

# JIDA'23

XI JORNADAS  
SOBRE INNOVACIÓN DOCENTE  
EN ARQUITECTURA

WORKSHOP ON EDUCATIONAL INNOVATION  
IN ARCHITECTURE JIDA'23

JORNADES SOBRE INNOVACIÓ  
DOCENT EN ARQUITECTURA JIDA'23

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA DE GRANADA  
16 Y 17 DE NOVIEMBRE DE 2023



UNIVERSITAT POLITÈCNICA  
DE CATALUNYA  
BARCELONATECH

Organiza e impulsa **Universitat Politècnica de Catalunya · BarcelonaTech (UPC)**

### **Editores**

Berta Bardí-Milà, Daniel García-Escudero

### **Revisión de textos**

Alba Arboix Alió, Joan Moreno Sanz, Judit Taberna Torres

### **Edita**

Iniciativa Digital Politècnica Oficina de Publicacions Acadèmiques Digitals de la UPC

**ISBN** 978-84-10008-10-62 (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'23**

### ***Dirección y edición***

#### **Berta Bardí-Milà (UPC)**

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

#### **Daniel García-Escudero (UPC)**

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

### ***Organización***

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

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

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

Arquitecta, Departamento de Representación Arquitectónica, ETSAB-UPC

#### **Rafael García Quesada (UGR)**

Dr. Arquitecto, Departamento de Construcciones Arquitectónicas, ETSAGr-UGR

#### **José María de la Hera Martín (UGR)**

Administrador, ETSAGr-UGR

### ***Coordinación***

#### **Alba Arboix Alió (UB)**

Dra. Arquitecta, Departamento de Artes Visuales y Diseño, UB

## Comité Científico JIDA'23

**Francisco Javier Abarca Álvarez**

Dr. Arquitecto, Urbanismo y ordenación del territorio, ETSAGr-UGR

**Luisa Alarcón González**

Dra. Arquitecta, Proyectos Arquitectónicos, ETSA-US

**Lara Alcaina Pozo**

Arquitecta, Proyectos Arquitectónicos, EAR-URV

**Atxu Amann Alcocer**

Dra. Arquitecta, Ideación Gráfica Arquitectónica, ETSAM-UPM

**Irma Arribas Pérez**

Dra. Arquitecta, ETSALS

**Raimundo Bambó Naya**

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

**María del Mar Barbero Barrera**

Dra. Arquitecta, Construcción y Tecnología Arquitectónicas, ETSAM-UPM

**Enrique Manuel Blanco Lorenzo**

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

**Francisco Javier Castellano-Pulido**

Dr. Arquitecto, Proyectos Arquitectónicos, eAM'-UMA

**Raúl Castellanos Gómez**

Dr. Arquitecto, Proyectos Arquitectónicos, ETSA-UPV

**Nuria Castilla Cabanes**

Dra. Arquitecta, Construcciones arquitectónicas, ETSA-UPV

**David Caralt**

Arquitecto, Universidad San Sebastián, Chile

**Rodrigo Carbajal Ballell**

Dr. Arquitecto, Proyectos Arquitectónicos, ETSA-US

**Rafael Córdoba Hernández**

Dr. Arquitecto, Urbanismo y ordenación del territorio, ETSAM-UPM

**Còssima Cornadó Bardón**

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

**Rafael de Lacour Jiménez**

Dr. Arquitecto, Proyectos Arquitectónicos, ETSAGr-UGR

**Eduardo Delgado Orusco**

Dr. Arquitecto, Proyectos Arquitectónicos, EINA-UNIZAR

**Carmen Díez Medina**

Dra. Arquitecta, Composición, EINA-UNIZAR

**Déborra Domingo Calabuig**

Dra. Arquitecta, Proyectos Arquitectónicos, ETSA-UPV

**Arturo Frediani Sarfati**

Dr. Arquitecto, Proyectos Arquitectónicos, ETSA-URV

**Pedro García Martínez**

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

**Eva Gil Lopesino**

Dr. Arquitecta, Proyectos Arquitectónicos, ETSAM-UPM

**Ana Eugenia Jara Venegas**

Arquitecta, Universidad San Sebastián, Chile

**José M<sup>a</sup> Jové Sandoval**

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

**Íñigo Lizundia Uranga**

Dr. Arquitecto, Construcciones Arquitectónicas, ETSA EHU-UPV

**Emma López Bahut**

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

**Alfredo Llorente Álvarez**

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

**Carlos Marmolejo Duarte**

Dr. Arquitecto, Gestión y Valoración Urbana, ETSAB-UPC

**Maria Dolors Martínez Santafe**

Dra. Física, Departamento de Física, ETSAB-UPC

**Javier Monclús Fraga**

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

**Leandro Morillas Romero**

Dr. Arquitecto, Mecánica de Estructuras e Ingeniería Hidráulica, ETSAGr-UGR

**David Navarro Moreno**

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

**Olatz Ocerin Ibáñez**

Arquitecta, Dra. Filosofía, Construcciones Arquitectónicas, ETSA EHU-UPV

**Ana Belén Onecha Pérez**

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

**Roger Paez**

Dr. Arquitecto, Elisava Facultat de Disseny i Enginyeria, UVic-UCC

**Andrea Parga Vázquez**

Dra. Arquitecta, Expresión gráfica, Departamento de Ciencia e Ingeniería Náutica, FNB-UPC

**Amadeo Ramos Carranza**

Dr. Arquitecto, Proyectos Arquitectónicos, ETSA-US

**Jorge Ramos Jular**

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

**Ernest Redondo**

Dr. Arquitecto, Representación Arquitectónica, ETSAB-UPC

**Gonzalo Ríos-Vizcarra**

Dr. Arquitecto, Universidad Católica de Santa María, Arequipa, Perú

**Silvana Rodrigues de Oliveira**

Dra. Arquitecta, Proyectos Arquitectónicos, ETSA-US

**Concepción Rodríguez Moreno**

Dra. Arquitecta, Expresión Gráfica Arquitectónica y en la Ingeniería, ETSAGr-UGR

**Jaume Roset Calzada**

Dr. Físico, Física Aplicada, ETSAB-UPC

**Anna Royo Bareng**

Arquitecta, Proyectos Arquitectónicos, EAR-URV

**Emilia Román López**

Dra. Arquitecta, Urbanística y Ordenación del Territorio, ETSAM-UPM

**Borja Ruiz-Apilánez**

Dr. Arquitecto, Urbanismo y ordenación del territorio, EAT-UCLM

**Patricia Sabín Díaz**

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

**Luis Santos y Ganges**

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

**Carla Sentieri Omarrementeria**

Dra. Arquitecta, Proyectos Arquitectónicos, ETSA-UPV

**Josep Maria Solé Gras**

Arquitecto, Urbanismo y Ordenación del Territorio, EAR-URV

**Koldo Telleria Andueza**

Arquitecto, Urbanismo y Ordenación del Territorio, ETSA EHU-UPV

**Josep Maria Toldrà Domingo**

Dr. Arquitecto, Representación Arquitectónica, EAR-URV

**Ramon Torres Herrera**

Dr. Físico, Departamento de Física, ETSAB-UPC

**Francesc Valls Dalmau**

Dr. Arquitecto, Representación Arquitectónica, ETSAB-UPC

**José Vela Castillo**

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

**Eduardo Zurita Povedano**

Dr. Arquitecto, Construcciones Arquitectónicas, ETSAGr-UGR

## ÍNDICE

1. **El proceso gráfico como acto narrativo. *The graphic process as a narrative act.*** Grávalos-Lacambra, Ignacio.
2. **El Proyecto de Ejecución Estructural como parte del Proyecto Final de Máster. *Structural execution project as part of the Master's thesis.*** Guardiola-Víllora, Arianna; Mejía-Vallejo, Clara.
3. **La casa de los animales: seminario de composición arquitectónica. *The House of Animals: seminar on architectural composition.*** Gómez-García, Alejandro.
4. **Aula invertida, gamificación y multimedia en Construcción con el uso de redes sociales. *Flipped classroom, gamification and multimedia in Construction by using social networks.*** Serrano-Jiménez, Antonio; Esquivias, Paula M.; Fuentes-García, Raquel; Valverde-Palacios, Ignacio.
5. **Profesional en lo académico, académico en lo profesional: el concurso como taller. *Professionally academic, academically professional: competition as a workshop.*** Álvarez-Agea, Alberto.
6. **Adecuación de un A(t)BP al ejercicio profesional de la arquitectura. *Adaptation of a PB(t)L to the professional practice of architecture.*** Bertol-Gros, Ana; Álvarez-Atarés, Francisco Javier; Gómez Navarro, Belén.
7. **Visualización & Representación: Diseño Gráfico y Producción Industrial. *Visualization & Representation: Graphic Design and Industrial Production.*** Estepa Rubio, Antonio.
8. **Más allá del estado estable: diseño discursivo como práctica reflexiva asistida por IA. *Beyond the Steady State: Discursive Design as Reflective Practice Assisted by AI.*** Lobato-Valdespino, Juan Carlos; Flores Romero, Jorge Humberto.
9. **Geometría y memoria: las fuentes monumento de Aldo Rossi. *Geometry and memory: monument fountains by Aldo Rossi.*** Vílchez-Lara, María del Carmen.
10. **La experiencia de un taller "learning by building" en el diseño de un balcón de madera. *The experience of a "learning by building" workshop in the design of a wooden balcony.*** Serrano-Lanzarote, Begoña; Romero-Clausell, Joan; Rubio-Garrido, Alberto; Villanova-Civera, Isaac.
11. **Diseño de escenarios de aprendizaje universitarios para aprender haciendo. *University learning scenarios design for learning-by-doing.*** Prado-Acebo, Cristina.

12. **Cartografiando el acoso sexual: dos TFG sobre mujeres y espacio público en India. *Mapping Sexual Harassment: Two Undergraduate Theses on Women and Public Space in India.*** Cano-Ciborro, Víctor.
13. **Comparar, dialogar, proyectar. *Comparing, discussing, designing.*** Mària-Serrano, Magda; Musquera-Felip, Sílvia.
14. **Talleres preuniversitarios: itinerarios, bitácoras y mapas con niñxs. *Pre-university workshops: Itineraries, Sketchbooks, Maps with Kids.*** De Jorge-Huertas, Virginia; Ajuriaguerra-Escudero, Miguel Ángel.
15. **Dibujar y cartografiar: un marco teórico para arquitectura y paisajismo. *Drawing and mapping: a theoretical framework for architecture and landscape.*** De Jorge-Huertas, Virginia; Rodríguez-Aguilera, Ana Isabel.
16. **La especialización en el modelo formativo de las Escuelas de Arquitectura en España. *Specialization in the formative model of the Schools of Architecture in Spain.*** López-Sánchez, Marina; Vicente-Gilabert, Cristina.
17. **Regeneración paisajística de la Ría de Pontevedra: ApS para la renaturalización de Lourizán. *Ria de Pontevedra landscape regeneration: Service-Learning to rewild Lourizán.*** Rodríguez-Álvarez, Jorge; Vázquez-Díaz, Sonia.
18. **Manos a la obra: de la historia de la construcción a la ejecución de una bóveda tabicada. *Hands on: from the history of construction to commissioning of a timber vault.*** Gómez-Navarro, Belén; Elía-García, Santiago; Llorente-Vielba, Óscar.
19. **Artefactos: del co-diseño a la co-fabricación como acercamiento a la comunidad. *Artifacts: from co-design to co-manufacturing as approach to the community.*** Alberola-Peiró, Mónica; Casals-Pañella, Joan; Fernández-Rodríguez, Aurora.
20. **Análisis y comunicación: recursos docentes para acercar la profesión a la sociedad. *Analysis and communication: teaching resources to bring the profession closer to society.*** Díez Martínez, Daniel; Esteban Maluenda, Ana; Gil Donoso, Eva.
21. **Desafío constructivo: una vivienda eficiente y sostenible. *Building challenge: efficient and sustainable housing.*** Ros-Martín, Irene; Parra-Albarracín, Enrique.
22. **¿Mantiene usted sus ojos abiertos? La fotografía como herramienta transversal de aprendizaje. *Do you keep your eyes open? Photography as a transversal learning tool.*** González-Jiménez, Beatriz S.; Núñez-Bravo, Paula; Escudero-López, Elena.
23. **El COIL como método de aprendizaje: estudio de la iluminación natural en la arquitectura. *The COIL as a learning method: Study of natural lighting in architecture.*** Pérez González, Marlix T.

24. **Viaje virtual a Amsterdam a través del dibujo. *Virtual trip to Amsterdam through drawing*.** Moliner-Nuño, Sandra; de-Gispert-Hernandez, Jordi; Bosch-Folch, Guillem.
25. **Los juegos de Escape Room como herramienta docente en Urbanismo: una propuesta didáctica. *Breakout Games as a teaching tool in Urban Planning: a didactic strategy*.** Bernabeu-Bautista, Álvaro; Nolasco-Cirugeda, Almudena.
26. **Happenings Urbanos: acciones espaciales efímeras, reflexivas y participativas. *Urban Happenings: Ephemeral, Reflective and Participatory Spatial Actions*.** Blancafort, Jaume; Reus, Patricia.
27. **Sensibilizando la arquitectura: una propuesta de ApS en el Centro Histórico de Quito. *Sensitizing architecture: An ApS proposal in the Historic Center of Quito*.** González-Ortiz, Juan Carlosa; Ríos-Mantilla, Renato Sebastián; Monard-Arciniégas, Alexka Shayarina.
28. **Regeneración urbana en el grado de arquitectura: experiencia de taller, San Cristóbal, Madrid. *Urban regeneration in the architecture degree: Workshop experience in San Cristóbal, Madrid*.** Ajuriaguerra Escudero, Miguel Angel.
29. **De las ideas a las cosas, de las cosas a las ideas: la arquitectura como transformación. *From ideas to things, from things to ideas: Architecture as transformation*.** González-Cruz, Alejandro Jesús; del Blanco-García, Federico Luis.
30. **A propósito del documental “Arquitectura Emocional 1959”: elaborar un artículo de crítica. *Regarding the documentary “Emotional Architecture”: Preparing a critical article*.** Moreno Moreno, María Pura.
31. **El modelo de Proyecto Basado en la investigación para el aprendizaje de la Arquitectura. *The Design-Research Model for Learning Architecture*.** Blanco Herrero, Arturo; Ioannou, Christina.
32. **La colección Elementos: un archivo operativo para el aprendizaje arquitectónico. *The Elements collection: an operational archive for architecture learning*.** Fernández-Elorza, Héctor Daniel; García-Fern, Carlos; Cruz-García, Oscar; Aparicio-Guisado, Jesús María.
33. **Red de roles: role-play para el aprendizaje sobre la producción social del hábitat. *Roles Network: role-play learning on the social production of habitat*.** Martín Blas, Sergio; Martín Domínguez, Guiomar.
34. **Proyecto de Aprendizaje-Servicio en Diseño y Viabilidad de Proyectos Arquitectónicos. *Service-Learning in Architectural Projects Design and Feasibility*.** García-Asenjo Llana, Davida; Vicente-Sandoval González, Ignacio; Echarte Ramos, Jose María; Hernández Correa, José Ramón.

35. **La muerte del héroe: la creación de una narrativa profesional inclusiva y cooperativa. *The hero's death: The creation of an inclusive and cooperative professional narrative.*** García-Asenjo Llana, David; Vicente-Sandoval González, Ignacio; Echarte Ramos, Jose María.
36. **Modelado arquitectónico: construyendo geometría. *Architectural modeling: constructing geometry.*** Crespo-Cabillo, Isabel; Àvila-Casademont, Genís.
37. **Propiocepciones del binomio formación-profesión en escuelas de arquitectura iberoamericanas. *Self awareness around the education-profession binomio in iberoamerican architecture schools.*** Fuentealba-Quilodrán, Jessica; Barrientos-Díaz, Macarena.
38. **Experiencing service learning in design-based partnerships through collective practice. *Aprendizaje-servicio en proyectos comunitarios a través de la práctica colectiva.*** Martínez-Almoyna Gual, Carles.
39. **Aprendizaje basado en proyectos: estudio de casos reales en la asignatura de Geometría. *Project-based learning: study of real cases in the subject of Geometry.*** Quintilla-Castán, Marta.
40. **El sílabo como dispositivo de [inter]mediación pedagógica. *Syllabus as pedagogical [inter]mediation device.*** Casino-Rubio, David; Pizarro-Juanas, María José; Rueda-Jiménez, Óscar; Robles-Pedraza, David.
41. **Didáctica en arquitectura: el dato empírico ambiental como andamiaje de la creatividad. *Didactics in architecture: the empirical environmental data as a support for creativity.*** Lecuona, Juan.
42. **Navegar la posmodernidad arquitectónica española desde una perspectiva de género. *Surfing the Spanish architectural postmodernity from a gender perspective.*** Díaz-García, Asunción; Parra-Martínez, José; Gilsanz-Díaz, Ana; Gutiérrez-Mozo, M. Elia.
43. **Encontrar: proyectar con materiales y objetos comunes como herramienta docente. *Found: designing with common materials and objects as a teaching tool.*** Casino-Rubio, David; Pizarro-Juanas, María José; Rueda-Jiménez, Óscar; Ruiz-Bulnes, Pilar.
44. **Modelo pedagógico para el primer curso: competencias para la resolución de problemas abiertos. *Pedagogical model for the first year of undergraduate studies: development of open problem solving skills.*** Gaspar, Pedro; Spencer, Jorge; Arenga, Nuno; Leite, João.
45. **Dispositivos versus Simuladores en la iniciación al proyecto arquitectónico. *Devices versus Simulators in the initiation to the architectural project.*** Lee-Camacho, Jose Ignacio.

46. **Implementación de metodologías de Design Thinking en el Taller de Arquitectura. *Implementation of Design Thinking methodologies in the Architectural Design Lab.*** Sádaba, Juan; Collantes, Ezekiel.
47. **Jano Bifronte: el poder de la contradicción. *Jano Bifronte: the power of contradiction.*** García-Sánchez, José Francisco.
48. **Vitruvio nos mira desde lejos: observar y representar en confinamiento. *Vitruvio Looks at us from Afar: Observing and Representing in Confinement.*** Quintanilla Chala, José Antonio; Razeto Cáceres, Valeria.
49. **Muro Virtual como herramienta de aprendizaje para la enseñanza colaborativa de un taller de arquitectura. *Virtual Wall as a learning tool for collaborative teaching in an architecture workshop.*** Galleguillos-Negroni, Valentina; Mazzarini-Watts, Piero; Harriet, De Santiago, Beatriz; Aguilera-Alegría, Paula.
50. **Ritmos Espaciales: aprender jugando. *Ritmos Espaciales: Learn by playing.*** Pérez-De la Cruz, Elisa; Ortega-Torres, Patricio; Galdames-Riquelme, Alejandra Silva- Inostroza, Valeria.
51. **Experiencias metodológicas para el análisis del proyecto de arquitectura *Methodological experiences for architectural project analysis.*** Aguirre-Bermeo, Fernanda; Vanegas-Peña, Santiago.
52. **Fabricando paisajes: el estudio del arquetipo como forma de relación con el territorio. *Making landscapes: the study of the archetype as a way of relating to the territorys.*** Cortés-Sánchez, Luis Miguel.
53. **Resonar en el paisaje: formas de reciprocidad natural-artificial desde la arquitectura. *Landscape resonance: natural-artificial reciprocities learnt from architecture.*** Carrasco-Hortal, Jose.
54. **Investigación del impacto del Solar Decathlon en estudiantes: análisis de una encuesta. *Researching the impact of the Solar Decathlon on students: a survey analysis.*** Amaral, Richard; Arranz, Beatriz; Vega, Sergio.
55. **Urban Co-Mapping: exploring a collective transversal learning model. *Urban Co-mapping: modelo de aprendizaje transversal colectivo.*** Toldi, Aubrey; Seve, Bruno.
56. **Docencia elástica y activa para una mirada crítica hacia el territorio y la ciudad del siglo XXI. *Elastic and active teaching for a critical approach to the territory and the city oaf the 21st century.*** Otamendi-Irizar, Irati; Aseguinolaza-Braga, Izaskun.
57. **Adoptar un rincón: taller de mapeo y acción urbana para estudiantes de arte. *Adopting a corner: mapping and urban action workshop for art students.*** Rivas-Herencia, Eugenio; González-Vera, Víctor Miguel.

58. **Aprendizaje-Servicio: comenzar a proyectar desde el compromiso social.**  
*Service-Learning: Start designing from social engagement.* Amoroso, Serafina;  
Martínez-Gutiérrez, Raquel; Pérez-Tembleque, Laura.
59. **Emergencia habitacional: interrelaciones entre servicio público y academia en Chile.**  
*Housing emergency: interrelations between public service and academia in Chile.* Fuentealba-Quilodrán, Jessica; Schmidt-Gomez, Denisse.
60. **Optimización energética: acercando la práctica profesional a distintos niveles educativos.**  
*Energy optimization: bringing professional practice closer to different educational levels.* López-Lovillo, Remedios María; Aguilar-Carrasco, María Teresa; Díaz-Borrogo, Julia; Romero-Gómez, María Isabel.
61. **Aprendizaje transversal en hormigón.**  
*Transversal learning in concrete.* Ramos-Abengózar, José Antonio; Moreno-Hernández, Álvaro; Santolaria-Castellanos, Ana Isabel; Sanz-Arauz, David.
62. **Un viaje como vehículo de conocimiento del Patrimonio Cultural.**  
*A journey as a vehicle of knowledge about Cultural Heritage.* Bailliet, Elisa.
63. **La saga del Huerto Vertical de Tomé: ejecución de proyectos académicos como investigación.**  
*The saga of the Vertical Orchard of Tome: execution of academic projects as research.* Araneda-Gutiérrez, Claudio; Burdiles-Allende, Roberto.
64. **Lo uno, y también lo otro: contenedor preciso, programa alterno.**  
*The one, and also the other: precise container, alternate program.* Castillo-Fuentealba, Carlos; Gatica-Gómez, Gabriel.
65. **Elogio a la deriva: relatos del paisaje como experiencias de aprendizajes.**  
*In praise of drift: landscape narratives as learning experiences.* Barrale, Julián; Seve, Bruno.
66. **De la academia al barrio: profesionales para las oficinas de cercanía.**  
*From the academy to the neighbourhood: professionals for one-stop-shops.* Urrutia del Campo, Nagore; Grijalba Aseguinolaza, Olatz.
67. **Habitar el campo, cultivar la casa: aprendizaje- servicio en el patrimonio agrícola.**  
*Inhabiting the field, cultivating the house: service-learning in agricultural heritage.* Escudero López, Elena; Garrido López, Fermina; Urda Peña, Lucila
68. **Mare Nostrum: una investigación dibujada.**  
*Nostrum Mare: a Drawn Research.* Sánchez-Llorens, Mara; de Fontcuberta-Rueda, Luis; de Coca-Leicher, José.
69. **El Taller Invitado: un espacio docente para vincular profesión y formación.**  
*“El Taller Invitado”: a teaching space to link profession and education.* Barrientos-Díaz, Macarena Paz; Solís-Figueroa, Raúl Alejandro.

70. **Ensayos y tutoriales en los talleres de Urbanismo+Proyectos de segundo curso. *Rehearsals and tutorials in the second year Architecture+Urban design Studios.*** Tiñena Guiarnet, Ferran; Solans Ibáñez, Indibil; Buscemi, Agata; Lorenzo Almeida, Daniel.
71. **Taller Amereida: encuentros entre Arquitectura, Arte y Poesía. *Taller Amereida: encounters between Architecture, Art and Poetry.*** Baquero-Masats, Paloma; Serrano-García, Juan Antonio.
72. **Creallab: punto de encuentro entre los estudiantes de arquitectura y secundaria. *Creallab: meeting point between architecture and high-school students.*** Cobeta-Gutiérrez, Íñigo; Sánchez-Carrasco, Laura; Toribio-Marín, Carmen.
73. **Laboratorios de innovación urbana: hacia nuevos aprendizajes entre academia y profesión. *Urban innovation labs: towards new learning experiences between academia and profession.*** Fontana, María Pia; Mayorga, Miguel; Genís-Vinyals, Mariona; Planelles-Salvans, Jordi.
74. **Réplicas interiores: un atlas doméstico. *Interior replicas: a domestic atlas.*** Pérez-García, Diego; González-Pecchi, Paula.
75. **Arquitectura efímera desde la docencia del proyecto: la construcción del proyecto en la ciudad. *Ephemeral architecture from teaching of the project: construction of the project in the city.*** Ventura-Blanch, Ferran; Pérez del Pulgar Mancebo, Fernando; Álvarez Gil, Antonio.
76. **Start-up Education for Architects: Fostering Green Innovative Solutions. *Educación Start-up para arquitectos: fomentar soluciones ecológicas innovadoras.*** Farinea, Chiara; Demeur, Fiona.
77. **10 años, 10 concursos, 10 talleres: un camino de desarrollo académico. *10 years, 10 contests, 10 design studios: a trail in academic development.*** Prado-Lamas, Tomás.
78. **El Proyecto Experiencial: la titulación de arquitectos a través de proyectos no convencionales. *“El Proyecto Experiencial”: non-conventional projects for architecture students in the final studio.*** Solís-Figueroa, Raúl Alejandro.
79. **Design in Time: aprendizaje colaborativo y basado en el juego sobre la historia del diseño. *Design in Time: collaborative and game-based learning about the history of design.*** Fernández Villalobos, Nieves; Cebrián Renedo, Silvia; Fernández Raga, Sagrario; Cabrero Olmos, Raquel.
80. **Propuesta de mejora de los indicadores de calidad de la enseñanza de la arquitectura. *Proposal to improve the quality indicators of architecture teaching.*** Santalla-Blanco, Luis Manuel.

81. **Aprender de la experiencia: el conocimiento previo en la formación inicial del arquitecto. *Learning from experience: The role of prior knowledge in the initial training of architects.*** Arias-Jiménez, Nelson; Moraga-Herrera, Nicolás; Ortiz-Salgado, Rodrigo; Ascui Fernández, Hernán.
82. **Iluminación natural: diseño eficiente en espacios arquitectónicos. *Daylight: efficient design in architectural spaces.*** Roldán-Rojas, Jeannette; Cortés-San Román, Natalia.
83. **Fundamentación en arquitectura: el estado de la cuestión. *Architecture basic course: state of knowledge.*** Estrada-Gil, Ana María; López Chalarca, Diego; Suárez-Velásquez, Ana Mercedes; Uribe-Lemarie, Natalia.
84. **El cálculo de la huella de carbono en herramientas digitales de diseño: reflexiones sobre experiencias docentes. *Calculating the carbon footprint in design digital tools: reflections on teaching experiences.*** Soust-Verdaguer, Bernardette; Gómez de Cózar, Juan Carlos; García-Martínez, Antonio.

# Modelado arquitectónico: construyendo geometría

## *Architectural modeling: constructing geometry*

Crespo-Cabillo, Isabel; Àvila-Casademont, Genís

ETSAVallés, Departament de Representació Arquitectònica, Universitat Politècnica de Catalunya-  
BarcelonaTech, España. [Isabel.crespo@upc.edu](mailto:Isabel.crespo@upc.edu); [genis.avila@upc.edu](mailto:genis.avila@upc.edu)

---

### Abstract

*This article explains a collective experience of teaching graphic geometry in the compulsory training of the architecture career and proposes a further step in innovation with the renewal of tutorials. The tutorials cover the instruction in the management of the software, but also the theoretical concepts necessary to complete the knowledge about geometric shapes, representation systems and graphic operativity. New methods should not avoid the learning objectives. The analysis includes surveys on the use of tutorials and graphs of the evolution of the academic results of 59 four-months courses. It is concluded that the tutorials have been key to making a notable qualitative leap in the involvement of students in their own learning, significantly improving their academic results.*

**Keywords:** reverse learning, 3d modelling, architectural representation, constructive geometry.

**Thematic areas:** graphic ideation, ICT tools (HT), experimental pedagogy.

---

### Resumen

*Esta ponencia explica una experiencia colectiva de la enseñanza de la geometría gráfica en la formación obligatoria de la carrera de arquitectura y propone un paso más en innovación con la renovación de tutoriales. Los tutoriales cubren la instrucción en el manejo del software, pero también los conceptos teóricos necesarios para completar el conocimiento sobre formas geométricas, sistemas de representación y operatividad gráfica. Los nuevos métodos no deben dejar de atender los objetivos de aprendizaje. El análisis incluye encuestas sobre el uso de los tutoriales y gráficos de la evolución de los resultados académicos de 59 cursos cuatrimestrales. Se concluye que los tutoriales han sido clave para dar un salto cualitativo notable en la implicación del estudiantado en su propio aprendizaje, mejorando significativamente sus resultados académicos.*

**Palabras clave:** aprendizaje inverso, modelado 3D, representación arquitectónica, geometría constructiva.

**Bloques temáticos:** ideación gráfica, herramientas TIC (HT), pedagogía experimental.

---

**Resumen datos académicos**

**Titulación:** Grado en estudios de Arquitectura

**Nivel/curso dentro de la titulación:** segundo año

**Denominación oficial asignatura, experiencia docente, acción:** RA II o Representació Arquitectònica i Modelatge

**Departamento/s o área/s de conocimiento:** Expresión gráfica arquitectónica

**Número profesorado:** 3

**Número estudiantes:** 60

**Número de cursos impartidos:** 10 cursos cuatrimestrales

**Página web o red social:**

**Publicaciones derivadas:**

---

## Introducción

Esta ponencia explica una experiencia colectiva sobre la enseñanza de la geometría gráfica en la formación obligatoria de la carrera de arquitectura. Recoge lo que hemos hecho, lo que proponemos mantener o modificar de la tradición y las lecciones que hemos aprendido en el camino. La experiencia, que ha contado con recursos de la convocatoria de ayudas a la innovación decente de nuestra universidad, a través de su Instituto de Ciencias de la Educación, nos permite hablar de planteamiento pedagógico, de didáctica y de las preguntas clave: ¿qué podemos enseñar?, ¿qué puede aprender el estudiantado de arquitectura? y, sobre todo, ¿cómo se hace con los medios de que disponemos?

## Antecedentes

En el curso 1994-96, la dirección de nuestra escuela reformó el plan de estudios de la titulación de Arquitecto planteando una reordenación de las asignaturas con talleres mixtos de proyectos, cuatrimestralidad estricta y, también, la inclusión de los medios informáticos en el aprendizaje reglado del dibujo técnico. La carrera se iniciaba dos veces al año: en septiembre y en febrero.

El equipo docente de Geometría Descriptiva habíamos estado estudiando cómo incorporar las nuevas tecnologías del dibujo asistido por ordenador a la docencia reglada obligatoria, puesto que éstas se estaban implementando en la práctica profesional. Se experimentó como optativa y se implementó a la formación obligatoria. En el curso 2010-11, se incluyeron los primeros tutoriales en la docencia como recurso didáctico. Esto debía cumplir dos funciones: la ineludible instrucción en el manejo del software y las explicaciones de los conceptos teóricos sobre formas geométricas, sistemas de representación y operatividad gráfica.

Ahora, 30 años después de aquel inicio, hemos podido dar forma a la reflexión derivada de la experiencia acumulada y avanzar en la innovación, dando un paso más con la confección de nuevos tutoriales que se adaptan a las nuevas herramientas digitales sin dejar de centrarse en el objetivo de aprendizaje.

## Innovación metodológica para la formación en modelaje arquitectónico

Sin perder de vista los objetivos docentes, se ha acabado por definir un método didáctico planificado entorno a un guion de sesiones, una serie de 25 tutoriales en formato audiovisual, unos apuntes y una colección de ejercicios. Todos estos elementos, convenientemente ordenados, acompañan al estudiante en su formación. La novedad es la adaptación de toda esta secuencia a un aprendizaje invertido, según el cual los ejercicios son los que se hace en clase, mientras que el soporte teórico se aprende, previamente, en casa y se puede revisar en cualquier momento. Desaparecen así las sesiones entorno a explicaciones teóricas sobre las que se organiza la materia. La asignatura aborda en sus contenidos algunos elementos que se habían impartido en distintas asignaturas de anteriores planes de estudios: las figuras geométricas utilizadas en arquitectura se aprendían en Geometría Descriptiva de segundo curso y de una manera muy abstracta; la representación y explicación de edificios se hacían en la asignatura Análisis de Formas, sin abordar temas de geometría, y los planos de edificios se aprendían en Dibujo Técnico, en Proyectos o en Construcción. Pero estos contenidos, los gráficos, nunca eran tema de aprendizaje y los profesores de proyectos acababan reclamando maquetas para entender lo que el alumno proponía.

Las sucesivas reducciones de tiempo lectivo de las asignaturas gráficas en los planes de estudio han encontrado en la informática un buen contrapeso. Han dado más sentido y han potenciado los objetivos de las disciplinas que giran en torno a la geometría y el dibujo técnico.

Los apuntes de apoyo deben cubrir el conocimiento básico de las formas arquitectónicas, sus características geométricas y sus condiciones de control constructivo, aunque es en la práctica de su trazado donde se aprende qué cualidades son útiles a la arquitectura.

Los tutoriales tienen la finalidad, entre otras, de señalar y escoger, de entre los muchos recursos que ofrece el software, los caminos de acceso a soluciones adecuadas para los problemas que los ejercicios plantean al estudiante. No hay una única solución buena a un problema constructivo o gráfico -como no hay soluciones únicas a los problemas de arquitectura- por eso es bueno recorrer diferentes caminos de experimentación, para conocer sus pros y sus contras. El equipo docente ha tenido que recorrer esos caminos, cribar las funciones del programa informático que pueden ser útiles y descartar aquellas que se alejan del ámbito propio de nuestra competencia. Es importante destacar, en este punto, que al referirnos al “ámbito propio”, no estamos hablando de la práctica profesional de un despacho de arquitectura, sino de la formación de arquitectos y arquitectas, es decir, *han de aprender cómo la geometría les habilita para definir y comprender la forma y han de saber afrontar la representación de la forma arquitectónica*, que es algo muy distinto. La precisión es oportuna ya que demasiadas veces se olvida que la misión de una escuela de arquitectura es formar arquitectos garantizando un espíritu crítico y capacidad de desarrollo de sus propuestas, no gestores de despacho, aunque, desgraciadamente la práctica profesional se vea cada vez más condicionada por las restricciones normativas y la burocracia administrativa.

Si tradicionalmente el aprendizaje de las formas constructivas se hacía partiendo de la figura geométrica abstracta (cilindro, cono, esfera, conoide,...), confiando que la aplicación a casos concretos de diseño la haría cada cual más adelante; proponemos hacer el camino contrario: reconocer una figura geométrica primitiva en una cúpula, en una lámpara o en una cubierta, identificar los elementos clave de su definición -centros, radios, tangentes-, conocer las figuras que la describen, reconstruirla modelándola en tres dimensiones y saber explicar el caso estudiado con las proyecciones y dibujos más adecuados.

### **Cada caso de estudio o ejercicio está escogido por su aportación parcial al aprendizaje**

*El modelado de formas tridimensionales tiene interés porque necesita la geometría.* Este punto ha sido siempre clave en el diseño docente de las asignaturas. Cada tema de geometría se puede aislar o lo que es lo mismo, cada ejercicio pone el acento en un aspecto concreto y definido de la secuencia escogida. La concreción es muy necesaria para que se pueda llegar al fondo de los temas y no quedarse en generalidades que no van más allá de la superficie.

Las figuras de caras planas aportan al aprendizaje el manejo del control del plano y sus intersecciones, formando caras y aristas. El modelador digital de sólidos obliga a saber situar en el espacio tridimensional algún elemento del plano para construir la cara en su posición y con su orientación o bien modificar las caras y las aristas de un prisma inicial según un ángulo dado o dando una medida referenciada a algún otro elemento. El caso de la casa del arquitecto J.M. Sostres, por ejemplo, de la Figura 0, permite este propósito de modelar una figura a partir de un bloque prismático y modificar las aristas, caras o vértices, sin líneas auxiliares. El enunciado describe la figura que se quiere construir dando las medidas estrictamente necesarias para ello, ni una más, la información no puede ser redundante.

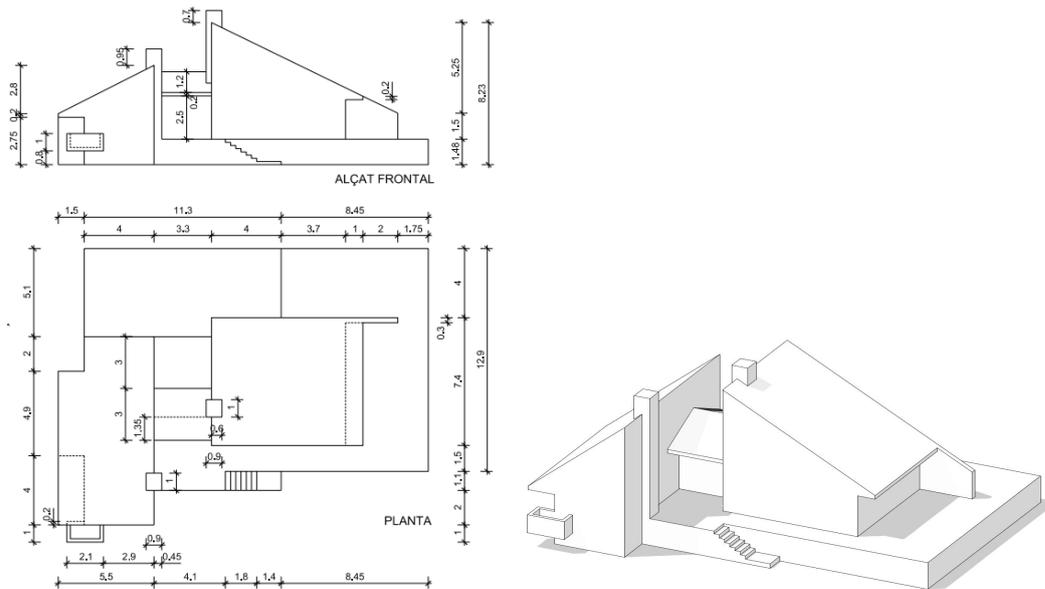


Fig. 1 Casa de J. M. Sostres

Las extrusiones, una operación constructiva básica en el modelado y asociable, en la construcción, a elementos de barras o placas, son adecuadas con figuras generadas por la traslación de una sección en una cierta dirección, como el caso de la silla de Alvar Aalto de la figura 02. Los datos del enunciado se dan de tal modo que es necesario empezar por la construcción plana de la sección en el plano vertical, para después construir secciones de los elementos y aplicar la extrusión.

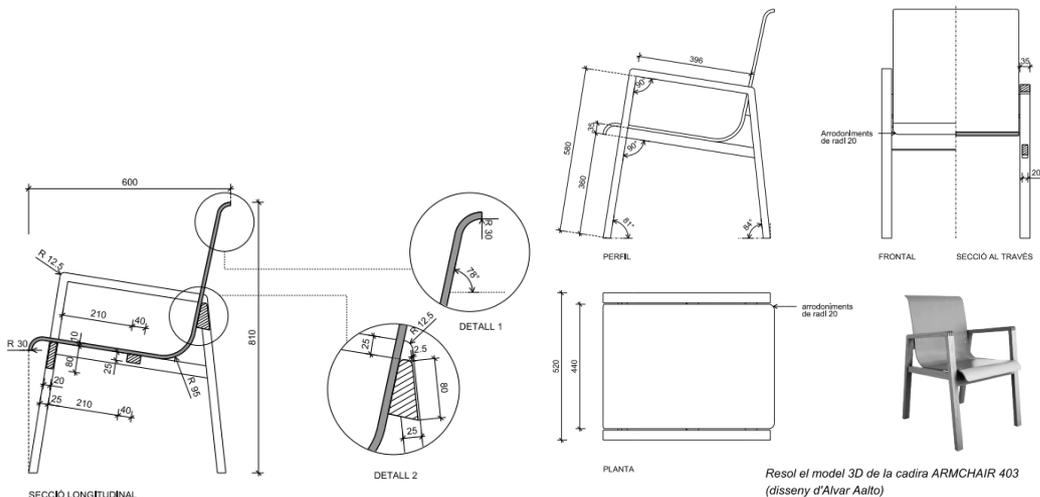


Fig. 2 Armchair nº 403 de Alvar Aalto

En los casos de figuras curvas, como cúpulas o bóvedas, la información métrica dada es la mínima imprescindible para utilizar las formas primitivas, como esferas o cilindros. Sin esta lectura previa es muy difícil modelar la forma enunciada. La bóveda con lucernario, diseñada para la fábrica Batlló por Rafael Guastavino (Figura 03), consiste en una porción de esfera cortada por un rectángulo, laminada con un cierto grosor y coronada por un tronco de cono, laminado con el mismo grosor. El encuentro de las dos superficies curvas plantea un problema de intersección que no es trivial y obliga a entender cómo se encuentran dos superficies cuadráticas, cómo el aro de la sección inferior del cono debe alinearse con el intradós de la bóveda

esférica. También es un buen ejemplo para entender que es diferente el grosor de una forma construida o las medidas de su proyección diédrica.

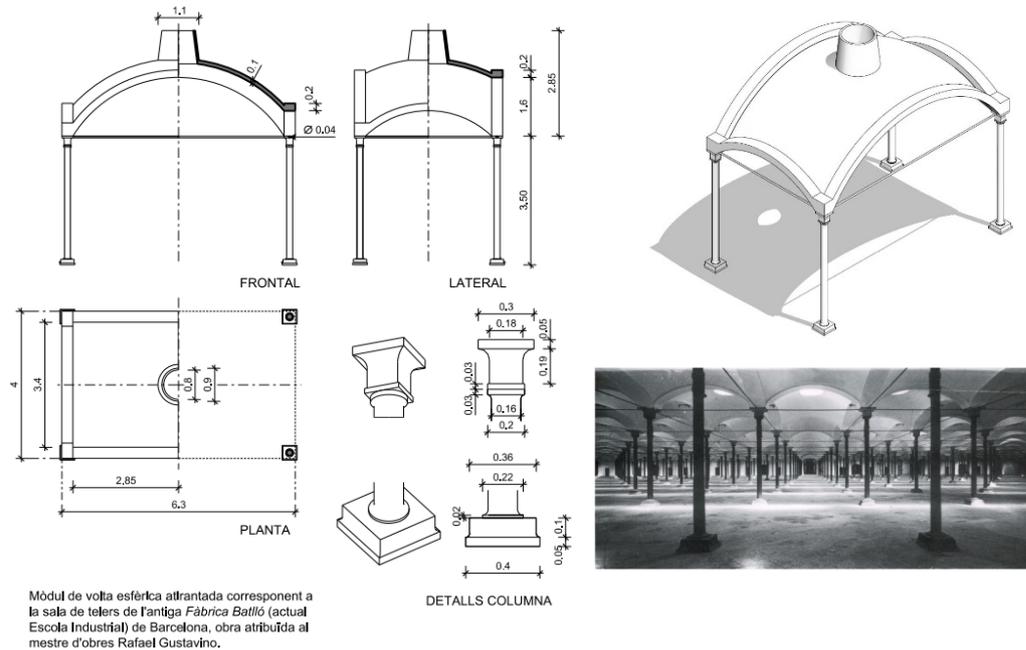


Fig. 3 Bóveda de la sala de telars en la Fabrice Batlló, por R. Guastavino

El curso sigue con escaleras de caracol hechas con hélices y superficies helicoidales, cubiertas o muros compuestos por conoides; bancos o pilares generados por extrusiones oblicuas o conos escalenos o pilares cuyas caras son paraboloides hiperbólicos. Se acaba el curso con ejercicios de modificación de terrenos con las herramientas de modelado de mallas.

A lo largo del curso se intercala el inicio a la visualización, la construcción de perspectivas cónicas, el uso de sombras para la expresión de las formas modeladas y la presentación de las figuras en láminas que permiten iniciar al alumno en la comunicación visual y la composición gráfica.

## Opinión de los estudiantes

La asignatura Representación Arquitectónica y Modelaje es la continuación natural de la de Dibujo Técnico de primer año, donde se trabaja en sistema diédrico y axonométrico siempre en dibujos 2D. El método de aprendizaje es también basado en ejercicios prácticos y con el uso del mismo software. Los alumnos entran en este segundo año en un nivel de complejidad mayor, pero parten de una base instrumental adquirida.

Una vez implementados los nuevos tutoriales en esta asignatura de segundo año hicimos una encuesta a los estudiantes. Estas fueron las preguntas, las opciones de respuesta y el resultado.

1. ¿Hiciste la asignatura de primero de Dibujo técnico? Si (35) - No (2) - en blanco (1)
2. ¿En esta asignatura estás siguiendo bien los tutoriales hasta ahora? Si (25) - Me falta alguno (13) - No (0)
3. ¿Tienes tiempo de ver todos los tutoriales que corresponden a cada día? Si (25) - No (13)
4. ¿Los ves en el ordenador? Siempre (22)- Normalmente (14)- Nunca (2)
5. ¿Los ves en el móvil? siempre (2) - Normalmente (9) - nunca (26)
6. ¿Los ves en una tablet? Siempre (0)- Normalmente (7) - nunca (31)
7. ¿Tomas apuntes mientras ves los tutoriales? Si (19)- No (19)
8. ¿Repites el visionado para entender todo lo que dice, antes de clase? Normalmente sí (19)- normalmente no (19)
9. Cuando empiezas un ejercicio en clase y te encallas, ¿vuelves a ver el tutorial o le preguntas al profesor?

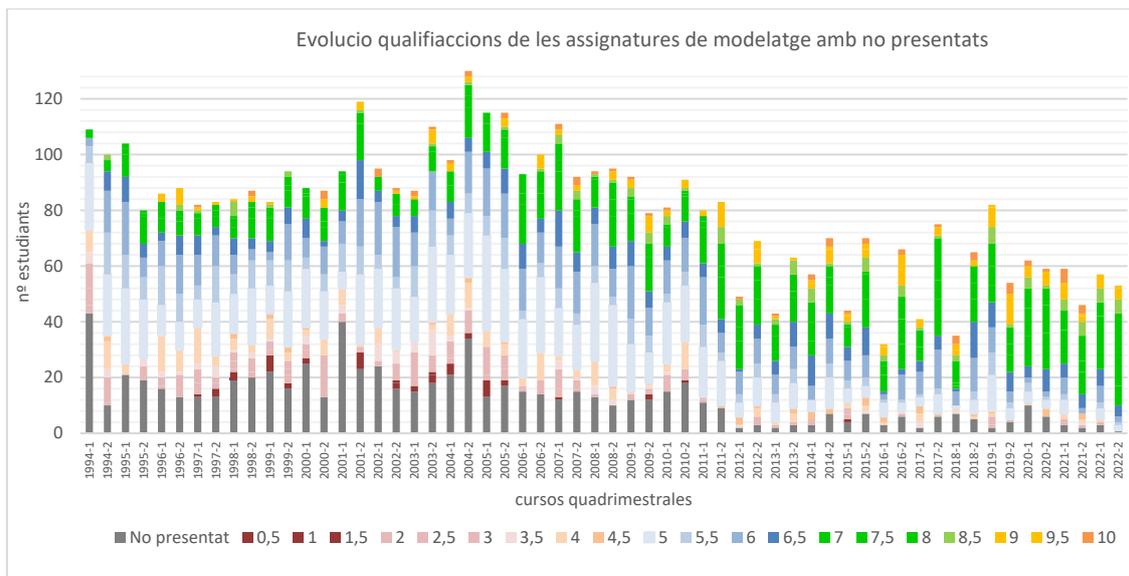
- Vuelvo a mirar el tutorial (3)- pregunto al profesor (24)- Pregunto al compañero (10) - en blanco (1)
10. ¿Te parece que los tutoriales se entienden bien? Sí (8) - la mayoría sí (28)- la mayoría no (2)- no (0)
  11. ¿Crees que, en general, son demasiado largos? Si (21)- No (17)
  12. ¿Crees que, en general, son demasiado rápidos? Si (2)- No (36)
  13. Para algunos tutoriales hay un archivo dgn para practicar lo que se explica en él, ¿lo utilizas?  
No lo sabía (0) - sí, siempre (20) - nunca (18)
  14. ¿crees que el tutorial tiene relación con el ejercicio posterior que hacemos en clase? Si (31)- No mucho (7)- No (0)
  15. Los apuntes que hay en el campus ¿son claros? No los miro (15)- Si (14)- No (8) – en blanco (1)
  16. El material de soporte que hay en el campus, como enlaces, fotos, contenidos teóricos, ¿son útiles para el trabajo?  
No los miro (6)- son un buen complemento (27) - no son necesarios (4) - en blanco (1)
  17. Alguna vez has revisado algún tutorial de días anteriores o de Dibujo Técnico para repasar cosas que no recuerdas?  
Alguna vez (32) – nunca (6)
  18. Cuando ves los tutoriales, ¿haces pausas o los ves de un tirón?  
Normalmente los veo de un tirón (5) – a veces hago pausas y tiro hacia atrás (18) - Normalmente hago pausas para practicar (12) - Alguna vez hago pausas y sigo (3)
  19. ¿Con qué antelación los ves? Cuando están abiertos (0) - el día anterior (26) - el mismo día antes de clase (12).

De estas respuestas, pudimos saber que el 95% de los que respondieron dicen que los tutoriales se comprenden bien, en su mayor parte. Un 95% los encuentran demasiado rápidos y un 55%, demasiado largos. Un 82% ven una relación directa entre los tutoriales y su aplicación a los ejercicios. Respecto al material de soporte de la asignatura, como apuntes o reflexiones teóricas, que también se comparten a través del campus virtual, un 37% valora bien los apuntes y un 40% admite que no los mira. También nos parece relevante que algunos estudiantes dicen revisar los tutoriales anteriores. Este dato permite saber que los estudiantes utilizan el material didáctico más allá de su mera aplicación inmediata. Hay que decir que todo el material generado se pone a disposición de la comunidad educativa, con acceso abierto, en la web de la asignatura.

## Resultados académicos desde el principio

Llegados a este punto hemos querido hacer una revisión del trabajo hecho, un análisis de los resultados académicos de los estudiantes y su evolución a lo largo de los años. Los gráficos 1 y 2 recogen las notas de todas las promociones desde el principio.

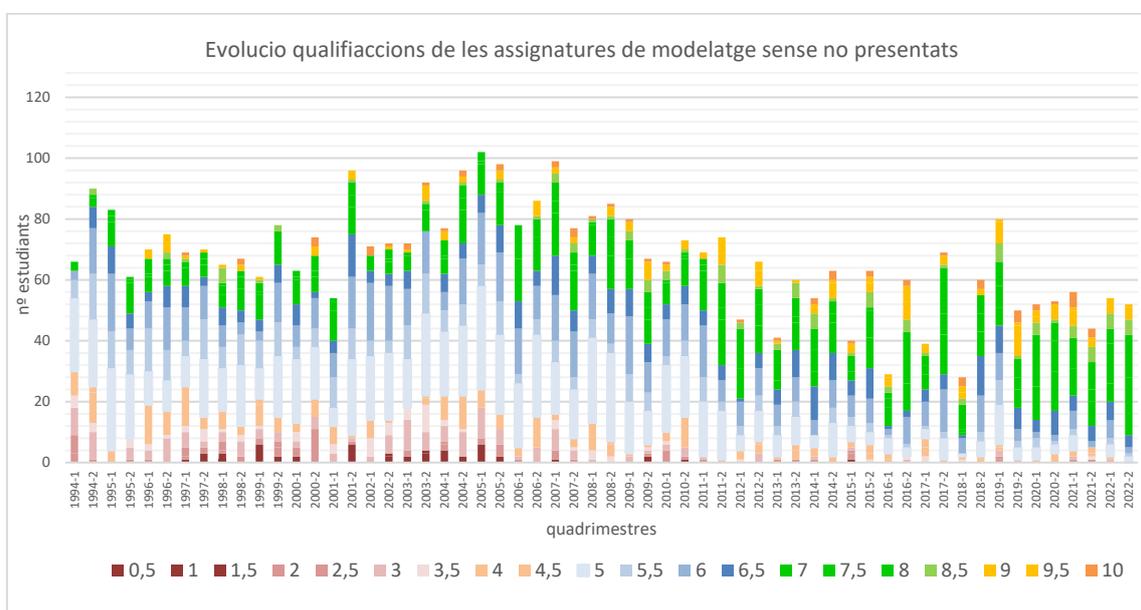
**Gráfico 1. Evolución de resultados académicos de la asignatura de modelaje con no presentados.**



Elaboración propia. Fuente: Suport CCLAIA- UTG ETSAV

En el eje horizontal se sitúan los distintos cursos cuatrimestrales, es decir todas las veces que se ha impartido la misma materia desde que es cuatrimestral. Las asignaturas sucesivas han tenido distintos nombres (EGA IV, RA II, o RAM) pero siempre en segundo año y con los mismos objetivos de aprendizaje que había tenido la asignatura de Geometría Descriptiva II, también de segundo año. El eje vertical corresponde al número de estudiantes. Los colores corresponden a las calificaciones numéricas según la leyenda inferior. Para facilitar la legibilidad de los resultados, se han agrupado en colores similares las calificaciones correspondientes a excelentes (tres tonos de naranja), notables (cuatro tonos de verde), aprobados (cuatro tonos de azul) y los suspendidos (varios tonos del rosa al granate). Los valores en gris corresponden a los estudiantes no presentados. Este dato se ha considerado en el primer gráfico, pero se ha suprimido en el segundo para poder ver la evolución de los estudiantes que sí han seguido la asignatura y poder hacer valoraciones sobre el trabajo docente hecho.

**Gráfico 2. Evolución de resultados académicos de la asignatura de modelaje sin no presentados.**



Elaboración propia. Fuente: Suport CCLAIA- UTG ETSAV

Es apreciable, en las tablas, que hay algunos puntos de inflexión y es interesante pensar a qué se han debido. Entre 1994 en que se implantó la cuatrimestralidad estricta y el 2010 hay un importante número de estudiantes que se matriculaban en la asignatura pero que no la cursaban. La normativa académica obligaba a matricular asignaturas suspendidas para poder seguir con la carrera de cursos superiores. Esto engrosaba las listas de no presentados que, aun estando matriculados, volcaban sus esfuerzos en otras asignaturas.

En el 2010, coinciden en el tiempo algunos parámetros: se aprobó el plan de estudios del Grado habilitante, según las directrices de Bolonia y, paralelamente, la crisis financiera global apartó de las universidades a estudiantes que habían visto afectada su economía. La matrícula bajó drásticamente en todas las universidades y las notas de corte, también. Los precios de las matrículas incorporaban penalizaciones a los repetidores y bajó notablemente el número total de estudiantes. Esta bajada en número se notó, sobre todo, en las convocatorias de las promociones que habían entrado con notas de corte de 5, que cursaban esta asignatura en los otoños entre 2012 y 2018 porque habían empezado la carrera en febrero del año anterior correspondiente y en muchos casos, arquitectura en febrero no había sido primera opción. Esta descompensación

se corrigió con un cambio, promocionado por la dirección de la escuela, para que la entrada de febrero se pasara a septiembre. Con eso, toda la promoción empezaba en septiembre, y todos los estudiantes que accedían habían escogido nuestra escuela en primera opción, con lo que cabe suponer que tenían más motivación.

A partir del curso 2010-2011, el número de estudiantes que no seguían la asignatura se redujo drásticamente, la mayoría de estudiantes matriculados superan la asignatura y las calificaciones de más de 6 aumentan significativamente. La barra de los notables, en color verde, aumenta y el número de excelentes se mantiene constante en cada convocatoria. Esta tendencia la interpretamos como que la asignatura pone a disposición de los alumnos los mecanismos para poder sacar el máximo rendimiento posible, es decir, más estudiantes siguen y aprovechan bien la asignatura. La nota media ponderada contando aprobados y suspensos, y sin contar los no presentados, sigue una progresión ascendente. Desde el curso 2020-2 (semestre afectado por la pandemia, por cierto) ha superado el 7 y se está manteniendo en el notable en las últimas convocatorias, como se ve en la figura 4.

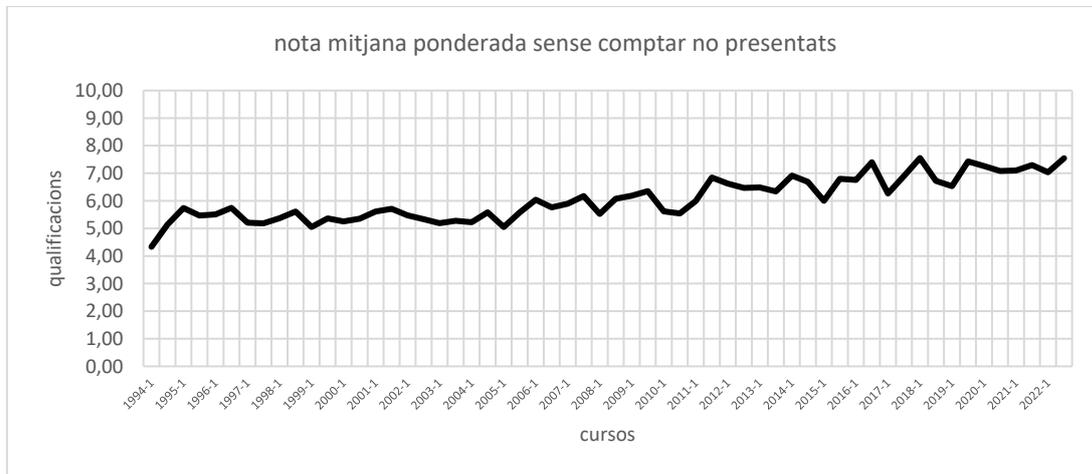


Fig. 4 Evolución de la nota media ponderada, sin contar no presentados. Elaboración propia. Fuente: Suport CCLAIA-UTG ETSAV (2023)

## Una reflexión sobre herramientas digitales y representación arquitectónica.

La informática ha permitido importantes avances en la formación de arquitectos [Purcell, 1980] y en la arquitectura. Las principales contribuciones en el área gráfica han sido el dibujo asistido por ordenador, para el trazado; el modelado 3D, para la lectura espacial de las formas y los espacios; y los datos asociados a un dibujo, ya sea de un modelo 3D (BIM) o a los mapas de polígonos geo-referenciados (GIS). También ha habido grandes avances en el levantamiento gráfico de edificaciones existentes gracias a la fotogrametría (Carbonnell, 1975) y a los sistemas láser (Moyano et al. 2022). En otras áreas, donde el cálculo es central, como las estructuras o las instalaciones, la simulación con modelos informáticos para predecir comportamientos frente a acciones dinámicas o ambientales, así como las imágenes renderizadas, han sido posibles también gracias a la simulación aplicada a prototipos digitales (Chang, et Al. 2016).

Con cada aparición de nuevos programas, se ha abierto una polémica entre los reticentes (cada vez menos) y los deslumbrados por el potencial digital. Ambos efectos sobre los usuarios son causados, en parte, por el desconocimiento. Ni el rechazo frontal, ni la adopción incondicional son caminos convenientes desde la educación universitaria. Hay alguna bibliografía que reflexiona sobre este dilema entre oportunidad o peligro (Acampa,2019).

Para resolver las polémicas y aprovechar las oportunidades es necesario entender y reflexionar sin perder de vista a dónde estamos yendo. En este camino, la experimentación con las novedades, la interpretación correcta de los resultados y las limitaciones del medio, así como *la implementación adecuada de las innovaciones a la docencia han permitido desgranar los objetivos formativos y separarlos de su componente instrumental* (Font,2002). *Nuestro interés es saber cómo el estudiantado ha de asumir el conocimiento y el control de la forma de la arquitectura para incorporarla a su trabajo como materia prima, como ya lo era cuando enseñábamos Geometría Descriptiva II*. La clave es saber en qué consiste esta incorporación. ¿Qué parte de la geometría que enseñábamos y enseñamos es una servitud instrumental, y por tanto varía con el instrumento, y qué parte es educadora de una manera de entender y leer la realidad que nos rodea y por eso será *atemporal*? (Martínez, 2002). Y también conocer las nuevas tecnologías, como la animación de imágenes como herramienta de aprendizaje, en un alumnado cada vez más formado en entornos multimedia (Ávila, 2013).

La experiencia de más de 30 años enseñando geometría descriptiva y dibujo técnico, y más de 10 años incorporando tutoriales, avala la trayectoria docente del equipo de profesores que presentamos este trabajo. La asignatura está situada en el segundo año y es la continuación natural de la formación básica conseguida por la geometría descriptiva del primer año. Esta etapa de la formación del arquitecto debe llevar al estudiante al conocimiento y manejo de las formas tridimensionales, su constructibilidad y su generación mental gracias a la geometría modelada en primera persona: a dibujar se aprende dibujando y a modelar también. Nuestra idea es que hay que entender la geometría hasta sus entrañas; no podemos quedarnos en la nomenclatura de las figuras primitivas; hay que saber trabajar con ellas, con su forma y con su cualidad de ser o no ser construible (Font,2008).

Las herramientas informáticas facilitan el análisis geométrico a través de sus capacidades para controlar y hacer claramente visibles las formas en estudio (tesis del autor). Entender, por ejemplo, que no todo cuadrilátero en el espacio es plano, o que una recta apoyada entre dos perfiles puede generar superficies diferentes, o qué restricciones geométricas reducen la solución a una única posibilidad, o si hay margen para variantes enseña a entender la forma como material del trabajo creativo, a operar con ella. Es el tipo de aprendizaje imprescindible para diseñar forma y espacio. *Es la base necesaria sobre la que acumular experiencia. En esa experiencia se apoyará el instinto, sin el que no es posible generar nada nuevo*<sup>1</sup>. Ser capaces de cultivar el instinto sólo puede hacerse sobre una base de formación sólida. (Garcés, 2020)

## **Conclusiones: El dibujo es el método, la innovación está en la dosis**

La geometría de la arquitectura es aquella que tiene que ver con su construcción material. Si enseñamos geometría, es porque *“la geometría da sentido a la forma de la arquitectura, la construcción da sentido a la geometría y el campo común de ambas es el dibujo técnico”* (tesis del autor 2005). El sentido que tiene, aún hoy, enseñar geometría en las escuelas de arquitectura se fundamenta en que *“los resortes intelectuales que el dibujo mueve son los mismos que intervienen en la forma de la arquitectura, porque la geometría es la misma en ambos”* (tesis del autor 2005).

---

<sup>1</sup> En una reciente entrevista de radio a Brian May, guitarrista de Queen y doctor aeroespacial, explicaba que actualmente él toca más por intuición que por virtuosismo. <https://cadenaser.com/cadena-ser/a-vivir-que-son-dos-dias/> Cadena Ser, programa A vivir que son dos días. 01/07/3023; minuto 6:40.

En esto es *inactual* nuestra docencia. Como Josep Quetglas reflexionaba entorno a qué y cómo debemos enseñar. Lo que enseñamos se fundamenta en lo aprendido hace siglos y debería ser útil para los profesionales que harán en el futuro una arquitectura que aún no conocemos.

Puede parecer mentira que haya que defender lo oportuna que es la presencia del dibujo en los planes de estudio. Podría ser justificado: no es dibujo lo que hay que aprender, no es geometría descriptiva y tampoco es modelaje 3D, lo que hay que aprender. Es idear arquitectura lo que los arquitectos deben saber hacer, pero la mejor vía para aprender eso es dibujar, no aprender a dibujar. Por lo tanto, en el cómo enseñemos el modelaje (continuación del dibujo) está la clave de aprender arquitectura. Quizás lo que estamos diciendo es que las asignaturas de dibujo y geometría no son materias, no son objetos de estudio, sino que el *dibujo* y el *modelado* son el *método* de aprendizaje de la arquitectura. Como el “proyecto” también lo es. Lo que hay que tener claro es qué se puede y debe aprender a través de dibujar y qué se puede aprender a través de proyectar.

Hay una frase que se atribuye a Auguste Perret<sup>2</sup> que afirma que *La construcción es la lengua materna del arquitecto. Un arquitecto es un poeta que piensa y habla en el idioma de la construcción*. Nosotros añadimos que *la geometría es la gramática de esa lengua materna*, lo que la configura ya sea conformando su molde o articulando su esqueleto y lo hace de ella un potente instrumento de creación.

Esta ponencia defiende, a través de una experiencia de equipo, que la mejor manera de aprender arquitectura, o cualquier cosa, depende del diseño del plan docente: el guion, la cadencia, la intensidad y la secuencia que define una asignatura. Los tutoriales son muy buenas ayudas, pero no deben ser sólo instrucciones de manejo del programa informático, pueden ser parte del aprendizaje- de maneras de pensar. La parte que debemos enseñar, sea cual sea el instrumento o la actualidad vigente.

## Agradecimientos

Esta aportación ha sido posible con el soporte del Instituto de Ciencias de la Educación de la UPC; del personal de la unidad técnica de gestión de nuestro centro UTG-ETSA Vallès, al equipo de dirección de la ETSA Valles y a la dirección del Departament de Representació Arquitectònica.

## Bibliografía

Acampa, Giovanna, et Al. 2019. “Representación del dibujo frente a simulación de los sistemas BIM. Oportunidad o amenaza para la arquitectura”. A: *ACE: Architecture, City and Environment*”, vol. 14, núm. 40, pp. 111-132

Avila, Genís; Crespo, Isabel; Font, Joan. 2013. “Animation to explain constructive geometry”. A: *2CO Communicating Complexity*, Alghero, Sassari; Conference Proceedings, pp. 214-222. <http://hdl.handle.net/2117/20571>

Àvila Casademont, Genís. 2015. “Geometria i forma dels pinacles de la Sagrada Família, d'Antoni Gaudí. Tesi doctoral, <http://hdl.handle.net/2117/95740>

Carbognani, M. 1975. “The photogrammetric techniques applied to (French and Greek) historic centres”, *Photogrammetria*, Volume 30, Issues 3–6, [https://doi.org/10.1016/0031-8663\(75\)90034-4](https://doi.org/10.1016/0031-8663(75)90034-4)

---

<sup>2</sup> No hemos encontrado las fuentes de referencia donde esta frase fue pronunciada o escrita por August Perret pero hay un acuerdo generalizado en atribuirle. En cualquier caso, los autores asumen esta afirmación y suscriben lo que en ella se expresa.

Chang, Teng-Wen; Moleta, Tane J.; Park, Daekwon. 2016. "Computational design in the past, present and future of digital architecture", *Automation in Construction*, Volume 72, Part 1, ISSN 0926-5805, <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2016.10.006>

Crespo, Isabel. 2005. "Control gráfico de formas y superficies de transición". Tesis Doctoral <http://hdl.handle.net/10803/6559>

Font, Joan; Crespo, Isabel; Martínez, Francisco. 2002. "El Papel de la Geometría en la formación gráfica de los estudiantes de Arquitectura". Libro de actas: *IX Congreso Internacional Expresión Gráfica Arquitectónica. Re-Visión: Enfoques en Docencia e Investigación*. pp. 69-74.

Font, Joan.; Martínez, Francisco. 2008. "La necesaria reconstrucción del proceso gráfico". Libro de actas del *XII Congreso Internacional de Expresión Gráfica Arquitectónica*. Madrid: E. Rabassa, p. 303-308. URI <http://hdl.handle.net/2117/10033>. ISBN978-84-9728-270-3.

Garcés, Marina; *Escola d'aprenents*. 2020. (2ª edición 2021.) Barcelona: Ed. Galaxia Gutenberg, ISBN: 978-84.18218-42-2.

García González, Augusto. 2008. "Geometría didáctica. Resolución de cubiertas con Microstation"; *IX Congreso Internacional Expresión Gráfica Arquitectónica. Re-Visión: Enfoques en Docencia e Investigación*. Libro de actas, pp. 399-403.

Martinez, Francisco; Font, Joan; Crespo, Isabel; 2002. "Enseñar a leer para llegar a dibujar"; *IX Congreso Internacional Expresión Gráfica Arquitectónica. Re-Visión: Enfoques en Docencia e Investigación*. Libro de actas, pp. 105-108.

Moyano, Juan et Al., 2022. "Systematic approach to generate Historical Building Information Modelling (HBIM) in architectural restoration project", *Automation in Construction*, Volume 143, 104551, <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2022.104551>

Purcell, Patrick. 1980. "Computer education in architecture", *Computer-Aided Design*, Vol, 12, Issue 5, ISSN 0010-4485 [https://doi.org/10.1016/0010-4485\(80\)90029-9](https://doi.org/10.1016/0010-4485(80)90029-9)