el que se ubica alguna de las obras más destacadas de la arquitectura moderna española del siglo XX y que puede ser recorrido por los alumnos una vez finalizada la sesión.

El recorrido se inicia en la plaza de Castilla, con una obra de arquitectura en la que la estructura está resuelta de un modo mediocre, y finaliza en la ampliación de la estación de Atocha, una gran obra de infraestructuras en las que aparece como autor su arquitecto, Rafael Moneo, pero que tuvo la importante colaboración del ingeniero Javier Manterola. A lo largo de este paseo se analizan diversas obras, comparándolas por parejas, y mostrando los puntos en los que el trabajo conjunto entre los ingenieros (generalmente Javier Manterola) y los arquitectos contribuye a crear una obra de una mayor solidez.

Torres KIO (1989-1996) y Torre del Banco de Bilbao (1971-1981)

Las Torres KIO, nombre popular de la Puerta de Europa, son dos torres gemelas inclinadas proyectadas por Philip Johnson y John Burgee, con el asesoramiento estructural de Leslie E Robertson Associates. Su característica forma inclinada no responde a ningún criterio más allá del estético e introduce un factor exógeno de complejidad en la estructura. Esta tiene que

¹ Se emplea el nombre de usuario de la cuenta de Twitter para mantener su anonimato por cuestiones de política de la empresa en la que trabaja.

compensar una serie de esfuerzos que vienen determinados por una decisión arbitraria en su expresión máxima, sin los matices que señalaba Rafael Moneo en su discurso de ingreso en la Real Academia de Bellas Artes de San Fernando (Moneo, 2005). Genera una distorsión en el funcionamiento del edificio que pone en duda la operación generadora del proyecto. @johnygre explica el funcionamiento de las torres, los requerimientos para que una forma ilógica se sostenga de forma sencilla y cómo la resolución estructural queda además envuelta en una piel neutra, de diseño más bien tosco, que no muestra ninguno de los elementos que permiten que el edificio se sostenga.

Frente a esta propuesta que está repleta de carencias, se analiza uno de los edificios mejor resuelto en todos sus aspectos. La torre del Banco de Bilbao integra de forma idónea los requerimientos estructurales y funcionales en un objeto arquitectónico en el que cada elemento tiene sentido de ser. Y su principal acierto es la inserción en el lugar y la adecuada respuesta a un problema que condiciona su apoyo en el terreno. La solución que proyectó Javier Manterola a este condicionante generó la estructura general que permite que el edificio funcione a la perfección, complementado por el cuidado diseño de todos sus detalles, desde la propia estructura resistente hasta la envolvente de la torre. Pese a que en los planos del proyecto de ejecución figuran como autores tanto Francisco Javier Sáenz de Oíza como la oficina técnica de Carlos Fernández Casado, con Javier Manterola como ingeniero responsable (Sáenz de Oíza, 2000), la aportación de este último ha sido silenciada en los reconocimientos públicos que posteriormente ha tenido el edificio.

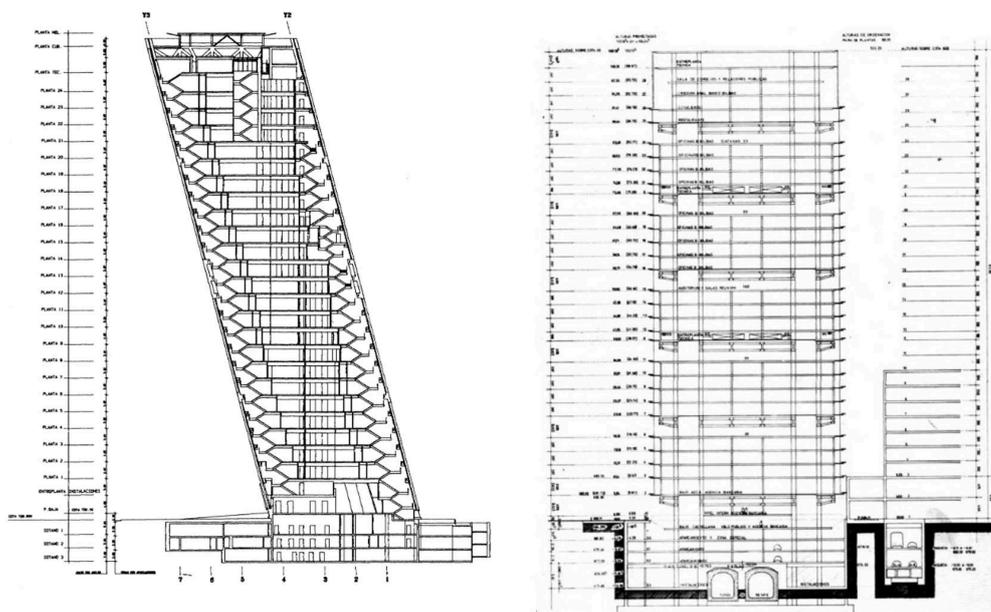


Fig. 1 Sección de las torres KIO y de la torre del Banco de Bilbao.
Fuente: Informes de la Construcción (Torres KIO) – Sáenz de Oíza. Banco de Bilbao

Edificio Castelar (1975-1983) y Torres de Colón (1967-1976)

En este caso se analizan dos edificios de oficinas, en los que la resolución estructural es determinante en la configuración del edificio. En ambos casos se trata de una estructura colgada de una ménsula superior pero la posición urbana de cada una de ellas hace que el modo en el que se presentan a la ciudad sea completamente distinto. En las torres de Colón vuelve a aparecer la figura de Javier Manterola, decisiva para crear un sistema estructural pionero en su

momento. Posteriores intervenciones han desvirtuado el carácter original de las torres, y la noticia de que va a sufrir una ampliación que va a aumentar su altura en un tercio con respecto a la original, hace plantearse de qué modo puede realizarse de un modo respetuoso con el concepto que las generó.

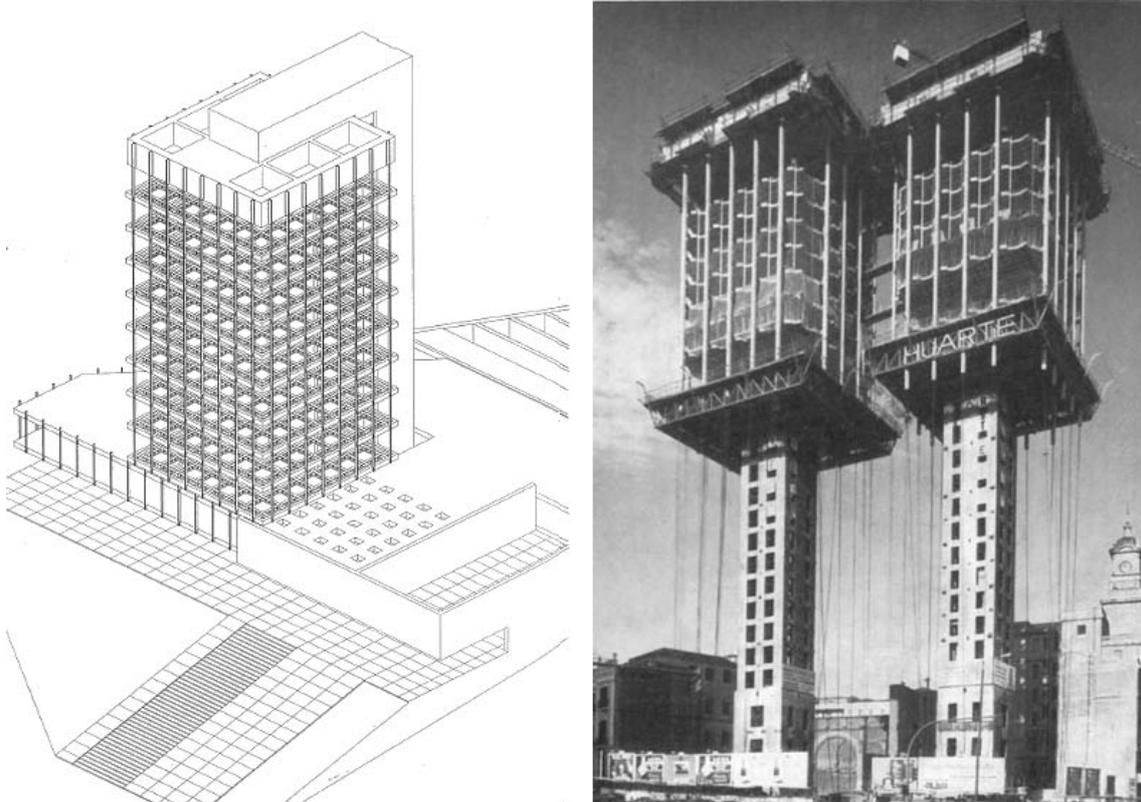


Fig. 2 Esquema de la estructura del edificio Castelar – Torres de Colón en construcción.
Fuente: Revista Tectónica (Edificio Castelar) - Informes de la Construcción (Torres de Colón)

Edificio Bankinter (1973-1977) y Ampliación del Museo del Prado (1998-2007)

Aquí la figura de Rafael Moneo ha ocultado a Ramón Bescós, en el caso del edificio Bankinter, y se pone en paralelo con la de Juan de Villanueva y los autores de las diversas ampliaciones del Museo del Prado. No hay intervención relevante en estos casos de un ingeniero que diseñe una configuración estructural sobre la que se apoya el resto de las decisiones del proyecto. Se trata en ambos edificios más bien de señalar cómo la verdad arquitectónica en algunos casos implica introducir unos elementos que ocultan el funcionamiento real de la estructura y muestran un modo de construcción que se contradice con esta. Estas alteraciones de la supuesta lógica del proyecto vienen determinadas por las capas de interpretación que se añaden al proyecto, por la arbitrariedad inherente a la creación desde cero de un edificio de la que hablaba Moneo (Moneo, 2005). Y cómo algunas de esas mentiras pueden incorporarse de un modo que realzan el proyecto arquitectónico, en el caso del Bankinter, o bien se quedan en un aspecto epidérmico que afectan al funcionamiento del edificio y condicionan negativamente los espacios que generan.

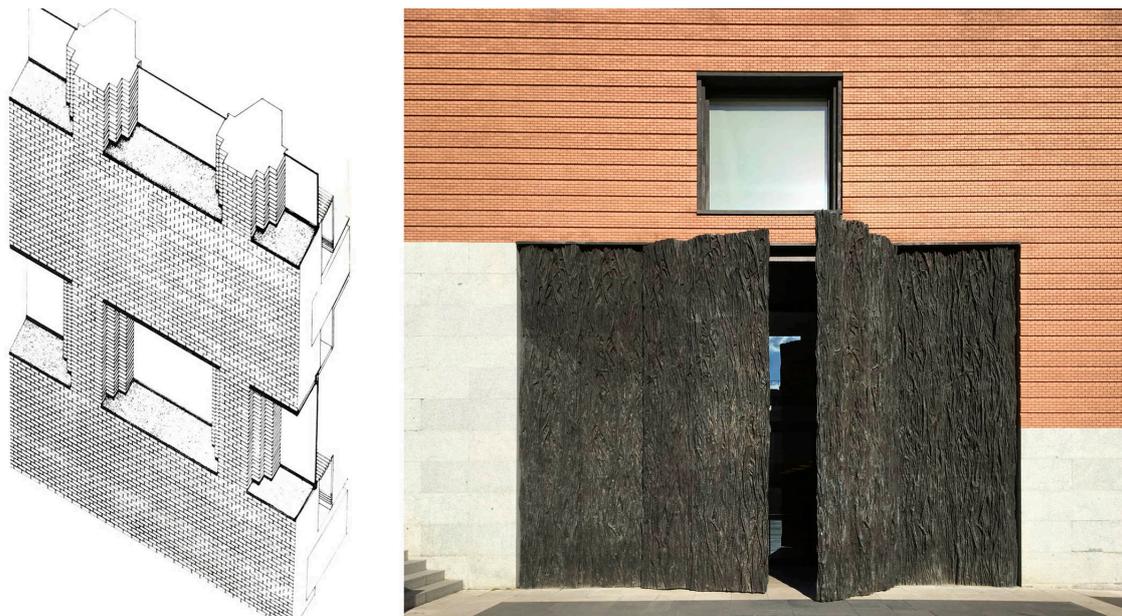


Fig. 3 Axonométrica de los huecos del Bankinter – Museo del Prado. Puertas de Cristina Iglesias.
Fuente: Bankinter, 1972-1977. Enrique Granell – Fotografía del autor del artículo

Ampliación de Atocha (1984-1992) y Aeropuerto de San Pablo (1987-1992)

Y se finaliza la charla con dos grandes infraestructuras realizadas por Rafael Moneo coincidiendo con su nombramiento como decano del Departamento de Arquitectura de la Universidad de Harvard. Dos obras complejas que mostraban la imagen de un país que se modernizaba, y que respondían a situaciones casi opuestas. La ampliación de la estación de Atocha para servir de cabecera a las nuevas líneas de Alta Velocidad se ubicaba en un entorno urbano consolidado, con un fuerte condicionante de falta de espacio y la presencia de un elemento patrimonial como es la marquesina de Alberto de Palacios. Se crea una gran sala hipóstila de grandes pilares de hormigón y cubierta de acero para la que contó con la colaboración de Javier Manterola, amigo personal de Moneo pero que fue llamado como consultor por parte de la propiedad (THE GENERAL, 2021). Modificó el planteamiento original que proponía pilares metálicos y cubierta prefabricada de hormigón por una solución más lógica constructiva y estructuralmente que invertía los materiales, hormigón armado para los apoyos y acero en la coronación.

Frente a esta inserción en la ciudad densa, cargada de capas de historia, el aeropuerto de San Pablo en Sevilla se implanta sobre un territorio sin condicionantes, en el que su imagen desde el cielo es determinante para la configuración del conjunto. Moneo se apoya en la tradición y replica la mezquita de Córdoba, en una operación en la que engloba la terminal aeroportuaria y la dotación de aparcamiento necesaria. Este elemento también era clave en la estación de Atocha, como configurador de un espacio urbano y como pieza que muestra la estructura subyacente de la estación de Cercanías sobre la que se coloca. El aeropuerto es un recinto cerrado en sí mismo y que se relaciona con la historia, en el que la resolución del interior deslucce la interesante operación paisajística que genera.

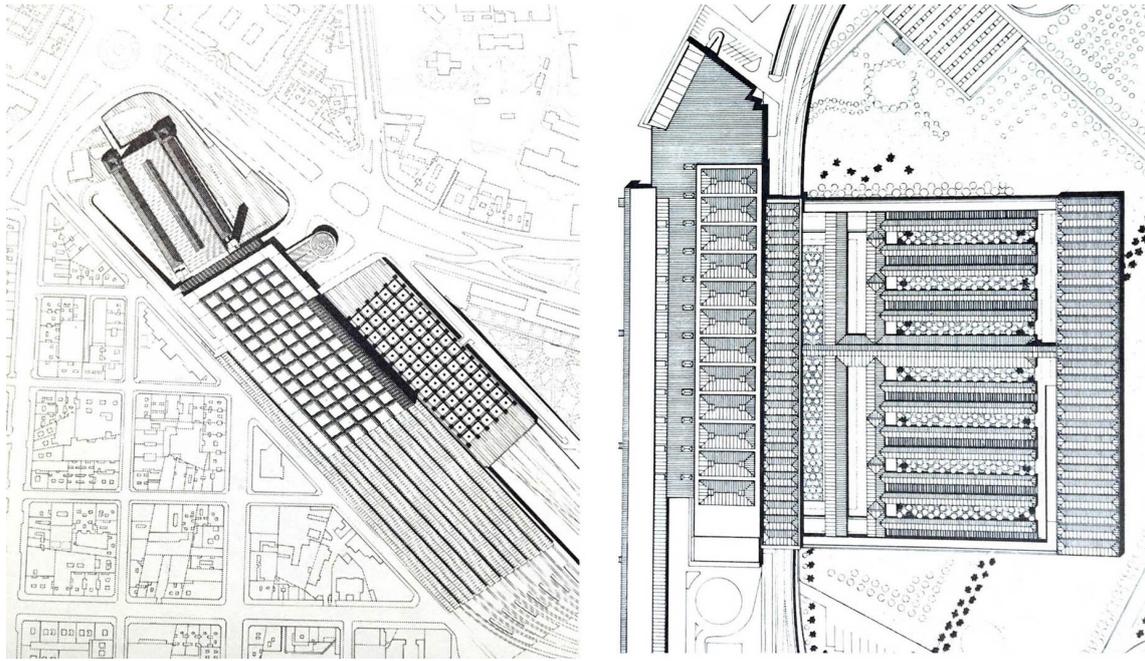


Fig. 4 Planos de emplazamiento de la Ampliación de la Estación de Atocha y del Aeropuerto de San Fernando.
Fuente: Rafael Moneo. Remarks on 21 Works

Conclusiones

Se entiende que la sesión crítica realizada y la incorporación de docentes ajenos a la estructura reglada del Máster puede suponer un elemento disruptivo que dinamice el funcionamiento de este. Muestra un enfoque complementario al que se establece desde el marco del programa oficial y ayuda a visibilizar nuevas formas de acercamiento a la disciplina. Tanto desde el punto de vista de la arquitectura comparada como desde las posibilidades que ofrece la divulgación de la arquitectura y de la ingeniería.

Ya que se pretende darle continuidad a lo largo de los próximos cursos académicos sí sería necesario que se estableciera una estrategia para analizar el impacto que tiene en los alumnos y si verdaderamente las intenciones con las que se plantea la sesión alcanzan sus objetivos. El contexto de pandemia en el que se ha realizado la sesión crítica ha generado una serie de impedimentos que han podido alterar un mejor desarrollo de esta. Ha impedido que se pueda realizar una visita coordinada a la ruta propuesta con los alumnos que complementara las explicaciones en clase y que aumentara el carácter disruptivo dentro de la estructura de sesiones regladas.

Sería interesante realizar una encuesta de satisfacción que permita estudiar la valoración que los estudiantes hacen de la sesión, para plantear las mejoras necesarias para incrementar el potencial docente de la misma.

Ya que trata la integración de las estructuras en la obra arquitectónica, de la colaboración interdisciplinar, de miradas transversales y de la independencia que tienen los condicionantes que ubican el edificio en un contexto histórico y urbano de las necesidades puramente técnicas, sería interesante que la sesión tenga un complemento práctico una vez los alumnos han comenzado a desarrollar su Proyecto Fin de Máster. Se podría lograr de este modo asentar la mirada transversal sobre el proceso proyectual.

En todo caso, se propone como campo de pruebas para una asignatura basada en la arquitectura comparada. O al menos una serie de sesiones críticas que puedan desarrollar este método de análisis arquitectónico y que permitan una mejor inserción de lo aquí planteado dentro de la enseñanza reglada del Máster.

Bibliografía

ARBOIX-ALIÓ, A. (2020). "Redes sociales, historia y arquitectura" *JIDA 8: textos de arquitectura docencia e innovación*. Iniciativa Digital Politécnica.

DOMOSTI S, O. (2021). *Arquitecto blanco, ingeniero negro (o viceversa)*. Jot Down. <<https://www.jotdown.es/2021/08/arquitecto-ingeniero-viceversa/>> [Consulta: 20 de septiembre de 2021]

FERNÁNDEZ, C.; MANTEROLA, J.; y FERNÁNDEZ, L. (1977). Estructura de las Torres Colón—Madrid – España. *Informes de la Construcción*, 30(293), 61-94.

FRAMPTON, K., (1996). *Historia crítica de la arquitectura moderna* Barcelona : Gustavo Gili.

FRAMPTON, K. (2015). *A genealogy of modern architecture: Comparative critical analysis of built form*. Zurich: Lars Müller.

GARCÍA-ASENJO, DAVID (@dglana): ""Pedí 36 bandejas de cafetería y unos tacos de madera. Y ya estaba lista la torre del banco" Paco Alonso sobre el BBVA." 16 de mayo de 2017, 8:00 p.m. [Twitter]. <<https://twitter.com/dglana/status/864541163830824960>> [Consulta: 20 de septiembre de 2021]

GARCÍA-ASENJO, DAVID (@dglana): "La historia de las torres de Colón siempre ha tenido que ver con el poder, la especulación y la destrucción del patrimonio arquitectónico. Durante los años 60 y 70 desaparecieron palacetes de la Castellana, sustituidos por modernos edificios de oficinas. @Juliaenlaonda" 10 de enero de 2020, 5:52 p.m. [Twitter]. <<https://twitter.com/dglana/status/1215677925456056321>> [Consulta: 20 de septiembre de 2021]

KOMENDANT, A. (2000). *18 años con el arquitecto Louis I. Kahn*. A Coruña: Colegio Oficial de Arquitectos de Galicia.

LE CORBUSIER. (1998) *Hacia una arquitectura*. Madrid: Apóstrofe

MÀRIA, M. y MUSQUERA, S. *Arquitectura comparada*. Habitar. Grupo de Investigación. <<https://habitar.upc.edu/2017/06/20/comparada-arquitectura-asignatura-master/>> Consulta: 20 de septiembre de 2021]

MONEO, R. (2005). *Sobre el concepto de arbitrariedad en arquitectura: Discurso*. Real Academia de Bellas Artes de San Fernando.

MORENO, L.; TUÑÓN, E.; y CAPITEL, A. (2000). En torno a la figura de Rafael Moneo. *Tectónica: monografías de arquitectura, tecnología y construcción*, 12, 4-19.

SÁENZ DE OÍZA, F.J.; FERNÁNDEZ, C.; y MANTEROLA, J.M. (1970). "Estructura de Torres Blancas", Madrid España. *Informes de la Construcción*, 23(226), 43-64.

SÁENZ DE OIZA, F.J. (2000). *Banco de Bilbao*. Madrid: ETSAM, Departamento de Proyectos.

THE GENERAL (@johnygrey): "Es tan buena la estructura del BBVA que parece que hubiera tenido al mejor ingeniero de caminos de puentes de España diseñándola... ..y es que así fue: es obra de Javier Manterola, a quien Oiza fue a buscar para presentarse juntos al concurso. En fin, más de lo mismo". 6 de junio de 2021, 5:55 p.m. [Twitter] <<https://twitter.com/johnygrey/status/1403630172067319812>> [Consulta: 20 de septiembre de 2021]

THE GENERAL (@johnygrey): "¿Veis como mola la fachada exterior del Kursaal? ¿Os habéis fijado que el edificio está inclinado y no hay una sola diagonal entre sus nudos, que son todo rombos? Pues esa decisión a su riesgo, porque él la hacía real, es del ingeniero de caminos Javier Manterola. Igual os

suenas” 17 de diciembre de 2020, 7:39 p.m. [Twitter]
<<https://twitter.com/johnygrey/status/1339672624373313536>> [Consulta: 20 de septiembre de 2021]

THE GENERAL (@johnygrey): “El ingeniero de Caminos que hizo realidad las torres Colón se llama Javier Manterola. Dios, vaya. Que los grandes arquitectos con los que trabajó no reconocieran su trabajo (Lamela sí, por cierto) hizo que Manterola dejara de trabajar con ellos. Y todos salimos perdiendo.” 19 de noviembre de 2020, 10:29 p.m. [Twitter] <<https://twitter.com/johnygrey/status/1329537417053876226>> [Consulta: 20 de septiembre de 2021]

TORROJA, E. (2010). *Razón y ser de los tipos estructurales*. Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas.