

# JIDA'19

VII JORNADAS  
SOBRE INNOVACIÓN DOCENTE  
EN ARQUITECTURA

WORKSHOP ON EDUCATIONAL INNOVATION  
IN ARCHITECTURE JIDA'19

JORNADES SOBRE INNOVACIÓ  
DOCENT EN ARQUITECTURA JIDA'19

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA DE MADRID  
14 Y 15 DE NOVIEMBRE DE 2019



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**

Joan Moreno, Judit Taberna, Jordi Franquesa

### **Edita**

Iniciativa Digital Politècnica Oficina de Publicacions Acadèmiques Digitals de la UPC

**ISBN** 978-84-9880-797-4 (IDP, UPC)

**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

## Comité Organizador JIDA'19

### *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*

**Jordi Franquesa (coordinador GILDA)**

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

**Antonio Juárez Chicote**

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

**Sergio De Miguel García**

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

**Joan Moreno Sanz (GILDA)**

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

**Jesús Ulargui**

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

**Judit Taberna (GILDA)**

Arquitecta, Departamento de Representación Arquitectónica, ETSAB-UPC

## Comité Científico JIDA'19

**Luisa Alarcón González**

Dra. Arquitecta, Proyectos Arquitectónicos, ETSAB-UPC

**Atxu Amann Alcocer**

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

**Irma Arribas Pérez**

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

**Iñaki Bergera**

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

**Jaume Blancafort**

Dr. Arquitecto, Arquitectura y Tecnología de la Edificación, ETSAB-UPC

**Enrique M. Blanco-Lorenzo**

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

**Belén Butragueño Díaz-Guerra**

Dra. Arquitecta, Ideación Gráfica Arquitectónica, ETSAM-UPM

**Ivan Cabrera i Fausto**

Dr. Arq., Dpto. de Mecánica de los Medios Continuos y Teoría de Estructuras, ETSAB-UPC

**Nuria Castilla Cabanes**

Dra. Arquitecta, Departamento de Construcciones arquitectónicas, ETSAB-UPC

**Rodrigo Carbajal-Ballell**

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

**Valentina Cristini**

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

**Begoña de Abajo**

Arquitecta, Departamento de Proyectos Arquitectónicos, ETSAM-UPM

**Eduardo Delgado Orusco**

Dr. Arquitecto, Proyectos Arquitectónicos, EINA-UNIZAR

**Carmen Díez Medina**

Dra. Arquitecta, Composición, EINA-UNIZAR

**Déborra Domingo Calabuig**

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

**Enrique Espinosa**

Arquitecto, Departamento de Proyectos Arquitectónicos, ETSAM-UPM

**Maria Pia Fontana**

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

**Arturo Frediani Sarfati**

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

**Pilar Garcia Almirall**

Dra. Arquitecta, Tecnología, ETSAB-UPC

**Pedro García Martínez**

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

**Mariona Genís Vinyals**

Dra. Arquitecta, BAU Centro Universitario del Diseño de Barcelona

**María González**

Arquitecta, Departamento de Proyectos Arquitectónicos, ETSA-US

**Arianna Guardiola Víllora**

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

**Laura Lizondo Sevilla**

Dra. Arquitecta, Proyectos Arquitectónicos, ETSA-UPV

**Íñigo Lizundia Uranga**

Dr. Arquitecto, Construcciones Arquitectónicas, ETSA EHU-UPV

**Emma López Bahut**

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

**Juanjo López de la Cruz**

Arquitecto, Departamento de Proyectos Arquitectónicos, ETSA-US

**Magda Mària Serrano**

Dra. Arquitecto, Departamento de Proyectos Arquitectónicos, ETSAV-UPC

**Cristina Marieta Gorriti**

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

**Marta Masdés Bernat**

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

**Camilla Mileto**

Dra. Arquitecta, Composición arquitectónica, ETSA-UPV

**Javier Monclús Fraga**

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

**Marta Muñoz**

Arquitecta, Arquitectura, Moda y Diseño, ETSAM-UPM

**David Navarro Moreno**

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

**Luz Paz Agras**

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

**Melisa Pessoa Marcilla**

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

**Jorge Ramos Jular**

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

**Amadeo Ramos Carranza**

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

**Javier Francisco Raposo Grau**

Dr. Arquitecto, Ideación Gráfica Arquitectónica, ETSAM-UPM

**Ernest Redondo Dominguez**

Dr. Arquitecto, Representación arquitectónica, ETSAB-UPC

**Patricia Reus**

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

**Antonio S. Río Vázquez**

Dr. Arquitecto, Composición arquitectónica, ETSAC-UdC

**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

**Inés Sánchez de Madariaga**

Dra. Arquitecta, Urbanismo y ordenación del territorio, ETSAM-UPM

**Mara Sánchez Llorens**

Dra. Arquitecta, Ideación Gráfica Arquitectónica, ETSAM-UPM

**Carla Sentieri Omarrementeria**

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

**Marta Serra Permanyer**

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

**Sergio Vega Sánchez**

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

**José Vela Castillo**

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

**Fernando Vegas López-Manzanares**

Dr. Arquitecto, Composición arquitectónica, ETSA-UPV

**Ferran Ventura Blanch**

Dr. Arquitecto, Arte y Arquitectura, EAM-UMA

## ÍNDICE

1. **Arquitectura ficción: pensamiento lateral para el diseño social del espacio. *Fictional Architecture: Lateral Thinking for Social Design of Space*.** Hernández-Falagán, David.
2. **Nuevas representaciones, Nuevas concepciones: “entender y hacer entender”. MBArch ETSAB. *New representations, New conceptions: “to understand and to make understood”*.** MBArch ETSAB. Zaragoza, Isabel; Esquinas-Dessy, Jesús.
3. **Diarios creativos: el dibujar como germen del aprendizaje productivo. *Creative diaries: drawing as the seed of productive learning*.** Salgado de la Rosa, María Asunción.
4. **La percepción en la revisión de proyectos arquitectónicos. *The perception in the review of architectural projects*.** Sánchez-Castro, Michelle Ignacio.
5. **Comportamiento térmico en edificios utilizando un Aprendizaje Basado en Problemas. *Thermal performance in buildings by using a Problem-Based Learning*.** Serrano-Jiménez, Antonio; Barrios-Padura, Ángela.
6. **Los talleres internacionales como sinergias generadoras de pensamiento complejo. *International workshops as complex thinking-generating synergies*.** Córdoba-Hernández, Rafael; Gómez-Giménez, Jose Manuel.
7. **Wikipedia como recurso para la alfabetización mediática arquitectónica. *Wikipedia as a resource for media architectural literacy*.** Santamarina-Macho, Carlos.
8. **Aprendiendo de Australia. El feminismo en la enseñanza y la práctica de la arquitectura. *Learning from Australia. Feminism in Architecture Education and Practice*.** Pérez-Moreno, Lucía C.; Amoroso, Serafina
9. **Aprendiendo a proyectar: entre el 1/2000 y el 1/20. *Learning to design: between 1/2000 and 1/20*.** Riewe, Roger, Ros-Ballesteros, Jordi; Vidal, Marisol; Linares de la Torre, Oscar.
10. **El mapa y el territorio. Cartografías prospectivas para una enseñanza flexible y transversal. *The map and the territory. Prospective cartographies for flexible and transversal teaching*.** Bambó-Naya, Raimundo; Sancho-Mir, Miguel; Ezquerra, Isabel.
11. **Regletas urbanas. Moldear las estructuras del orden abierto. *Urban Blocks. Moulding open-order structures*.** Rodríguez-Pasamontes, Jesús; Temes-Córdovez, Rafael.

12. **Mediación entre diseño y sociedad: aprendizaje y servicio en Producto Fresco 2019.** *Mediation between design and society: service-learning in Producto Fresco 2019.* Cánovas-Alcaraz, Andrés; Feliz-Ricoy, Sálvora; Martín-Taibo, Leonor.
13. **Learn 2 teach, teach 2 learn. Aprendizaje-Servicio e intercambio de roles en Arquitectura.** *Learn 2 teach, teach 2 learn. Service-Learning and change in roles in Architecture.* Carcelén-González, Ricardo; García-Martín, Fernando Miguel.
14. **Sistemas universitarios: ¿Soporte o corsé para la enseñanza de la arquitectura?** *University Systems: Support or corset to the architecture education?* Fuentealba-Quilodrán, Jessica; Barrientos-Díaz, Macarena; Goycoolea Prado, Roberto; Araneda-Gutiérrez, Claudio.
15. **Los límites de la ciudad y el rol del arquitecto.** *City Limits and the Architect's Role.* Esguevillas, Daniel; García Triviño, Francisco; Psegiannaki, Katerina.
16. **En busca del cuestionario necesario para el estudio de la didáctica de la arquitectura.** *Looking for the necessary questionnaire for the study of architecture didactics.* Santalla-Blanco, Luis Manuel.
17. **Métodos docentes en la Era Digital: sistemas de respuesta inmediata en clase de urbanismo.** *Teaching methods in the Digital Age: student response systems in an urbanism course.* Ruiz-Apilánez, Borja.
18. **Proyectar deprisa, proyectar despacio. Talleres de aprendizaje transversal.** *Fast architecture, show architecture. Learning through cross curricular workshops.* Cabrero-Olmos, Raquel.
19. **Función y forma en matemáticas.** *Form and function in Mathematics.* Rivera, Rafaela; Trujillo, Macarena.
20. **Collage digital y TICs, nuevas herramientas para la Historia y Teoría de la Arquitectura.** *Digital Collage and ITCs, new tools for History and Theory of Architecture.* García-Rubio, Rubén; Cornaro, Anna.
21. **La formación en proyectos arquitectónicos del profesorado internacional. La experiencia de Form.** *The International professor's formation at architectural design. The Form experience.* Martínez-Marcos, Amaya; Rovira-Llobera, Teresa.
22. **Proyectos 1: Estrategias proyectuales y diseño de mobiliario para el concurso Solar Decathlon.** *Projects 1: Project strategies and furniture design for Solar Decathlon competition.* Carbajal-Ballell, Rodrigo; Rodrigues-de-Oliveira, Silvana.

23. **Aprendiendo construcción mediante retos: despertando conciencias, construyendo intuiciones. *Learning construction through challenges: awakening consciences, building intuitions.*** Barrios-Padura, Ángela; Jiménez-Expósito, Rosa Ana; Serrano-Jiménez, Antonio José.
24. ***Transversality and Common Ground in Architecture, Design Thinking and Teaching Innovation.*** Sádaba-Fernández, Juan.
25. **Metodología: “Aprender haciendo”, aplicada al área de Construcciones Arquitectónicas. *Methodology: “Learning by doing”, applied to the Architectural Constructions area.*** Muñoz-González, Carmen M.; Ruiz-Jaramillo, Jonathan; Alba-Dorado, María Isabel; Joyanes Díaz, María Dolores.
26. **Matrioska docente: un experimento pedagógico en MACA ETSAM. *Teaching Matriosk: a pedagogical experiment at MACA ETSAM.*** Coca-Leicher, José de; Mallo-Zurdo, María; Ruíz-Plaza, Ángela.
27. **¿Qué deberíamos enseñar? Reflexión en torno al Máster Habilitante en Arquitectura. *What should we teach? Reflection on the Professional Master of Architecture.*** Coll-López, Jaime.
28. ***Hybrid actions into the landscape: in between art and architecture.*** Lapayese, Concha; Arques, Francisco; De la O, Rodrigo.
29. **El Taller de Práctica: una oficina de arquitectura en el interior de la escuela. *The Practice Studio: an architecture office inside the school.*** Jara, Ana Eugenia; Pérez-de la Cruz, Elisa; Caralt, David.
30. **Héroes y Villanos. *Heroes and Villains.*** Ruíz-Plaza, Ángela; Martín-Taibo, Leonor.
31. **Las ciudades y la memoria. Mecanismos de experimentación plástica en paisajes patrimoniales. *Cities and memory. Mechanisms of plastic experimentation in heritage landscapes.*** Rodríguez-Fernández, Carlos; Fernández-Raga, Sagrario; Ramón-Cueto, Gemma.
32. ***Design Through Play: The Archispiel Experience.*** Elvira, Juan; Paez, Roger.
33. **Del lenguaje básico de las formas a la estética de la experiencia. *From basic language of forms to aesthetics of experience.*** Ríos-Vizcarra, Gonzalo; Coll-Pla, Sergio.
34. **Arquitectura y paisaje: un entorno para el aprendizaje transversal, creativo y estratégico. *Architecture and landscape: a cross-cutting, strategic, and creative learning environment.*** Latasa-Zaballos, Itxaro; Gainza-BarrencuA, Joseba.
35. **Re-antropizar el paisaje abandonado. *Re-anthropizing abandoned landscapes.*** Alonso-Rohner, Evelyn; Sosa Díaz- Saavedra, José Antonio.

36. **Mi taller es el barrio. *The Neighborhood is my Studio*.** Durán Calisto, Ana María; Van Sluys, Christine.
37. **Arquitectura en directo, Aprendizaje compartido. *Live architecture, shared learning*.** Pérez-Barreiro, Sara; Villalobos-Alonso, Daniel; López-del Río, Alberto.
38. **Boletín Projecta: herramienta, archivo y registro docente. *Projecta Bulletin: tool, archive and educational record*.** Domingo-Santos, Juan; García-Píriz, Tomás; Moreno-Álvarez, Carmen.
39. **La Plurisensorialidad en la Enseñanza de la Arquitectura. *The Plurisensoriality in the Teaching of Architecture*.** Guerrero-Pérez, Roberto Enrique; Molina-Burgos, Francisco Javier; Uribe-Valdés, Javiera Ignacia.
40. **Versiones Beta. El prototipado como herramienta de aprendizaje. *Beta versions. Prototyping as a learning tool*.** Soriano-Peláez, Federico; Colmenares-Vilata, Silvia; Gil-Lopesino, Eva; Castillo-Vinuesa, Eduardo.
41. **Enseñando a ser arquitecto/a. Iniciación al aprendizaje del proyecto arquitectónico. *Teaching to be an architect. Introduction to the architectural project learning*.** Alba-Dorado, María Isabel.
42. **Arquitectura y conflicto en Ahmedabad, India. Docencia más allá de los cuerpos normados. *Architecture and conflict in Ahmedabad, India. Teaching beyond normative bodies*.** Cano-Ciborro, Víctor.
43. **Agua y ciudadanía: Estrategia Didáctica para la formación en contextos de cambio climático. *Water and citizenship: didactic strategy for training in climate change scenarios*.** Chandia-Jaure, Rosa; Godoy-Donoso, Daniela.
44. **Las TIC como apoyo al desarrollo de pensamiento creativo en la docencia de la arquitectura. *ICT as support for the development of creative thinking in the teaching of architecture*.** Alba-Dorado, María Isabel; Muñoz-González, Carmen María; Joyanes-Díaz, María Dolores; Jiménez-Morales, Eduardo.
45. **Taller de Barrio. Prototipo de taller de oficio como caso de vínculo multidireccional con el medio. *Taller de Barrio. Prototype for a craft workshop as case of multidirectional academic outreach*.** Araneda-Gutiérrez, Claudio; Ascuí-Fernández, Hernán; Azócar-Ulloa, Ricardo; Catrón-Lazo, Carolina.
46. ***Building the City Now!: Towards a Pedagogy for Transdisciplinary Urban Design*.** Massip-Bosch, Enric; Sezneva, Olga.

47. **Dinámicas participativas y multidisciplinariedad en proyectos docentes de regeneración urbana. *Participatory dynamics and multidisciplinary in urban regeneration teaching projects.*** Portalés Mañanós, Ana; Sosa Espinosa, Asenet; Palomares Figueres, Maite.
48. **Taller de proyectos II: aprender haciendo a través del espacio de la experiencia. *Taller de proyectos II: learning by doing through experience space.*** Uribe-Lemarie, Natalia.
49. ***Experimentation, Prototyping and Digital Technologies towards 1:1 in architectural education.*** Dubor, Alexandre; Marengo, Mathilde; Ros-Fernández, Pablo.
50. **Aprender construcción analizando fotografías de edificios. *Learning Construction by Analyzing Photographs of Buildings.*** Fontàs-Serrat, Joan; Estebanell-Minguell, Meritxell.
51. **Microarquitecturas super abstractas. Jugando con tizas, pensando arquitectura con las manos. *Super abstract micro architectures. Playing with chalk, thinking arquitectura with hands.*** Alonso-García, Eusebio; Zelli, Flavia.
52. **Incorporación del blended learning al taller de proyectos arquitectónicos. *Incorporating blended learning to the architectural design-studio.*** Nicolau-Corbacho, Alberto; Verdú-Vázquez, Amparo; Gil-López, Tomás.
53. **El proyecto arquitectónico en paisajes patrimoniales: una experiencia de inmersión internacional. *Architectural project in heritage landscapes: an international immersion experience.*** Fernández-Raga, Sagrario; Rodríguez-Fernández, Carlos; Fernández-Villalobos, Nieves; Zelli, Flavia.
54. **Retrato hablado del pasado. Un documento social de Taller de Barrios. *Spoken portrait of the past. A Taller de Barrios social document.*** Sáez-Gutiérrez, Nicolás; Burdiles-Cisterna, Carmen Gloria; Lagos-Vergara, Rodrigo; Maureira-Ibarra, Luis Felipe.
55. **Las revistas de arquitectura. Una herramienta para la docencia en Historia de la Arquitectura. *The architecture magazines. A tool for teaching in Architecture History.*** Palomares Figueres, Maite; Iborra Bernad, Federico.
56. **El detalle constructivo como expresión multiescalar de la forma. *The constructive detail as a multi-scale expression of the form.*** Ortega Culaciati, Valentina.
57. **La historia de la arquitectura y la restauración en el siglo XXI: utilidad y reflexiones. *The History of Architecture and the Restoration in the 21st century: utility and reflections.*** La Spina, Vincenzina; Iborra Bernard, Federico.

58. **Aprendizaje activo en Urbanismo: aproximación global desde una formación local. *Active learning in Urbanism: global approach from a local learning.*** Soto Caro, Marcela; Barrientos Díaz, Macarena.
59. **UNI-Health, Programa Europeo de Innovación Educativa para la Salud Urbana. *UNI-Health, European Innovative Education Program for Urban Health.*** Pozo-Menéndez, Elisa; Gallego-Gamazo, Cristina; Román-López, Emilia; Higuera-García, Ester.
60. **Taller de Barrio. Innovación pedagógica a través de alianzas tripartitas. *Taller de Barrio. Pedagogical innovation through threefold alliances.*** Araneda-Gutiérrez, Claudio; Burdiles-Allende, Roberto; Reyes-Pérez, Soledad, Valassina-Simonetta, Flavio.
61. **El taller de arquitectura más allá del enfoque tradicional de Donald Schön. *The architecture studio beyond Donald Schön's traditional approach.*** Arentsen-Morales, Eric.
62. **La construcción del Centro Social de Cañada Real como medio de formación e integración. *The construction of Cañada Real Social Center as instrument for training and integration.*** Paz Núñez-Martí; Roberto Goycoolea-Prado.

# Comportamiento térmico en edificios utilizando un Aprendizaje Basado en Problemas

## *Thermal performance in buildings by using a Problem-Based Learning*

Serrano-Jiménez, Antonio<sup>a</sup>; Barrios-Padura, Ángela<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Departamento de Construcciones Arquitectónicas I, Universidad de Sevilla, España, [aserrano5@us.es](mailto:aserrano5@us.es)

<sup>b</sup>Departamento de Construcciones Arquitectónicas I, Universidad de Sevilla, España, [abarrios@us.es](mailto:abarrios@us.es)

---

### Abstract

*This manuscript presents a teaching innovation experience developed in a group of 37 students in the “Construction 1” subject, belonging to the first course of the “Fundamentals of Architecture” degree at the University of Seville. The improvement cycle aims to promote effective learning of the main concepts of thermal conditioning in buildings, allowing reasoning and deciding on design issues that conduct to a greater energy efficiency and interior comfort through a problem-based learning method (PBL), structured in several theoretical-practical sessions, which solve practical cases and encourage active participation, with debates and reasoning reflections in the classroom. The methodological proposal contributes with the incorporation of content maps and evaluation tools, through learning ladders, which have positively assessed the impact on learning of this didactic model, according to the results obtained, and its usefulness for the rest of the subjects.*

**Keywords:** *thermal conditioning, sustainable construction, problem-based learning (PBL), active methodologies, environmental technology.*

---

### Resumen

*Esta comunicación presenta una experiencia de innovación docente desarrollada en un grupo de 37 alumnos en la asignatura “Construcción 1”, perteneciente al primer curso del grado de “Fundamentos de la Arquitectura” de la Universidad de Sevilla. El ciclo de mejora pretende promover un aprendizaje efectivo de los conceptos fundamentales del acondicionamiento térmico en la edificación, permitiendo razonar y decidir sobre las cuestiones de diseño que influyan en una mayor eficiencia energética y confort interior utilizando un método de Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), estructurado en varias sesiones teórico-prácticas, que resuelve cuestiones de casos prácticos y fomentan una participación activa, con debates y razonamientos en el aula. La propuesta metodológica contribuye con la incorporación de mapas de contenidos y herramientas de evaluación, a través de escaleras de aprendizaje, que valoran positivamente el aprendizaje adquirido con el modelo didáctico, según los resultados obtenidos, y su utilidad para el resto de asignaturas.*

**Palabras clave:** *acondicionamiento térmico, construcción sostenible, aprendizaje basado en problemas (ABP), metodologías activas, tecnología medioambiental.*

## Introducción

Uno de los principales retos mundiales del siglo XXI es el de promover una construcción y una regeneración sostenible en la edificación, que impulse una mayor eficiencia energética en los sistemas constructivos y suponga una reducción del consumo empleado en la climatización de los espacios habitables, lo que supone dotar de una gran importancia a la enseñanza de los conocimientos y técnicas necesarias para el acondicionamiento térmico en el interior de los edificios.

La asignatura de Construcción 1, impartida en el primer curso del grado de “Fundamentos de la Arquitectura” en la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Sevilla, supone para los alumnos de nuevo ingreso la primera toma de contacto con los principales materiales y técnicas de construcción empleados en el sector de la edificación, así como pretende introducir ciertas competencias profesionales como la resolución efectiva de problemas, el desarrollo de un aprendizaje efectivo basado en el razonamiento o la adquisición de nuevas habilidades de comprensión gráfica y visión espacial.

La organización de la asignatura está estructurada en dos bloques fundamentales, los sistemas constructivos y el acondicionamiento del edificio. El objetivo que se persigue es el de ofrecer un conocimiento global de las diferentes fases en las que se desarrolla la construcción de un edificio, así como unas nociones básicas sobre los factores que influyen en el acondicionamiento de la envolvente, cuyo diseño permita obtener el mayor confort interior durante la vida útil del mismo.

Esta comunicación presenta una estrategia de innovación docente llevada a cabo en un grupo de 37 alumnos, la mayoría de nuevo ingreso, en la asignatura de Construcción 1, tratando un bloque de contenidos relativo al acondicionamiento térmico en la edificación, con un marcado carácter teórico, que persigue conocer los conceptos fundamentales, los métodos de cálculo necesarios y los factores influyentes en el acondicionamiento energético de los edificios para su aplicación práctica en el diseño de las capas que componen la envolvente térmica y la elección de los materiales constituyentes.

Con anterioridad al desarrollo de esta experiencia docente, el bloque de contenidos de acondicionamiento térmico en la edificación se enseñaba a través de sesiones teóricas, con presentaciones magistrales impartidas por el profesor, en las que se enseñaban los conceptos fundamentales y se acompañaban de una breve explicación práctica del procedimiento de cálculo que debía servir para que el alumno se encargara de resolver fuera del aula un ejercicio práctico de mayor dificultad a la enseñada, lo que generaba muchas incomprensiones y malos resultados en las valoraciones realizadas. Además, el diagnóstico que se obtenía de este modelo de enseñanza tradicional se caracterizaba por la adquisición de un aprendizaje mecánico de los contenidos por parte de los estudiantes, donde existía un abuso de la memorización, una ausencia del razonamiento para resolver los ejercicios prácticos, y una importante carencia para vincular los conceptos teóricos a la realidad perceptible de la edificación, aspectos que para el docente suponen un reto afrontar con nuevas ideas y cambios en la enseñanza (Bain, 2007).

Ante estas circunstancias, la propuesta de innovación docente desarrollada en esta asignatura se centra en un nuevo modelo de Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) o Problem Based-Learning (PBL), como una estrategia de enseñanza-aprendizaje que se organiza dando respuesta a problemas concretos, de solución no única, en la que los alumnos adquieren y

aplican los conocimientos fundamentales a la par que desarrollan otras habilidades, actitudes y capacidades transversales.

Este modelo ABP se aplica mediante la combinación de sesiones teóricas y prácticas que permiten promover la participación de los alumnos, con reflexiones y debates en clase, así como comprender la utilidad real de los contenidos que se enseñan dando respuesta a preguntas o problemas basados en casos reales, y a través de la resolución práctica de ejercicios con el razonamiento de los propios alumnos en el aula (Finkel, 2008).

Se describen en las siguientes secciones del manuscrito los principales objetivos, principios y singularidades metodológicas con las que se ha desarrollado la experiencia docente para finalizar con una evaluación de los resultados obtenidos por los alumnos y describir las principales conclusiones e implicaciones que ha supuesto en el modelo docente de la asignatura, así como en otras asignaturas.

## 1. Objetivos y principios didácticos

Esta experiencia se presenta como un estímulo u oportunidad para mejorar la docencia en las asignaturas tecnológicas, donde el razonamiento, la deducción y la capacidad crítica de análisis son capacidades fundamentales para la verdadera comprensión de los conceptos teóricos y su aplicación práctica. Así pues, el objetivo fundamental de este ciclo de mejora ha sido el de implementar un modelo de aprendizaje mucho más efectivo, que enseñe a pensar a los alumnos y permita razonar las diferentes soluciones ante la diversidad de casos que puedan darse en la realidad, así como también realce la utilidad del acondicionamiento térmico al dar respuesta a problemas o cuestiones fundamentales planteadas.

Así pues, se pretende concienciar al alumno de nuevo ingreso sobre la importancia de diseñar y construir la envolvente térmica de los edificios para mantener durante el mayor tiempo posible la temperatura interior en los rangos de confort establecidos en cada región y zona climática, con la menor aportación posible de energía añadida para el funcionamiento de equipos de climatización, haciendo así edificios mucho más sostenibles (Serrano-Jiménez et al. 2017). Para ello, es necesario introducir importantes contenidos previos, como los conceptos de transmitancia, resistencia, conductividad e inercia térmica, así como su procedimiento de cálculo, buscando en todo momento cumplir con los requisitos normativos actuales definidos en el Código Técnico de la Edificación para tener un comportamiento adecuado durante las fluctuaciones térmicas sufridas a lo largo del año.

Además, la experiencia docente se presenta con unos criterios o parámetros comunes a la hora de establecer el nuevo modelo de enseñanza, teniendo en cuenta el estilo de aprendizaje deseado y los medios propicios que existen para llevarlo a cabo. Se detallan a continuación los principales principios didácticos considerados:

- **Aprendizaje activo.** La metodología propuesta pretende que los alumnos adquieran los conocimientos fundamentales del contenido seleccionado a través de la resolución práctica de ejercicios y la obtención de respuestas a preguntas, retos y/o problemas, lo que provoca que el aprendizaje se adquiera suscitando el interés del alumno por solventar situaciones reales.
- **Comunicación interactiva.** Fomentar diálogos en clase, con la incorporación de preguntas abiertas que generen la participación de los alumnos, fomentar debates en clase con el razonamiento de posibles soluciones y, además, hacer perder a los alumnos el miedo a

equivocarse cuando expresan sus motivos o razonamientos sobre posibles causas o soluciones.

- **Autonomía del aprendizaje.** Fomentar que el alumno adquiera una mayor autonomía del aprendizaje en el aula, en contra de hacer la reflexión sobre la teoría y la aplicación a la práctica en casa. Esta autonomía será fomentada a través de la visualización de ejemplos y la resolución de ejercicios tipo en clase, de una forma individual o colectiva.

- **Aplicación a la realidad.** Se pretende que la incorporación de experiencias o ejemplos reales sea una constante en el desarrollo de las sesiones, permitiendo reconocer a los alumnos diversos conceptos abstractos en situaciones comunes de la realidad urbana que nos rodea.

- **Recursos y herramientas digitales.** Incorporar nuevos recursos digitales en el aula, como vídeos, herramientas de simulación y termografías, que faciliten la comprensión y visualización de soluciones en ejercicios prácticos.

- **Evaluación en el aula y progresión del aprendizaje.** Se incluirá la opción de corregir y evaluar ejercicios tipo entre los mismos alumnos durante el tiempo de clase, que permita razonar el procedimiento de resolución entre compañeros, con el apoyo del profesor. Además, para conocer la efectividad de la docencia se evaluará el conocimiento inicial y final mediante un test.

## 2. Modelo metodológico

El modelo didáctico propuesto ofrece un carácter novedoso e innovador en asignaturas del ámbito tecnológico a través de la implementación de una Metodología Basada en Problemas (ABP), partiendo de que la interacción más eficaz y productiva entre la teoría y la práctica en el ámbito profesional, científico o cotidiano se produce al afrontar la resolución de problemas, retos, o dilemas (Savery y Duffy, 1995). Este modelo tuvo su origen en el año 1950 en la Universidad de Case Western Reserve en Estados Unidos, y durante muchos años posteriores se empleó fundamentalmente en el ámbito de la medicina en Norteamérica y Europa (Barrows, 1996). A partir de ahí, este método tuvo una etapa de transición y evolución para poder ser aplicado en otras disciplinas y materias, como reflejan en su libro Boud y Felletti (1997). Durante los últimos años, esta metodología ha adquirido una mayor repercusión y ha sido objeto de estudio y aplicación en diversas ramas del conocimiento, con la publicación de numerosos estudios de innovación docente como los desarrollados por Krauss y Boss (2013) o Walker et al. (2015), que reúnen diversas situaciones encontradas al aplicar este método en los adolescentes o en la etapa de estudios universitarios, destacando las ventajas y singularidades alcanzadas respecto al modelo tradicional.

En este caso, para la aplicación de esta metodología con estudiantes de nuevo ingreso, se ha propuesto un modelo de enseñanza teórico-práctico, con la incorporación de nuevos recursos digitales, artículos científicos o termografías, que fomenta la reflexión y asimilación de los conceptos teóricos, el trabajo colaborativo entre los alumnos con la guía y supervisión del profesor, y el análisis de los resultados obtenidos en experiencias reales, que consecuentemente genere debates y reflexiones finales en el aula para asimilar los conceptos.

Como experiencia relacionada con la materia abordada, sobre la eficiencia energética en edificación, existe una referencia en el proyecto desarrollado de la Universidad Politécnica de Madrid (Grupo de Investigación Sostenibilidad en la Construcción y en la Industria, 2018), en la cual los alumnos aprendieron in situ a realizar auditorías energéticas y los conceptos teóricos a

la vez que desarrollaban experiencias prácticas en situaciones reales. Los resultados obtenidos permitieron conocer el comportamiento energético de los edificios, identificar las principales causas y detectar posibles actuaciones de mejora para mejorar el confort interior.

El esquema metodológico aplicado en esta experiencia se presenta en la Figura 1, con la selección de preguntas abiertas en las que se establecen los problemas, pretensiones o retos. La selección de conceptos y la información necesaria para atender estas preguntas o problemas es la base teórica y práctica para la adquisición de conocimientos. La resolución de estos problemas puede ser evaluada entre los alumnos, con la supervisión del profesor, para comprobar la utilidad del proceso y la interpretación en la vida real de los resultados obtenidos, pudiendo ser un proceso iterativo, durante las veces necesarias, hasta comprender y asimilar la utilidad de los conceptos teóricos y de los procedimientos aplicados.

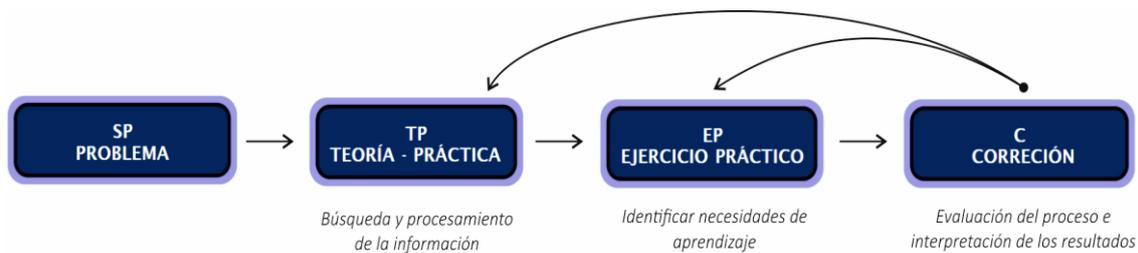


Figura 1. Esquema metodológico

Las cuestiones iniciales planteadas, que sirvieron para articular el bloque de contenidos y el modelo metodológico son las siguientes:

1. *¿Qué elementos componen la envolvente térmica de un edificio? ¿Podemos mejorar su comportamiento para alcanzar una mayor sostenibilidad?*
2. *¿Qué parámetros necesito saber para evaluar el comportamiento térmico de un cerramiento exterior? ¿Puedo conocer si cumple con las exigencias normativas actuales?*
3. *¿Qué es para ti la eficiencia energética en la edificación? ¿Qué implicaciones conlleva acondicionar pasivamente un edificio?*
4. *¿Cómo podemos reducir el consumo energético utilizado en la climatización (calefacción - refrigeración) de un edificio a través del diseño de la envolvente?*
5. *¿Consideras sostenible a largo plazo diseñar la envolvente del edificio con buenos materiales aislantes y aumentar, si es necesario, el espesor de los mismos?*

Estas cuestiones han sido objeto de respuesta en un test inicial llevado a cabo por los alumnos, donde se les solicitaba responder con sus conocimientos y con sus palabras, incorporando cualquier reflexión que se les ocurriera, sin temor a cometer fallos o errores de bulto. Además, las mismas cuestiones han sido presentadas como los puntos principales a solventar a lo largo de las sesiones teórico-prácticas establecidas en el desarrollo de la experiencia docente.

La respuesta a estas preguntas, la resolución de ejemplos, y la sesión de corrección en clase, entre compañeros y la supervisión del profesor, va a permitir establecer un continuo proceso de ida y vuelta alrededor de estas preguntas, de forma que los alumnos vieran la utilidad de los conceptos teóricos que se van incorporando, así como la interpretación de los resultados en la realidad urbana y edificatoria que nos rodea.

### 2.1. Mapas de contenidos

El modelo metodológico se apoya en la incorporación de mapas de contenidos, fundamentales para organizar los conceptos principales el tema y e hilvanar el hilo argumental del mismo, a la vez que se van respondiendo a las cuestiones fundamentales del tema.

La Figura 2 presenta el mapa de contenidos general con los contenidos seleccionados y mantiene la organización para dar respuesta a las preguntas planteadas. Este esquema muestra los factores y variables influyentes en el diseño pasivo de la envolvente, con una gran importancia dedicada a la comprensión de la Transmitancia Térmica, las propiedades relacionadas con este concepto teórico principal, su modo de cálculo y las limitaciones expuestas en normativas vigentes en el ámbito nacional.

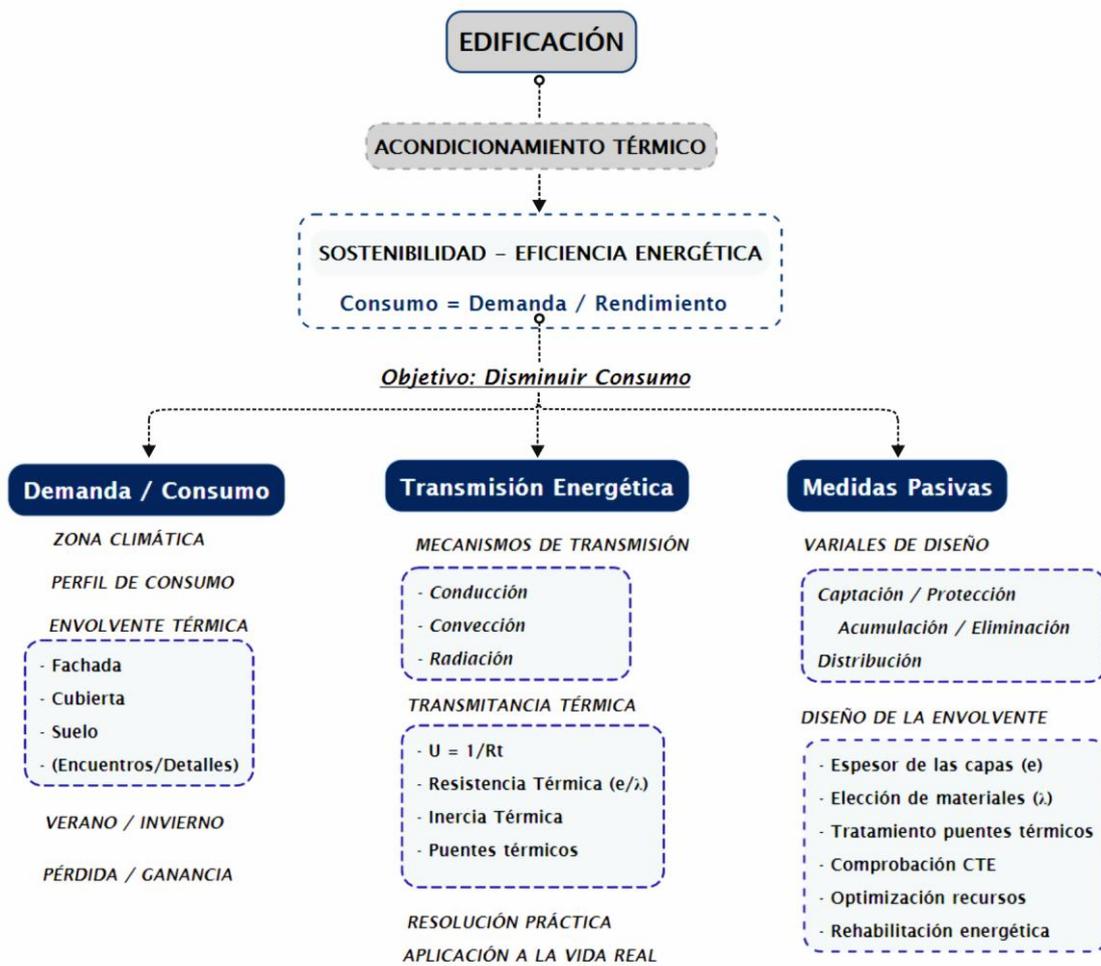


Figura 2. Mapa de contenidos. Esquema general de conceptos básicos

### 3. Secuencia de actividades

El ciclo de mejora se ha organizado fundamentalmente en tres sesiones teórico-prácticas y el desarrollo de un ejercicio práctico evaluable en la nota final. Se sigue una planificación diseñada para que el alumno conozca, reflexione, asimile y aplique los conceptos fundamentales y los métodos de cálculo necesarios. La superación de esta actividad implica no sólo haber asimilado los conceptos básicos fundamentales, sino razonar la relación entre ellos,

la influencia de estos conceptos en el diseño y en todo momento el cumplimiento de la normativa obligatoria.

La evaluación de este ciclo se plantea en dos bloques fundamentales, por una parte, el resultado del ejercicio práctico desarrollada por cada alumno individualmente, el cual puede ser corregido por el profesor o por otros compañeros, según la situación, pero siempre devuelto con anotaciones y comentarios realizados sobre los aspectos incorrectos o por mejorar, así como sugerencias para una mejor comprensión; por otra parte, se trata de evaluar el conocimiento a través de preguntas teóricas mediante un test inicial y un test final, permitiendo conocer el nivel del alumnado previo al desarrollo de las clases y el aprendizaje posterior obtenido sin estudiar previamente para el mismo. También se tendrá en cuenta el grado de participación y la motivación de los alumnos en el desarrollo de las clases.

La Figura 3 define la organización seguida en el ciclo de mejora a través de un esquema tipo, que puede sufrir alteraciones en ciertos bloques de contenidos o adaptaciones al aplicar docencia en otras materias. Además, se detalla a continuación una breve explicación de cómo transcurrió el desarrollo de cada una de las sesiones.

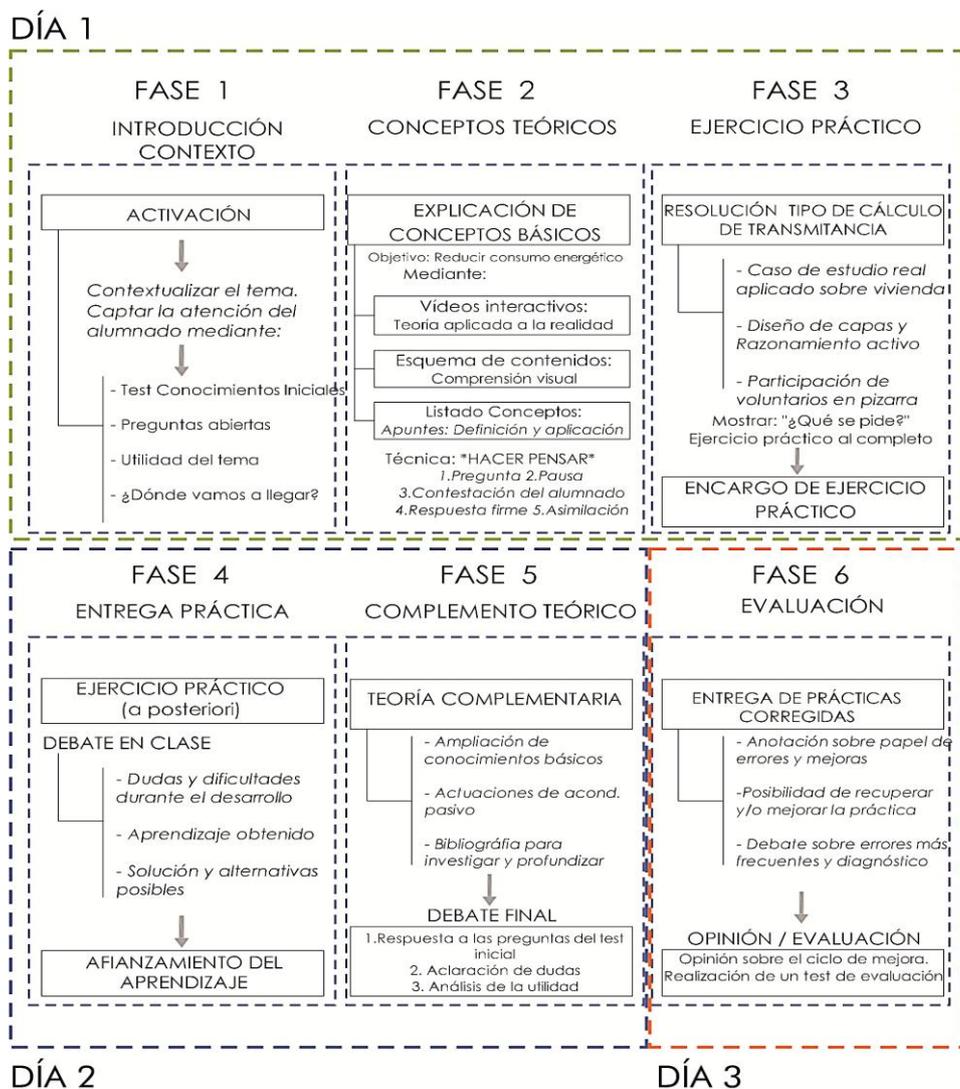


Figura 3. Esquema organizativo y secuencial de las fases del Ciclo de Mejora

## Sesión 1

**Fase 1. Introducción – Contexto.** La clase comenzó con la respuesta a un test inicial que contenía las preguntas iniciales planteadas. A continuación, para captar la atención de los alumnos se contextualizó el tema introduciendo algunas preguntas abiertas, orientadas a cómo podemos alcanzar un mundo mucho más sostenible desde la edificación, provocando al alumno a expresar su opinión. La clase continuó interrogando y pretendiendo que los alumnos contaran lo que habían escrito en el test inicial y por qué. Pese a la escasa participación inicial, la atención se incrementó posteriormente y dio sentido a la activación de los alumnos.

**Fase 2. Conceptos teóricos.** Se concibe como una sesión teórico-práctica con la siguiente secuencia: 1. Pregunta abierta; 2. Pausa para reflexionar todo el alumnado; 3. Respuesta de algunos de ellos, en algunos casos certera y otros aproximada a lo correcto; 4. Respuesta correcta y explicación detallada del profesor y 5. Asimilación del concepto del alumnado. Los recursos empleados han sido el uso de vídeos interactivos, web o tutoriales, artículos científicos con datos y porcentajes representados en gráficos, uso de termografías y otro material gráfico, en lugar de explicaciones exclusivamente literarias.

**Fase 3. Ejercicio Práctico.** Resolución de un ejercicio práctico tipo de transmitancia térmica en clase. La resolución de este ejercicio implica entender y comprender todos los contenidos fundamentales teóricos y procedimentales a través de la resolución de problemas. Se afronta como un ejercicio reflexivo, que demanda pensar para su desarrollo y comprender la utilidad del mismo para saber qué materiales seleccionar y cuál es el significado de cada parámetro y expresión, permitiendo adquirir un aprendizaje efectivo.

## Sesión 2

**Fase 4. Entrega práctica.** Se inicia un debate para conocer las dudas y dificultades durante el desarrollo de la práctica. De este modo, el profesor vuelve a insistir en el proceso y ofrece un repaso a la sesión anterior, a la resolución práctica de ejercicios y ofreciendo posibles alternativas. Esto supuso un afianzamiento del aprendizaje de los alumnos que habían entregado el trabajo con diversas dudas.

**Fase 5. Teoría Complementaria.** Como cierre del ciclo, se pasa a una fase de explicación complementaria de la teoría, útil para comprender y ampliar los conocimientos y reflexiones sobre las preguntas iniciales. Sin embargo, la percepción fue que una vez entregado el ejercicio práctico, al ver como se trata de una clase de material complementario, los alumnos desconectan y se percibió una menor participación, por ello se recomienda que la entrega de prácticas se posponga al final de la clase.

## Sesión 3

**Fase 6. Evaluación, cierre y reflexión.** La clase se inició con un test similar a la prueba inicial sobre los conceptos fundamentales del tema y sin haber avisado del mismo a los alumnos. Por otra parte, se entregaron las prácticas corregidas anotando sobre ellas los errores de concepto, los contenidos pendientes fundamentales, así como los principales aciertos. Por último, se genera un debate final en la clase para conocer la opinión del alumnado respecto a los contenidos y a la metodología desarrollada, de la cual se recibió una impresión muy positiva, agradeciendo los alumnos la organización, la interacción existente y la aplicación práctica respecto al modelo tradicional que venía impartándose.

#### 4. Resultados y evaluación del aprendizaje

Para valorar los resultados obtenidos y clasificar la adquisición del conocimiento de los estudiantes se ha utilizado como recurso una nueva herramienta de evaluación docente, a través de las escaleras de aprendizaje, que definen diferentes escalones para definir y clasificar los diferentes escenarios de conocimientos adquiridos y los porcentajes totales que representan, previo y posterior al desarrollo del ciclo de mejora.

Las Tablas 1 y 2 y las Figuras 4 y 5 presentan una muestra de los resultados obtenidos en preguntas del test inicial y final (Tabla 1 y 2), que muestran la mejora de los alumnos en el modo de adquirir los contenidos fundamentales, en su razonamiento y en el modo de interrelacionarlos.

**Tabla 1. Agrupación y ordenación de respuestas iniciales y finales obtenidas en la pregunta 1**

INICIAL / FINAL				
Grupo	Tipo de Respuesta	N.º	Alumno nº	%
1	Define envolvente térmica y cita sus componentes	3/13	6,15,17	8/37%
2	Define envolvente térmica pero no cita sus componentes	5/7	1,8,13,28,30,35	15/20%
3	No define envolvente térmica pero sí cita sus componentes	8/7	7,13,19,22,23,29,32,33	23/20%
4	No acierta al definir la envolvente térmica y no cita sus componentes	7/7	2,5,11,16,21,27,34	20/17%
5	Sin respuesta	12/2	3,4,9,10,12,14,18,20,24,25,26,31	34/6%

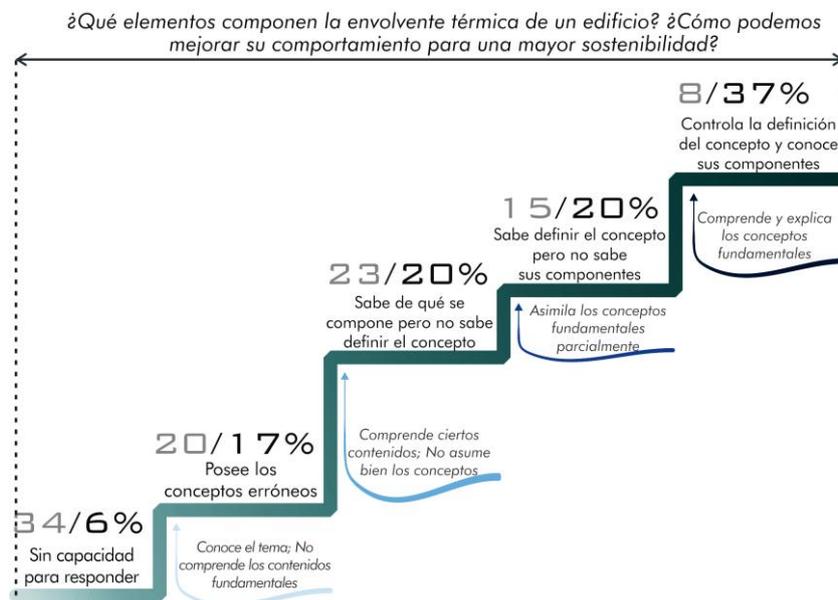


Figura 4. Escalera de valoración de respuestas iniciales/finales obtenidas en la pregunta 1

**Tabla 2 Agrupación y ordenación de respuestas iniciales y finales obtenidas en la pregunta 2**

INICIAL / FINAL				
Grupo	Tipo de Respuesta	N.º	Alumno nº	%
1	Define correctamente el concepto y desglosa los datos necesarios para su cálculo	2/10	15,17	6/28%

2	Define correctamente el concepto, aunque no detalla los datos necesarios	2/11	13,28	6/31%
3	Realiza una definición acertada pero incompleta. No describe los datos necesarios	7/9	1,7,8,22,29,31,32	20/26%
4	Explica erróneamente la definición y no conoce qué datos son los necesarios	15/3	2,3,5,6,11,12,16,19,21,23,27,30,33,34,35	43/9%
5	Sin respuesta	9/2	4,9,10,14,18,20,24,25,26	25/6%

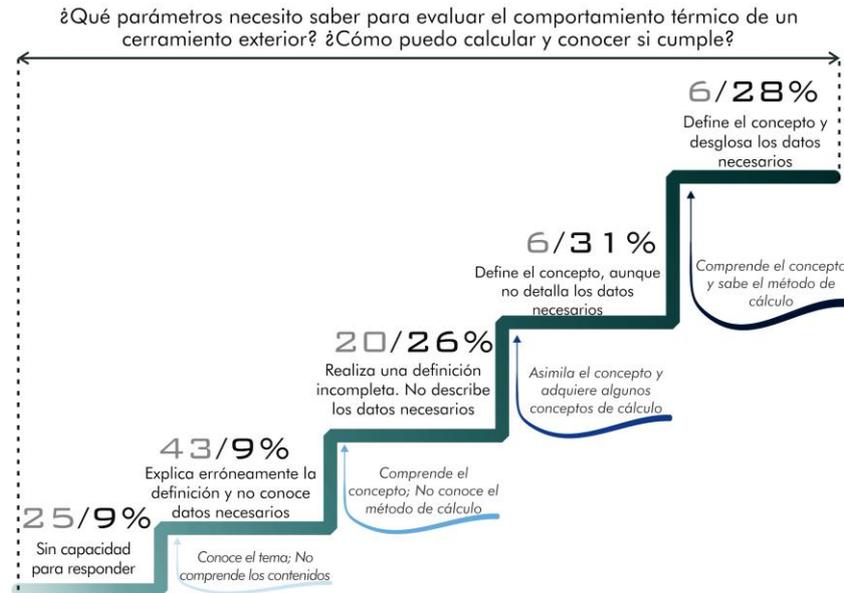


Figura 6. Escalera de valoración de respuestas iniciales/finales obtenidas en la pregunta 2

Además, los ejercicios prácticos resueltos por los alumnos han alcanzado un nivel superior a cursos anteriores, y aunque la impresión del alumno sería de asombro al ver numerosas correcciones del profesor marcadas sobre el formato, estas correcciones se consideran fundamentales para que el alumno aprenda de los errores y recuerde no volver a cometerlos. Además, el porcentaje de preguntas sin respuesta en el test final se ha visto reducido 5% de media, por lo que los alumnos finalizan el ciclo con conocimientos y argumentos para responder.

Analizando los porcentajes alcanzados en el test final, una vez desarrollado el ciclo de mejora, más del 60% de las respuestas han sido contestadas correctamente, en estudiantes que no han tenido conocimientos previos en esta materia y que no han sido avisados previamente para hacer el test final, por lo que el conocimiento mostrado es puramente el nivel alcanzado de las sesiones teórico-prácticas desarrolladas en el ciclo de mejora.

Finalmente, los principales errores cometidos en los ejercicios y confusiones en las preguntas realizadas han sido objeto de debate en la sesión crítica final, así como también se han analizado las últimas dudas suscitadas por algunos alumnos, lo que ha permitido al conjunto de alumnos afianzar lo aprendido respecto a las preguntas iniciales por las que se ha organizado el tema.

## 5. Conclusiones finales

La comunicación presenta una experiencia docente que incorpora un nuevo modelo metodológico para un aprendizaje basado en problemas en la asignatura de Construcción 1,

perteneciente al bloque tecnológico, con alumnos que recién han comenzado los estudios universitarios, y además introduce numerosas herramientas y estrategias a seguir para captar mucho mejor la atención del alumnado y provocar un aprendizaje mucho más efectivo, como el diseño de un mapa de contenidos, el desarrollo de test inicial y final de evaluación y la incorporación de escaleras de evaluación de los resultados.

Así pues, como motor principal del ciclo de mejora, se ha contado con una amplia participación del alumnado en las clases, la incorporación de nuevos recursos docentes, como vídeos, herramientas informáticas, esquemas gráficos extraídos del mapa de contenidos y la resolución de ejercicios tipo entre el profesor y los alumnos.

Esta experiencia supone una importante contribución a la docencia en la arquitectura, siendo extensible a otras asignaturas como Proyectos, Estructuras o Urbanismo, ya que incorpora nuevos recursos y formas de abordar la enseñanza de asignaturas técnicas incorporando el razonamiento, el debate en el aula y la comprensión propia de los alumnos para adquirir los contenidos fundamentales con una mayor efectividad, a través de dar respuesta a preguntas abiertas o a resolver problemas cotidianos en la edificación.

El ciclo de mejora ha generado numerosas implicaciones positivas tras ver los avances alcanzados en el test de evaluación final y los ejercicios prácticos entregados, así como atender las valoraciones de los estudiantes sobre la metodología docente utilizada. La organización de las sesiones alrededor de una serie de preguntas, retos o problemas ha permitido a los alumnos poder quedarse con lo esencial del tema desde el primer día, respondiendo preguntas en clase y resolviendo ejercicios prácticos conociendo en todo momento la utilidad de los conceptos abordados.

Para finalizar, aunque se han encontrado diversos escollos a la hora de implicar a los alumnos y aumentar la participación en el aula. La posibilidad de ver la aplicación en la realidad de conceptos numéricos y mucho más abstractos ha llevado a considerar que los avances metodológicos alcanzados son suficientemente relevantes como para incorporarlos a la práctica habitual en las sesiones docentes de las asignaturas técnicas del Grado de Fundamentos de la Arquitectura.

## 6. Agradecimientos

Esta comunicación ha sido apoyada por el Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades (Formación del Profesorado Universitario–FPU2015/00070), Gobierno de España. Por otro lado, se pretende reconocer al Instituto de Ciencias de la Educación de la Universidad de Sevilla por la formación que ofrece a través de cursos y talleres para mejorar e innovar en la docencia universitaria a todo el personal docente e investigador de la universidad. Por último, agradecer también a todos los alumnos participantes por la implicación con la que han participado en esta experiencia de innovación docente y por sus valoraciones finales sobre cómo se desarrolló el ciclo.

## 7. Bibliografía

BAIN, K. (2007). *Lo que hacen los mejores profesores universitarios*. Valencia: Publicaciones de la Universidad de Valencia.

BARROWS, H.S. (1996). "Problem-based learning in medicine and beyond: A brief overview" en *New directions for teaching and learning*, vol. 68, p. 3-12.

- BOUD, D. y FELETTI, G. (1997). *The challenge of problem-based learning*. Londres: Psychology Press.
- FINKEL, D. (2008). *Dar clase con la boca cerrada*. Valencia: Publicaciones de la Universidad de Valencia.
- GRUPO DE INVESTIGACIÓN SOSTENIBILIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN Y EN LA INDUSTRIA - UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID (2018). *El Aprendizaje-Servicio como estrategia educativa para la formación en eficiencia energética en la universidad*.  
<<https://www.miteco.gob.es/eu/ceneam/carpeta-informativa-del-ceneam/novedades/aps-eficiencia-energetica-upm.aspx>> [Consulta: 7 de septiembre de 2019]
- KRAUSS, J. y BOSS, S. (2013). *Thinking through Project-based learning: Guiding deeper inquiry*. California: Corwin - A SAGE company.
- SAVERY, J.R. y DUFFY, T.M. (1995). "Problem-based learning: An instructional model and its constructivist framework" en *Educational Technology*, vol. 35, issue 5, p. 31-38.
- SERRANO-JIMÉNEZ, A., BARRIOS-PADURA, Á. y MOLINA-HUELVA, M. (2017). "Towards a feasible strategy in Mediterranean building renovation through a multidisciplinary approach" en *Sustainable Cities and Society*, vol. 32, p. 532-546.
- WALKER, A., LEARY, H., HMELO-SILVER, C.E. y ERTMER, P.A. (2015). *Essential readings in problem-based learning*. Indiana: Purdue University Press.