

JIDA'22

X JORNADAS
SOBRE INNOVACIÓN DOCENTE
EN ARQUITECTURA

WORKSHOP ON EDUCATIONAL INNOVATION
IN ARCHITECTURE JIDA'22

JORNADES SOBRE INNOVACIÓ
DOCENT EN ARQUITECTURA JIDA'22

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA DE REUS
17 Y 18 DE NOVIEMBRE DE 2022



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) de la **Universitat Politècnica de Catalunya · BarcelonaTech (UPC)**

Editores

Berta Bardí-Milà, Daniel García-Escudero

Revisión de textos

Alba Arboix Alió, Jordi Franquesa, Joan Moreno Sanz, Judit Taberna Torres

Edita

Iniciativa Digital Politècnica Oficina de Publicacions Acadèmiques Digitals de la UPC

ISBN 978-84-9880-551-2 (IDP-UPC)

eISSN 2462-571X

© de los textos y las imágenes: los autores

© de la presente edición: Iniciativa Digital Politècnica Oficina de Publicacions Acadèmiques Digitals de la UPC



Esta obra está sujeta a una licencia Creative Commons:

Reconocimiento - No comercial - SinObraDerivada (cc-by-nc-nd):

<http://creativecommons.org/licences/by-nc-nd/3.0/es>

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Cualquier parte de esta obra se puede reproducir sin autorización pero con el reconocimiento y atribución de los autores.

No se puede hacer uso comercial de la obra y no se puede alterar, transformar o hacer obras derivadas.

Comité Organizador JIDA'22

Dirección y edición

Berta Bardí-Milà (UPC)

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

Daniel García-Escudero (UPC)

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

Organización

Manuel Bailo Esteve (URV)

Dr. Arquitecto, EAR-URV

Jordi Franquesa (UPC)

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

Arturo Frediani Sarfati (URV)

Dr. Arquitecto, EAR-URV

Mariona Genís Vinyals (URV, UVic-UCC)

Dra. Arquitecta, EAR-URV y BAU Centre Universitari de Disseny UVic-UCC

Joan Moreno Sanz (UPC)

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

Judit Taberna Torres (UPC)

Arquitecta, Departamento de Representación Arquitectónica, ETSAB-UPC

Coordinación

Alba Arboix Alió (UPC, UB)

Dra. Arquitecta, Teoría e Historia de la Arquitectura y Técnicas de la Comunicación, ETSAB-UPC, y Departament d'Arts Visuals i Disseny, UB

Comité Científico JIDA'22

Luisa Alarcón González

Dra. Arquitecta, Proyectos Arquitectónicos, ETSA-US

Lara Alcaina Pozo

Arquitecta, EAR-URV

Atxu Amann Alcocer

Dra. Arquitecta, Ideación Gráfica Arquitectónica, ETSAM-UPM

Javier Arias Madero

Dr. Arquitecto, Construcciones Arquitectónicas, ETSAVA-UVA

Irma Arribas Pérez

Dra. Arquitecta, ETSALS

Enrique Manuel Blanco Lorenzo

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

Francisco Javier Castellano-Pulido

Dr. Arquitecto, Proyectos Arquitectónicos, eAM'-UMA

Raúl Castellanos Gómez

Dr. Arquitecto, Proyectos Arquitectónicos, ETSA-UPV

Nuria Castilla Cabanes

Dra. Arquitecta, Construcciones arquitectónicas, ETSA-UPV

David Caralt

Arquitecto, Universidad San Sebastián, Chile

Rodrigo Carbajal Ballell

Dr. Arquitecto, Proyectos Arquitectónicos, ETSA-US

Eva Crespo

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

Còssima Cornadó Bardón

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

Eduardo Delgado Orusco

Dr. Arquitecto, Proyectos Arquitectónicos, EINA-UNIZAR

Carmen Díez Medina

Dra. Arquitecta, Composición, EINA-UNIZAR

Déborra Domingo Calabuig

Dra. Arquitecta, Proyectos Arquitectónicos, ETSA-UPV

Sagrario Fernández Raga

Dra. Arquitecta, Teoría de la Arquitectura y Proyectos Arquitectónicos, ETSAVA-UVA

Nieves Fernández Villalobos

Dra. Arquitecta, Teoría de la Arquitectura y Proyectos Arquitectónicos, EII-UVA y ETSAVA-UVA

Noelia Galván Desvaux

Dra. Arquitecta, Urbanismo y Representación de la Arquitectura, ETSAVA-UVA

Pedro García Martínez

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

Arianna Guardiola Víllora

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

Miguel Guitart

Dr. Arquitecto, Department of Architecture, University at Buffalo, State University of New York

David Hernández Falagán

Dr. Arquitecto, Teoría e historia de la arquitectura y técnicas de comunicación, ETSAB-UPC

José M^a Jové Sandoval

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

Íñigo Lizundia Uranga

Dr. Arquitecto, Construcciones Arquitectónicas, ETSA EHU-UPV

Carlos Labarta

Dr. Arquitecto, Proyectos Arquitectónicos, EINA-UNIZAR

Emma López Bahut

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

Alfredo Llorente Álvarez

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

Carlos Marmolejo Duarte

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

María Dolors Martínez Santafe

Dra. Física, Departamento de Física, ETSAB-UPC

Javier Monclús Fraga

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

Zaida Muxí Martínez

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

David Navarro Moreno

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

Olatz Ocerin Ibáñez

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

Roger Paez

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

Andrea Parga Vázquez

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

Oriol Pons Valladares

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

Amadeo Ramos Carranza

Dr. Arquitecto, Proyectos Arquitectónicos, ETSA-US

Jorge Ramos Jular

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

Ernest Redondo

Dr. Arquitecto, Representación Arquitectónica, ETSAB-UPC

Silvana Rodrigues de Oliveira

Dra. Arquitecta, Proyectos Arquitectónicos, ETSA-US

Carlos Rodríguez Fernández

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

Anna Royo Bareng

Arquitecta, EAR-URV

Jaume Roset Calzada

Dr. Físico, Física Aplicada, ETSAB-UPC

Borja Ruiz-Apiláñez Corrochano

Dr. Arquitecto, UyOT, Ingeniería Civil y de la Edificación, EAT-UCLM

Patricia Sabín Díaz

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

Luis Santos y Ganges

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

Carla Sentieri Omarrementeria

Dra. Arquitecta, Proyectos Arquitectónicos, ETSA-UPV

Josep Maria Solé Gras

Arquitecto, Urbanismo y Ordenación del Territorio, EAR-URV

Koldo Telleria Andueza

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

Ramon Torres Herrera

Dr. Físico, Departamento de Física, ETSAB-UPC

Francesc Valls Dalmau

Dr. Arquitecto, Representación Arquitectónica, ETSAB-UPC

José Vela Castillo

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

Isabel Zaragoza de Pedro

Dra. Arquitecta, Representación Arquitectónica, ETSAB-UPC

ÍNDICE

1. **Taller integrado: gemelos digitales y fabricación a escala natural. *Integrated workshop: Digital twins and full-scale fabrication.*** Estepa Rubio, Antonio; Elía García, Santiago.
2. **Acercamiento al ejercicio profesional a través de visitas a obras de arquitectura y entornos inmersivos. *Approach to the professional exercise through visits to architectural works and virtual reality models.*** Gómez-Muñoz, Gloria; Sánchez-Aparicio, Luis Javier; Armengot Paradinas, Jaime; Sánchez-Guevara-Sánchez, Carmen.
3. **El levantamiento urbano morfotipológico como experiencia docente. *Morphotypological survey as a teaching experience.*** Cortellaro, Stefano; Pesoa, Melisa; Sabaté, Joaquín.
4. **Dibujando el espacio: modelos de aprendizaje colaborativo para alumnos y profesores. *Drawing the space: collaborative learning models for students and teachers.*** Salgado de la Rosa, María Asunción; Raposo Grau, Javier Fco; Butragueño Díaz-Guerra, Belén.
5. **Enseñanza de la iluminación: metodología de aprendizaje basado en proyectos. *Teaching lighting: project-based learning methodology.*** Bilbao-Villa, Ainara; Muros Alcojor, Adrián.
6. **Rituales culinarios: una investigación virtual piloto para una pedagogía emocional. *Culinary rituals: a virtual pilot investigation for an emotional pedagogy.*** Sánchez-Llorens, Mara; Garrido-López, Fermina; Huarte, M^a Jesús.
7. **Redes verticales docentes en Proyectos Arquitectónicos: Arquitectura y Agua. *Vertical networks in Architectural Projects: Architecture and Water.*** De la Cova-Morillo Velarde, Miguel A.
8. **A(t)BP: aprendizaje técnico basado en proyectos. *PB(t)L: project based technology learning.*** Bertol-Gros, Ana; Álvarez-Atarés, Francisco Javier.
9. **De vuelta al pueblo: el Erasmus rural. *Back to the village: Rural Erasmus.*** Marín-Gavín, Sixto; Bambó-Naya, Raimundo.
10. **El libro de artista como vehículo de la emoción del proyecto arquitectónico. *The artist's book as a vehicle for the emotion of the architectural project.*** Martínez-Gutiérrez, Raquel; Sardá-Sánchez, Raquel.

11. **SIG y mejora energética de un grupo de viviendas: una propuesta de transformación a nZEB. *GIS and the energy improvement of dwellings: a proposal for transformation to nZEB.*** Ruiz-Varona, Ana; García-Ballano, Claudio Javier; Malpica-García, María José.
12. **“Volver al pueblo”: reuso de edificaciones en el medio rural aragonés. *“Back to rural living”: reuse of buildings in the rural environment of Aragón.*** Gómez Navarro, Belén.
13. **Pedagogía de la construcción: combinación de técnicas de aprendizaje. *Teaching construction: combination of learning techniques.*** Barbero-Barrera, María del Mar; Sánchez-Aparicio, Luis Javier; Gayoso Heredia, Marta.
14. **BIM en el Grado en Fundamentos de Arquitectura: encuestas y resultados 2018-2021. *BIM Methodology in Bachelor’s Degree in Architecture: surveys and results 2018-2021.*** Uranga-Santamaria, Eneko Jokin; León-Cascante, Iñigo; Azcona-Urbe, Leire; Rodríguez-Oyarbide, Itziar.
15. **Los concursos para estudiantes: análisis de los resultados desde una perspectiva de género. *Contests for students: analysis of results from a gender perspective.*** Camino-Olea, M^a Soledad; Alonso-García, Eusebio; Bellido-Pla, Rosa; Cabeza-Prieto, Alejandro.
16. **Una experiencia de aprendizaje en un máster arquitectónico basada en un proyecto al servicio de la comunidad. *A learning master’s degree experience based on a project at the service of the community.*** Zamora-Mestre, Joan-Lluís; Serra-Fabregà, Raül.
17. **La casa que habito. *The house I live in.*** Pérez-García, Diego; Loyola-Lizama, Ignacio.
18. **Observación y crítica: sobre un punto de partida en el aprendizaje de Proyectos. *Observation and critique: about a starting point in the learning of Projects.*** López-Sánchez, Marina; Merino-del Río, Rebeca; Vicente-Gilabert, Cristina.
19. **STARq (semana de tecnología en arquitectura): taller ABP que trasciende fronteras. *STARq (technology in architecture Week’s): PBL workshop that transcends borders.*** Rodríguez Rodríguez, Lizeth; Muros Alcojor, Adrián; Carelli, Julian.
20. **Simulacros para la reactivación territorial y la redensificación urbana. *Simulation for the territorial reactivation and the urban redensification.*** Grau-Valldosera, Ferran; Santacana-Portella, Francesc; Tiñena-Ramos, Arnau; Zaguire-Fernández, Juan Manuel.
21. **Tocar la arquitectura. *Play architecture.*** Daumal-Domènech, Francesc.

22. **Construyendo aprendizajes desde el conocimiento del cerebro. *Building learnings from brain knowledge***. Ros-Martín, Irene.
23. **Murales para hogares de acogida: una experiencia de ApS, PBL y docencia integrada. *Murals for foster homes: an experience of ApS, PBL and integrated teaching***. Villanueva Fernández, María; García-Diego Villarias, Héctor; Cidoncha Pérez, Antonio; Goñi Castañón, Francisco Xabier
24. **Hacia adentro. *Inwards***. Capomaggi, Julia
25. **Comunicación y dibujo: experiencia de un modelo de aprendizaje autónomo. *Communication and Drawing: experimenting with an Autonomous Learner Model***. González-Gracia, Elena; Pinto Puerto, Francisco.
26. **Inmunoterapias costeras: aprendizaje a través de la investigación. *Coastal Immunotherapies***. Alonso-Rohner, Evelyn; Sosa Díaz-Saavedra, José Antonio; García Sánchez, Héctor
27. **Taller Integrado: articulando práctica y teoría desde una apuesta curricular. *Integrated Studio: articulating practice and theory from the curricular structure***. Fuentealba-Quilodrán, Jessica; Barrientos-Díaz, Macarena.
28. **Atmósfera de resultados cualitativos sobre el aprendizaje por competencias en España. *Atmosphere of qualitative results on competency-based learning in Spain***. Santalla-Blanco, Luis Manuel.
29. **La universidad en la calle: el Taller Integral de Arquitectura Autogobierno (1973-1985). *University in the streets: the Self-Government Architecture Integral Studio (1973-1985)***. Martín López, Lucía; Durán López, Rodrigo.
30. **Metodologías activas en el urbanismo: de las aulas universitarias a la intervención urbana. *Active methodologies in urban planning: from university classrooms to urban intervention***. Córdoba Hernández, Rafael; Román López, Emilia.
31. **Inteligencia colaborativa y realidad extendida: nuevas estrategias de visualización. *Collaborative Intelligence and Extended Reality: new display strategies***. Galleguillos-Negróni, Valentina; Mazarini-Watts, Piero; Quintanilla-Chala, José.
32. **Espacios para la innovación docente: la arquitectura educa. *Spaces for teaching innovation: Architecture educates***. Ventura-Blanch, Ferran; Salas Martín, Nerea.
33. **El futuro de la digitalización: integrando conocimientos gracias a los alumnos internos. *The future of digitization: integrating knowledge thanks to internal students***. Berrogui-Morrás, Diego; Hernández-Aldaz, Marta; Idoate-Zapata, Marta; Zhan, Junjie.

34. **La geometría de las letras: proyecto integrado en primer curso de arquitectura.**
The geometry of the words: integrated project in the first course of architecture. Salazar Lozano, María del Pilar; Alonso Pedrero, Fernando Manuel.
35. **Cartografía colaborativa de los espacios para los cuidados en la ciudad.**
Collaborative mapping of care spaces in the city. España-Naveira, Paloma; Morales-Soler, Eva; Blanco-López, Ángel.
36. **Las extensiones del cuerpo. *Body extensions.*** Pérez Sánchez, Joaquín; Farreny-Moranchó, Jaume; Ferré-Pueyo, Gemma; Toldrà-Domingo, Josep Maria.
37. **Aprendizaje transversal: una arquitectura de coexistencia entre lo antrópico y lo biótico. *Transversal learning: an architecture of coexistence between the anthropic and the biotic.*** García-Triviño, Francisco; Otegui-Vicens, Idoia.
38. **El papel de la arquitectura en el diseño urbano eficiente: inicio a la reflexión crítica. *The architecture role in the efficient urban design: a first step to the guided reflection.*** Díaz-Borrego, Julia; López-Lovillo, Remedios María; Romero-Gómez, María Isabel, Aguilar-Carrasco, María Teresa.
39. **¿Cuánto mide? Una experiencia reflexiva previa como inicio de los estudios de arquitectura. *How much does it measure? A previous thoughtful experience as the beginning of architecture studies.*** Galera-Rodríguez, Andrés; González-Gracia, Elena; Cabezas-García, Gracia.
40. **El collage como medio de expresión gráfico plástico ante los bloqueos creativos. *Collage as a means of graphic-plastic expression in the face of creative blockages.*** Cabezas-García, Gracia; Galera-Rodríguez, Andrés.
41. **Fenomenografías arquitectónicas: el diseño de cajas impregnadas de afectividad. *Architectural phenomenographies: the design of impregnated boxes with affectivity.*** Ríos-Vizcarra, Gonzalo; Aguayo-Muñoz, Amaro; Calcino-Cáceres, María Alejandra; Villanueva-Paredes, Karen.
42. **Aprendizaje arquitectónico en tiempos de emergencia: ideas para una movilidad post-Covid. *Architectural learning in emergency times: ideas for a post-Covid mobility plan.*** De Manuel-Jerez, Esteban; Andrades Borrás, Mercedes; Rueda Barroso, Sergio; Villanueva Molina, Isabel M^a.
43. **Experiencia docente conectada en Taller de Proyectos: “pensar con las manos”. *Teaching Experience Related with Workshop of Projects: “Thinking with the Hands”.*** Rivera-Rogel, Alicia; Cuadrado-Torres, Holger.
44. **Laboratorio de Elementos: aprendiendo de la disección de la arquitectura. *Laboratory of Elements: learning from the dissection of architecture.*** Escobar-Contreras, Patricio; Jara-Venegas, Ana; Moraga-Herrera, Nicolás; Ortega-Torres, Patricio.

45. **SEPs: una experiencia de Aprendizaje y Servicio en materia de pobreza energética de verano. *SEPs: a Summer Energy Poverty Service-Learning experience.*** Torrego-Gómez, Daniela; Gayoso-Heredia, Marta; Núñez-Peiró, Miguel; Sánchez-Guevara, Carmen.
46. **La madera (del material al territorio): docencia vinculada con el medio. *Timber (from material to the territory): environmental-related teaching.*** Jara-Venegas, Ana Eugenia; Prado-Lamas, Tomás.
47. **Resignificando espacios urbanos invisibles: invisibilizados mediante proyectos de ApS. *Resignifying invisible: invisibilised urban spaces through Service Learning Projects.*** Belo-Ravara, Pedro; Núñez-Martí, Paz; Lima-Gaspar, Pedro.
48. **En femenino: otro relato del arte para arquitectos. *In feminine: another history of art for architects.*** Flores-Soto, José Antonio.
49. **AppQuitectura: aplicación móvil para la gamificación en el área de Composición Arquitectónica. *AppQuitectura: Mobile application for the gamification in Architectural Composition.*** Soler-Montellano, Agatángelo; Cobeta-Gutiérrez, Íñigo; Flores-Soto, José Antonio; Sánchez-Carrasco, Laura.
50. **AppQuitectura: primeros resultados y próximos retos. *AppQuitectura: initial results and next challenges.*** Soler-Montellano, Agatángelo; García-Carbonero, Marta; Mayor-Márquez, Jesús; Esteban-Maluenda, Ana.
51. **Método Sympoiesis con la fabricación robótica: prototipaje colectivo en la experiencia docente. *Sympoiesis method for robotic fabrication: collectively prototyping in architecture education.*** Mayor-Luque, Ricardo.
52. **Feeling (at) Home: construir un hogar en nuevos fragmentos urbanos. *Feeling (at) Home: Building a Home in New Urban Fragments.*** Casais-Pérez, Nuria
53. **Bienestar en torno a parques: tópicos multidisciplinares entre arquitectura y medicina. *Well-being around parks: multidisciplinary topics between architecture and medicine.*** Bustamante-Bustamante, Teresita; Reyes-Busch, Marcelo; Saavedra-Valenzuela, Ignacio.
54. **Mapping como herramienta de pensamiento visual para la toma de decisiones proyectuales. *Mapping as a visual thinking tool for design project decision.*** Fonseca-Alvarado, Maritza-Carolina; Vodanovic-Undurraga, Drago; Gutierrez-Astete, Gonzalo.
55. **Mejora de las destrezas profesionales en el proyecto de estructuras del Máster habilitante. *Improving professional skills in structural design for the qualifying Master's degree.*** Perez-Garcia, Agustín.

56. **La investigación narrativa como forma de investigación del taller de proyectos.**
Narrative inquiry as a form of research of the design studio.
Uribe-Lemarie, Natalia.
57. **Taller vertical social: ejercicio didáctico colectivo en la apropiación del espacio público.** *Vertical social workshop: collective didactic exercise in the appropriation of public space.* Lobato-Valdespino, Juan Carlos; Flores-Romero, Jorge Humberto.
58. **Superorganismo: mutaciones en el proceso proyectual.** *Superorganism: mutations in the design process.* López-Frasca, Stella; Soriano, Federico; Castillo, Ana Laura.
59. **Cartografías enhebradas: resiguiendo la cuenca del Ebro contracorriente.**
Threaded cartographies: following the Ebro basin against the current.
Tiñena Ramos, Arnau; Solans Ibáñez, Indibil; López Frasca, Stella

Mejora de las destrezas profesionales en el proyecto de estructuras del Máster habilitante

Improving professional skills in structural design for the qualifying Master's degree

Perez-García, Agustín

ETS de Arquitectura, Universitat Politècnica de València, Spain. aperezg@mes.upv.es

Abstract

Among the competencies set out in Section 5 of the Annex to Orden EDU/2075/2010 on the university degree that officially qualifies for the practice of the profession of architect, express mention is made of "CE01(E). Aptitude to conceive, calculate, design and integrate into buildings and urban ensembles and execute: building structures". This is a core and specific competence whose didactic development differs from one Spanish School of Architecture to another. This paper provides a critical review of the learning outcomes achieved by students over the last seven years that has been taught the Master in Architecture degree. It also describes the Educational Innovation and Improvement Project launched in the current academic year (2021-22) that constitutes the second itinerary of the course. Finally, a comparative analysis of the learning outcomes observed in the two itineraries is made.

Keywords: structures, project, architect, buildings, technology.

Thematic areas: technology, active learning, critical discipline.

Resumen

Entre las competencias fijadas en el Apartado 5 del Anexo a la Orden EDU/2075/2010 sobre el título universitario que habilita oficialmente para el ejercicio de la profesión de arquitecto, se menciona expresamente la "CE01(E). Aptitud para concebir, calcular, diseñar e integrar en edificios y conjuntos urbanos y ejecutar: Estructuras de edificación". Se trata de una competencia troncal y específica cuyo desarrollo didáctico difiere de unas a otras Escuelas de Arquitectura españolas. La presente comunicación aporta una revisión crítica de los resultados del aprendizaje alcanzados por los estudiantes a lo largo de los siete cursos que lleva implantado el Máster. También se describe el Proyecto de Innovación y Mejora Educativa puesto en marcha el presente curso (2021-22) y que constituye el segundo itinerario de la asignatura. Por último, se realiza un análisis comparado de los resultados del aprendizaje constatados en cada uno de los dos itinerarios.

Palabras clave: estructuras, proyecto, arquitecto, edificación, tecnología.

Bloques temáticos: tecnología, metodologías activas, disciplina crítica.

1. Introducción

La Orden EDU/2075/2010 (ESPAÑA, 2010), acerca del título que habilita oficialmente para ejercer la profesión de arquitecto, exige acreditar “*Aptitud para concebir, calcular, diseñar e integrar en edificios y conjuntos urbanos, y ejecutar: estructuras de edificación*”. El desarrollo didáctico de esta competencia difiere de unas a otras Escuelas de Arquitectura (ETSA MADRID, ETSA BARCELONA, ETSA EL VALLÈS, ETSA SEVILLA, ETSA GRANADA). En la Escuela de Arquitectura de Valencia, ETSAV, la capacitación en cuestiones relativas a estructuras y cimentaciones se adquiere en dos fases: grado y máster.

Durante el Grado en Fundamentos de la Arquitectura, GFArq, se aprenden los fundamentos conceptuales de equilibrio, resistencia, deformación y pandeo, así como los procedimientos de cálculo de estructuras isostáticas e hiperestáticas compuestas por barras de acero o de hormigón armado. El análisis estructural se limita al régimen elástico lineal. Además, se estudian, aplicando la normativa vigente, los procedimientos de comprobación de barras de acero, el armado de barras de hormigón armado, y la solución de cimentaciones superficiales aisladas (zapatas y riostras). También se estudia la naturaleza del suelo y su comportamiento, su capacidad portante y los tipos de cimentación y sistemas de contención de tierras usuales en edificación. Todo ello en cinco asignaturas troncales que acumulan 35 ECTS. No se estudia ni el dimensionado de barras de madera, ni los sistemas estructurales definidos por superficies: muros, losas, placas, láminas. Tampoco se aprende a resolver cimentaciones superficiales continuas (losas) o cimentaciones profundas (pilotajes).

Posteriormente, en el Máster en Arquitectura, MArq, se moviliza el conocimiento y las destrezas adquiridas en el GFArq y se rellenan las lagunas formativas mencionadas. Dado el carácter habilitante del MArq, el aprendizaje es práctico y aplicado. El objetivo es desarrollar las destrezas necesarias para resolver los sistemas estructurales y las cimentaciones de manera acorde con los procedimientos de trabajo, los requerimientos, y los estándares del ejercicio profesional.

El acceso al MArq requiere estar en posesión de un Grado en Arquitectura de, al menos, 300 ECTS. La mayor parte de los estudiantes del MArq han cursado el GFArq, aunque un número significativo de graduados proceden de otras escuelas de arquitectura (Alicante, Barcelona, Granada, Madrid, Sevilla, o Valladolid).

En el Plan de Estudios del MArq (Tabla 1) se dedican 8 ECTS (15.7% de la troncalidad) a desarrollar dicha competencia habilitante. En el primer cuatrimestre se imparte la asignatura troncal *Proyecto de Ejecución Estructural*, PEE, con 4.5 ECTS. Además, en el segundo cuatrimestre, se imparten 3.5 de los 30 ECTS de la asignatura troncal *Trabajo Final de Máster*, TFM. Hasta el curso 2021-22 ambas asignaturas estaban desacopladas. Actualmente, se ha implantado en algunos grupos del MArq, con carácter experimental para los cursos 2021-22 y 2022-23, el Proyecto de Innovación y Mejora Educativa, PIME, descrito en la Tabla 2. El PIME difumina los límites entre TDA, PEE, PCT y TFM creando, a efectos docentes, una especie de macro asignatura multidepartamental de 51 ECTS que abarca los dos cuatrimestres. No obstante, en el itinerario PIME las asignaturas TDA, PEE, PCT y TFM siguen siendo evaluadas de manera autónoma. No es difícil de imaginar las dificultades de coordinación interdepartamental derivadas de la implantación del PIME.

Así pues, la asignatura PEE se imparte actualmente siguiendo dos itinerarios: el del Plan de Estudios, itinerario PE, mostrado en la Tabla 1, y el itinerario PIME descrito en la Tabla 2. La diferencia entre ambos itinerarios estriba, básicamente, en el objeto arquitectónico cuya estructura y cimentación se pretende resolver y en el momento en el que el estudiante aborda esa tarea dentro del calendario académico del Máster. En el itinerario PE, el estudiante trabaja y

desarrolla individualmente un proyecto propio elaborado para las asignaturas del Departamento de Proyectos Arquitectónicos durante el Grado. En el itinerario PIME, el proyecto que se desarrolla es el Trabajo Final de Máster del estudiante. En la sección 3 se presentan detalles de los pros y contras de ambos modelos.

La evolución de la matrícula de PEE en ambos itinerarios, del número de grupos de cada tipo y del tamaño medio de grupo se muestran en la Fig. 1 y la Fig. 2. Para comparar, en la Fig. 3 se presentan el número de matriculados en TFM y la tasa de egresados del MArq. La asignatura la imparten un total de ocho profesores en el itinerario PE y cinco en el itinerario PIME. Tres profesores imparten en ambos itinerarios. Más del 50% del profesorado del Departamento de Estructuras ha participado o participa en la docencia de PEE.

Este artículo aporta una revisión crítica de los resultados del aprendizaje alcanzados por los estudiantes que, a lo largo de los siete cursos que lleva implantado el Máster, han seguido el itinerario PE implementado en el curso 2015-16. También se describe el itinerario PIME y se presentan los resultados provisionales del mismo, a expensas de alcanzar conclusiones de mayor alcance cuando finalice el curso 2022-23. Por último, se realiza un análisis comparado de los resultados constatados hasta la fecha en cada uno de los dos itinerarios.

Tabla 1. Plan de Estudios del Máster en Arquitectura de la ETSAV

Plan de Estudios del Máster en Arquitectura					
Primer Cuatrimestre			Segundo Cuatrimestre		
Asignatura	Departamentos	ECTS	Asignatura	Departamentos	ECTS
Taller de Arquitectura (TDA)	Proyectos	6.0	Trabajo Final de Máster (TFM)	Proyectos	20.0
	Urbanismo	3.0		Urbanismo	2.0
	Composición	3.0		Composición	0.5
Proyecto Constructivo (PCT)	Construcción	4.5		Construcción	2.5
Proy. Ejec. Estructural (PEE)	Estructuras	4.5		Estructuras	3.5
Asignatura libre elección 1	Todos	4.5		Dibujo	1.0
Asignatura libre elección 2	Todos	4.5		Otros	0.5
Total primer cuatrimestre		30.0	Total segundo cuatrimestre		30.0

Fuente¹: elaboración propia

Tabla 2. PIME del Máster en Arquitectura de la ETSAV para los cursos 2021-22 y 2022-23

PIME del Máster en Arquitectura					
Primer Cuatrimestre			Segundo Cuatrimestre		
Asignatura	Departamentos	ECTS	Asignatura	Departamentos	ECTS
Taller de Arquitectura (TDA)	Proyectos	6.0	Trabajo Final de Máster (TFM)	Proyectos	20.0
Proyecto Constructivo (PCT)	Urbanismo	3.0		Urbanismo	2.0
Proy. Ejec. Estructural (PEE)	Composición	3.0		Composición	0.5
Trabajo Final de Máster (TFM)	Construcción	2.5		Construcción	4.5
	Estructuras	2.5		Estructuras	5.5
Asignatura libre elección 1	Todos	4.5		Dibujo	1.0
Asignatura libre elección 2	Todos	4.5		Otros	0.5
Total primer cuatrimestre		26.0	Total segundo cuatrimestre		34.0

¹ Todas las tablas y figuras de este documento son elaboración propia del autor.

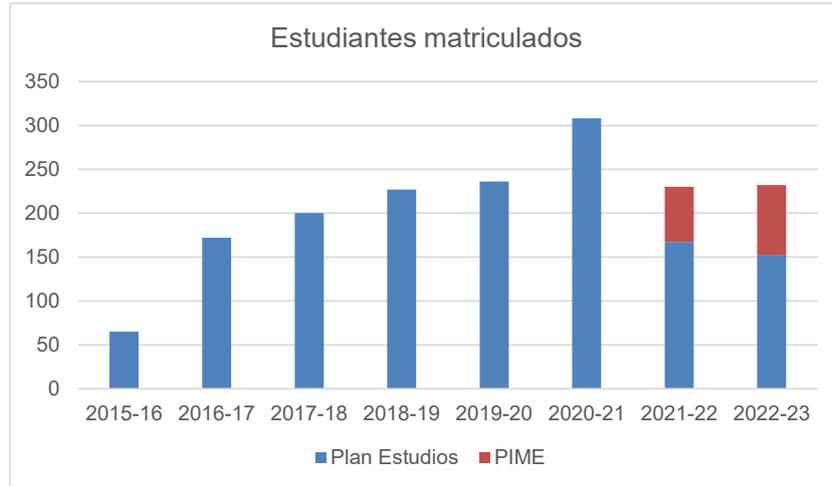


Fig. 1 Evolución de la matrícula en PEE

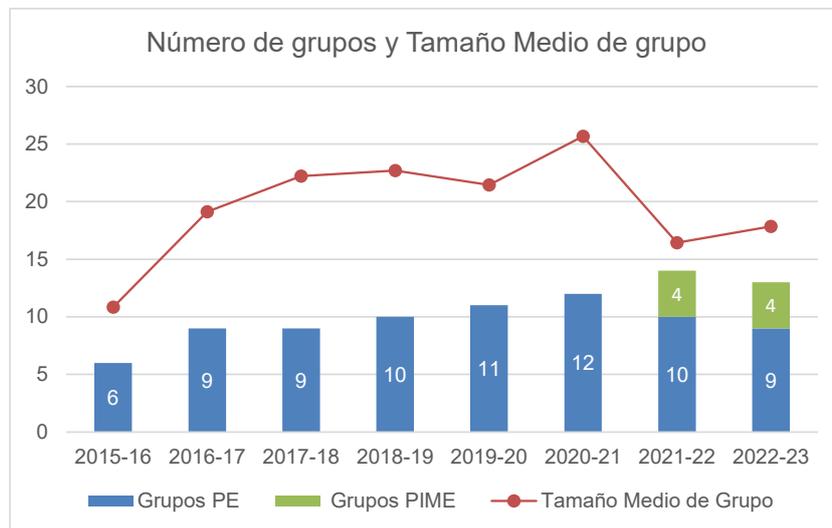


Fig. 2 Evolución del número de grupos y promedio de alumnos por grupo

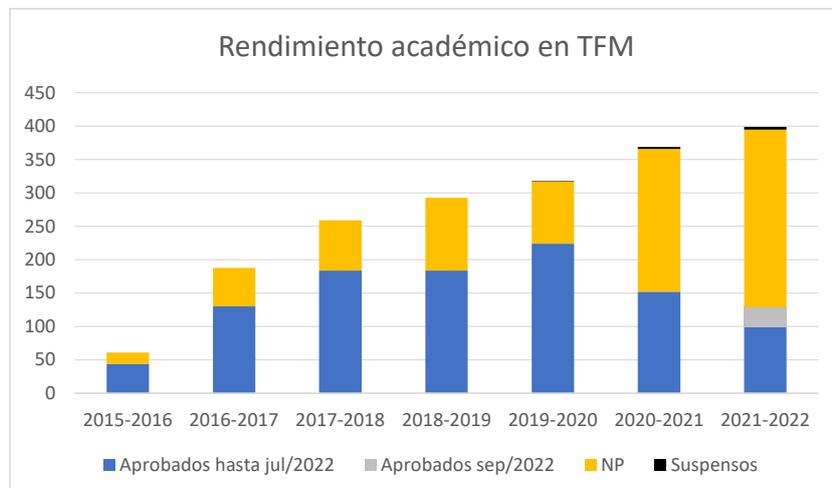


Fig. 3 Resultados académicos de la asignatura Trabajo Final de Máster. El curso 2021-22 incluye los resultados de ambos itinerarios (PE y PIME) hasta septiembre de 2022

2. Objetivos didácticos y metodología

El objetivo didáctico de PEE es abordar los aspectos relacionados con la ideación, integración, análisis, cálculo, y justificación documental (descriptiva y constructiva) del proyecto de ejecución de las estructuras y cimentaciones propias de los proyectos edilicios (GUARDIOLA-VILLORA, 2013). Para ello se parte de los conocimientos y las destrezas ya adquiridas por los graduados y se trata de movilizar esas capacidades aplicándolas a la adquisición de competencias propias del ejercicio profesional de la Arquitectura.

En ambos itinerarios, el estudiante elabora modelos virtuales del sistema estructural y de la cimentación de un conjunto de edificios. Estos modelos le permiten comparar propuestas estructurales alternativas a la luz de la capacidad de las mismas para dar soporte material a los aspectos compositivos, funcionales y constructivos del proyecto arquitectónico.

Dado que la asignatura PEE está ubicada en el Plan de Estudios del MARq en el primer cuatrimestre, el estudiante que sigue el itinerario PE trabaja y desarrolla un proyecto propio elaborado para las asignaturas del Departamento de Proyectos Arquitectónicos durante el Grado. El proyecto tiene la temática, la complejidad y la envergadura que en su día fijaron los profesores de Proyectos. Esta aproximación permite/obliga a trabajar sobre un proyecto ya aprobado (o que incluso mereció un notable/sobresaliente/MH). La temática, la complejidad y la envergadura de los proyectos vienen fijadas de antemano, pero son de índole muy diversa. Se exige que el proyecto tenga unos niveles, máximos y mínimos, tales que permitan abordar y alcanzar los objetivos didácticos de PEE en un cuatrimestre y contando tan solo con 4.5 ECTS. La principal ventaja de esta aproximación reside en la presumible calidad del objeto proyectado, la disponibilidad de documentación ya elaborada y lista para su utilización desde el primer día del cuatrimestre, y la facilidad con la que, al menos en teoría, es posible definir, analizar, validar, y materializar sus aspectos estructurales y su cimentación. La limitación de este itinerario reside en la hipótesis, frecuentemente incierta, de que los proyectos aprobados en el Grado están suficientemente bien concebidos desde el punto de vista de la estructura y la cimentación, así como en la elección de materiales o soluciones constructivas. Si se confirma, el proyecto se desarrolla sin dificultad, el aprendizaje se afianza por confirmación, y el estudiante puede incluso optimizar la solución ensayando configuraciones alternativas. Si no se confirma, el estudiante se enfrenta a sus errores y aprende de ellos. En estos casos, se permite la alteración del proyecto siempre que no represente su desnaturalización. Si no es posible y se está todavía a tiempo, entonces se opta por desarrollar otro proyecto.

El itinerario PIME pretende integrar las asignaturas TDA, PCT y PEE en TFM (Tabla 2), de tal modo que el proyecto que se desarrollará en PEE será el Trabajo Final de Máster del estudiante. En teoría, ello debería conducir a que el TFM tuviera mayor calidad en todos sus aspectos y a que su desarrollo se asemejara mucho más a lo que sería el ejercicio de la práctica profesional de la arquitectura. Dado que la propuesta proyectual se gestaría durante el primer cuatrimestre en la asignatura TDA, estaría más abierta y viva al desarrollarla en PEE durante el segundo cuatrimestre. Ello ayudaría a resolver el proyecto en todas sus dimensiones, de manera integrada y completa. Sin embargo, el progreso en este itinerario de PEE está estrechamente ligado a la madurez alcanzada por proyecto al final del primer cuatrimestre. Para facilitar ese progreso, parte de los 3.5 ECTS asignados a Estructuras en TFM en el segundo cuatrimestre se trasladan al primer cuatrimestre. En este tiempo, el profesor de estructuras supervisa los avances del proyecto y orienta al estudiante para que su propuesta sea lo más sensata y verosímil posible.

En la docencia de PEE se utiliza la metodología activa (PEREZ-GARCIA, 2012) conocida como docencia inversa (ASIC-ICE-UPV) (GUARDIOLA-VILLORA, 2017) a través de actividades de

aprendizaje basadas en el estudio de casos y en el desarrollo de proyectos. También se utilizan programas de cálculo, como ARCHITRAVE y VTAM, que se pueden utilizar como verdaderos Laboratorios Virtuales (PEREZ-GARCIA, 2013) en los que el estudiante puede verificar conceptos estructurales y ensayar, comparar y optimizar las alternativas de diseño estructural que va planteando para resolver el proyecto.

3. Actividades académicas y resultados del aprendizaje

En PEE, los estudiantes configuran la estructura y la cimentación, predimensionan y elaboran modelos informáticos, calculan movimientos y solicitaciones, analizan comportamientos, peritan barras de acero/madera, arman barras y muros de hormigón, comprueban fábricas, dimensionan cimentaciones superficiales y tantean pilotajes.

La documentación que elaboran incluye: Memoria de cálculo, Planos de estructura y cimentación (replanteo, zapatas/riostros/losas, cuadro de pilares, forjados, despiece de vigas/zunchos/muros/losas, ...), Planos de detalles constructivos, Medición y Presupuesto, y comparación del coste de estructura y cimentación con el coste total de la edificación.

Los sondeos de opinión planteados desde la implantación del MARq (Fig. 3), muestran muy buena predisposición del estudiantado hacia PEE y valoran muy positivamente la materia y la asignatura. También es evidente la relevancia que se atribuye a los conocimientos y destrezas adquiridas en PEE para la empleabilidad del arquitecto. Renunciar a formar arquitectos capaces de competir con solvencia en tales ámbitos es equivalente a minar las competencias atribuidas en la Orden EDU/2075/2010 y contribuir a que lleguen a perderse en favor de otras titulaciones. Por otro lado, es fundamental que el estudiante de arquitectura entienda que la estructura es un aspecto consustancial del proyecto, y que lo es, o debería serlo, de manera innata. De hecho, una ideación deficiente de la estructura o de la cimentación de un proyecto suele alterar gravemente, o incluso comprometer, la obra finalmente construida.

En la Tabla 3 se muestran los resultados del aprendizaje constatados en el curso 2021-22 a través de un sondeo voluntario en el que participó el 34% de los matriculados en PEE. La adquisición de las destrezas se constata de manera significativa tanto en grupos PE como en grupos PIME. Sin embargo, los aprendizajes 2, 3, 4, 6, 7, 9 y 10 son reconocidos en mayor medida en los grupos PE, mientras que en las destrezas 1, 5, 8 y 11 se da el caso contrario, aunque con diferencias menos acusadas. No se identifica un patrón en la distribución de percepciones que explique las diferencias.

En de la destreza 10, relativa a las implicaciones en el proyecto de la ubicación y del suelo, la diferencia de percepción entre grupos PE y PIME es muy acusada. Probablemente, los estudiantes PE, que utilizaron un proyecto del Grado, no fueron conscientes en su día de las limitaciones geofísicas del lugar. Especialmente las relativas al número máximo de plantas edificables sin recurrir a cimentaciones especiales. Es posible que los profesores de proyectos soslayaran esas limitaciones en pro de consideraciones compositivas o urbanísticas. Sin embargo, al desarrollar constructivamente el proyecto, surgieron dificultades con la cimentación y los estudiantes PE aprendieron de tal omisión. Como los estudiantes PIME han estado tutelados por el profesorado de PEE desde el inicio de la gestación del proyecto, plantearon proyectos más verosímiles y también más compatibles con el lugar. Quizás por ello no perciben ese aprendizaje y es posible que, en algún caso, no haya llegado a producirse.

Percepción del estudiante de PEE acerca de la asignatura, sus contenidos y su organización docente

1. ¿Consideras que la asignatura ha constituido una experiencia útil para tu formación como profesional de la Arquitectura?
2. ¿Crees que los conocimientos, habilidades, y destrezas adquiridas en esta asignatura mejorarán tu empleabilidad?
3. ¿Estimas que las fechas de entrega de las Observaciones de Progreso y del Trabajo Final, así como los plazos para desarrollar esa documentación, han sido compatibles con el resto de tus compromisos académicos en otras asignaturas?
4. ¿Piensas que la dedicación que te ha requerido la asignatura se ha distribuido adecuadamente a lo largo del cuatrimestre?
5. El tiempo que te ha requerido la asignatura ¿se ajusta a la asignación en créditos de la misma? (El Plan de Estudios prevé 45 horas presenciales + 85 horas de aprendizaje autónomo = 130 horas de trabajo total a lo largo del cuatrimestre).

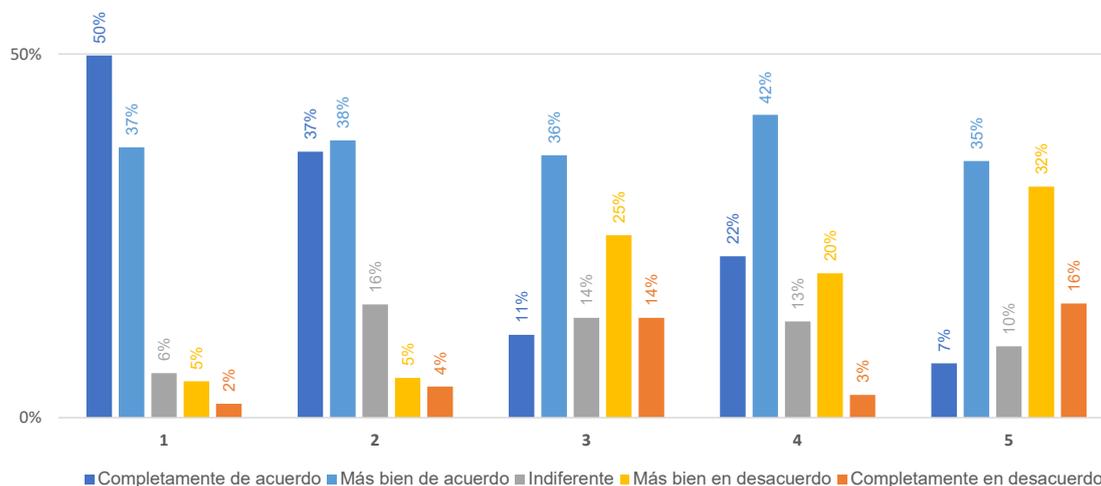


Fig. 4 Percepción de los estudiantes de PEE acerca de la asignatura (cursos del 2016-17 al 2021-22, participación del 32% de los matriculados, grupos PE y PIME)

Tabla 3. Percepción de los estudiantes acerca de los resultados del aprendizaje alcanzados tras cursar PEE. Sondeos grupos PE y PIME. Participación del 34% de los matriculados en 2021-22

Porcentaje de estudiantes que confirma haber adquirido un cierto conocimiento o destreza			
Conocimiento o destreza	Plan Estudios	PIME	Ambos itinerarios
1. Describir profesionalmente los contenidos de un Proyecto de Ejecución Estructural (Memoria, Planos, Mediciones y Presupuesto)	77%	83%	78%
2. Analizar el comportamiento de un sistema estructural y adoptar medidas que permitan validarlo y dimensionar sus componentes (vigas, pilares, losas, cimientos, ...)	73%	63%	70%
3. Elaborar modelos del sistema estructural de un edificio utilizando herramientas informáticas (programas, hojas de cálculo, ...)	77%	67%	74%
4. Evaluar y contextualizar el coste del sistema estructural de un edificio	72%	67%	70%
5. Predimensionar el sistema estructural (luces, vuelos, ...) y/o los elementos que lo componen (cimentos, vigas, pilares, losas, ...)	64%	67%	65%
6. Utilizar herramientas de cálculo de estructuras y cimentaciones para constatar la idoneidad de una alternativa de proyecto y evaluar su relevancia	63%	54%	60%
7. Elegir el tipo de cimentación más apropiada para un determinado edificio y tipo de suelo	53%	50%	52%
8. Proyectar de manera transversal teniendo en cuenta las implicaciones constructivas y estructurales que tienen las decisiones de composición arquitectónica del edificio	56%	63%	58%
9. Evaluar, por completo y detalladamente, las acciones que debe soportar el sistema estructural del edificio y sus combinaciones	58%	54%	57%
10. Valorar cuales serían las implicaciones que tendrían en un proyecto la ubicación y el tipo de suelo	56%	33%	50%
11. Elaborar documentación constructiva detallada que permita llevar a cabo las obras relativas a la cimentación y la estructura del proyecto	50%	63%	53%

4. Rendimientos académicos y análisis retrospectivo

El vaciado de las Actas de PEE de los últimos siete cursos ha permitido conocer la evolución del rendimiento académico y la distribución de calificaciones en los grupos PE (Fig. 5). En el 2019-20 (primer año de pandemia) la asignatura se acabó de impartir y evaluar en el 2019, por lo que la pandemia del Covid-19 no les afectó. Sin embargo, en los cursos 2020-21 y 2021-22 la docencia sí que se ha visto afectada por las diversas olas de la pandemia.

Es significativa la tasa de suspensos registrada el curso 2021-22. No obstante, al comparar los rendimientos de los grupos PE y PIME (Fig. 6) se observa que en los grupos PIME las tasas de abandono y de fracaso en el curso 2021-22 son aún mayores que en los grupos PE. La tasa de éxito fue del 77% en los grupos PE frente al 65% de los grupos PIME. También se evidencia que los resultados académicos en los grupos PE fue mejor, en todos los segmentos de nota, que la de los grupos PIME. Especialmente en el caso de los Sobresalientes, donde la diferencia llega al 6%. En la Fig. 7 se muestra la tendencia de la nota media de PEE. Llama la atención el acusado descenso en el curso 2021-22, que es incluso más acusado en los grupos PIME.

A pesar del hecho de que el PIME reduce sustancialmente la carga académica de los estudiantes en el primer cuatrimestre, al inicio del segundo cuatrimestre apenas el 40% de los estudiantes de los grupos PIME tuvieron el proyecto avanzado hasta el nivel de definición previsto en la Memoria del PIME y denominado como *Proyecto Básico Plus*. Además, se ha constatado que, con demasiada frecuencia (6 de cada 10 casos), el proyecto de TDA/TFM utilizado para elaborar en el segundo cuatrimestre el Proyecto de Ejecución Estructural de la asignatura PEE experimenta cambios significativos cuando, finalmente, se presenta y defiende como Trabajo Final de Máster.

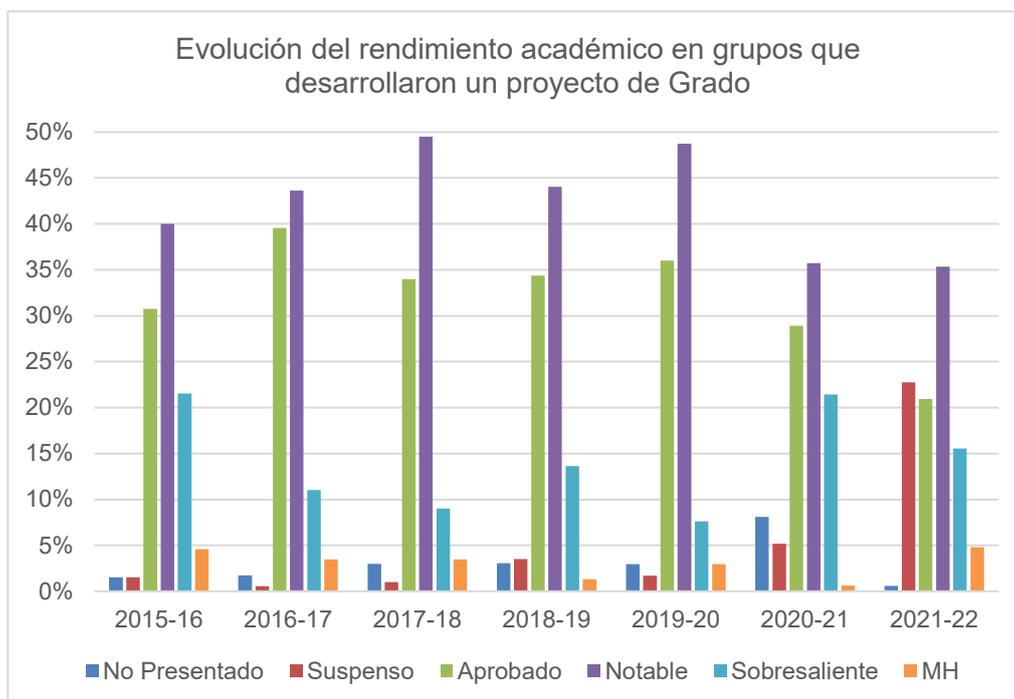


Fig. 4 Evolución del rendimiento académico en los grupos con itinerario PE

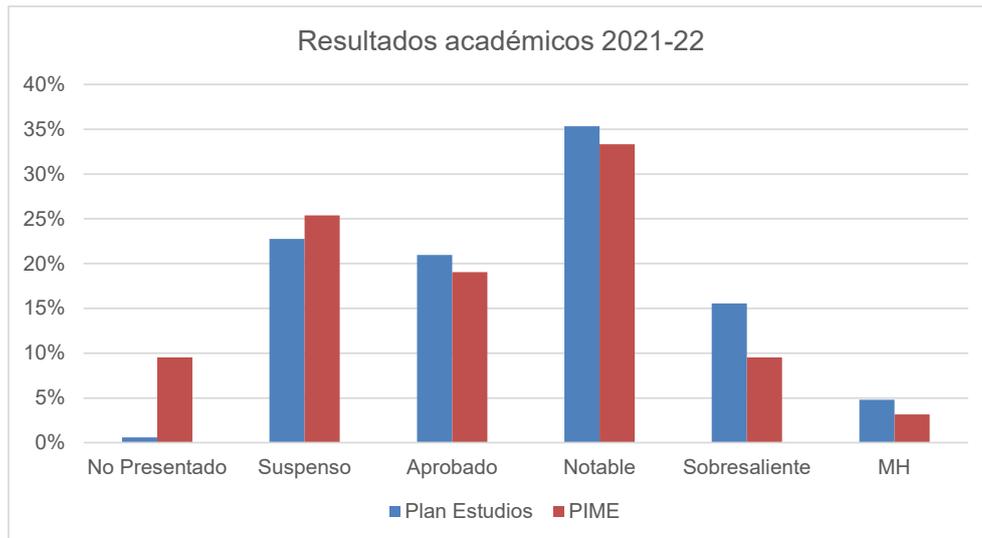


Fig. 5 Resultados académicos de los grupos PE y PIME (curso 2021-22)

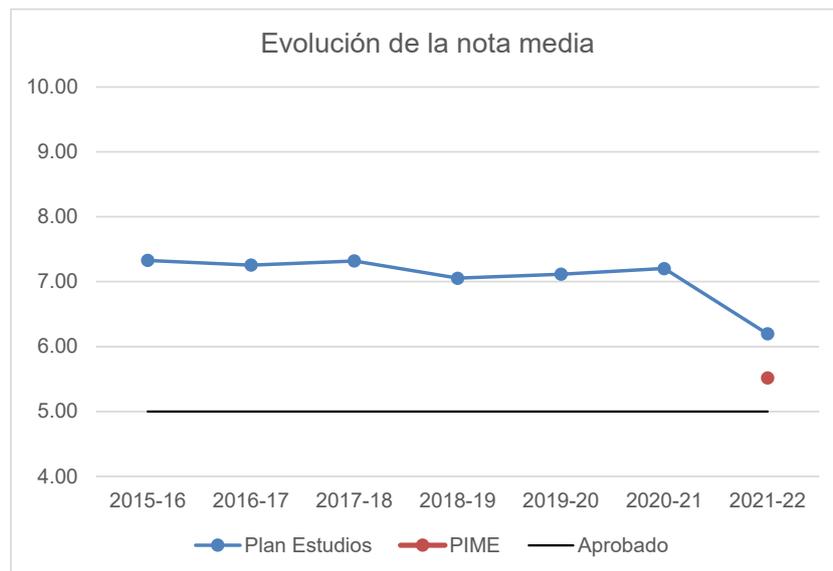


Fig. 6 Evolución de la nota media en PEE

Por lo que respecta al itinerario docente escogido por los estudiantes al matricularse, una mayoría significativa (73%) optó por el itinerario PE (Fig. 1). No obstante, los resultados del sondeo demuestran que ambos colectivos (estudiantes de grupos PE y de grupos PIME) están convencidos de que la opción docente que eligieron fue la mejor (Tabla 4). El 88% de los estudiantes matriculados en grupos PIME describen la experiencia de cursar simultáneamente PEE, PCT y TFM en el segundo cuatrimestre como interesante, aunque la gran mayoría (el 92%) la califican de estresante (Fig. 8).

También resulta razonable atribuir la reciente merma de rendimiento académico en PEE (Fig. 5 y Fig. 7), y en el MARq en general (Fig. 3), a las muy bajas notas de corte del acceso al GFARq que se vienen registrando desde el curso 2015-16 hasta el 2019-20, y que, lamentablemente, vuelven a registrarse en el curso 2022-23 (Fig. 9).

Tabla 4. Percepción del estudiante acerca de la idoneidad del itinerario que eligió al matricularse en el Máster

Proyecto base del Trabajo de PEE	Participación en el PIME	
¿Consideras que haber cursado PEE en el primer cuatrimestre, trabajando sobre uno de los proyectos del grado, te habría ayudado a desarrollar mejor, o más fácilmente, la estructura de tu TFM o el TFM en su conjunto?	Matriculados en PIME	Matriculados en PE
	Una vez cursada la asignatura ¿habrías preferido matricularte en un grupo PE ?	Una vez cursada la asignatura ¿habrías preferido matricularte en un grupo PIME ?
<p>Sí; 17% No; 83%</p>	<p>Sí; 18% No; 82%</p>	<p>Sí; 18% No; 82%</p>



Fig. 7 Percepción de los estudiantes de PEE itinerario PIME acerca de la distribución de la carga de trabajo del segundo cuatrimestre del curso 2021-22 y de la calidad de la experiencia PIME

5. Discusión

El objetivo fundamental del PIME es reducir la bolsa de repetidores de TFM que se evidencia en la Fig. 3. Se trata de conseguir este objetivo potenciando la transversalidad de la docencia (proyectos/estructuras/construcción) y eximiendo al estudiante de ciertas tareas (presuntamente repetitivas) programadas por otras asignaturas (PEE y PCT) durante el primer cuatrimestre. Sin embargo, la descarga académica lograda en el primer cuatrimestre no ha contribuido a conseguir un avance significativo del proyecto de TDA/TFM, aunque sí que ha provocado una estresante acumulación de tareas en el segundo cuatrimestre (Fig. 8). Como consecuencia, la bolsa de repetidores de TFM no sólo no se ha reducido, sino que ha engrosado (Fig. 3).

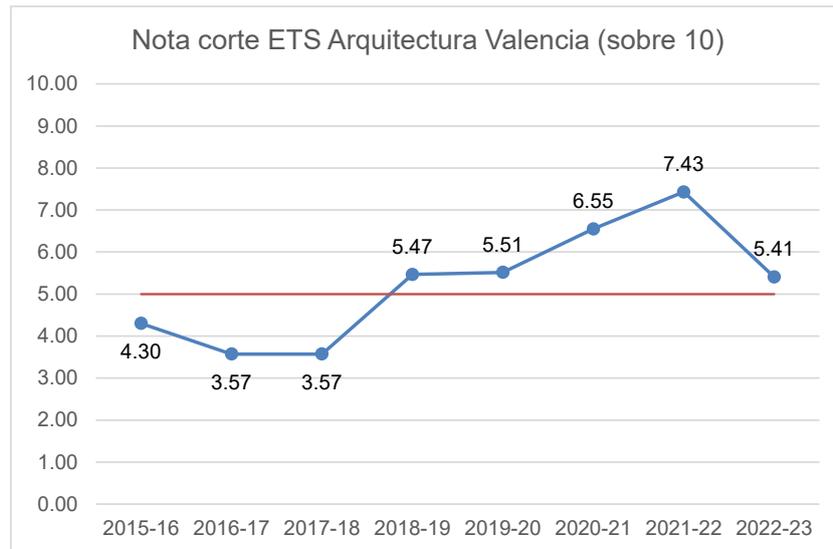


Fig. 8 Evolución de la nota de corte para el acceso al Grado en Fundamentos de la Arquitectura

Hay que resaltar, además, que los estudiantes de los grupos PIME no se han visto afectados por la simultaneidad de PEE con las convocatorias extemporáneas del Trabajo Final de Grado (TFG) en otoño, época en la que ya se han iniciado las clases del MARq. La presentación y defensa del TFG en estas convocatorias afecta sustancialmente al ritmo de trabajo de los estudiantes de PEE en el itinerario PE. Aún con esa ventaja y tal como se ha demostrado, el rendimiento académico de los estudiantes de los grupos PIME ha sido menor.

Por lo que respecta a la transversalidad, tanto la percepción de los estudiantes (Tabla 3) como la del profesorado (Fig. 6) indican que en el itinerario PE se alcanzan más y mejores resultados académicos que en el PIME. Las únicas competencias que mejoran con el PIME son las relativas al proceso de predimensionado, a la producción documental, al detallado constructivo, y, especialmente, a la destreza para proyectar transversalmente (destrezas 1, 5, 8 y 11 de la Tabla 3). El hecho de trabajar sobre la estructura de un proyecto en desarrollo facilita la transversalidad multidisciplinar, pero esa indefinición y la acumulación de tareas en el segundo cuatrimestre, dificultan la adquisición de otras competencias profesionales. Además, en los grupos PIME, la mayor carga docente del segundo cuatrimestre y el estrés derivado de ello (Fig. 8), limitan la capacidad de los estudiantes a la hora de hacer un estudio comparado de soluciones estructurales alternativas y un análisis crítico de la estructura que, finalmente, se desarrolla para el TFM.

No obstante, nada impide que los alumnos del itinerario PE desarrollen por completo y con toda transversalidad su TFM. De hecho, todos deberían hacerlo para garantizar que se han alcanzado por completo todas las competencias del Máster habilitante. Ciertamente, los estudiantes más capaces y/o aquellos que se matriculan en determinados Talleres de Proyectos de la ETSAV documentan de manera más completa y rigurosa todos los aspectos de su proyecto de TFM. Para hacerlo, a buen seguro aprovechan lo que aprendieron durante el Grado y, sobre todo, lo que han aprendido durante el primer cuatrimestre del MARq.

Por otro lado, nada garantiza que los estudiantes de los grupos PIME, finalmente, desarrollen su TFM por completo y a nivel profesional. Y los que lo hacen no aportan, necesariamente, propuestas mejores ni producen documentación significativamente más completa que la de los estudiantes del itinerario PE.

En todo caso, contrasta el rendimiento académico de los matriculados en PEE en 2021-22 con el de los matriculados ese mismo curso en TFM. La tasa de éxito en PEE en la convocatoria ordinaria fue del 77% en el itinerario PE y del 65% en el itinerario PIME (Fig. 6). Sin embargo, la tasa de éxito en TFM fue del 33% en los grupos PE y del 16% en los grupos PIME. Ciertamente, hay que tener en cuenta que buena parte de ese 33% corresponde a estudiantes que repetían TFM, cosa que no ocurre en el caso de los grupos PIME.

Finalmente, hay que resaltar que bastantes proyectos de TFM del curso 2021-22, en el itinerario PIME, han acabado siendo “esquizoproyectos”, ya que el estudiante ha elaborado una versión para superar PEE y, paralelamente, ha desarrollado otra versión que presenta como proyecto de TFM. Presumiblemente, las diferencias entre ambas versiones deben ser significativas, de otro modo el estudiante, habiendo superado PEE en julio/2022, habría presentado y defendido el TFM en esa misma convocatoria. No obstante, es posible que esta disfunción se deba a la ya mencionada acumulación en el segundo cuatrimestre del tiempo necesario para elaborar el material necesario para la presentación y defensa del TFM con el requerido para documentar debidamente los trabajos finales de PEE y PCT.

6. Conclusiones

De la experiencia adquirida en los últimos siete cursos en los que se ha impartido la docencia de estructuras y cimentaciones del MARq siguiendo el itinerario PE, y atendiendo a los resultados provisionales obtenidos del primer curso de implantación del PIME, se deduce que:

- El estudiante valora muy favorablemente el aprendizaje que le proporciona PEE y su organización docente, aunque estima que la asignatura debería contar con más ECTSs.
- El itinerario PE sigue siendo, mayoritariamente, el preferido por los estudiantes.
- Este itinerario distribuye de manera más uniforme el esfuerzo del estudiante y genera menos estrés. También facilita la adquisición y la consolidación de las destrezas, puesto que estas se ponen en práctica dos veces a lo largo del Máster.
- El itinerario PIME estimula la adquisición de destrezas para proyectar transversalmente.
- El PIME, tal como está diseñado, acumula en el segundo cuatrimestre demasiadas tareas. Ello genera mucho desasosiego tanto en estudiantes como en profesores.
- La tasa de abandono y de fracaso en los grupos PIME ha sido mayor (en términos absolutos y relativos) que en los grupos PE.
- Si es posible desarrollar por completo un TFM en el segundo cuatrimestre, siguiendo el itinerario PIME, con más razón debería ser posible siguiendo el itinerario PE.
- No hay razones objetivas evidentes que justifiquen las sustanciales diferencias de rendimiento académico que se aprecian entre PEE y TFM.

7. Bibliografía

ARCHITRAVE. Cálculo de estructuras. <<https://architrave.es/>> [Consulta: 25/jul/2022]

ASIC-ICE-UPV. Guía de implantación de la Docencia Inversa. Área de Sistemes d'Informació i Comunicacions. Instituto de Ciencias de la Educación. Universitat Politècnica de València. <<https://www.upv.es/entidades/VRED/info/U0883103.pdf>> [Consulta: 25/jul/2022]

GUARDIOLA-VILLORA, Arianna y PEREZ-GARCIA, Agustín. (2013). “Moving towards the European Higher Education Area. Design of learning outcomes and assessment criteria” en *IX Foro sobre la Evaluación de*

la Calidad de la Investigación y de la Educación Superior (FECIES). Granada: Asociación Española de Psicología Conductual (AEPC) y Universidad de Granada.

GUARDIOLA-VILLORA, Arianna y PEREZ-GARCIA, Agustín. (2017). “El estudiante universitario responsable de su propio aprendizaje” en *JIDA'17. V Jornadas de Innovación Docente en Arquitectura*. Sevilla. Disponible en <DOI: 10.5821/jida.2017.5245>

ESPAÑA. Orden EDU/2075/2010, de 29 de julio, por la que se establecen los requisitos para la verificación de los títulos universitarios oficiales que habiliten para el ejercicio de la profesión de Arquitecto. BOE, 31 de julio de 2010, núm. 185, p. 66483-66487. Disponible en <<https://www.boe.es/eli/es/o/2010/07/29/edu2075>> [Consulta: 25 de julio de 2022]

ETSA BARCELONA. Máster universitario en Arquitectura. Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Barcelona. <<https://www.upc.edu/es/masteres/arquitectura-barcelona-etsab>> [Consulta: 25/jul/2022]

ETSA GRANADA. Máster universitario en Arquitectura. Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Granada. <<https://masteres.ugr.es/arquitectura/>> y <<https://etsag.ugr.es/docencia/titulaciones/posgrados/master-universitario-arquitectura>> [Consulta: 25/jul/2022]

ETSA MADRID. Máster Universitario en Arquitectura - Máster Habilitante. <http://etsamadrid.ag.upm.es/sites/default/files/Asignaturas_Master_Habilitante_2020_21_20200723.pdf> [Consulta: 25/jul/2022]

ETSA SEVILLA. Máster universitario en Arquitectura. Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Sevilla. <<https://www.us.es/estudiar/que-estudiar/oferta-de-masteres/master-universitario-en-arquitectura#edit-group-plan1>> [Consulta: 25/jul/2022]

ETSA VALLÈS. Máster universitario en Arquitectura. Escola Tècnica Superior de Arquitectura del Vallès. <<https://marq.etsav.masters.upc.edu/es>> y <<https://marq.etsav.masters.upc.edu/es/asignaturas>> [Consulta: 25/jul/2022]

PEREZ-GARCIA, Agustín y GUARDIOLA-VILLORA, Arianna. (2012). “Metodologías activas en el cálculo de la estructura del Proyecto Final de Carrera” en *Jornadas de Innovación Educativa 2012*. Valencia: Universitat Politècnica de València.

PEREZ-GARCIA, Agustín; GUARDIOLA-VILLORA, Arianna; GÓMEZ MARTÍNEZ, Fernando y ALONSO ÁBALOS, José Miguel. (2013). “Experiencias docentes en Laboratorios virtuales orientadas a mejorar la eficiencia del aprendizaje autónomo del análisis y diseño estructural” en *III Jornadas Internacionales de Enseñanza de la Ingeniería Estructural*. Valencia: Asociación Científico-Técnica del Hormigón Estructural (ACHE).

VTAM. Optimización de estructuras. <<https://vtam.optimizer.upv.es/Benchmark.aspx>> [Consulta: 25/jul/2022]