

JIDA'20

VIII JORNADAS
SOBRE INNOVACIÓN DOCENTE
EN ARQUITECTURA

WORKSHOP ON EDUCATIONAL INNOVATION
IN ARCHITECTURE JIDA'20

JORNADES SOBRE INNOVACIÓ
DOCENT EN ARQUITECTURA JIDA'20

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA DE MÁLAGA
12 Y 13 DE NOVIEMBRE DE 2020

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

Berta Bardí i Milà, Daniel García-Escudero

Revisión de textos

Alba Arboix, Jordi Franquesa, Joan Moreno, Judit Taberna

Edita

Iniciativa Digital Politècnica Oficina de Publicacions Acadèmiques Digitals de la UPC
Publicaciones y Divulgación Científica, Universidad de Málaga

ISBN 978-84-9880-858-2 (IDP-UPC)
978-84-1335-032-5 (UMA EDITORIAL)

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, UMA



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'20

Dirección y edición

Berta Bardí i Milà (GILDA)

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

Daniel García-Escudero (GILDA)

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

Organización

Antonio Álvarez Gil

Dr. Arquitecto, Departamento Arte y Arquitectura, eAM'-UMA

Jordi Franquesa (Coordinador GILDA)

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

Joan Moreno Sanz (GILDA)

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

Fernando Pérez del Pulgar Mancebo

Dr. Arquitecto, Departamento Arte y Arquitectura, eAM'-UMA

Judit Taberna (GILDA)

Arquitecta, Departamento de Representación Arquitectónica, ETSAB-UPC

Ferran Ventura Blanch

Dr. Arquitecto, Departamento Arte y Arquitectura, eAM'-UMA

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'20

Luisa Alarcón González

Dra. Arquitecta, Proyectos Arquitectónicos, ETSA-US

Gaizka Altuna Charterina

Arquitecto, Representación Arquitectónica y Diseño, TU Berlin

Atxu Amann Alcocer

Dra. Arquitecta, Ideación Gráfica Arquitectónica, ETSAM-UPM

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

Francisco Javier Boned Purkiss

Dr. Arquitecto, Composición arquitectónica, eAM'-UMA

Ivan Cabrera i Fausto

Dr. Arquitecto, Mecánica de los Medios Continuos y Teoría de Estructuras, ETSA-UPV

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

Valentina Cristini

Dra. Arquitecta, Composición Arquitectónica, Instituto de Restauración del Patrimonio, ETSA-UPV

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

Débora Domingo Calabuig

Dra. Arquitecta, Proyectos Arquitectónicos, ETSA-UPV

Maria Pia Fontana

Dra. Arquitecta, Arquitectura e Ingeniería de la Construcción, EPS-UdG

Arturo Frediani Sarfati

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

Jessica Fuentealba Quilodrán

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

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

Íñigo Lizundia Uranga

Dr. Arquitecto, Construcciones Arquitectónicas, ETSA EHU-UPV

Emma López Bahut

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

Juanjo López de la Cruz

Arquitecto, Proyectos Arquitectónicos, ETSA-US

Luis Machuca Casares

Dr. Arquitecto, Expresión Gráfica Arquitectónica, eAM'-UMA

Magda Mària Serrano

Dra. Arquitecta, Proyectos Arquitectónicos, ETSAB-UPC

Cristina Marieta Gorriti

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

Marta Masdéu Bernat

Dra. Arquitecta, Arquitectura e Ingeniería de la Construcción, EPS-UdG

Camilla Mileto

Dra. Arquitecta, Composición arquitectónica, ETSA-UPV

Zaida Muxí Martínez

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

David Navarro Moreno

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

Luz Paz Agras

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

Oriol Pons Valladares

Dr. Arquitecto, Tecnología a la Arquitectura, ETSAB-UPC

Jorge Ramos Jular

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

Amadeo Ramos Carranza

Dr. Arquitecto, Proyectos Arquitectónicos, ETSA-US

Patricia Reus

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

Antonio S. Río Vázquez

Dr. Arquitecto, Composición arquitectónica, ETSAC-UdC

Silvana Rodrigues de Oliveira

Arquitecta, Proyectos Arquitectónicos, ETSA-US

Carlos Jesús Rosa Jiménez

Dr. Arquitecto, Urbanismo y ordenación del territorio, eAM'-UMA

Jaume Roset Calzada

Dr. Físico, Física Aplicada, ETSAB-UPC

Patricia Sabín Díaz

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

Mara Sánchez Llorens

Dra. Arquitecta, Ideación Gráfica Arquitectónica, ETSAM-UPM

Carla Sentieri Omarrementeria

Dra. Arquitecta, Proyectos Arquitectónicos, ETSA-UPV

Marta Serra Permanyer

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

Isabel Zaragoza de Pedro

Dra. Arquitecta, Representación Arquitectónica, ETSAB-UPC

ÍNDICE

1. **Coronawar. La docencia como espacio de resistencia. *Coronawar. Teaching as a space of resistance.*** Ruiz-Plaza, Angela; De Coca-Leicher, José; Torrego-Gómez, Daniel.
2. **Narrativa gráfica: el aprendizaje comunicativo del dibujar. *Graphic narrative: the communicative learning of drawing.*** Salgado de la Rosa, María Asunción; Raposo Grau, Javier Fcob; Butragueño Díaz-Guerra, Belén.
3. **Sobre la casa desde casa: nueva experiencia docente en la asignatura Taller de Arquitectura. *About the house from home: new teaching experience in the subject Architecture Workshop.*** Millán-Millán, Pablo Manuel.
4. **Muéstrame Málaga: Un recorrido por la historia de la arquitectura guiado por el alumnado. *Show me Malaga: A tour through the history of architecture guided by students.*** González-Vera, Víctor Miguel.
5. **Formaciones Feedback. Tres proyectos con materiales granulares manipulados robóticamente. *Feedback Formation. Three teaching projects on robotically manipulated granular materials.*** Medina-Ibáñez, Jesús; Jenny, David; Gramazio, Fabio; Kohler, Matthias.
6. **La novia del Maule, recreación a escala 1:1. *The Maule's Bride, recreation 1:1 scale.*** Zúñiga-Alegría, Blanca.
7. **Docencia presencial con evaluación virtual. La adaptación del sistema de evaluación. *On-site teaching with on-line testing. The adaptation of the evaluation system.*** Navarro-Moreno, David; La Spina, Vincenzina; García-Martínez, Pedro; Jiménez-Vicario, Pedro.
8. **El uso de rompecabezas en la enseñanza de la historia urbana. *The use of puzzles in the teaching of urban history.*** Esteller-Agustí, Alfred; Vigil-de Insausti, Adolfo; Herrera-Piñuelas, Isamar Anicia.
9. **Estrategias educativas innovadoras para la docencia teórica en Arquitectura. *Innovative Educational Strategies for Theoretical Teaching in Architecture.*** Lopez-De Asiain, María; Díaz-García, Vicente.
10. **Los retos de la evaluación online en el aprendizaje universitario de la arquitectura. *Challenges of online evaluation in the Architecture University learning.*** Onecha-Pérez, Belén; López-Valdés, Daniel; Sanz-Prat, Javier.

11. **Zoé entra en casa. La biología en la formación en arquitectura. Zoé enters the house. Biology in architectural training.** Tapia Martín, Carlos; Medina Morillas, Carlos.
12. **Elementos clave de una base sólida que estructure la docencia de arquitectura. Key elements of a solid foundation that structures architectural teaching.** Santalla-Blanco, Luis Manuel.
13. **Buildings 360º: un nuevo enfoque para la enseñanza en construcción. Buildings 360º: a new approach to teaching construction.** Sánchez-Aparicio, Luis Javier; Sánchez-Guevara Sánchez, María del Carmen; Gallego Sánchez-Torija, Jorge; Olivieri, Francesca.
14. **Asignaturas tecnológicas en Arquitectura en el confinamiento: hacia una enseñanza aplicada. Technological courses in Architecture during lock down: towards an applied teaching.** Cornadó, Còssima; Crespo, Eva; Martín, Estefanía.
15. **Pedagogía colaborativa y redes sociales. Diseñar en cuarentena. Collaborative Pedagogy and Social Networks. Design in Quarantine.** Hernández-Falagán, David.
16. **De Vitruvio a Instagram: Nuevas metodologías de análisis arquitectónico. From Vitruvius to Instagram: New methodologies for architectural análisis.** Coeffé Boitano, Beatriz.
17. **Estrategias transversales. El grano y la paja. Transversal strategies. Wheat and chaff.** Alfaya, Luciano; Armada, Carmen.
18. **Lo fortuito como catalizador para el desarrollo de una mentalidad de crecimiento. Chance as a catalyst for the development of a growth mindset.** Amtmann-Barbará, Sebastián; Mosquera-González, Javier.
19. **Sevilla: Ciudad Doméstica. Experimentación y Crítica Urbana desde el Confinamiento. Sevilla: Domestic City. Experimentation and Urban Critic from Confinement.** Carrascal-Pérez, María F.; Aguilar-Alejandro, María.
20. **Proyectos con Hormigón Visto. Repensar la materialidad en tiempos de COVID-19. Architectural Design with Exposed Concrete. Rethinking materiality in times of COVID-19.** Lizondo-Sevilla, Laura; Bosch-Roig, Luis.
21. **El Database Driven Lab como modelo pedagógico. Database Driven Lab as a pedagogical model.** Juan-Liñán, Lluís; Rojo-de-Castro, Luis.
22. **Taller de visitas de obra, modo virtual por suspensión de docencia presencial. Building site visits workshop, virtual mode for suspension of in-class teaching.** Pinilla-Melo, Javier; Aira, José-Ramón; Olivieri, Lorenzo; Barbero-Barrera, María del Mar.

23. **La precisión en la elección y desarrollo de los trabajos fin de máster para una inserción laboral efectiva. *Precision in the choice and development of the final master's thesis for effective job placement.*** Tapia-Martín, Carlos; Minguet-Medina, Jorge.
24. **Historia de las mujeres en la arquitectura. 50 años de investigación para un nuevo espacio docente. *Women's History in Architecture. 50 years of reseach for a new teaching area.*** Pérez-Moreno, Lucía C.
25. **Sobre filtros aumentados transhumanos. *HYPERFILTER, una pedagogía para la acción FOMO. On transhuman augmented filters. HYPERFILTER, a pedagogy for FOMO Action.*** Roig, Eduardo.
26. **El arquitecto ante el nuevo paradigma del paisaje: implicaciones docentes. *The architect addressing the new landscape paradigm: teaching implications.*** López-Sanchez, Marina; Linares-Gómez, Mercedes; Tejedor-Cabrera, Antonio.
27. **'Arquigramers'. *'Archigramers'.*** Flores-Soto, José Antonio.
28. **Poliesferas Pedagógicas. Estudio analítico de las cosmologías locales del Covid-19. *Pedagogical Polysoheres. Analytical study of the local cosmologies of the Covid-19.*** Espegel-Alonso, Carmen; Feliz-Ricoy, Sálvora; Buedo-García, Juan Andrés.
29. **Académicas enREDadas en cuarentena. *Academic mamas NETWORKING in quarantine.*** Navarro-Astor, Elena; Guardiola-Víllora, Arianna.
30. **Aptitudes de juicio estético y visión espacial en alumnos de arquitectura. *Aesthetic judgment skills and spatial vision in architecture students.*** Iñarra-Abad, Susana; Sender-Contell, Marina; Pérez de los Cobos-Casinello, Marta.
31. **La docencia en Arquitectura desde la comprensión tipológica compositiva. *Teaching Architecture from a compositive and typological understanding.*** Cimadomo, Guido.
32. **Habitar el confinamiento: una lectura a través de la fotografía y la danza contemporánea. *Inhabiting confinement: an interpretation through photography and contemporary dance.*** Cimadomo, Guido.
33. **Docencia Conversacional. *Conversational learning.*** Barrientos-Turrión, Laura.
34. **¿Arquitectura a distancia? Comparando las docencias remota y presencial en Urbanismo. *Distance Learning in Architecture? Online vs. On-Campus Teaching in Urbanism Courses.*** Ruiz-Apilánez, Borja; García-Camacha, Irene; Solís, Eloy; Ureña, José María de.

35. **El taller de paisaje, estrategias y objetivos, empatía, la arquitectura como respuesta. *The landscape workshop, strategies and objectives, empathy, architecture as the answer.*** Jiliberto-Herrera, José Luís.
36. **Yo, tú, nosotras y el tiempo en el espacio habitado. *Me, you, us and time in the inhabited space.*** Morales-Soler, Eva; Minguet-Medina, Jorge.
37. **Mis climas cotidianos. Didácticas para una arquitectura que cuida el clima y a las personas. *Climates of everyday life. Didactics for an Architecture that cares for the climate and people.*** Alba-Pérez-Rendón, Cristina; Morales-Soler, Eva; Martín-Ruiz, Isabel.
38. **Aprendizaje confinado: Oportunidades y percepción de los estudiantes. *Confined learning: Opportunities and perception of college students.*** Redondo-Pérez, María; Muñoz-Cosme, Alfonso.
39. **Arqui-enología online. La arquitectura de la percepción, los sentidos y la energía. *Archi-Oenology online. The architecture of senses, sensibilities and energies.*** Ruiz-Plaza, Angela.
40. **La piel de Samantha: presencia y espacio. Propuesta de innovación docente en Diseño. *The skin of Samantha: presence and space. Teaching innovation proposal in Design.*** Fernández-Barranco, Alicia.
41. **El análisis de proyectos como aprendizaje transversal en Diseño de Interiores. *Analysis of projects as a transversal learning in Interior Design.*** González-Vera, Víctor Miguel; Fernández-Contreras, Raúl; Chamizo-Nieto, Francisco José.
42. **El dibujo como herramienta operativa. *Drawing as an operational tool.*** Bacchiarello, María Fiorella.
43. **Experimentación con capas tangibles e intangibles: COVID-19 como una capa intangible más. *Experimenting with tangible and intangible layers: COVID-19 as another intangible layer.*** Sádaba, Juan; Lenzi, Sara; Latasa, Itxaro.
44. **Logros y Límites para una enseñanza basada en el Aprendizaje en Servicio y la Responsabilidad Social Universitaria. *Achievements and Limits for teaching based on Service Learning and University Social Responsibility.*** Ríos-Mantilla, Renato; Trovato, Graziella.
45. **Generación screen: habitar en tiempos de confinamiento. *Screen Generation: Living in the Time of Confinement.*** De-Gispert-Hernández, Jordi; García-Ortega, Ramón.
46. **Sobre el QUIÉN en la enseñanza arquitectónica. *About WHO in architectural education.*** González-Bandera, María Isabel; Alba-Dorado, María Isabel.

47. **La docencia del dibujo arquitectónico en época de pandemia. *Teaching architectural drawing in times of pandemic.*** Escoda-Pastor, Carmen; Sastre-Sastre, Ramon; Bruscato-Miotto Underlea.
48. **Aprendizaje colaborativo en contextos postindustriales: catálogos, series y ensamblajes. *Collaborative learning in the post-industrial context: catalogues, series and assemblies.*** de Abajo Castrillo, Begoña; Espinosa Pérez, Enrique; García-Setién Terol, Diego; Ribot Manzano, Almudena.
49. **El Taller de materia. Creatividad en torno al comportamiento estructural. *Matter workshop. Creativity around structural behavior.*** Arias Madero, Javier; Llorente Álvarez, Alfredo.
50. **Human 3.0: una reinterpretación contemporánea del Ballet Triádico de Oskar Schlemmer. *Human 3.0: a contemporary reinterpretation of Oskar Schlemmer's Triadic Ballet.*** Tabera Roldán, Andrés; Vidaurre-Arbizu, Marina; Zuazua-Ros, Amaia; González-Gracia, Daniel.
51. **¿Materia o bit? Maqueta real o virtual como herramienta del Taller Integrado de Proyectos. *Real or Virtual Model as an Integrative Design Studio Tool.*** Tárrago-Mingo, Jorge; Martín-Gómez, César; Santas-Torres, Asier; Azcárate-Gómez, César.
52. **Un estudio comparado. Hacia la implantación de un modelo docente mixto. *A comparative study. Towards the implementation of a mixed teaching model.*** Pizarro Juanas, María José; Ruiz-Pardo, Marcelo; Ramírez Sanjuán, Paloma.
53. **De la clase-basílica al mapa generativo: Las redes colaborativas del nativo digital. *From the traditional classroom to the generative map: The collaborative networks of the digital native.*** Martínez-Alonso, Javier; Montoya-Saiz, Paula.
54. **Confinamiento liberador: experimentar con materiales y texturas. *Liberating confinement: experimenting with materials and textures.*** De-Gispert-Hernández, Jordi.
55. **Exposiciones docentes. Didáctica, transferencia e innovación en el ámbito académico. *Educational exhibitions. Didacticism, transfer and innovation into the academic field.*** Domingo Santos, Juana; Moreno Álvarez, Carmen; García Píriz, Tomás.
56. **Comunicación. Acción formativa sobre la comunicación efectiva. *Communicacion. Training action about the effective communication.*** Rivera, Rafael; Trujillo, Macarena.
57. **Oscilación entre teoría y práctica: la representación como punto de equilibrio. *Oscillation between theory and practice: representation as a point of balance.*** Andrade-Harrison, Pablo.

58. **Construcción de Sentido: Rima de Teoría y Práctica en el Primer Año de Arquitectura. *Construction of Meaning: Rhyme of Theory and Practice in the First Year of Architecture.*** Quintanilla-Chala, José; Razeto-Cáceres, Valeria.
59. **Propuesta innovadora en el Máster Oficial en Peritación y Reparación de Edificios. *Innovative proposal in the Official Master in Diagnosis and Repair of Buildings.*** Pedreño-Rojas, Manuel Alejandro; Pérez-Gálvez, Filomena; Morales-Conde, María Jesús; Rubio-de-Hita, Paloma.
60. **La inexistencia de enunciado como enunciado. *The nonexistence of statement as statement.*** García-Bujalance, Susana.
61. **Blended Learning en la Enseñanza de Proyectos Arquitectónicos a través de Miro. *Blended Learning in Architectural Design Education through Miro.*** Coello-Torres, Claudia.
62. **Multi-Player City. La producción de la ciudad negociada: Simulaciones Docentes. *Multi-Player City. The production of the negotiated city: Educational Simulations.*** Arenas Laorga, Enrique; Basabe Montalvo, Luis; Muñoz Torija, Silvia; Palacios Labrador, Luis.
63. **Proyectando un territorio Expo: grupos mixtos engarzando el evento con la ciudad existente. *Designing an Expo space: mixed level groups linking the event with the existing city.*** Gavilanes-Vélaz-de-Medrano, Juan; Castellano-Pulido, Javier; Fuente-Moreno, Jesús; Torre-Fragoso, Ciro.
64. **Un pueblo imaginado. *An imagined village.*** Toldrà-Domingo, Josep Maria; Farreny-Morancho, Jaume; Casals-Roca, Raquel; Ferré-Pueyo, Gemma.
65. **El concurso como estrategia de aprendizaje: coordinación, colaboración y difusión. *The contest as a learning strategy: coordination, collaboration and dissemination.*** Fernández Villalobos, Nieves; Rodríguez Fernández, Carlos; Geijo Barrientos, José Manuel.
66. **Aprendizaje-Servicio para la diagnosis socio-espacial de la edificación residencial. *Service-Learning experience for the socio-spatial diagnosis of residential buildings.*** Vima-Grau, Sara; Tous-Monedero, Victoria; Garcia-Almirall, Pilar.
67. **Creatividad con método. Evolución de los talleres de Urbanismo+Proyectos de segundo curso. *Creativity within method. Evolution of the second year Architecture+Urban design Studios.*** Frediani Sarfati, Arturo; Alcaina Pozo, Lara; Rius Ruiz, Maria; Rosell Gratacòs, Quim.
68. **Estrategias de integración de la metodología BIM en el sector AEC desde la Universidad. *Integration strategies of the BIM methodology in the AEC sector from the University.*** García-Granja, María Jesús; de la Torre-Fragoso, Ciro; Blázquez-Parra, Elidia B.; Martín-Dorta, Norena.

69. **Taller experimental de arquitectura y paisaje. Primer ensayo “on line”.**
Architecture and landscape experimental atelier. First online trial. Coca-Leicher, José de; Fontcuberta-Rueda, Luis de.
70. **camp_us: co-diseñando universidad y ciudad. Pamplona, 2020. camp_us: co-designing university and city. Pamplona 2020.** Acilu, Aitor; Larripa, Adrián.
71. **Convertir la experiencia en experimento: La vida confinada como escuela de futuro. Making the experience into experiment: daily lockdown life as a school for the future.** Nanclares-daVeiga, Alberto.
72. **Urbanismo Acción: Enfoque Sostenible aplicado a la movilidad urbana en centros históricos. Urbanism Action: Sustainable Approach applied to urban mobility in historic centers.** Manchego-Huaquipaco, Edith Gabriela; Butrón-Revilla, Cinthya Lady.
73. **Arquitectura Descalza: proyectar y construir en contextos frágiles y complejos. Barefoot Architecture designing and building in fragile and complex contexts.** López-Osorio, José Manuel; Muñoz-González, Carmen M.; Ruiz-Jaramillo, Jonathan; Gutiérrez-Martín, Alfonso.
74. **I Concurso de fotografía de ventilación y climatización: Una experiencia en Instagram. I photography contest of ventilation and climatization: An experience on Instagram.** Assiego-de-Larriva, Rafael; Rodríguez-Ruiz, Nazaret.
75. **Urbanismo participativo para la docencia sobre espacio público, llegó el confinamiento. Participatory urbanism for teaching on public space, the confinement arrived.** Telleria-Andueza, Koldo; Otamendi-Irizar, Irati.
76. **WhatsApp: Situaciones y Programa. WhatsApp: Situations and Program.** Silva, Ernesto; Braghini, Anna; Montero Paulina.
77. **Los talleres de experimentación en la formación del arquitecto humanista. The experimental workshops in the training of the humanist architect.** Domènech-Rodríguez, Marta; López López, David.
78. **Role-Play como Estrategia Docente en el Aprendizaje de la Construcción. Role-Play as a Teaching Strategy in Construction Learning.** Pérez-Gálvez, Filomena; Pedreño-Rojas, Manuel Alejandro; Morales-Conde, María Jesús; Rubio-de-Hita, Paloma.
79. **Enseñanza de la arquitectura en Chile. Acciones pedagógicas con potencial innovador. Architectural teaching in Chile. Pedagogical actions with innovative potential.** Lagos-Vergara, Rodrigo; Barrientos-Díaz, Macarena.

80. **Taller vertical y juego de roles en el aprendizaje de programas arquitectónicos emergentes. *Vertical workshop and role-playing in the learning of emerging architectural programs.*** Castellano-Pulido, F. Javier; Gavilanes-Vélaz de Medrano, Juan; Minguet-Medina, Jorge; Carrasco-Rodríguez, Francisco.
81. **Un extraño caso de árbol tenedor. Madrid y Ahmedabad. Aula coopera [Spain/in/India]. *A curious case of tree fork. Madrid and Ahmedabad. Aula coopera [Spain/in/India].*** Montoro-Coso, Ricardo; Sonntag, Franca Alexandra.
82. **La escala líquida. Del detalle al territorio como herramienta de aprendizaje. *Liquid scale. From detail to territory as a learning tool.*** Solé-Gras, Josep Maria; Tifena-Ramos, Arnau; Sardà-Ferran, Jordi.
83. **Empatía a través del juego. La teoría de piezas sueltas en el proceso de diseño. *Empathy through playing. The theory of loose parts in Design Thinking.*** Cabrero-Olmos, Raquel.
84. **La docencia de la arquitectura durante el confinamiento. El caso de la Escuela de Valencia. *Teaching architecture in the time of stay-at-home order. The case of the Valencia School.*** Cabrera i Fausto, Ivan; Fenollosa Forner, Ernesto.
85. **Proyectos Arquitectónicos de programa abierto en lugares invisibles. *Architectural Projects of open program in invisible places.*** Alonso-García, Eusebio; Blanco-Martín, Javier.

Los talleres de experimentación en la formación del arquitecto humanista

The experimental workshops in the training of the humanist architect

Domènech-Rodríguez, Marta^a; López López, David^b

^a Departament de Projectes Arquitectònics, Universitat Politècnica de Catalunya (España) marta.domenech@upc.edu; ^b Departament de Tecnologia de l'Arquitectura, Universitat Politècnica de Catalunya (España) david.lopez.lopez@upc.edu

Abstract

This communication aims to show and debate the experience of the experimentation workshops based on learning methodologies known as “learning by building”. The experience of the authors themselves is analyzed through a workshop at the Institute of Advanced Architecture of Catalunya. Through the construction of a free-form thin tile vaulted structure, this workshop integrates strategies from the architectural design and the knowledge of the technology of architecture, especially in the field of structures and construction, together with new computational design tools.

Keywords: *teaching, tile vaulting, learning by building, digital fabrication, computational design.*

Thematic areas: *architectural design, technology, active methodology, design-build.*

Resumen

Esta comunicación se propone mostrar y poner a debate la experiencia de los talleres de experimentación basados en metodologías de aprendizaje conocidas como “learning by building”. Se analiza la experiencia de los propios autores a través de un taller en el Instituto de Arquitectura Avanzada de Catalunya en el que a través de la construcción de una estructura abovedada de forma libre con la técnica tradicional de la bóveda tabicada, se integran el ámbito de los proyectos arquitectónicos y el ámbito de la tecnología de la arquitectura, especialmente en las ramas de las estructuras y la construcción, juntamente con las nuevas herramientas de diseño computacional.

Palabras clave: *docencia, bóveda tabicada, learning by building, fabricación digital, diseño computacional.*

Bloque temático: *proyectos arquitectónicos, tecnología, metodología activa, design-build.*

Introducción. La experimentación en la formación humanista

“Creemos que producir conocimiento, que aportar a la constructibilidad, a la utilización más eficiente, más racional, más segura de nuestros recursos económicos y ambientales, es la razón que nos impulsa a meternos a hacer todo aquello que no sabemos hacer, y detrás de la posibilidad de obtener algún resultado con esto, poder otorgar nuevamente a la sociedad, un vínculo, un compromiso.” (Benítez, 2016).

La experiencia de los talleres de experimentación basados en metodologías de aprendizaje conocidas como *learning by building* permiten la integración del conocimiento de la tecnología y las limitaciones materiales en la enseñanza de los proyectos de arquitectura (Deplazes et al., 2017). A diferencia de otras propuestas, la que se presenta aquí busca la integración entre el ámbito de los proyectos arquitectónicos y el ámbito de la tecnología, especialmente las estructuras y la construcción. Esta síntesis de ámbitos, obliga al estudiante a enfrentar los límites de la realidad, no sólo desde las necesidades de los usuarios del espacio, sino también introduciendo las limitaciones y posibilidades de las técnicas aprendidas y las estructuras espaciales posibles.

Los futuros arquitectos, como nosotros ahora, deberán encontrar nuevos límites para nuevos planteamientos de la realidad de los que no hay referencias o soluciones precedentes exactas a las que dirigirse. Esta condición del papel que el arquitecto debe asumir, exige una vocación humanista en la enseñanza de la arquitectura que fomente en ellos una visión global, abierta, crítica y creativa, con la idea de proyectar la arquitectura explorando los límites de sus posibilidades.

La integración y la exploración de los límites desde diferentes ámbitos fomentan una vocación humanista de la enseñanza de la arquitectura que es importante si se entiende la figura del arquitecto como esencial dentro de la sociedad para materializar el futuro imaginario colectivo:

- 1) En primer lugar, desde una vocación más artística, en estos talleres se trabaja experimentalmente con materiales y técnicas convencionales y conocidas. Se introduce a los estudiantes en la comprensión constructiva y los límites y posibilidades espaciales de los sistemas estructurales asociados, a la vez que se les fomenta a proyectar un determinado espacio.
- 2) Con los talleres de experimentación, veremos cómo la integración de las limitaciones estructurales y constructivas en el proyecto, ayuda a recuperar una visión estratégica que permite reintroducir la idea de la economía de medios en el proyecto: *más por menos*; lema que en estos talleres se traduce como la utilización de los mínimos materiales necesarios y los mínimos recursos para lograr el máximo espacio deseado y necesario.
- 3) En tercer lugar, estos talleres se proponen como espacios de investigación en los que se integran las nuevas herramientas computacionales y de fabricación digital, explorando las innovaciones más recientes, aplicadas al diseño del espacio, permitiendo fortalecer los vínculos entre la investigación y la docencia.

1. Bases para la experimentación material en la enseñanza de la arquitectura

Cuando nos enfrentamos a la enseñanza de proyectar la arquitectura, nos encontramos a menudo con la dificultad de que los estudiantes integren en su aprendizaje la responsabilidad técnica sobre los materiales y la tecnología que consideran apropiada. Esta dificultad viene acompañada, no sólo de la complejidad de integrar y sintetizar el conocimiento de los distintos ámbitos de la arquitectura en el proyecto, sino también de una aproximación a la materia que, normalmente, se hace únicamente desde la maqueta a escala.

Numerosos indicadores apuntan a que el modo en el que estamos materializando la arquitectura debe ser replanteado. Fomentar la integración de este conocimiento para proyectar, puede ser importante.

1.1. Problemas de los futuros arquitectos asociados a la sostenibilidad y la materialización de la arquitectura

Prácticamente la mitad de la población posee menos del 2% de la riqueza y de los recursos materiales disponibles; mientras que el 1% más rico de la población dispone casi del 50% (Credit Suisse, 2019). En el campo de la arquitectura, esto se podría traducir en hechos como que al menos dos quintas partes de la población mundial actual vive en asentamientos informales y no dispone de los materiales necesarios para la construcción estándar, y por lo tanto, construyen con los recursos disponibles al alcance (ONU Habitat, 2012). Es importante constatar además que el Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de las Naciones Unidas estima que para 2050 la población mundial habrá crecido casi un 50% (ONU, 2019) y que las condiciones antes mencionadas, se pueden agravar más.

La OCDE, en su último informe, apunta además que la disponibilidad de la materia prima no está garantizada para la construcción del hábitat de los próximos años con este crecimiento previsto y esta desigualdad creciente (OECD, 2018). Esto, en parte, se debe al hecho de que no optimizamos los recursos que ya están construidos y a que se están utilizando materiales de un modo poco eficiente y que contaminan demasiado (Block et al., 2020).

Con estos talleres, se busca fomentar en los estudiantes un sentido de responsabilidad sobre los materiales y las técnicas posibles que les dé una comprensión global del impacto de sus decisiones y les dé herramientas para la respuesta material eficaz que sea necesaria en cada caso. En este sentido, proponemos el abordaje del proyecto desde tres ejes:

- 1) Trabajar desde lo existente. Es decir, con actitud de aprender de lo que ya existe. A pesar de la ilusión que puede implicar pensar en “inventar algo”, es importante no olvidar que puede ser un enfoque engañoso, ya que podría eliminar valiosos recursos existentes y conocimientos pasados.
- 2) Reintroducir la economía de medios en el proyecto arquitectónico que posibilite una materialización del proyecto más eficaz.
- 3) Explorar los límites de lo posible. Trabajar sin prejuicios y con un conocimiento amplio desde los distintos ámbitos propuestos.

1.2. La técnica tradicional de la bóveda tabicada para la experimentación

En los últimos años, varios equipos de investigadores de todo el mundo, incluida España, están trabajando en la reintroducción de la técnica tradicional de la bóveda tabicada para la construcción contemporánea. Puede ser especialmente indicada en nuestras latitudes porque se

construye con materiales locales, forma parte de la tradición constructiva de la península ibérica, especialmente del mediterráneo occidental y es una arquitectura que ofrece una gran compacidad, durabilidad y confort a la vez que una gran eficiencia térmica.

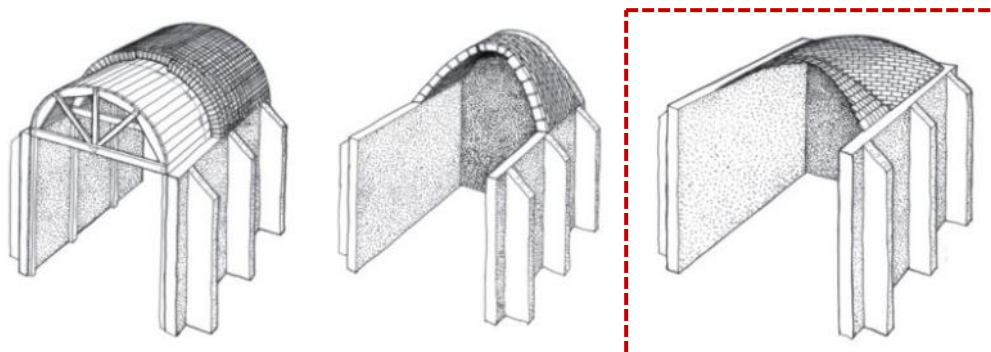


Fig. 1 Tres modos de construir bóvedas de mampostería: a) Bóveda de cañón por dovelas con cimbrado de madera; b) Bóveda nubia; y c) Bóveda tabicada. Fuente: Allen, P. (2009) (Ochsendorf, 2010)

Las bóvedas tabicadas son bóvedas de fábrica, tradicionalmente hechas con ladrillo y aglomerante. Su singularidad proviene especialmente de su construcción: los ladrillos se disponen de plano superponiendo varias hojas: la primera, se recibe con yeso o mortero de fraguado rápido para poder ejecutarse sin cimbra, y las siguientes hojas se ejecutan con aglomerantes de fraguado más lento. Los ladrillos se van disponiendo cerrando arcos o anillos sucesivos que evitan la necesidad de cimbrado y por lo tanto ahorran mucho material de desperdicio y costes, formando de este modo, forjados, escaleras o cubiertas con espesores mínimos. Por ejemplo, según la patente desarrollada por Rafael Guastavino en Estados Unidos en 1889, un forjado de 4m de luz, puede estar salvado por una estructura de bóveda tabicada de dos o tres hojas (unos 10 cm de espesor de material) (Ochsendorf, 2005).

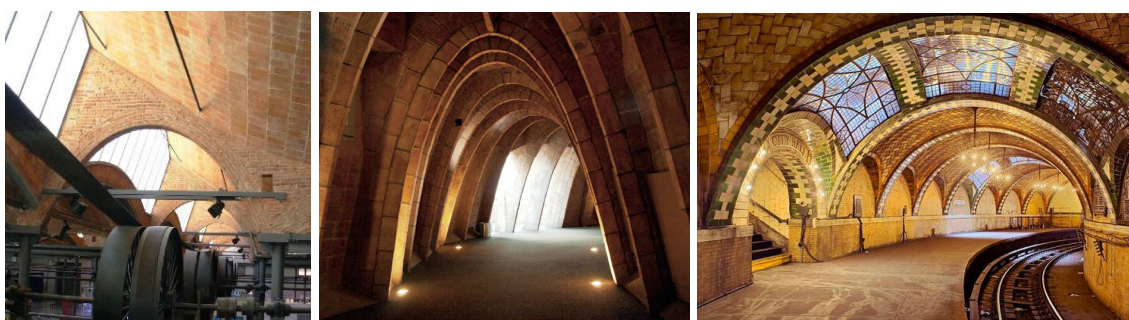


Fig. 2 a) Bóveda tabicada. Cubierta del Museo de la Ciencia y de la Técnica de Terrassa de Lluís Muncunill, 1908; b) Ático de la Casa Milà de Antoni Gaudí, 1910; c) Estación de metro City Hall en Nueva York de Rafael Guastavino, 1904

La bóveda tabicada es también un elemento estructural capaz de resistir elevadas sobrecargas. Es a veces impactante, incluso para muchos ingenieros y arquitectos, el comprobar la alta capacidad resistente de este tipo de construcciones. Con la forma correcta y las condiciones de contorno adecuadas, finísimas bóvedas resisten grandes cargas. Como muestra de ello, se exponen en la Fig.3 diferentes pruebas de carga realizadas sobre este tipo de estructuras.



Fig.3 a) Pruebas de carga realizadas por Rafael Guastavino en 1901; b) Prueba de carga en Can Mercader, Cornellà, realizada por José Luis González; c) Prueba de carga en Ca l'Aranyó, Barcelona, realizada por José Luis González

1.2.1. Investigación contemporánea entorno a la bóveda tabicada

Las condiciones en las que podemos proyectar el espacio contemporáneo nos obligan a reformular la forma en que trabajamos con los recursos que tenemos disponibles. Con un material tan extendido como es el ladrillo, su reintroducción con las nuevas herramientas disponibles para diseñar arquitectura adquiere especial relevancia.

La investigación y el estudio desarrollado en los últimos años sobre el alcance de la bóveda tabicada conduce a afirmar que su reintroducción a través de la innovación en su materialización y en sus procesos de fabricación, puede suponer un impacto de amplio alcance para lograr implementar una construcción más eficiente y sostenible (López López et al., 2016; López López y Domènech, 2017).

El renacimiento contemporáneo de la bóveda tabicada tuvo un comienzo claro en el Masonry Research Group del Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) en Cambridge, EE.UU., dirigido por el profesor John Ochsendorf (Ochsendorf, 2012). El éxito del grupo en este sentido fue el desarrollo de nuevas y potentes herramientas para el diseño y análisis de estructuras de fábrica utilizando métodos interactivos de equilibrio. Estas herramientas les permitieron crear nuevas formas arquitectónicas y demostrar su estabilidad y seguridad estructural.

Algunos exalumnos del MIT continuaron su investigación sobre la bóveda tabicada en diferentes instituciones, como Michael Ramage en la Universidad de Cambridge (Ramage et al., 2010a, 2010b) y Philippe Block, formando el Block Research Group (BRG), en la ETH de Zúrich. En particular, las innovaciones en bóvedas tabicadas de “forma libre” del BRG ofrecieron nuevas posibilidades a la antigua técnica de construcción, dando como resultado bóvedas tabicadas optimizadas y formalmente muy novedosas (Davis et al, 2011; Block et al., 2010, 2014).

Thrust Network Analysis fue el resultado de la tesis doctoral de Philippe Block bajo la dirección de John Ochsendorf en el MIT (Block y Ochsendorf, 2007; Block, 2009) y sirvió como base teórica para desarrollar en el BRG la herramienta computacional de “form-finding” RhinoVAULT: un “plug-in” del programa Rhinoceros que permite el diseño de estructuras a compresión abovedadas de alta complejidad formal (Rippmann et al., 2012; Rippmann, 2016). RhinoVAULT ha sido clave en la innovación en bóvedas tabicadas, ya que ha sido la herramienta utilizada para diseñar algunos de los proyectos cuyas contribuciones han sido más relevantes (López López et al., 2016).

La primera bóveda tabicada “de forma libre” fue construida por el BRG en 2011 como resultado de combinar el recientemente desarrollado RhinoVAULT y la versatilidad y flexibilidad de la técnica tradicional de la bóveda tabicada (Davis et al., 2012).

Otros ejemplos de bóvedas tabicadas de forma libre, con coautoría de los firmantes de este artículo, y en los cuales se realizaron talleres docentes con estudiantes y profesionales de la construcción, son el proyecto Brick-topia (López López et al. 2014a, 2014b), de Map13 Barcelona, y Colombrick (López López et al., 2014c), del Block Research Group. El pabellón Brick-topia, construido en Barcelona en 2013 para el Festival Internacional de Arquitectura, fue la primera bóveda tabicada de forma libre a tal escala y abierta al público. Colombrick, una obra encargada por ONU Hábitat para el Séptimo Foro Urbano Mundial en Medellín en 2014, con la intención de mostrar una técnica constructiva sostenible, accesible y versátil, exportable a países en vías de desarrollo.



Figura 4 a) Brick-topia de Map13 Barcelona, 2013 (Foto: Paula López Barba y Manuel de Lózar); b) Colombrick del Block Research Group, Medellín 2014

2. La experiencia del taller de experimentación en el Máster de Arquitectura Avanza del IAAC

La experiencia que se propone compartir y analizar en esta comunicación es el taller de dos semanas intensivas llevado a cabo por los autores en el Instituto de Arquitectura Avanzada de Catalunya. El taller iba dirigido a veintisiete arquitectos, estudiantes del máster avanzado en diseño computacional con una carga lectiva de 60 ECTS y un curso académico de duración. El módulo de aprendizaje que comprendía este taller, tenía de 4 ECTS y era el último que los estudiantes realizaban en el máster. Los estudiantes, por lo tanto, llegaban con conocimientos avanzados de las herramientas digitales contemporáneas.

El taller se iniciaba proyectando espacios abovedados que pudieran ser construidos en las zonas exteriores del Campus Valldaura del IAAC y a medida que proyectaban iban introduciendo las leyes estructurales asociadas a los sistemas abovedados, las nuevas herramientas de diseño paramétrico y las limitaciones del sistema constructivo tradicional de la bóveda tabicada.

Los estudiantes por lo tanto, iban incorporando conocimientos a medida que proyectaban hasta que finalmente diseñaron conjuntamente un espacio para ser construido entre todo el grupo.

2.1. Primeros estudios y ensayos espaciales con bóvedas



Fig. 5 Primeras maquetas de estudiantes para iniciarse en los sistemas espaciales abovedados. Fuente: Fotografías realizadas por los autores

La primera mañana del taller se dedicó a proyectar espacios abovedados realizando maquetas en parejas con materiales sobrantes de los talleres del IAAC. Los estudiantes se enfrentaban a las distintas relaciones y proporciones de los espacios sin necesidad de introducir criterios de funcionalidad programática y sin tener en cuenta las leyes estructurales asociadas. De este modo, empezaban introduciendo la espacialidad de la bóveda y a trabajar aspectos como el contacto con el suelo, la pérdida de altura, la relación entre estancias, las relaciones interior y exterior, etc.

Trabajaron también los distintos tipos de espacios y sus límites comparando láminas abovedadas continuas y láminas abovedadas fragmentadas por piezas, como puede verse en las fotografías de las maquetas realizadas por los estudiantes (Fig.5).

2.2. Leyes estructurales asociadas a los sistemas abovedados. Introducción a la estática gráfica y a la bóveda tabicada



Fig. 6 a) Clase teórica sobre la bóveda tabicada; b) Resultado de una maqueta de cadenas invertida; c) Estudiantes realizando una maqueta de cadenas invertida. Fuente: Fotografías realizadas por los autores

Tras las primeras horas de elaboración de maquetas para proyectar espacios abovedados, se realizó una lección teórica para introducir el sistema constructivo de la bóveda tabicada y los principios básicos de la estática gráfica, junto con los métodos tradicionales de búsqueda de formas óptimas (“form-finding”) y el principio de la inversión de esfuerzos.

Bajo la idea de aprender proyectando, los estudiantes realizaron pequeñas maquetas invertidas de cadenas que pueden verse en la Fig. 6, generando espacialidad bajo las leyes estructurales de la compresión. La comprensión de la metodología tradicional para este tipo de sistemas

espaciales, resulta fundamental para una buena comprensión del funcionamiento de las nuevas herramientas computacionales y la introducción en la investigación académica más reciente.

2.3. Introducción al diseño computacional a través del *plugin RhinoVAULT*

Tras el aprendizaje del sistema tradicional para proyectar las estructuras abovedadas, se empezó a profundizar de forma teórico-práctica en el *plugin* de Rhinoceros *RhinoVAULT*. Como se exponía en el apartado 1.2.1, este programa permite el diseño de estructuras funiculares a compresión.

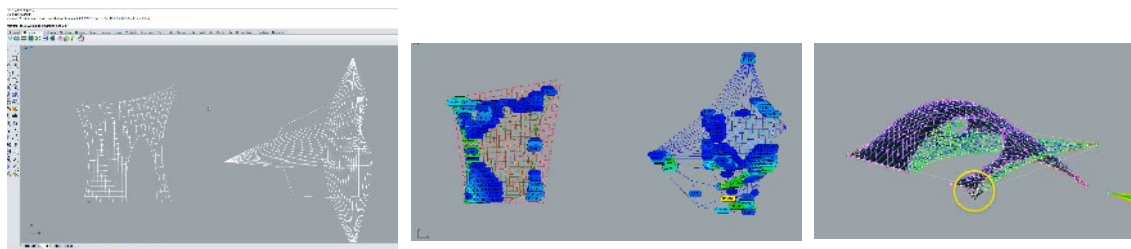


Fig. 7 Diseño con el *plugin Rhinovault* de la estructura abovedada que se construiría entre los estudiantes del módulo.
Fuente: Capturas de pantalla de los modelos realizados por los estudiantes y los autores

Tras esta primera fase, los estudiantes tuvieron un período de un día y medio intensivo para explorar el potencial del *plugin* y desarrollar una comprensión de la lógica constructiva del sistema.

En este taller intensivo, los estudiantes proyectaron conjuntamente una bóveda de 27 m² para un espacio en pendiente en el Campus de Valldaura. En grupos de cinco, se definieron las limitaciones y los parámetros a introducir para luego ponerse en conjunto a través de debates, propuestas y votaciones con todo el grupo.

Este sistema colaborativo, en lugar de realizar un concurso con un ganador, es recurrente en los talleres *learning by building* porque resulta fundamental trabajar la cohesión del grupo para que alcancen los objetivos de aprendizaje previstos.

Al producirse una síntesis compleja entre distintos ámbitos de la arquitectura, resulta importante trabajar la implicación de todos los estudiantes y que cada uno encuentre su lugar en la intensificación que le resulte más interesante sin perder la comprensión de todo el proceso.

2.4. Traducción del modelo digital al prototipo construido

Tras la primera fase proyectual, el grupo se dividió en tres de forma natural en las distintas tareas que se requerían para convertir el prototipo abstracto en un espacio construido. La construcción se propuso en una zona con gran pendiente que podía ser utilizado para resguardarse de la lluvia, el sol y gozar de vistas al parque como puede verse en la Fig. 8.

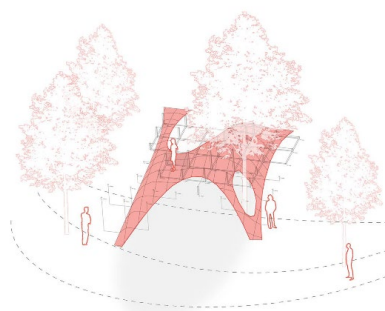


Fig.8 Vista axonométrica del espacio abovedado proyectado en el parque. Fuente: Redibujado por los autores

El primer grupo de estudiantes, con la ayuda de los maestros albañiles empezaron las tareas de protección y preparación del terreno en el que se iba a construir la bóveda. Al estar en la finca del campus IAAC Valldaura dentro del Parque Natural de Collserola, se protegió con plásticos una gran área del suelo de la bóveda y los alrededores para evitar la contaminación del suelo del parque.



Fig.9 Estudiantes preparando el terreno para la construcción con la ayuda de maestros albañiles. Fuente: Fotografías realizadas por los autores

Mientras se preparaba el terreno, un segundo grupo de estudiantes empezó a fabricar la plataforma horizontal que se había ideado para poder construir la bóveda y apoyar las guías de cimbrado de cartón y redondos de acero.

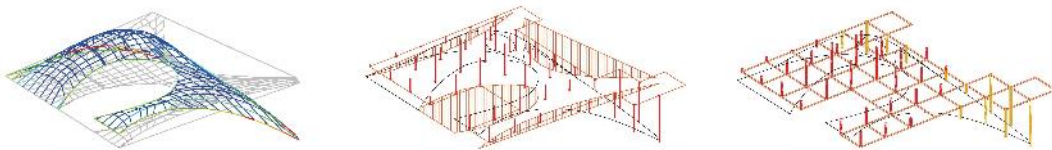


Fig.10 Esquema de la plataforma horizontal necesaria. Fuente: Redibujado por los autores

Como puede verse en la Fig. 11, la plataforma se realizó con maderas sobrantes que los propios estudiantes recopilaron por Valldaura.



Fig.11 Estudiantes construyendo una plataforma horizontal con listones de madera sobrantes del Campus Valldaura. Fuente: Fotografías realizadas por los autores

Y finalmente el tercer grupo de estudiantes se encargó de la elaboración de las guías para la construcción del falso cimbrado que se apoyaría sobre la plataforma para que la bóveda se erigiera con la correcta y precisa geometría proyectada.

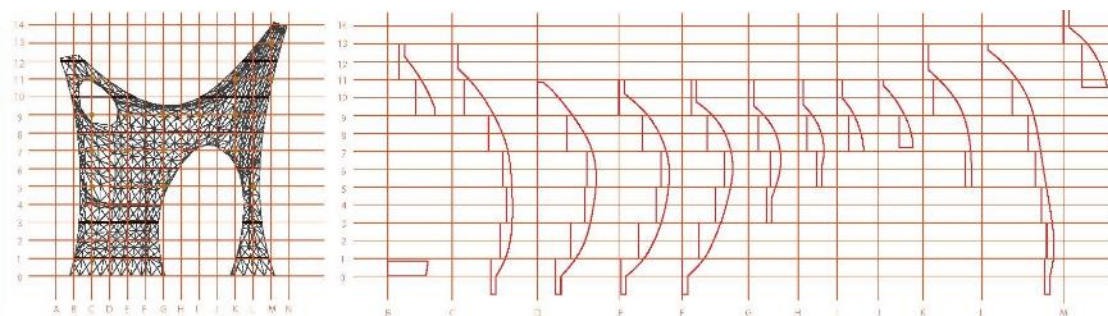


Fig. 12 Secciones de la bóveda para el corte de las guías del falso cimbrado. Fuente: Planos realizados por los estudiantes y los autores

Entre todos los estudiantes y con la ayuda de los maestros albañiles se colocó en el sitio la plataforma horizontal y las guías del falso cimbrado para poder empezar la construcción de la bóveda. Esta primera fase preparatoria se realizó en dos días intensivos.



Fig. 13 Distintos momentos del montaje de la plataforma horizontal. Fuente: Fotografías realizadas por los autores

Tras la preparación del terreno y la cimentación, el falso cimbrado y la plataforma de trabajo, iniciamos la construcción de la bóveda. La combinación de albañiles y estudiantes en la obra, bajo la supervisión de los tutores, es notoriamente didáctica y enriquecedora. La velocidad de aprendizaje y la motivación de los estudiantes aumenta en este tipo de talleres con la presencia de trabajadores profesionales, ya que les enseñan a resolver problemas de manera rápida y marcan un ritmo constante en la construcción.



Fig. 14 Diferentes momentos de la construcción de la bóveda. Fuente: Fotografías realizadas por los autores

2.5. Prototipo final

El día en el que se acaba la construcción es, lógicamente, el más esperado para el alumnado. Los estudiantes recibieron esta obra con gran satisfacción y evaluaron el módulo de aprendizaje muy positivamente. La pequeña construcción sigue en pie y ha sido publicada como ejemplo en varios blogs de arquitectura y expuesto a través del programa Open House Barcelona.



Fig.15 Fotografías del prototipo construido. Fuente: Filippo Poli (IAAC)

Tras la realización de este taller, los autores concluimos que no era necesario un conocimiento precedente tan alto de las herramientas computacionales y que de forma simplificada podía y era importante que se implementase en las enseñanzas regulares de grado.

Así como el tamaño de la construcción se puede ajustar al número de estudiantes, al tiempo disponible y al presupuesto; tanto el tipo de construcción como el método de diseño y las clases teóricas se pueden adaptar a los conocimientos del alumnado.



Fig.16 Fotografías del prototipo construido. Fuente: Filippo Poli (IAAC)



Fig. 17 Fotografías del prototipo construido. Fuente: Filippo Poli (IAAC)

3. Conclusiones. Motivos para la introducción de estos talleres en la enseñanza reglada

Hemos empezado esta comunicación con la declaración de Solano Benítez al recibir el León de Oro para la Bienal de Venecia en 2016. Tal y como decía, si queremos generar conocimiento, influenciar en las condiciones de vida de la mayoría y contribuir a un uso más eficiente y racional de nuestros recursos, debemos enfrentarnos al proyecto explorando los límites de lo que es posible cada vez.

Los talleres llevados a cabo integran el ámbito de los proyectos arquitectónicos y el ámbito de la tecnología de la arquitectura y dan lugar a unos espacios de aprendizaje en los que los estudiantes aprenden a proyectar con las nuevas herramientas computacionales y de fabricación digital bajo la comprensión de las posibilidades constructivas, estructurales y espaciales que ofrecen los distintos materiales. Son talleres en los que se abarca un proceso completo de proyecto, desde el diseño hasta la construcción de los espacios proyectados por los propios estudiantes con la ayuda de maestros artesanos albañiles. La realización de este taller intensivo en el IAAC y la experiencia de los autores en otros talleres realizados, nos muestran que los objetivos se pueden adaptar según el nivel de conocimiento de los alumnos y lograr resultados notables.

El pasado curso académico 2019/20, se introdujo una asignatura optativa del Grado en Arquitectura en la ETSAB con la metodología de estos talleres. Lamentablemente, la tormenta Gloria estropeó la construcción que se estaba llevando a cabo, imposibilitando la muestra de un resultado final como el mostrado en esta comunicación. A pesar de este incidente, los estudiantes, igual que los estudiantes del IAAC, evaluaron su grado de satisfacción hacia la asignatura con una nota de 5 sobre 5 por los contenidos y el aprendizaje recibido.

Además de las encuestas de las universidades, en ambos casos realizamos una encuesta en la que les preguntamos qué era lo que les había parecido más interesante e instructivo, y las respuestas se orientaban a que la asignatura les había ayudado a tomar conciencia más profundamente de la relación entre los materiales y las estrategias de formalización del espacio;

y también, que la asignatura les había ayudado a integrar las nuevas herramientas computacionales de optimización formal en el proyecto.

Los talleres de experimentación bajo la metodología conocida como *learning by building*, buscan ofrecer a los estudiantes herramientas proyectuales que les permitan optimizar los recursos materiales empleados y disminuir la generación de residuos a través de la integración de la materialidad en el diseño y el aprendizaje de las nuevas herramientas de optimización formal. También pretendemos fomentar una actitud en el futuro arquitecto para transformar los límites de la realidad a partir de las condiciones latentes en ella por medio de la intensificación y la reintroducción del pensamiento material en el desarrollo del proyecto.

Esta exploración de los límites de lo posible implica una actitud diferente de la que tendríamos si sólo pensáramos en “construir la arquitectura”. Las exploraciones de los límites de la realidad parten de un conocimiento global del contexto y hay en ellas un deseo, una voluntad y una inteligencia que nos resulta esencial en la enseñanza de la arquitectura.

Bibliografía

BENÍTEZ, S. (2016). *La lección de Solano Benítez, León de Oro de la Biennale 2016*. <<https://www.arquine.com/la-leccion-de-solano-benitez-leon-de-oro-de-la-biennale-2016/>> [Consulta: 20 de septiembre de 2020].

BLOCK, P. y OCHSENDORF, J. (2007). “Thrust network analysis: a new methodology for three-dimensional equilibrium” en *Journal of the International Association for shell and spatial structures*, 48(3): 167-173.

BLOCK, P. (2009). *Thrust Network Analysis: Exploring Three-dimensional Equilibrium*. Tesis doctoral. Cambridge, EE.UU: Massachusetts Institute of Technology.

BLOCK, P. et al. (2014). “Ribbed tile vaulting – Innovation through two design-build workshops”. Gramazio, F., Kohler, M., Langenberg, S. (Eds.) En *FABRICATE 2014*. ETH Zurich. 22-29

BLOCK, P. et al. (2010). “Tile vaulted systems for low-cost construction in Africa” en *ATDF Journal (African Technology Development Forum)* 7(1/2): 4-13.

BLOCK, P. et al. (2020). “Redefining Structural Art: Strategies, necessities and opportunities” en *Structural Engineer* 98 (1): 66-72.

CREDIT SUISSE. Annual Report 2019. Credit Suisse Group AG. <<https://www.credit-suisse.com/media/assets/corporate/docs/about-us/investor-relations/financial-disclosures/financial-reports/csg-ar-2019-en.pdf>> [Consulta: 20 de septiembre de 2020].

DAVIS, L. et al. (2011). “Efficient and Expressive Thin-tile Vaulting using Cardboard Formwork” en *Proceedings of the IABSE-IASS Symposium*. London.

DAVIS, L. et al. (2012). “Innovative Funicular Tile Vaulting; A prototype in Switzerland” en *The Structural Engineer* 90(11): 46-56.

DEPLAZES, A.; LINARES DE LA TORRE, O.; y SALMERÓN ESPINOSA, M. (2017). “Learning by building. Dos experiencias didácticas de la Cátedra Deplazes ETH-Z”. García-Escudero, D., Bardí i Milà, B. (Eds.) En *JIDA'17. V Jornadas de Innovación Docente en Arquitectura*, Sevilla. DOI: 10.5821/jida.2017.5218.

EUROPEAN COMMISSION. (2018). Construction and Demolition Waste (CDW). <https://ec.europa.eu/environment/waste/construction_demolition.htm> [Consulta: 20 de septiembre de 2020].

GATES, B. y GATES, M. (2019). “We didn’t see this coming” en *Gates Note, the blog of Bill Gates*. <<https://www.gatesnotes.com/2019-Annual-Letter>> [Consulta: 20 de septiembre de 2020].

- LÓPEZ LÓPEZ, D.; DOMÈNECH, M.; y PALUMBO, M. (2014a). ““Brick-topia”, the thin-tile vaulted pavilion” en *Case Studies in Structural Engineering*, 2: 33-40.
- LÓPEZ LÓPEZ, D.; DOMÈNECH, M.; y PALUMBO, M. (2014b). “Using a construction technique to understand it: thin-tile vaulting” en *9th International Conference SAHC 2014*. Mexico City.
- LÓPEZ LÓPEZ, D. et al. (2014c). “Thin-tile vault for the Seventh World Urban Forum in Medellín” en *IASS-SLTE 2014 Symposium*. Brasilia, Brazil.
- LÓPEZ LÓPEZ, D.; VAN MELE, T.; y BLOCK, P. (2016). “Tile vaulting in the 21st century” en *Informes de la Construcción*, 68(544): e162.
- LÓPEZ LÓPEZ, D. y DOMÈNECH, M. (2017). *Tile vaults. Structural analysis and experimentation*. 2nd Guastavino Biennial. Diputació de Barcelona.
- OCHSENDORF, J. (2005). “Los Guastavino y la bóveda tabicada en Norteamérica” en *Informes de la construcción*, Vol.56 n.496.
- OCHSENDORF, J. (2010). *Guastavino Vaulting. The art of structural Tile*. New York: Princeton Architectural Press.
- OCHSENDORF, J. (2012). “New Tile Vaults”. Zaragoza, A., Soler, R., Marín, R. (Eds.) En *Construyendo bóvedas tabicadas. Actas del Simposio Internacional sobre bóvedas tabicadas*. Valencia: Universitat Politècnica de València. 308-316.
- OECD. (2018). *Global Material Resources Outlook to 2060. Economic drivers and environmental consequences*. OECD Publishing, Paris. <<https://www.oecd.org/environment/waste/highlights-global-material-resources-outlook-to-2060.pdf>> [Consulta: 20 de septiembre de 2020].
- ONU (2019). *World Population Prospects 2019*. Department of Economic and Social Affairs. <<https://population.un.org/wpp/>> [Consulta: 20 de septiembre de 2020].
- ONU HABITAT. (2012). *Rabat Declaration. “Making Slums History: a worldwide challenge for 2020”*. ONU Hábitat. <https://mirror.unhabitat.org/downloads/docs/12007_1_594839.pdf> [Consulta: 20 de septiembre de 2020].
- RAMAGE, M. H. et al. (2010a). “Design and Construction of the Mapungubwe National Park Interpretive Centre, South Africa” en *ATDF Journal (African Technology Development Forum)* 7(1/2): 14-23.
- RAMAGE M. H.; OCHSENDORF J.; y RICH P. (2010b). “Sustainable Shells: New African vaults built with soil-cement tiles” en *Journal of the International Association of Shell and Spatial Structures*, 51(4): 255-261.
- RIPPMANN M.; LACHAUER L.; y BLOCK P. (2012). “Interactive Vault Design” en *International Journal of Space Structures*, 27(4): 219-230.
- RIPPMANN, M. (2016). *Funicular Shell Design: Geometric Approaches to Form Finding and Fabrication of Discrete Funicular Structures*. Tesis doctoral. Zúrich, Suiza: ETH Zurich.
- SOBEK, W. y HEBEL, D. (2019). *Changing Paradigms: materials for a World Not Yet Built*. Ruby Press.