

JIDA'18

VI JORNADAS
SOBRE INNOVACIÓN DOCENTE
EN ARQUITECTURA

WORKSHOP ON EDUCATIONAL INNOVATION
IN ARCHITECTURE JIDA'17

JORNADES SOBRE INNOVACIÓ
DOCENT EN ARQUITECTURA JIDA'18

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



Servicio de
Publicaciones
Universidad Zaragoza



UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE CATALUNYA
BARCELONATECH

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

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

Editores

Daniel García-Escudero, Berta Bardí i Milà

Revisión de textos

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

Edita

Iniciativa Digital Politècnica Oficina de Publicacions Acadèmiques Digitals de la UPC

Servicio de publicaciones de la Universidad de Zaragoza

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

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

eISSN 2462-571X

D.L. B 9090-2014

© de los textos y las imágenes: los autores

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

Comité Organizador JIDA'18

Dirección, coordinación y edición

Berta Bardí i Milà (GILDA)

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

Daniel García-Escudero (GILDA)

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

Organización

Raimundo Bambó Naya

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

Eduardo Delgado Orusco

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

Carlos Labarta

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

Joan Moreno Sanz (GILDA)

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

Judit Taberna (GILDA)

Arquitecta, Departamento de Representación Arquitectónica, ETSAB-UPC

Comité Científico JIDA'18

Evelyn Alonso-Rohner

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

Atxu Amann Alcocer

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

Iñaki Bergera

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

Enrique M. Blanco-Lorenzo

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

Ivan Cabrera i Fausto

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

Nuria Castilla Cabanes

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

Rodrigo Carbajal-Ballell

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

Begoña de Abajo

Arquitecta, Departamento de Proyectos Arquitectónicos, ETSAM-UPM

Débora Domingo Calabuig

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

Enrique Espinosa

Arquitecto, Departamento de Proyectos Arquitectónicos, ETSAM-UPM

Pedro García Martínez

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

Queralt Garriga

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

Mariona Genís Vinyals

Dra. Arquitecta, BAU Centro Universitario del Diseño de Barcelona

María González

Arquitecta, Departamento de Proyectos Arquitectónicos, ETSA-US

Enrique Jerez Abajo

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

Ricardo Sánchez Lampreave

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

Juanjo López de la Cruz

Arquitecto, Departamento de Proyectos Arquitectónicos, ETSA-US

Carles Marcos Padrós

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

Javier Pérez-Herreras

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

Amadeo Ramos Carranza

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

Patricia Reus

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

Estanislau Roca

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

Silvana Rodrigues de Oliveira

Arquitecta, Departamento de Proyectos Arquitectónicos, ETSA-US

Jaume Roset Calzada

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

Patricia Sabín Díaz

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

Carla Sentieri Omarremeria

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

Sergio Vega Sánchez

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

José Vela Castillo

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

ÍNDICE

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

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

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

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

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

La biblioteca de materiales como recurso didáctico

Materials library as a teaching resource

Navarro-Moreno, David^a; Lanzón-Torres, Marcos^b; Tatano, Valeria^c

^aDepartamento de Arquitectura y Tecnología de la Edificación, Universidad Politécnica de Cartagena, España, david.navarro@upct.es; ^bDepartamento de Arquitectura y Tecnología de la Edificación, Universidad Politécnica de Cartagena, España, marcos.lanzon@upct.es; ^cDipartimento di Culture del Progetto, Università Iuav di Venezia, Italia, valeria.tatano@iuav.it

Abstract

Construction materials have traditionally been explained in architecture schools attending to their physical, mechanical and chemical properties. In that sense their teaching has been developed through theoretical lessons in classroom complemented by practical lessons in laboratory in which various materials were tested. But, materials are important not only from the technical point of view for their function as elements for construction, but also for their role as the basis of architectural language, enabling through them the transmission of sensations – visual, tactile perception, thermal, acoustic, olfactory–, that is, materiality. For this reason, since these sensations are perceived by people through the senses, the materials library is a didactic resource especially useful to enable direct contact of students with the main materials currently available.

Keywords: *materioteca, materials, construction, perception, database.*

Resumen

Los materiales de construcción han sido tradicionalmente explicados en las escuelas de arquitectura atendiendo principalmente a sus propiedades físicas, mecánicas y químicas, desarrollándose su enseñanza mediante clases teóricas en el aula complementadas con clases prácticas en el laboratorio en las que se ensayaban diversos materiales. Si bien, los materiales son importantes no sólo desde el punto de vista técnico por su función como elementos para la construcción, sino también por su papel como base del lenguaje arquitectónico, posibilitando a través de ellos la transmisión de sensaciones –percepción visual, táctil, térmica, acústica, olfativa–, esto es, la materialidad. Por tal motivo, dado que las citadas sensaciones son percibidas por las personas a través de los sentidos, la materioteca o biblioteca de materiales constituye un recurso didáctico especialmente útil al posibilitar el contacto directo de los estudiantes con los principales materiales disponibles en la actualidad.

Palabras clave: *materioteca, materiales, construcción, percepción, base de datos.*

Bloque temático: 4. Antecedentes del aprendizaje en Arquitectura (AA)

Introducción

La arquitectura, definida por el Diccionario de la lengua española como “el arte de proyectar y construir edificios” (RAE, 2017), es una disciplina que requiere de la adquisición de ciertos conocimientos previos antes de comenzar con el ejercicio de la proyectación en sí misma. En este sentido, pueden citarse conocimientos de muy diversa índole. Bien de tipo instrumental, como la expresión gráfica arquitectónica, para ser capaces de recoger y expresar visualmente las ideas. O bien de tipo conceptual, como la composición arquitectónica, para tener la habilidad de diseñar edificaciones que además de cumplir una función adopten a su vez un significado y transmitan decorativamente una sensación a los usuarios; y las construcciones arquitectónicas, para tener la capacidad de resolver la parte técnica del diseño de los edificios mediante la selección de los materiales y productos de construcción, las soluciones constructivas, los sistemas estructurales y las instalaciones de servicio y acondicionamiento. A partir de estos conceptos se desarrolla el proyecto, adquiriendo la idea arquitectónica forma y materialidad.

1. La materia y el proyecto arquitectónico

La proyectación arquitectónica es un proceso complejo en el que convergen los distintos factores que forman parte del mismo, tanto los de tipo programático, espacial, artístico, ideológico, etc., como los de tipo constructivo, estructural, material, etc., además de los condicionantes normativos. Evidentemente, también influye la propia creatividad del arquitecto, que a través de un ejercicio profundo de reflexión llega a la configuración un todo unitario, global y coherente que define principalmente mediante el empleo de medios de representación gráfica. De modo que el proyecto responde a un proceso creativo y reflexivo en el que poco a poco el pensamiento del proyectista va madurando y sus ideas comienzan a concretarse en formas y en materiales.

1.1. La materia como recurso corpóreo y comunicativo

En la etapa de proyecto la idea arquitectónica se sitúa todavía en un lugar intermedio a medio camino entre lo imaginario y lo real. Su existencia está subordinada a su concreción material, es decir, a su materialización, siendo por tanto los materiales de construcción los encargados de trasladar a la realidad física la idea arquitectónica. Pero la materia no constituye sólo el elemento necesario para dar soporte físico a dicha idea, ya que los buenos proyectos arquitectónicos son también sensoriales (Zumthor, 2009). De manera que el acto creativo se desenvuelve en una relación dialéctica con el pensamiento en la búsqueda de una aproximación sensorial del edificio con el usuario, y en esa demanda los materiales desempeñan un papel fundamental.

Es de este modo como los materiales de construcción adquieren en el proyecto de arquitectura unas connotaciones que superan su carácter más convencional y objetivo asociado a su conocimiento técnico, por otro más imprevisible y subjetivo relacionado con sus posibilidades estéticas y perceptivas. Ambos aspectos de los materiales asumen la misma importancia en el hecho arquitectónico y son esenciales para su comprensión. Por lo que, como apunta Alba (2016), aunque en la realización del proyecto arquitectónico se suceden diversos pasos, la definición material es un aspecto que no puede ser desligado de la concepción inicial de la idea e introducido al final, sino que las consideraciones técnicas deben estar implícitas desde el comienzo del proceso, de manera que se garantice que la idea primigenia –con sus respectivas emociones–, pueda ser construida de una forma lo más fielmente posible.

Los materiales son la parte constitutiva de la arquitectura. Ahora bien, conviene matizar que la materialización está asociada a lo universal de la construcción, mientras que la materialidad se

encuentra más vinculada a lo particular la misma, siendo en la mayoría de ocasiones en la primera dimensión donde la obra arquitectónica encuentra su base, y en la segunda donde reside toda su riqueza y emoción. Además, la materialidad no sólo depende de los materiales con los que se construye, sino también de la forma en que estos son utilizados. De modo que la materia se pone al servicio del hecho arquitectónico y conforman un todo que no se puede llegar a comprender sin el conocimiento de las características de aquella en su sentido más amplio.

1.2. Los materiales de construcción y su elección

Acercas de los materiales de construcción, resulta posible realizar una distinción de los mismos en tres categorías funcionales. Así, la primera de ellas corresponde a la materia prima en su condición de recurso natural no manipulado por el hombre. Por su parte, la segunda hace referencia a los productos de construcción obtenidos tras la transformación tecnológica de la materia prima. En cambio, la tercera categoría, más abstracta, corresponde a la obra realizada en la que, gracias a la reflexión del arquitecto, los materiales y productos de construcción se convierten en algo más que en simples piezas de una edificación, presentándose a su vez como componentes del lenguaje arquitectónico (Suárez y Santas, 2017).

Seleccionar los materiales atendiendo únicamente a sus características técnicas –resistencia, durabilidad, densidad, etc.– sin tener en cuenta sus propiedades organolépticas –textura, brillo, temperatura, etc.– significa no optimizar el empleo de los mismos y tampoco la propia obra arquitectónica. Pues, como destaca Pallasmaa (2006), las personas interactúan con la arquitectura a través de la percepción de los materiales en ella utilizados recibiendo información mediante la vista, el tacto, el olfato y el oído, quedando al margen obviamente el sentido del gusto. Pero para aprovechar esa capacidad es necesario alcanzar un nivel de conocimiento de los materiales de construcción que sólo es posible lograr mediante una aproximación a ellos realizada desde un doble enfoque técnico y sensorial.

Ahora bien, el proceso global de elección de los materiales en el proyecto arquitectónico ha de regirse no sólo por las prestaciones técnicas y las propiedades relativas a la percepción, sino también prestando atención a otros condicionantes como pueden ser entre otros los asociados al uso, la sostenibilidad y la economía (Hegger, Drexler y Zeumer, 2010).

2. La enseñanza de los materiales en las escuelas de arquitectura

Las asignaturas de materiales en los estudios universitarios de arquitectura tienen como finalidad dotar a los estudiantes de las competencias profesionales relativas a la toma de decisiones para la selección de materiales y productos de construcción en las fases de realización del proyecto arquitectónico y de dirección de obra. Acerca de la metodología docente aplicada, estos han sido tradicionalmente explicados atendiendo sobre todo a sus propiedades físicas, mecánicas y químicas. En dicha línea, su enseñanza se ha venido desarrollando desde un doble plano: teórico, mediante lecciones expositivas en aula en las que el profesor explica los contenidos; y práctico, a través de actividades en laboratorio en las que el estudiante con la ayuda del profesor estudia las prestaciones de diversos materiales.

Tomando como caso de estudio el Grado en Fundamentos de Arquitectura impartido por la Escuela Técnica Superior de Arquitectura y Edificación (ETSAE) perteneciente a la Universidad Politécnica de Cartagena (UPCT), su Plan de Estudios regula dos asignaturas de materiales de construcción asociadas al segundo y tercer curso con una carga lectiva total de 9 créditos ECTS. En ellas las capacidades a alcanzar por el estudiante se concretan en: analizar elementos históricos comunes en materiales de construcción; comprender los procesos de fabricación de

materiales; manejar procedimientos de laboratorio para la caracterización de materiales de construcción; manejar fichas técnicas de materiales; conocer el impacto ambiental de los materiales; identificar los materiales de construcción por su examen visual; y tomar decisiones referentes a la selección y empleo de los materiales adecuados a la tipología del edificio atendiendo a las características particulares de los mismos y al contexto particular de su uso.

Para cumplir tales objetivos de aprendizaje se ha optado por la aplicación de una metodología de enseñanza consistente en la aproximación al conocimiento de los materiales de construcción no sólo mediante lecciones teóricas en el aula combinadas con sesiones prácticas en el laboratorio, sino complementadas también mediante la utilización de otro recurso didáctico menos frecuente consistente en una materioteca creada con objeto de ayudar al estudiante en la mejor comprensión de los materiales mediante la conexión de la información teórica recibida con el contacto físico con los mismos.

3. Las materiotecas

Las materiotecas, también llamadas bibliotecas o archivos de materiales son centros de información técnica surgidos con objeto de permitir el conocimiento de los materiales y la difusión de su correspondiente información técnica. Se trata de lugares en los que se exponen muestras de materiales vinculados sobre todo al mundo de la arquitectura, el diseño, la moda y la producción industrial. Por regla general estas infraestructuras físicas se complementan con soportes digitales consistentes en bases de datos que recogen información de cada uno de los materiales en ellas almacenados para permitir ampliar su conocimiento.

Bajo ese enfoque general de la transferencia de conocimiento en materiales, atendiendo a los matices sobre los fines últimos perseguidos con su creación pueden distinguirse básicamente dos tipos diferentes de materiotecas: las que tienen finalidad comercial y las que surgen con finalidad educativa. En el primer caso, se trata de centros que desarrollan una labor de investigación y difusión en el campo de los nuevos materiales y tecnologías de transformación innovadoras, acercándolos al mercado y a los usuarios profesionales. En el segundo, en cambio, se trata de recursos didácticos creados por centros de estudios para la formación de sus estudiantes permitiendo el contacto directo con los materiales. Mientras que las primeras suelen requerir una contraprestación económica por el servicio ofrecido, las segundas, aunque dirigidas a los estudiantes, ofrecen con frecuencia de forma gratuita sus recursos digitales a través de la web permitiendo su consulta al público en general.

3.1. Las materiotecas comerciales

El origen de las materiotecas comerciales parece situarse en el año 1997 con la creación de la sede neoyorquina de Material ConneXion, una iniciativa privada que surgió como respuesta frente a la creciente innovación tecnológica en el mundo de los materiales, que había hecho que este resultase especialmente amplio y cambiante y, por lo tanto, difícilmente abarcable por los técnicos y diseñadores.

Las materiotecas comerciales consisten en centros dotados de una colección de muestras expuestas según una clasificación ordenada y una base de datos que recoge información relativa a las características y datos del fabricante de cada material expuesto. Ambos soportes, físico y digital, se complementan perfectamente, ya que el usuario puede comenzar realizando una primera aproximación a través de la base de datos y efectuar una búsqueda según sus intereses particulares y, una vez hecha la preselección de materiales, como no es lo mismo ver las cosas sobre una pantalla que verlas *in situ* e incluso poder sentir las, tocarlas, olerlas... puede visitar la

exposición física para tomar la decisión final. Además, muchas de las materiotecas comerciales ofrecen el apoyo de personal especializado durante todo el proceso pues, aunque nacidas como meros archivos de materiales, estas han ido evolucionando poco a poco hacia la asesoría en la selección de los mismos.

En cuanto a las principales materiotecas comerciales existentes en la actualidad, Material ConneXion constituye probablemente la mayor materioteca comercial en el mundo al servicio de los sectores de la arquitectura y el diseño, contando con siete sedes ubicadas en Estados Unidos, Europa y Asia, que albergan físicamente más de siete mil materiales. Otra materioteca con red internacional es el Centro de Materiales de Barcelona (Materfad), con presencia en España y Sudamérica. Junto a ellas se encuentran otras de carácter nacional como las italiana Materioteca y MaTech, la francesa MateriÒ, la holandesa Material District –anteriormente conocida como Materia–, las inglesas Material Driven y Material Lab, y la española Galería de Materiales del Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid (MATCOAM).



Fig. 1 Materioteca Material ConneXion. Fuente: <https://www.materialconnexion.com/create-a-library/>

Según los materiales abarcados puede distinguirse la existencia de materiotecas, bien de carácter específico centradas en un sector concreto –Material Lab– o tipo de material determinado –Materioteca–, o bien de ámbito más genérico relacionadas con diferentes disciplinas –MaTech–. Asimismo, atendiendo a su funcionamiento se identifican distintas estrategias que van desde las materiotecas que requieren suscripción para poder tener acceso a su base de datos *on line* y a sus sedes físicas –Material ConneXion–, hasta aquellas que ofrecen un servicio completamente gratuito –Material District–, existiendo también soluciones intermedias, como materiotecas que tienen en abierto su base de datos pero ocultando determinados contenidos que son sólo visibles para los suscriptores –Materfad–, y otras que cuentan con tarifas diferenciadas según se desee tener acceso a su base de datos, a su infraestructura o contar con asesoramiento especializado –MateriÒ–.

3.2. Las materiotecas didácticas

La aparición de las primeras materiotecas didácticas se sitúa también a finales de los noventa. De hecho, en 1997 –mismo año en que surgió Material ConneXion– un grupo de profesores e investigadores del *Istituto universitario di architettura di Venezia* (Iuav) decidió crear el *Archivio delle tecniche e dei materiali per l'architettura e il disegno industriale* (ArTec) con objeto de disponer de una estructura de investigación y enseñanza de los materiales, productos y técnicas constructivas en el sector de la arquitectura. Experiencias similares fueron llevadas a cabo en otras universidades pudiendo mencionarse el *Universitair Centrum voor Bouwtechniek* de la *Faculteit Bouwkunde de la Technische Universiteit Eindhoven* (Holanda), el *Baustoffe und Produkte de la Fakultät für Architektur und Bauwesen* de la *Hochschule Karlsruhe Technik und Wirtschaft* (Alemania), la *Matériaauthèque* de la *École d'architecture de la Université de Montréal* (Canadá), etc. (Conti, 2002). En el ámbito español el referente podría situarse en el Aula-Museo de la Construcción creada ya en el año 1990 en la Escuela Técnica Superior de Edificación (ETSEM) de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM), en la que se construyó una selección de unidades de obra en diferentes fases de ejecución. Aunque el interés se centraba no tanto en los materiales y productos de construcción como en los sistemas constructivos, lo cierto es que la dotación de esta infraestructura física evidencia la preocupación existente ya en la época en las universidades por proporcionar a los estudiantes del ámbito de la arquitectura una toma de contacto directa con las cosas.

Además de los mencionados ejemplos de materiotecas didácticas conviene hacer referencia a la creciente importancia atribuida a este recurso didáctico entre las universidades norteamericanas, pudiendo citarse entre otras el *Boston Architectural College*, la *School of Architecture* de la *University of Texas at Austin*, el *College of Architecture and Design* de la *University of Houston*, etc.

A diferencia del enfoque innovador de las materiotecas comerciales, las materiotecas didácticas persiguen una visión más general de los materiales y productos relacionados con la disciplina académica a la que se encuentran vinculadas. En ellas interesa principalmente mostrar el abanico de posibilidades disponibles en el mercado, desde las más convencionales a las últimas novedades. Mientras que un profesional busca en la materioteca comercial nuevos recursos para sus diseños, un estudiante encuentra en la materioteca didáctica la posibilidad de obtener un mejor y mayor conocimiento de los materiales. Un nivel de conocimiento al que no es posible llegar sólo a través de las explicaciones teóricas. Ni tampoco mediante la complementación de estas con el empleo de material audiovisual, pues la mirada por sí sola no es capaz de descubrir la información que se esconde detrás del aspecto, y menos aun cuando la vista se dirige sobre imágenes digitales. Hace falta una percepción más profunda de las cosas, y esta sólo se puede experimentar mediante el empleo del resto de sentidos, constituyendo las muestras un soporte de reflexión que conduce al establecimiento de vínculos entre la información teórica y la realidad física. De modo que las materiotecas didácticas representan un instrumento que posibilita una aproximación a los materiales dirigida no solamente a conocerlos, sino también a percibirlos y a comprenderlos.

Por último, cabe señalar que el carácter transversal de las materiotecas comerciales las ha convertido en un catalizador de la innovación no sólo entre empresas, diseñadores, industriales, ingenieros y arquitectos, sino también con universidades y centros tecnológicos. De hecho la mayor parte de las materiotecas comerciales ofrecen a las universidades servicios de formación en forma de seminarios y workshops –Material ConneXion–. Incluso en ocasiones llegan a asociarse y colaborar con ellas –Materfad–.

Centrando la atención en la materioteca de la Università Iuav como uno de las primeras iniciativas de este tipo en las escuelas de arquitectura, esta consiste en una estructura de investigación y enseñanza que se ocupa de recoger y catalogar ejemplos de materiales, productos y técnicas en el ámbito de la arquitectura y la construcción y ponerlos a disposición de los estudiantes para que puedan percibirlos físicamente e identificar sus formas, dimensiones, texturas superficiales, etc.



Fig. 2 Materioteca del Iuav. Fuente: fotografía de los autores (2018)

Se dirige a asignaturas tanto del área de construcciones arquitectónicas como de proyectación, así como a trabajos de fin de grado, máster y doctorado que investiguen aspectos relacionados con los materiales, tecnologías de transformación, y sistemas constructivos. Para su utilización los profesores pueden organizar visitas en grupo o bien tomar prestados materiales y llevarlos al aula como apoyo para la explicación teórica, siempre previa solicitud al responsable de la materioteca.

Los productos y materiales expuestos son elegidos en función de su importancia para el conocimiento de los materiales y el aprendizaje de las técnicas de construcción, encontrándose las muestras organizadas por unidades funcionales tales como fachadas, cubiertas, particiones, etc. Además, junto a las muestras físicas se dispone de documentación técnica de apoyo.

La materioteca cuenta con una base de datos que es de acceso abierto y se encuentra disponible en el sitio web materioteca.iuav.it. En ella se permite la búsqueda y uso de información relacionada con los materiales, productos y sistemas contenidos en el archivo físico, ofreciendo dos opciones de búsqueda, bien por sistema constructivo o bien por el tipo de material (Tatano, 2007).

Destaca el hecho de que además de la gestión de la exposición y documentación técnica correspondiente, la materioteca realiza diversas actividades formativas tales como seminarios de información técnica y demostraciones de productos implicando a empresas, técnicos,

diseñadores y arquitectos para proporcionar una visión de los materiales desde diferentes perspectivas.

Por su parte, la Escuela Técnica Superior de Arquitectura y Edificación de la Universidad Politécnica de Cartagena cuenta igualmente entre sus infraestructuras desde hace varios años con una materioteca. Se trata de un espacio en el que mediante estanterías se ha trazado un recorrido que recoge una selección de muestras dispuestas de forma ordenada siguiendo la misma secuencia de materiales que presenta el temario de las asignaturas que abordan su estudio. A este respecto conviene explicar que a partir de las clasificaciones comúnmente aceptadas en el ámbito académico de la ciencia de materiales y otras disciplinas afines a la misma, entre las que pueden destacarse los planteamientos realizados por Ashby (2005) y por Fernández (2006), se ha optado por una estructuración de los contenidos en: pétreos, cerámicos, metálicos, polímeros, naturales y compuestos.



Fig. 3 Materioteca de la ETSAE. Fuente: fotografía de los autores (2018)

De cada una de las familias de materiales se han recopilado diversas muestras gracias a la colaboración de fabricantes, empresas locales, así como de profesores y estudiantes. Estas corresponden en gran parte a materiales de construcción convencionales, teniendo también su representación algunos materiales más novedosos. A diferencia de las materiotecas comerciales, donde por regla general todas las muestras tienen el mismo tamaño, dando una mayor sensación de orden y de facilidad para encontrar las cosas de forma rápida, en esta ocasión se ha optado por exponer los productos con su formato comercial siempre que sus dimensiones lo permitan, para que de este modo sirvan a su vez de apoyo a la explicación de los sistemas constructivos. Precisamente siguiendo ese carácter integrador que se ha tratado de infundir a la materioteca relacionándola con las distintas asignaturas afines, se ha dado cabida a materiales y productos históricos, ofreciendo así la posibilidad de la realización simultánea de un doble recorrido contemporáneo-histórico por los diferentes materiales de construcción. Incluso, dada la procedencia de estos últimos de derribos y reformas, en ocasiones ilustran formas de

deterioro que resultan igualmente interesantes de mostrar. De igual modo, se han incorporado algunas muestras procedentes de distintas fases del proceso de manufacturación, así como piezas defectuosas, lo que ayuda a explicar su fabricación.

De forma paralela al montaje de la exposición se ha generado un registro digital mediante una base de datos. En ella se encuentran identificados los materiales disponibles en la materioteca, habiéndose incluido diversos datos tanto de tipo gráfico como escrito para su mejor conocimiento. Además, la base de datos permite no sólo la gestión de la materioteca, sino también la posibilidad de generar fichas de consulta. A este respecto, el modelo de ficha de catálogo definido presenta un formato DIN-A4 apaisado y recoge información referente a la clasificación del material, propiedades, especificaciones, aplicaciones, publicaciones, webs de interés, fotografía de detalle y fotografía general.

La materioteca es visitada por diversas asignaturas a lo largo del desarrollo del grado en compañía del profesor, pudiendo los estudiantes acceder a la misma en otros horarios previa solicitud de autorización. Por su parte, la información recopilada en la base de datos es accesible por los estudiantes a través del aula virtual.

El uso de este recurso didáctico ha mejorado la capacidad de identificación y reconocimiento de los materiales de construcción por parte de los estudiantes. Además, al combinar su estudio con esta actividad de tipo experiencial, estos han fijado los conocimientos de una forma más directa y amena que en una lección completamente teórica, generándose igualmente en ellos un mayor interés por los materiales de construcción (Beard, 2018).

4. Conclusiones

Como señala Berger (1996), para las personas lo visible ha sido y sigue siendo su principal fuente de información acerca del mundo. Este principio ha tenido su fiel reflejo en la metodología docente en general y universitaria en particular, donde de la mano de los avances de la técnica las clases teóricas se vieron complementadas con proyectores de diapositivas y retroproyectores de transparencias primero, y con proyectores de video después. Además la incorporación de las herramientas de gestión de aprendizaje digitales como Moodle ha supuesto la posibilidad de ofrecer a los alumnos gran cantidad de información audiovisual.

Si bien, desde el punto de vista de los materiales de construcción, un acercamiento a los mismos a través de la información digital supone una aproximación intangible que lleva a un conocimiento fragmentario, pues permite apreciar el aspecto, pero otros datos quedan ocultos en un segundo plano. En ese caso es el subconsciente el que a partir de la memoria y mediante un mecanismo de extrapolación cubre el vacío originado por la ausencia de percepción física a través de experiencias previas en las que esta ha sido posible.

De modo que se puede tener un conocimiento muy distinto de las cosas según sean estas percibidas únicamente con la vista o con todos los sentidos: apreciar el color de una piedra, sentir su tacto frío a tocarla, su pesadez al cogerla... son datos todos ellos importantes para el proyecto arquitectónico. Por este motivo, la arquitectura requiere de una aproximación completa a los materiales de construcción. De ahí la necesidad de contar en las escuelas de arquitectura con una materioteca en la que los estudiantes puedan experimentar los materiales y obtener un conocimiento pleno de los mismos.

Han pasado ya más de veinte años desde que se crearon las primeras materiotecas didácticas en las escuelas de arquitectura. Durante este periodo algunas han desaparecido y otras se han

ido adaptando la realidad de cada momento. Una evolución que las ha convertido a su vez en archivos históricos de materiales y sistemas constructivos debido a los avances que la técnica y la construcción han experimentado a lo largo de estos años. La crisis del ladrillo ha supuesto también un declive de las principales ferias sector como CONSTRUMAT en Barcelona, SAIE en Bolonia, MADE en Milán, BATIMAT en París, etc. lo que unido a menor número de edificaciones en construcción supuso ciertas dificultades a la hora de posibilitar a los estudiantes de arquitectura la necesaria toma de contacto directa con la realidad. En este contexto, algunas escuelas han revitalizado sus materiotecas como un potencial recurso didáctico que por su carácter transversal se presta a ser utilizado por diferentes asignaturas.

En la actualidad las materiotecas didácticas parecen haber encontrado su futuro en el establecimiento de vínculos con las materiotecas comerciales. Una sinergia en la que ambas partes obtienen un beneficio. Las universidades porque de este modo pueden potenciar sobre todo la sección de materiales innovadores, más difícil y costosa de gestionar por requerir una actualización continua. Las materiotecas comerciales porque de este modo dan a conocer sus servicios a los estudiantes, convirtiéndolos en potenciales clientes.

5. Bibliografía

ALBA DORADO, M. I. (2016). "Arquitectura y creatividad. Reflexiones acerca del proceso creativo del proyecto arquitectónico" en *Arquiteturarevista*, Vol. 12, nº 2, p. 125-139.

ASHBY, M.F. (2005). *Material selection in Mechanical design*. Burlington: Butterworth-Heinemann.

BEARD, C. (2018). "Dewey in the World of Experiential Education" en *New Directions for Adult and Continuing Education*, Vol. 2018, nº 158, p.27-37.

BERGER, J. (1996). *Páginas de la herida*. Madrid: Visor.

CONTI, C. (2002). "L'ArTec di Venezia" en *Costruire*, n. 233, p 208-211.

FERNÁNDEZ, J. (2006). *Material Architecture. Emergent Materials for innovative Buildings and Ecological Construction*. Burlington: Architectural Press.

HEGGER, M., DREXLER, H. y ZEUMER, M. (2010). *Materiales*. Barcelona: Gustavo Gili.

MATERIAL CONNEXION. *Centro de materiales y procesos de fabricación innovadores y sostenibles* <<http://es.materialconnexion.com/>> [Consulta: 02 de septiembre de 2018]

PALLASMAA, J. (2006). *Los ojos de la piel*. Barcelona: Gustavo Gili.

REAL ACADEMIA ESPAÑOLA. *Diccionario de la lengua española (23.1 ed.)* <<http://dle.rae.es/>> [Consulta: 02 de septiembre de 2018]

SUÁREZ MANSILLA, L. y SANTAS TORRES, A. (2017). "Proyecto y Materia. Reflexiones" en Labarta Aizpún, C. *Proyecto arquitectónico y materia: lecciones integradas*. Zaragoza: Prensas de la Universidad de Zaragoza. p. 44-51.

TATANO, V. (2007). *Dal manuale al web. Cultura tecnica, información tecnica e produzione edilizia per il progetto di architettura*. Roma: Officina.

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID. *Aula-Museo de la Construcción*. <https://www.edificacion.upm.es/departamentos/construcciones/aula_museo.htm> [Consulta: 02 de septiembre de 2018]

UNIVERSITÀ IUAV DI VENEZIA. *Artec, Archivio delle tecniche e dei materiali*. <<http://www.iuav.it/SISTEMA-DE/Archivio-d/>> [Consulta: 02 de septiembre de 2018]

ZUMTHOR, P. (2009). *Pensar la arquitectura*. Barcelona: Gustavo Gili.