

JIDA'24

XII JORNADAS
SOBRE INNOVACIÓN DOCENTE
EN ARQUITECTURA

WORKSHOP ON EDUCATIONAL INNOVATION
IN ARCHITECTURE JIDA'24

JORNADES SOBRE INNOVACIÓ
DOCENT EN ARQUITECTURA JIDA'24

GRADO EN ARQUITECTURA, UNIVERSIDAD REY JUAN CARLOS, URJC
21 Y 22 DE NOVIEMBRE DE 2024



UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE CATALUNYA
BARCELONATECH

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

Editores

Berta Bardí-Milà, Daniel García-Escudero

Edita

Iniciativa Digital Politècnica Oficina de Publicacions Acadèmiques Digitals de la UPC

ISBN 978-84-10008-81-6 (IDP-UPC)

eISSN 2462-571X

© de los textos y las imágenes: los autores

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



Esta obra está sujeta a una licencia Creative Commons:

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

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

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

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

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

Comité Organizador JIDA'24

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

Raquel Martínez Gutiérrez (URJC)

Arquitecta, Proyectos Arquitectónicos, EIF-URJC

Joan Moreno Sanz (UPC)

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

Irene Ros Martín (URJC)

Dra. Arquitecta Técnica, Construcciones Arquitectónicas, EIF-URJC, Coordinadora Académica Programa Innovación Docente CIED

Raquel Sardá Sánchez (URJC)

Dra. Bellas Artes, FAH-URJC, Vicedecana de Infraestructuras, Campus y Laboratorios FAH

Judit Taberna Torres (UPC)

Arquitecta, Departamento de Representación Arquitectónica, ETSAB-UPC

Ignacio Vicente-Sandoval González (URJC)

Arquitecto, Construcciones Arquitectónicas, EIF-URJC

Coordinación

Alba Arboix Alió (UB)

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

Comité Científico JIDA'24

Francisco Javier Abarca Álvarez

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

Luisa Alarcón González

Dra. Arquitecta, Proyectos Arquitectónicos, ETSA-US

Lara Alcaina Pozo

Arquitecta, Proyectos Arquitectónicos, EAR-URV

Atxu Amann Alcocer

Dra. Arquitecta, Ideación Gráfica Arquitectónica, ETSAM-UPM

Serafina Amoroso

Dra. Arquitecta, Proyectos Arquitectónicos, EIF-URJC

Irma Arribas Pérez

Dra. Arquitecta, ETSALS

Raimundo Bambó Naya

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

Enrique Manuel Blanco Lorenzo

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

Belén Butragueño

Dra. Arquitecta, Ideación gráfica, University of Texas in Arlington, TX, USA

Francisco Javier Castellano-Pulido

Dr. Arquitecto, Proyectos Arquitectónicos, eAM¹-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

Eva Crespo

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

Rafael Córdoba Hernández

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

Rafael de Lacour Jiménez

Dr. Arquitecto, Proyectos Arquitectónicos, ETSAGr-UGR

Eduardo Delgado Orusco

Dr. Arquitecto, Proyectos Arquitectónicos, EINA-UNIZAR

Débora Domingo Calabuig

Dra. Arquitecta, Proyectos Arquitectónicos, ETSA-UPV

Elena Escudero López

Dra. Arquitecta, Urbanística y Ordenación del Territorio, EIF-URJC

Antonio Estepa

Dr. Arquitecto, Representación Arquitectónica, USJ

Sagrario Fernández Raga

Dra. Arquitecta, Composición Arquitectónica, ETSAVA-Uva

Nieves Fernández Villalobos

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

Arturo Frediani Sarfati

Dr. Arquitecto, Proyectos Arquitectónicos, ETSA-URV

Jessica Fuentealba Quilodrán

Dra. Arquitecta, Diseño y Teoría de la Arquitectura, UBB, Chile

David García-Asenjo Llana

Dr. Arquitecto, Composición Arquitectónica, EIF-URJC y UAH

Pedro García Martínez

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

Eva Gil Lopesino

Dra. arquitecta, Proyectos Arquitectónicos, IE University, Madrid

David Hernández Falagán

Dr. Arquitecto, Teoría e Historia de la Arquitectura, ETSAB-UPC

Ana Eugenia Jara Venegas

Arquitecta, Universidad San Sebastián, Chile

José M^a Jové Sandoval

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

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 Pura Moreno Moreno

Dra. Arquitecta y Socióloga, Composición Arquitectónica, EIF-URJC

Isidro Navarro Delgado

Dr. Arquitecto, Representación Arquitectónica, 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

Janina Puig Costa

Arquitecta, Dra. Humanidades, Representación Arquitectónica, ETSAB-UPC

Amadeo Ramos Carranza

Dr. Arquitecto, Proyectos Arquitectónicos, ETSA-US

Ernest Redondo

Dr. Arquitecto, Representación Arquitectónica, ETSAB-UPC

Gonzalo Ríos-Vizcarra

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

Emilia Román López

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

Borja Ruiz-Apiláñez

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

Patricia Sabín Díaz

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

Marta Serra Permanyer

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

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

Natalia Uribe Lemarie

Dra. Arquitecta, Universidad Pontificia Bolivariana, Colombia

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

Ferran Ventura Blanch

Dr. Arquitecto, Departamento Arte y Arquitectura, ETSA-UMA

Isabel Zaragoza

Dra. Arquitecta, Representación Arquitectónica, ETSAB-UPC

ÍNDICE

1. **Simulando un proceso judicial: cuando lo analógico prevalece. *Simulating a judicial process: when analog prevails.*** Lizundia-Uranga, Iñigo; Azcona-Urbe, Leire.
2. **Aprender con la Inteligencia Artificial: aplicación en un aula sobre cartografía operativa. *Learning with Artificial Intelligence: application in an operative mapping course.*** García-Pérez, Sergio; Sancho-Mir, Miguel.
3. **Digitalmente analógico: simular (digitalmente) lo que representa (analógico). *Digitally analog: simulating (digitally) what it represents (analog).*** Álvarez-Agea, Alberto.
4. **Reto climático: proyectar para la subida del nivel del mar. *Climate challenge: designing for sea level rise.*** Ovalle Costal, Daniel; Guardiola-Víllora, Arianna.
5. **Development of a materials library within the university library: analogue and digital link. *Desarrollar una materioteca en la biblioteca universitaria: con lo analógico y lo digital.*** Zamora-Mestre, Joan-Lluís; Mena-Arroyo, Raquel-Valentina; Serra-Fabregà, Raül.
6. **Rehacer, no deshacer: insistencia de la representación manual en taller. *Redo, not undo: insistence on manual representation in the studio.*** Pérez-García, Diego.
7. **Proyecto Virtual y Analógico de rehabilitación de Siedlungen 1950-70 en Mainz, Alemania. *Virtual and Analogue Project for the rehabilitation of Siedlungen 1950-70 in Mainz, Germany.*** Pelegrín-Rodríguez, Marta; Pérez-Blanco, Fernando.
8. **Imaginabilidad de la sociedad analógica-digital: ecosistemas gráficos de derivas urbanas. *Imaginability of the analogue-digital society: graphic ecosystems of urban drifts.*** Barrale, Julián; Waidler, Melanie; Higuera, Ester; Seve, Bruno.
9. **La pompa de jabón: estudio experimental y digital de las superficies mínimas. *The soap bubble: experimental and digital study of minimal surfaces.*** Salazar-Lozano, María del Pilar; Alonso-Pedrero, Fernando; Morán-García, Pilar.
10. **Experiencia metodológica en la introducción de la perspectiva de género en el proyecto. *Methodological experience in introducing a gender perspective into the project.*** López-Bahut, Emma.
11. **Los ladrillos no son digitales: la experiencia táctil en la docencia de construcción. *Bricks are not digital: the tactile experience in construction teaching.*** Arias Madero, Javier.

12. **El espacio del cuerpo / el cuerpo del espacio: experiencias físicas y digitales y viceversa. *The space of the body/the body of space: Physical and digital experiences and vice versa.*** Ramos-Jular, Jorge; Rizzi, Valentina.
13. **Dibujar el diseño: técnicas de expresión artística aplicadas al diseño industrial. *Drawing the Design: techniques of artistic expression applied to industrial design.*** Prado-Acebo, Cristina; Río-Vázquez, Antonio S.
14. **Reflexiones desde la Composición Arquitectónica ante la IA: dilemas y retos. *Reflections from Architectural Composition on AI: dilemmas and challenges.*** Pinzón-Ayala, Daniel.
15. **Estrategias comunicativas para la arquitectura: del storyboard al reel de Instagram. *Communication strategies for architecture: from storyboard to Instagram reel.*** Martín López, Lucía; De Jorge-Huertas, Virginia.
16. **De la imagen al prompt, y viceversa: IA aplicada a la Historia del Arte y la Arquitectura. *From image to prompt, and viceversa: AI applied to the History of Art and Architecture.*** Minguito-García, Ana Patricia; Prieto-González, Eduardo.
17. **Narrativas visuales en la enseñanza de la arquitectura Post-Digital. *Visual Narratives in Post-Digital Architectural Learning.*** González-Jiménez, Beatriz S.; Núñez-Bravo, Paula M.
18. **Dibujar rápido, dibujar despacio: la dicotomía del aprendizaje de la representación arquitectónica. *Draw fast, draw slow: the dichotomy in learning architectural representation.*** De-Gispert-Hernandez, Jordi; Moliner-Nuño, Sandra; Crespo-Cabillo, Isabel; Sánchez-Riera, Albert.
19. **Del paradigma mecánico al digital: diseño de prototipos desplegados. *From analog to digital paradigm: design of deployable prototypes.*** Peña Fernández - Serrano, Martino.
20. **Introducción de inteligencia artificial en la evaluación de asignaturas de teoría e historia. *Introduction of artificial intelligence for the assessment of theory and history subjects.*** Fabrè-Nadal, Martina; Sogbe-Mora, Erica.
21. **Haciendo arquitectura con las instalaciones: una experiencia mediante realidad virtual. *Making architecture with building services: an experience through virtual reality.*** García Herrero, Jesús; Carrascal García, Teresa; Bellido Palau, Miriam; Gallego Sánchez-Torija, Jorge.
22. **Talleres interdisciplinarios de diseño de espacio educativo con técnicas analógicas y digitales. *Interdisciplinary workshops on educational space design with analog and digital techniques.*** Genís-Vinyals, Mariona; Gisbert-Cervera, Mercè; Castro-Hernández, Lucía; Pagès-Arjona, Ignasi.

23. **Analogías de un viaje. *Analogies of a trip.*** Àvila-Casademont, Genís; de Gispert-Hernández, Jordi; Moliner-Nuño, Sandra; Sánchez-Riera, Albert.
24. **El gemelo digital en arquitectura: integración de los aspectos ambientales al proceso de proyecto. *The Digital Twin in Architecture: integrating environmental aspects into the design process.*** González Torrado, Cristian.
25. **Registro físico-digital del territorio: experiencia inmersiva de iniciación arquitectónica. *Physical-digital registration of the territory: inmesirve architectural initiation experience.*** Galleguillos-Negróni, Valentina; Mazzarini-Watts, Piero; Novoa López-Hermida, Alberto.
26. **Hitos infraestructurales como detonantes del proyecto de arquitectura. *Infrastructural landmarks as triggers for the architectural project.*** Loyola- Lizama, Ignacio; Latorre-Soto, Jaime; Ramirez-Fernandez, Rocio.
27. **Proyectar arquitectura: entre la postproducción manipulada y la cotidianidad ensamblada. *Design architecture: between manipulated post-production and assembled everyday.*** Montoro-Coso, Ricardo; Sonntag, Franca Alexandra.
28. **De Grado a Postgrado: imaginarios colectivos en entornos digitales. *From undergraduate to postgraduate: collective imaginaries in digital environments.*** Casino-Rubio, David; Pizarro-Juanas, María José; Rueda-Jiménez, Óscar; Ruiz-Bulnes, Pilar.
29. **Genealogías [In]verosímiles: un método de aprendizaje colaborativo digital basado en la investigación. *[Un]thinkable Genealogies: a digital collaborative learning method based on the investigation.*** Casino-Rubio, David; Pizarro-Juanas, María José; Rueda-Jiménez, Óscar; Ruiz-Bulnes, Pilar.
30. **Vanguardias receptivas: estrategias híbridas para el desarrollo de aprendizaje de la arquitectura. *Receptive vanguards: hybrid strategies for architecture learning development.*** Pérez-Tembleque Laura; González-Izquierdo, José Manuel; Barahona Garcia, Miguel.
31. **De lógicas y dispositivos [con]textuales. *Of logics and [con]textual devices.*** Pérez-Álvarez, María Florencia; Pugni, María Emilia.
32. **Estudio Paisaje: red de actores y recursos agroecológicos metropolitanos (ApS UPM). *Estudio Paisaje: network of metropolitan agroecological actors and resources (ApS UPM).*** Arques Soler, Francisco; Lapayese Luque, Concha; Martín Sánchez, Diego; Udina Rodríguez, Carlo.
33. **Pedagogías socialmente situadas en Arquitectura: un repositorio de métodos y herramientas. *Socially situated architectural pedagogies: a repository of tools and methods.*** Vargas-Díaz, Ingrid; Cimadomo, Guido; Jiménez-Morales, Eduardo.

34. **La autopsia de la idea: el boceto como herramienta de análisis aplicado a la docencia. *The autopsy of the idea: the sketch as an analysis tool applied to teaching.*** López Coteló, Borja Ramón; Alonso Oro, Alberto.
35. **Enseñanza de teoría arquitectónica desde la autorregulación: la IA en el pensamiento reflexivo. *Teaching architectural theory from self-regulation: AI in reflexive thinking.*** San Andrés Lascano, Gilda.
36. **Fotogrametría digital automatizada y aprendizaje inicial del Dibujo de Arquitectura. *Automated Digital Photogrammetry and Initial Learning of Architectural Drawing.*** Moya-Olmedo, Pilar; Sobrón Martínez, Luis de; Sotelo-Calvillo, Gonzalo; Martínez Díaz, Ángel.
37. **Construcción y comunicación gráfica de la arquitectura: aprendiendo con Realidad Aumentada. *Graphic Construction and Communication of Architecture: learning with Augmented Reality.*** Moya-Olmedo, Pilar; Sobrón Martínez, Luis de; Sotelo-Calvillo, Gonzalo; Martínez Díaz, Ángel.
38. **De lo individual a lo colectivo, y viceversa: arquitectura para la convivencia. *From the Individual to the collective, and vice versa: architecture for coexistence.*** Gatica-Gómez, Gabriel; Sáez-Araneda, Ignacio.
39. **Plazas y juventud: herramientas mixtas de codiagnóstico y codiseño para la innovación. *Squares and youth: mixed co-diagnostic and co-design tools for innovation.*** Garrido-López, Fermina; Urda-Peña, Lucilar.
40. **KLIK: acciones de activación como metodología de aprendizaje. *KLIK: activation actions as learning methodology.*** Grijalba, Olatz; Campillo, Paula; Hierro, Paula.
41. **La IA en la enseñanza de la historia del arte: un caso práctico. *AI in the teaching of art history: a Case Study.*** Ruiz-Colmenar, Alberto; Mariné-Carretero, Nicolás.
42. **Taller de Arquitectos de la comunidad rural: integrando lo virtual y lo analógico. *Rural Community Architects Workshop: integrating virtual and analogue.*** De Manuel Jerez, Esteban; López de Asiain Alberich, María; Donadei, Marta; Bravo Bernal, Ana.
43. **El cuaderno de campo analógico en convivencia con el entorno digital en el aprendizaje de diseño. *The analogical field notebook in coexistence with the digital environment in design learning.*** Aguilar-Alejandro, María; Fernández-Rodríguez, Juan Francisco; Martín-Mariscal, Amanda.
44. **Entre el imaginario y la técnica: herramientas gráficas para la conceptualización del paisaje. *Between imaginary and technique: graphic tools for conceptualizing landscapes.*** Gómez-Lobo, Noemí; Rodríguez-Illanes, Alba; Ribot, Silvia.

45. **Maquetas y prototipos en diseño: del trabajo manual a la fabricación digital. *Models and prototypes in design: from handwork to digital fabrication.*** Fernández-Rodríguez, Juan Francisco; Aguilar-Alejandre, María; Martín-Mariscal, Amanda.
46. **Actos pedagógicos entre bastidores: artesanos y programadores. *Pedagogical acts in the backstage: between craftsmen and programmers.*** Sonntag, Franca Alexandra; Montoro-Coso, Ricardo.
47. **Cinco minutos en saltárselo: el TFG y los trabajos académicos a la luz de la Inteligencia Artificial. *Five minutes to evade it: the Final Degree Project (TFG) and academic papers in the light of Artificial Intelligence.*** Echarte Ramos, Jose María.
48. **Retos en la creación de contextos educativos digitales desde una perspectiva de género. *Challenges in creating digital educational contexts from a gender perspective.*** Alba-Dorado, María Isabel; Palomares-Alarcón, Sheila.
49. **La ciudad digital: nuevas perspectivas urbanas a través de las redes sociales geolocalizadas. *The digital city: new urban perspectives through Location-Based Social Networks.*** Bernabeu-Bautista, Álvaro; Huskinson, Mariana; Serrano-Estrada, Leticia.
50. **Inteligencia Expandida: exploraciones pedagógicas de diseño discursivo texto-imagen. *Expanded Intelligence: pedagogical explorations of text-image discursive design.*** Lobato-Valdespino, Juan Carlos; Flores-Romero, Jorge Humberto.
51. **BIP-StUDent: una experiencia de intercambio innovadora para el aprendizaje del urbanismo. *BIP-StUDent: an innovative exchange experience for urban learning.*** Novella-Abril, Inés; Deltoro-Soto, Julia; Thiel, Sophie; Wotha, Brigitte.
52. **Las máquinas de mirar: exploraciones pedagógicas en el inicio de las tecnologías inmersivas. *The Viewing Machines: Pedagogical Explorations at the Dawn of Immersive Technologies.*** Carrasco-Purull, Gonzalo; Salvatierra-Meza, Belén.
53. **Cartografías proyectivas como herramienta para repensar los paisajes operacionales. *Projective cartographies as a tool to rethink operational landscapes.*** Ribot, Silvia; R. Illanes, Alba.
54. **Modelado BIM en el Diseño Residencial: estrategias paramétricas de Arquitectura Digital. *BIM Modeling in Residential Design: Parametric strategies of Digital Architecture.*** Manzaba-Carvajal, Ghyslaine; Valencia-Robles, Ricardo; Romero-Jara, María; Cuenca-Márquez, César.
55. **La creación de un espacio de aprendizaje virtual en torno al habitar contemporáneo. *The creation of a virtual learning environment around contemporary living architecture.*** Alba-Dorado, María Isabel.

56. **Análogo a digital, viaje de ida y vuelta. *Analog to digital, round-trip journey.*** Loyola-Lizama, Ignacio; Sarmiento-Lara, Domingo.
57. **Tocando la arquitectura: experiencia y dibujo análogo como herramienta de proyección en arquitectura. *Touching architecture: experience and analog drawing as a design tool in architecture.*** Estrada-Gil, Ana María; López-Chalarca, Diego Alonso; Suárez-Velásquez, Ana Mercedes; Aguirre-Gómez, Karol Michelle.
58. **Un curso de Proyectos I: escalando el proyecto, el aula y el aprendizaje. *A Projects I Course: scaling project, classroom, and learning.*** Alonso-García, Eusebio; Blanco-Martín, Javier.
59. **Aplicación de la IA en los marcos teóricos: desafíos del Plan de Tesis de Arquitectura. *Application of AI in theoretical frameworks: challenges of the Architectural Thesis Plan.*** Butrón- Revilla, Cinthya; Manchego-Huaquipaco, Edith Gabriela; Prado-Arenas, Diana.

Construcción y comunicación gráfica de la arquitectura: aprendiendo con Realidad Aumentada

Graphic Construction and Communication of Architecture: learning with Augmented Reality

Moya-Olmedo, Pilar; Sobrón Martínez, Luis de; Sotelo-Calvillo, Gonzalo;
Martínez Díaz, Ángel

Departamento de Ideación Gráfica Arquitectónica, Universidad Politécnica de Madrid, España.
pilar.moya.olmedo@upm.es; luis.desobron@upm.es; gonzalo.sotelo@upm.es; angel.martinez@upm.es

Abstract

Students of Architectural Drawing face the challenge of mastering a regulated drawing to know, devise and communicate architecture in a brief period, also applying it as a graphic language to articulate their architectural thinking. This process requires the integration of architectural thought and representation, a complex task that has been sought to facilitate through Augmented Reality (AR). An educational experience is presented in the first year of the bachelor's degree in architecture, in which AR technologies and active pedagogical methodologies are combined to improve students' spatial understanding and communication skills. The use of AR allows the analysis of complex architectural objects to be tackled more effectively. The incorporation of these modern technologies seeks to optimize the teaching-learning process and increase the motivation of students, as a resource for their training.

Keywords: *augmented reality, project-based learning, flipped classroom, peer learning, architectural drawing.*

Thematic areas: *graphic ideation, active methodologies - problem-based learning, experimental pedagogy.*

Resumen

El alumnado de Dibujo de Arquitectura se enfrenta al reto de dominar un dibujo regulado para conocer, idear y comunicar la arquitectura en un corto periodo, aplicándolo además como lenguaje gráfico para articular su pensamiento arquitectónico. Este proceso exige la integración de pensamiento y representación arquitectónica, tarea compleja que se ha buscado facilitar mediante la Realidad Aumentada (RA). Se presenta una experiencia educativa en el primer curso del Grado en Arquitectura, en la que se combinan tecnologías de RA y metodologías pedagógicas activas para mejorar la comprensión espacial y las habilidades comunicativas del alumnado. El uso de la RA permite abordar con mayor eficacia el análisis de objetos arquitectónicos complejos. La incorporación de estas nuevas tecnologías busca optimizar el proceso de enseñanza-aprendizaje y aumentar la motivación del alumnado, como un recurso para su formación.

Palabras clave: *realidad aumentada, aprendizaje por proyectos, aula invertida, aprendizaje entre pares, dibujo de arquitectura.*

Bloques temáticos: *ideación gráfica, metodologías activas aprendizaje basado en problemas, pedagogía experimental.*

Resumen datos académicos

Titulación: Grado en Fundamentos de la Arquitectura

Nivel/curso dentro de la titulación: primero

Denominación oficial asignatura, experiencia docente, acción: Proyecto de Innovación Educativa y Mejora de la Calidad de la Enseñanza: Mejora de la Comprensión Espacial en la Construcción Gráfica y Comunicación de la Intervención en la Arquitectura Construida Mediante la Realidad Aumentada

Departamento/s o área/s de conocimiento: Departamento de Ideación Gráfica Arquitectónica

Número profesorado: 10

Número estudiantes: 240

Número de cursos impartidos: 2

Introducción

En el marco de la formación gráfica arquitectónica, la adopción de nuevas tecnologías y metodologías pedagógicas ha permitido enriquecer el proceso de enseñanza-aprendizaje, abordando desafíos tanto en la comprensión como en la representación gráfica de la arquitectura. En este sentido, se plantea emplear la *Realidad Aumentada* (RA) para potenciar las competencias espaciales y gráficas de los estudiantes. Este enfoque no solo responde a las demandas contemporáneas del campo profesional, sino que también favorece una aproximación más crítica y colaborativa al dibujo arquitectónico.

Este estudio se centra en una experiencia educativa desarrollada en la asignatura Geometría y Dibujo de la Arquitectura 2 (GDA2), en la que se integraron tecnologías de RA y metodologías pedagógicas activas como el *Aprendizaje por Proyectos*, la *Evaluación entre Pares* y el *Aula Invertida*. La actividad principal consistió en el diseño de una nueva cubierta para una estructura existente, utilizando tanto recursos digitales como analógicos. A lo largo del proceso, el alumnado trabajó en equipos y emplearon tecnologías de RA para visualizar y evaluar sus propuestas, que favoreció la comprensión integral del objeto arquitectónico.

1. Contexto docente

Dentro del Grado en Fundamentos de la Arquitectura de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM), la asignatura GDA2, centrada en la enseñanza del Dibujo Arquitectónico, se imparte durante el primer año del grado. A ella llega un alumnado que ha cursado dos asignaturas gráficas en el semestre anterior. Puesto que, dentro del departamento de Ideación Gráfica, en el primer curso también se imparten otras asignaturas gráficas, que abarcan desde los principios de la geometría, como Geometría y Dibujo de la Arquitectura 1, o bien focalizadas en aspectos más expresivos de la concepción del dibujo, como Dibujo y Análisis e Ideación 1 y 2, además de talleres experimentales de libre elección.

Sin embargo, sobre la asignatura GDA2 recae la mayor responsabilidad de enseñar al alumnado en escaso tiempo un lenguaje gráfico que le permita descodificar y comunicar el Dibujo de Arquitectura, un dibujo normalizado con el que conocer, concebir y transmitir ideas arquitectónicas. Es una asignatura Básica, de 6 créditos, que tiene una dedicación semanal de seis horas presenciales que se condensan en dos sesiones a la semana durante el segundo semestre del primer curso.

En esta comunicación se presenta el resultado de un Proyecto de Innovación Educativa (PIE) propio de la UPM, desarrollado en dos sesiones tras un trabajo previo realizado con otros recursos digitales sobre un mismo modelo, que se realizó durante las primeras semanas de la asignatura del curso 2023-2024. Experiencias similares a la que se presenta ya se implementaron en cursos anteriores con resultados positivos tanto para el alumnado como para el profesorado.

2. La necesidad de innovación

El alumnado de Dibujo de Arquitectura desarrollado en la asignatura de GDA2 está sometido a un proceso intenso de asimilación de conocimientos durante un tiempo escaso; debe adquirir la destreza de dominar un tipo de dibujo normalizado con el que comprender, idear y comunicar la arquitectura y aplicarlo como lenguaje gráfico para articular su pensamiento arquitectónico.

El profesorado es consciente de la dificultad de aunar pensamiento y representación arquitectónica, así como de su necesaria conexión con las operaciones que concretan y codifican su comunicación. Además, este objetivo se dificulta al trabajar con elementos arquitectónicos más complejos, ya que la visión y comprensión espaciales se vuelven esenciales al carecer de un componente intuitivo. Uno de los mayores retos de los docentes de dibujo del primer curso es lograr que el alumnado exprese eficazmente sus ideas de manera gráfica. Constituye una apasionante labor persuadir de la necesidad de aprender a utilizar correctamente un lenguaje gráfico nuevo, el del dibujo de arquitectura (Álvaro-Tordesillas y Montes, 2014).

Como complemento a un primer acercamiento a la comprensión espacial y para solventar las dificultades de los recursos comunicativos del alumnado, se decidió acudir al empleo de un recurso tecnológico que incidiría de manera positiva en su motivación. Aunque es cierto que el alumnado debe aprender a dibujar, se ha demostrado que una aproximación a la arquitectura desde la RA resulta positiva (Redondo, 2010; Redondo y Santana, 2010); porque, al integrar una componente de visualización tridimensional, ayuda al alumnado para conocer y desarrollar el dibujo de la arquitectura.

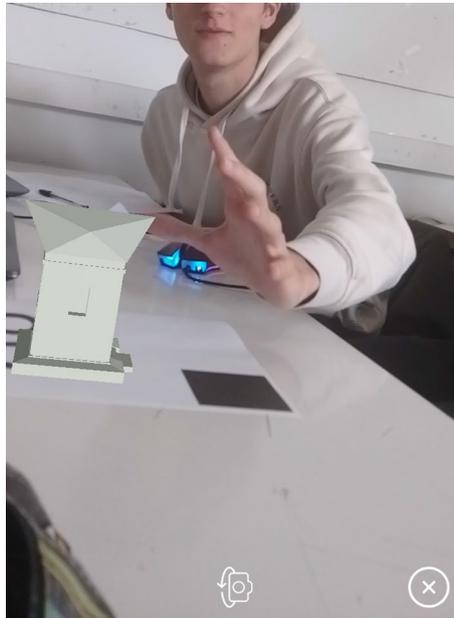


Fig. 1 Desarrollo de la PIE con la RA en la asignatura de GDA2 en febrero de 2024. Fuente: Alumnado GDA2 (2024)

Entre las asignaturas del plan de estudios, el alumnado abordará materias en las que tendrá que trabajar con la representación más compleja de la arquitectura, sin embargo, el conocimiento adquirido con las asignaturas básicas en este primer estadio de su formación resulta insustituible. A través de la experiencia previa, se ha constatado que la introducción de instrumentos avanzados, aunque sea en una etapa tan temprana de conocimiento, puede mejorar el interés del alumnado por el dibujo y por la arquitectura.

Se pretende que el alumnado, además de adquirir habilidades y competencias que le permitan ampliar su campo de acción profesional y su acceso a un mercado laboral distante, conozca las características de estos recursos digitales, que únicamente se había testado en la asignatura de GDA2 dentro del grado. Como afirma Maldonado (2016), aún existe cierto recelo al incluir determinadas herramientas avanzadas a los sistemas de trabajo en las escuelas de arquitectura, por considerar que podrían limitar la calidad de la representación y el diseño en el desarrollo de proyectos arquitectónicos. Los docentes del área expresión gráfica consideran

que la universidad no debe funcionar de espaldas a la realidad profesional, que cada vez demanda más estos medios, y sostienen que el conocimiento de estas aplicaciones puede ayudar a adquirir una mayor destreza y comprensión del dibujo arquitectónico.

La asignatura de GDA2 considera el Dibujo de Arquitectura como un instrumento clave para la conexión operativa entre el dibujo y la arquitectura. Explora los métodos para capturar la realidad y las técnicas principales del dibujo que facilitan la representación de la arquitectura existente, perdida o en proceso de diseño, atendiendo a la estructura de la forma y el espacio. Además, se abordan los diferentes modos y medios para transmitir esta información, adaptándola a los distintos niveles de comunicación.

Esta asignatura se vincula y complementa con todas las asignaturas gráficas impartidas en los primeros años de la carrera, así como otras materias de otros departamentos, como Proyectos, Construcción o Urbanismo. Estas conexiones se centran en el estudio, análisis, valoración, interpretación e intervención de espacios, edificios y bienes culturales y patrimoniales; algo que como se va a ver fundamenta también en la propuesta aquí recogida.

3. Objetivos

Después de experiencias previas fructíferas, se decidió volver integrar la RA como instrumento dinamizador del PIE. La principal intención de la propuesta fue la mejora en el aprendizaje de la construcción y expresión gráfica de elementos arquitectónicos complejos mediante el empleo de la RA. Esta circunstancia contemplada como posible hace algunos años (Redondo 2010; Redondo y Santana 2010), actualmente se ha convertido en una realidad. Se pretende superar los problemas derivados de la falta de comprensión espacial y de recursos comunicativos del proceso de enseñanza-aprendizaje específico en las asignaturas gráficas de Arquitectura especialmente en las primeras etapas de conocimiento (Hajirasouli y Banihashemi, 2022).

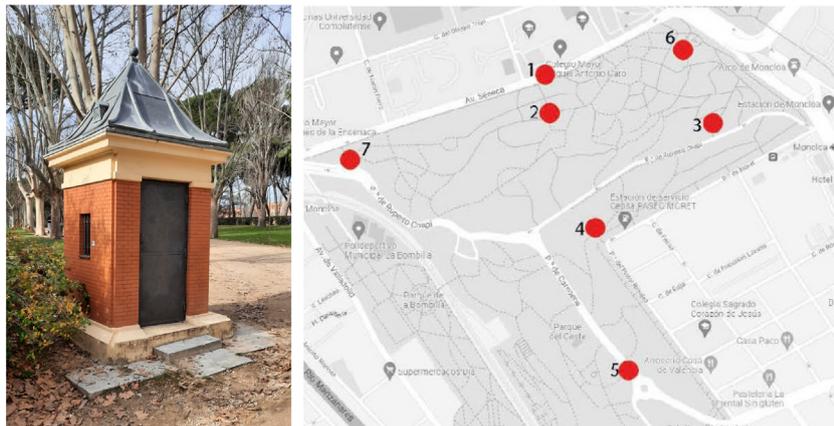
El objetivo principal de esta propuesta es la mejora en el aprendizaje del diseño, construcción y codificación gráfica de elementos arquitectónicos complejos con la ayuda de la RA, al haber constatado las ventajas pedagógicas que suponen su empleo al mejorar la capacidad de comprensión espacial del alumnado (Abu y Freewan, 2017). El propósito del profesorado consistía en aprovechar las características de la RA en el proceso de diseño, la construcción gráfica y la comunicación de elementos arquitectónicos al intervenir sobre estructuras existentes.



Fig. 2 Modelo elegido para el trabajo con RA. Fuente: Elaboración propia profesorado GDA2 (2024)

El modelo de estudio elegido para el desarrollo de este proyecto en el curso 2023-2024 fue el conjunto de garitas de los guardas del Parque del Oeste de Madrid. La elección de esta arquitectura está fundada en los objetivos previstos en esta experiencia y al bagaje de conocimientos adquiridos por el alumnado durante el primer semestre. Como se plantea en los primeros compases de la asignatura, el objeto de análisis necesitaba presentar un adecuado

grado de sencillez acorde a las destrezas afianzadas hasta el momento. No obstante, también debía incluir cierta complejidad, concentrada en uno de sus componentes: la cubierta. Al contar con unas reducidas dimensiones, permitía obtener más fácilmente los datos del modelo de manera integral con la ayuda de dispositivos móviles y tabletas digitales, mecanismos que también se utilizarán en la visualización de los resultados.



Objetivos generales

Conocer y empezar a utilizar los conceptos fundamentales del Dibujo de Arquitectura.

Objetivos específicos

- Comenzar a describir la arquitectura a través de plantas, alzados y secciones, empleando las variables gráficas básicas, y utilizando de forma adecuada la escala física del dibujo en relación a la escala conceptual.
- Iniciar el contacto con las operaciones de manipulación del objeto y con los procesos gráficos de control formal, que permiten establecer la relación de analogía entre la realidad construida y el dibujo.
- Abstractar las características formales de un objeto arquitectónico.
- Conocer y utilizar el concepto de traza.
- Explorar los procedimientos elementales de la práctica del levantamiento y determinar mediante el dibujo a escala la forma de un fragmento arquitectónico sencillo a partir de la toma de datos sobre una realidad construida.
- Entrar en contacto con las técnicas de levantamiento fotogramétrico digitalizado.
- Acercarse a la representación tridimensional, explorando sus posibilidades para dar a conocer las características volumétricas y espaciales de la arquitectura, al realizar algunas operaciones de corte elementales.

Fig. 3 Extracto del enunciado entregado al alumnado para la realización de la experiencia con RA. Fuente: Elaboración propia profesorado GDA2 (2024)

Los objetivos educativos del alumnado con esta propuesta se clasifican en dos tipos: por un lado, los relativos al reto de diseño de una nueva cubierta e integrarla sustituyendo la existente sobre el modelo analizado y, por otro, los relativos a la comprensión espacial de un elemento arquitectónico complejo mediante las ayudas de la RA como recurso digital.

En cuanto a los primeros, se pretendía que el alumnado reconociera los principios elementales de coherencia de la estructura formal de partes de la arquitectura y su conocimiento para la preservación e intervención sobre la arquitectura construida. Asimismo, poder dominar las operaciones gráficas relacionadas con la construcción gráfica de la cubierta, además de conocer y emplear los códigos gráficos necesarios para su expresión y comunicación correcta y eficaz.

Respecto al trabajo con la RA, se buscaba que el alumnado lograra reconocer la dificultad comunicativa inherente a la expresión gráfica bidimensional de la arquitectura en general y de sus elementos más complejos en particular. Al familiarizarse con el empleo de los programas que permiten esta aplicación, el alumnado puede reconocer tanto sus limitaciones como su potencial en el proceso de conocimiento y expresión arquitectónica.

Asimismo, cabe señalar que, al introducir al alumnado en el uso de la RA en un primer curso, permitió aumentar su motivación, por su familiaridad con el principal medio empleado, los

dispositivos móviles. También se produjo por la facilidad del manejo del software, al proporcionar un producto sugerente, por promover el autoaprendizaje (Papanastasiou et al., 2019) y, en definitiva, al fomentar el aprendizaje de diferentes técnicas digitales novedosas con proyección hacia un futuro profesional (Fonseca et al., 2016).

4. Bases pedagógicas

La actividad docente se estructuró principalmente bajo el enfoque del *Aprendizaje por proyectos* (Sánchez et al. 2019). Esta metodología se centró en que los estudiantes diseñaran, formalizaran y comunicaran una nueva propuesta arquitectónica, basada en la reinterpretación de una parte compleja de una arquitectura ya existente. En concreto, el proyecto se centraba en el diseño de una nueva cubierta para la garita ubicada en el Parque del Oeste, lo que supuso un desafío tanto a nivel técnico como creativo.

A esta dinámica de *Aprendizaje por proyectos* se le sumaron diversas estrategias pedagógicas complementarias para enriquecer el proceso de enseñanza-aprendizaje. En primer lugar, se incorporaron técnicas de *Aula invertida* (López et al. 2021) que permitieron a los estudiantes adquirir conocimientos previos y avanzar en sus propuestas fuera de las horas lectivas del taller. Esta técnica no solo facilitó el trabajo autónomo y la reflexión individual, sino que también favoreció el aprovechamiento de las horas de taller, centradas en la construcción, la corrección y el perfeccionamiento de los dibujos propuestos por el alumnado. Para aumentar su efectividad, se proporcionaron recursos accesibles en línea, incluyendo tutoriales y referencias teóricas, que favorecieron un proceso formativo personal.

Además, para reforzar el desarrollo de un razonamiento crítico se incluyó una *Evaluación entre pares* (Rodríguez et al. 2018). Este recurso didáctico no solo sirvió como método evaluativo, sino que también se configuró como un espacio de aprendizaje colaborativo, donde el alumnado tuvo la oportunidad de analizar y valorar el trabajo de sus compañeros. A través de este ejercicio, los participantes también adquirieron competencias como la capacidad de análisis y síntesis. Este intercambio de opiniones favoreció el aprendizaje colectivo y la reflexión sobre el proceso gráfico.

5. Contenidos docentes

Esta experiencia educativa se diseñó para aprovechar la experiencia de planteamientos y consideraciones similares probados eficaces en cursos previos, al relacionar un hecho arquitectónico nuevo con elementos concretos de una arquitectura construida a través del dibujo. En coherencia con las propuestas anteriores, la actividad también se integró en un proceso de fotogrametría digital que se desarrolló como un primer acercamiento al objeto arquitectónico.

La RA se concibió como una fuente adicional de conocimiento, complementaria a la información obtenida de la observación directa, en el aprendizaje de la representación arquitectónica. La inclusión de elementos virtuales junto a los reales enriqueció los recursos de codificación necesarios para abordar la realidad tridimensionalidad de la arquitectura a partir de la bidimensionalidad del dibujo. Sin embargo, por las características del modelo y el momento en que se desarrolló la actividad, descartaron factores como la ubicación o la iluminación, al considerarlos irrelevantes para los objetivos de la propuesta.

La dinámica de la experiencia y los modelos pedagógicos empleados no solo buscaban fortalecer competencias inherentes a la representación de la arquitectura, sino también

habilidades transversales, como la resolución de problemas, el uso de tecnologías de la información y comunicación (TIC), y el trabajo en equipo. Además, se promovió la organización, la planificación, el trabajo en equipo y el pensamiento crítico, para fomentar una evaluación objetiva basada en el análisis y la comprensión de los trabajos realizados por el alumnado.

Con la articulación de esta experiencia se pretendió aprovechar consideraciones y planteamientos, que ya se habían comprobado eficaces anteriormente, para relacionar un hecho arquitectónico nuevo con elementos concretos de una arquitectura construida a través del dibujo.

6. Metodología

La actividad se desarrolló en las primeras semanas del curso, integrándose en un trabajo previo de análisis que culminaba con una propuesta nueva sobre una parte concreta de una estructura construida: la cubierta. Como ya se mencionó anteriormente, la enseñanza se planteó en forma de *Aprendizaje por proyectos*, apoyada por técnicas pedagógicas complementarias (Canet-Roselló et al., 2018). Se propusieron dos itinerarios complementarios de trabajo en grupo, pasando de la planimetría a la tridimensionalidad y viceversa.

En la primera fase, se proporcionó al alumnado la información necesaria para desarrollar el proyecto y la construcción de los dibujos de una propuesta para una nueva cubierta, aplicando conceptos asimilados en otras asignaturas gráficas. Cada grupo (receptor), conformado por un máximo de tres alumnos, elaboró su propio diseño, basándose en criterios geométricos, y de estructura formal. Estos documentos fueron desarrollados mediante un proceso de mejora hasta su concreción gráfica en una descripción gráfica que permitía una representación bidimensional completa de cada propuesta.

En la segunda fase, un grupo (receptor) tomó la información generada por otro distinto, con el objetivo de construir gráficamente el modelo original, trabajando a partir de los dibujos realizados por otros estudiantes. El reto consistía en evaluar si era necesario generar más información para hacer coherente el proyecto o completarlo, hasta culminar una traducción gráfica desde lo bidimensional hasta un modelo tridimensional. Este ejercicio fomentaba generar una comunicación gráfica precisa, a partir de la cual el nuevo grupo receptor debía interpretar los dibujos sin interacción con el grupo que había construido los primeros documentos del modelo.

En la tercera fase, el grupo creador de los primeros dibujos volvió a recibir su modelo tridimensional, esta vez visualizado a través de la RA. Siguiendo un sentido inverso, este grupo ahora debía revisar la reinterpretación de su propuesta original a partir de la información generada por el grupo receptor. De esta manera, cada grupo tuvo la oportunidad de evaluar el resultado tridimensional de su diseño inicial con ayuda de la RA, lo que permitió compararlo con las soluciones propuestas por otros equipos. A lo largo del proceso, cada equipo diseñó su propuesta, la comunicó bidimensionalmente y luego la descodificó utilizando la RA, trabajando con la traducción de un modelo tridimensional generado por otro equipo.

La aproximación del alumnado a la RA se gestionó a través de técnicas de *Aula invertida* (López et al., 2021; Sánchez et al., 2019), que permitieron al alumnado utilizar la información de forma autónoma. Al emplear un sistema de la evaluación entre pares ciegos, cada estudiante tuvo que elaborar su propio diseño, interpretarlo y construir nuevos documentos gráficos basados en la comprensión del trabajo ajeno. Finalmente, los problemas detectados durante el proceso se discutieron en una exposición conjunta, donde se desvelaron los pares involucrados (Rodríguez Esteban et al., 2018).

En definitiva, las dinámicas del proyecto de innovación planteado fomentaron la colaboración al compartir modelos bidimensionales y tridimensionales, trabajando conjuntamente. El aprendizaje se incrementó a través del proceso de evaluación propuesto, donde la RA actuaba como instrumento para proponer, analizar, comprender y valorar componentes complejos de modelos arquitectónicos.

La RA no solo sirvió como un estímulo en el proceso de enseñanza-aprendizaje, sino también como un medio instrumental para comprender la información necesaria para construir gráficamente un elemento arquitectónico, como una cubierta. Además, facilitó la comunicación de los diseños y ayudó en la resolución de posibles problemas de comprensión e interpretación espacial. Por consiguiente, permitió comprobar la coherencia formal y expresiva de los diseños propios y ajenos de una manera crítica y evaluativa, al tener que construir un modelo a partir de la información generada por otros.

Interrelacionar al alumnado mediante el trabajo en grupo y las evaluaciones por pares reforzó la importancia de la comunicación del dibujo de arquitectura, personalizando los roles de emisor y receptor de la información, y alternando estos roles a lo largo de todo el proceso. En una primera etapa, los pares ciegos emplearon únicamente la información gráfica como medio de comunicación, revelando la autoría únicamente en la fase final evaluativa.

Tabla 1. Cronograma de semanas, sesiones, actividades y naturaleza de cada una de ellas

Semana de curso	Sesión de curso	trabajo en clase	trabajo en casa
3	6	<p>presentación</p> <p><u>elaboración nueva propuesta</u></p> <p><u>construcción descripción gráfica 2D</u></p> <p>(finalizar trabajo hasta obtención resultado CAD)</p>	<p><u>construcción descripción gráfica 3D</u></p> <p>(finalizar trabajo hasta obtención resultado CAD)</p> <p><u>aproximación RA</u></p>
4	7	<p>breve introducción software RA</p> <p><u>instalación software RA</u></p> <p><u>pre-evaluación construcción descripción gráfica 3D</u></p> <p><u>procesado realidad virtual</u></p> <p><u>auto-evaluación resultado realidad virtual</u></p>	

Leyenda:

- actividades de enseñanza magistral
- actividades de trabajo colectivo en *grupo creador*
- actividades de trabajo colectivo en *grupo receptor*
- actividades de clase invertida
- actividades de trabajo individual

7. Instrumentos

En lugar de utilizar para la visualización virtual el programa de RA *Aumentary*, que había sido empleado en actividades anteriores, pero quedó obsoleto, en esta experiencia se optó por la aplicación *MetAClass*. Para construir tanto el conjunto de dibujos como el modelado tridimensional de los objetos arquitectónicos, se trabajó con los programas CAD *Rhinceros* y *AutoCAD*, recursos que el alumnado ya conocía de asignaturas previas. Estos programas fueron seleccionados por su facilidad de uso y accesibilidad, ya que están disponibles a un coste muy reducido o proporcionados por la universidad.

MetAClass es una aplicación para la RA que destaca por ser accesible, sencilla y eficaz, aunque presenta el inconveniente de estar disponible solo para dispositivos con sistemas Android o Windows. A pesar de que algunos estudiantes utilizaban iOS, este problema se resolvió fácilmente al garantizar que al menos uno de los miembros de cada grupo tuviera acceso a la aplicación. Este programa posee una versión gratuita que no permite compartir proyectos, pero habilita hacer capturas de pantalla, una función necesaria para al menos uno de los miembros del grupo durante la presentación de la entrega final. La versión Pro, necesaria para realizar el intercambio de diseños, tenía un coste inferior a dos euros cuando se realizó la experiencia, una cifra asequible para los estudiantes.

En cuanto a los programas de diseño vectorial, *Rhinceros* y *AutoCAD*, ambos están disponibles a través del escritorio virtual de la UPM, además el alumnado puede acceder a la versión gratuita de estudiante de *AutoCAD* mediante su cuenta universitaria. Por lo tanto, se considera que la accesibilidad a las herramientas necesarias (dispositivos móviles, tabletas y ordenadores) y los programas requeridos fue adecuada para todo el alumnado.

8. Resultados

El trabajo del alumnado con RA se ha demostrado como un procedimiento eficaz para mejorar la adquisición de competencias y destrezas relacionadas con el diseño, construcción y comunicación gráfica de elementos arquitectónicos complejos, especialmente en intervenciones sobre una realidad construida.

Al finalizar la experiencia, se realizó una encuesta al alumnado sobre diversos aspectos. Aunque los resultados presentados corresponden únicamente a uno de los grupos de la asignatura GDA2 que participaron en el proyecto, no hubo diferencias significativas con el resto de participantes.

Al ser consultados acerca de los objetivos del PIE, una abrumadora mayoría (96,7%) consideró positiva la introducción de nuevas tecnologías, y un 56,7% percibió el uso de estas como motivador en el contexto del dibujo arquitectónico.

Además, se les preguntó si la actividad con RA les había ayudado a comprender mejor el proceso de proyectar y comunicar gráficamente, y si facilitó la comprensión de conceptos de representación, como planta, alzado, sección, operaciones de corte y proyección, así como la interpretación de códigos gráficos. Los resultados de estas preguntas fueron consistentemente positivos.

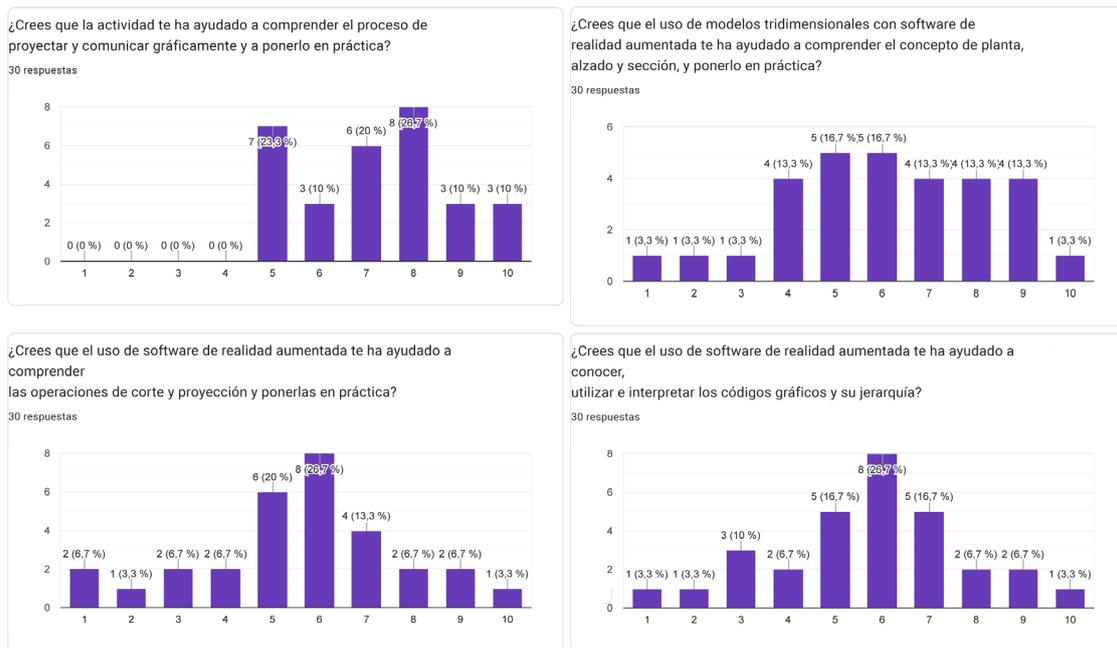


Fig. 4 Resultados obtenidos al preguntar al alumnado por diferentes cuestiones particulares de la actividad realizada con RA. Fuente: Elaboración propia profesorado GDA2 (2024)

Respecto a la dificultad de manejo de la aplicación de RA escogida, la mayoría lo consideró complicado, aunque valoraron positivamente tanto el material de apoyo facilitado (96,7%) como las explicaciones del profesorado (100%). También se preguntó si creían que el conocimiento y uso de esta tecnología les sería útil en el futuro, recibiendo una respuesta mayoritariamente positiva.

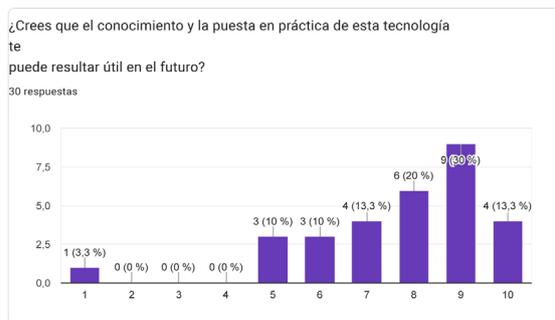


Fig. 5 Resultados obtenidos al preguntar al alumnado por la utilidad RA a futuro. Fuente: Elaboración propia profesorado GDA2 (2024)

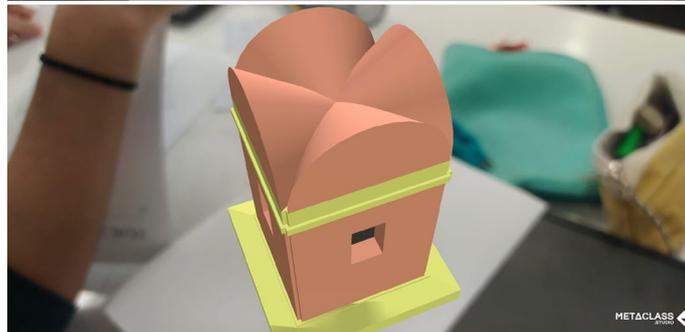
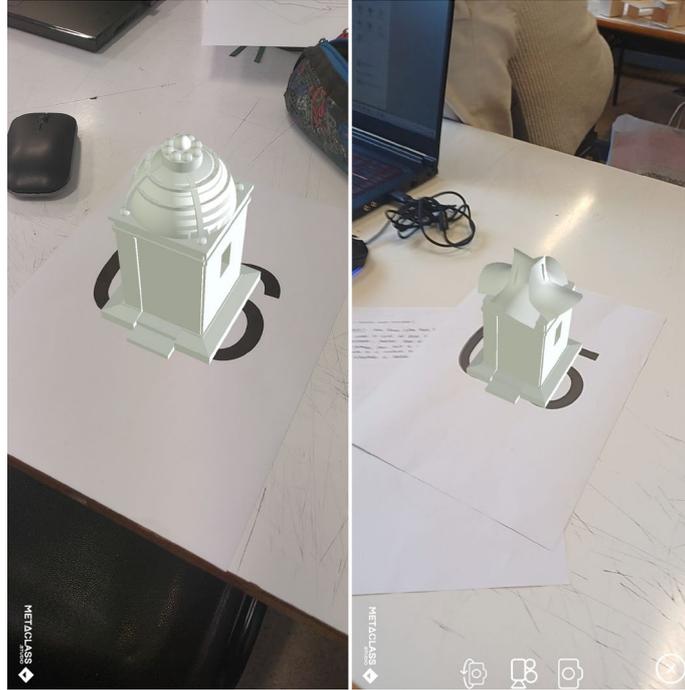




Fig. 6, 7 y 8 Resultados obtenidos por el alumnado de GDA2. Fuente: Elaboración propia alumnado y profesorado GDA2 (2024)

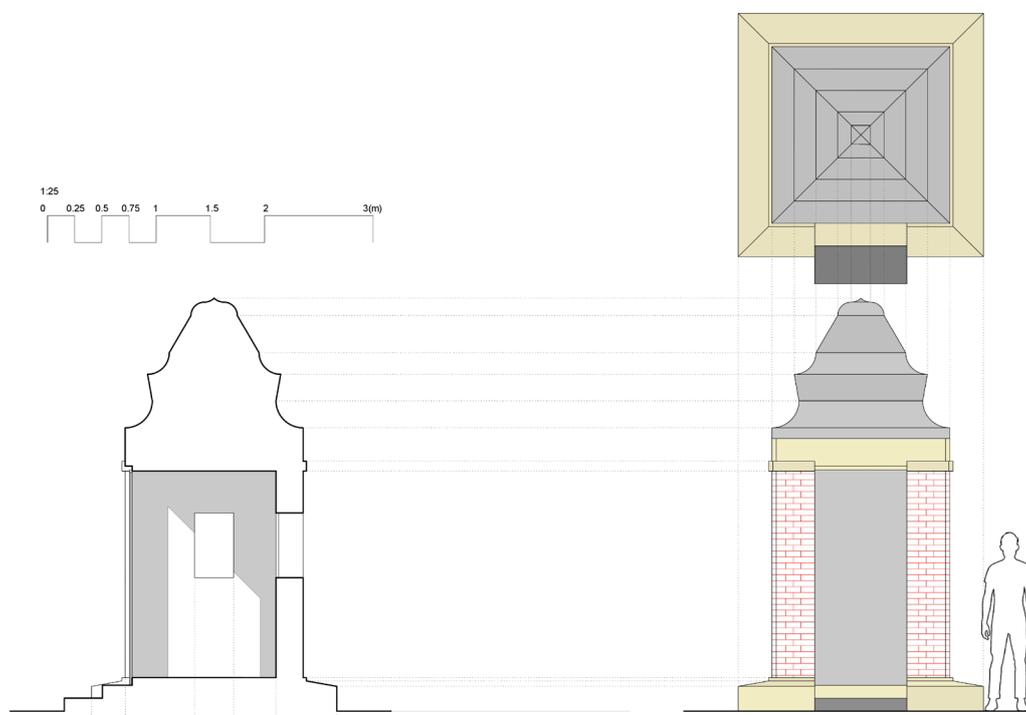


Fig. 9 Entrega final de la experiencia. Fuente: Bárbara Baos Rodrigo, Manar Driouch Benhim, Alaia Velandia Panesso y Jieni Wang, alumnos de GDA2 (2024)

La experiencia de RA se combinó con el dibujo convencional, mediante una metodología híbrida que persiguió dos objetivos: abordar el reto del diseño de una cubierta y emplear la RA como instrumento para la representación arquitectónica. En cuanto al primero, se buscó que el alumnado reconociera principios de coherencia formal y respeto en la intervención sobre la arquitectura construida, así como que dominaran los principios geométricos y constructivos necesarios para diseñar y representar gráficamente una parte de la arquitectura.

Respecto al uso de la RA, se pretendió que el alumnado reconociera las dificultades inherentes a la representación gráfica bidimensional de la arquitectura y de sus elementos constituyentes, además de verificar si el empleo de la RA podía mejorar la comunicación de la misma a partir de modelos tridimensionales (Wagemann y Martínez, 2022).

No se consideró preciso desarrollar un estudio exhaustivo de las competencias del alumnado antes y después de la experiencia. Sin embargo, el profesorado de la asignatura GDA2 observó una mejora en la comprensión espacial y comunicativa del alumnado en los trabajos posteriores del curso, que abordaban modelos arquitectónicos de mayor complejidad, por lo que la experiencia con la RA consiguió afianzar su proceso formativo (Darwish et al., 2023).

9. Conclusiones

La aplicación de la RA ha demostrado ser altamente efectiva en la enseñanza del dibujo de arquitectura, especialmente en la representación y diseño de elementos complejos como las cubiertas. Los resultados del estudio reflejan que, además de mejorar las habilidades técnicas, esta metodología fomenta un aprendizaje autónomo, colaborativo y crítico, elementos esenciales en la formación de futuros arquitectos. El uso de la RA permitió una visualización más clara y comprensiva de los proyectos, facilitando la comunicación gráfica y el análisis crítico de las propuestas.

Por tanto, las tecnologías emergentes como la RA, demostraron ser recursos valiosos en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la arquitectura, mejorando las habilidades espaciales del alumnado mediante el modelado tridimensional. Estas tecnologías refuerzan la imaginación y las habilidades espaciales, competencias cada vez más importantes en su desarrollo profesional del alumnado de arquitectura.

10. Bibliografía

Abu Alatta, R. T., y Freewan A. 2017. Investigating the effect of employing immersive virtual environment on enhancing spatial perception within design process. *International Journal of Architectural Research Archnet-IJAR*, 11: 219-238.

Álvaro-Tordesillas, A., y Montes Serrano, C. 2014. El dibujo en la enseñanza de arquitectura: el boceto manual y el modelo fotogramétrico. En: Almeida, P. L., Duarte, M. B., y Barbosa, J. T. (eds.). *DUT'13: Drawing in the University Today*, 399-404. Porto: i2ADS-Instituto de Investigação em Arte, Design e Sociedade. https://i2ads.up.pt/wp-content/uploads/2018/01/DUT2013_lo.pdf

Canet-Roselló, J., Elabert-Amengual, A., Juanes-Juanes, B., y Pascual-García, M. 2018. V Grand Tour: La realidad virtual para el aprendizaje de proyectos arquitectónicos. En García Escudero, D., Bardí Milà, B. (eds.) *VI Jornadas sobre Innovación Docente en Arquitectura (JIDA'18), Escuela de Ingeniería y Arquitectura de Zaragoza, 22 y 23 de Noviembre de 2018*, 488-497. Barcelona: UPC IDP, GILDA; Servicio de Publicaciones de la Universidad de Zaragoza. <https://doi.org/10.5821/jida.2018.5509>

Darwish, M., Kamel, S., y Assem, A. 2023. Extended reality for enhancing spatial ability in architecture design education. *Ain Shams Engineering Journal* 14: 1-13. <https://doi.org/10.1016/j.asej.2022.102104>

Fonseca Escudero, D., Redondo Domínguez, E. y Valls, F. 2016. Motivación y mejora académica utilizando realidad aumentada para el estudio de modelos tridimensionales arquitectónicos. *Education in the Knowledge Society EKS*, 17(1): 45-64. <https://doi.org/10.14201/eks20161714564>

Hajirasouli, A. y Banihashemi, S. 2022. Augmented reality in architecture and construction education: state of the field and opportunities. *International Journal of Educational Technology in Higher Education* 19(1). <https://doi.org/10.1186/s41239-022-00343-9>

López González, C., García Valldecabres, J. L. y Girbés Pérez, J. 2021. El método Flipped Classroom en asignaturas gráficas. I Congreso de Escuelas de Edificación y Arquitectura Técnica de España. <https://doi.org/10.4995/edificate2021.2021.13273>

- Maldonado Plaza, E. 2016. Estrategias de implantación de enseñanza BIM en estudios de postgrado. Experiencia en la Universidad Politécnica de Madrid. *Spanish Journal of Building Information Modeling*, 16(1): 30-39.
- Papanastasiou, G., Drigas, A., Skianis, C., Lytras, M. y Papanastasiou, E. 2019. Virtual and augmented reality effects on K-12, higher and tertiary education students' twenty-first century skills. *Virtual Reality*, 23: 425-436. <https://doi.org/10.1007/s10055-018-0363-2>
- Redondo Domínguez, E. 2010. Dibujo digital: hacia una nueva metodología docente para el dibujo arquitectónico: un estudio de caso. *Revista Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 38: 91-104.
- Redondo Domínguez, E. y Santana Roma, G. 2010. *Teaching methodologies based on touch interfaces for the teaching of drawing and architectural projects*. *Arquitectura revista*, 6(2): 90-105. <https://doi.org/10.4013/arg.2010.62.02>
- Rodríguez Esteban, M. A., Frechilla-Alonso, M. A. y Sáez Pérez, M. P. 2018. Implementación de la evaluación por pares como herramienta de aprendizaje en grupos numerosos. Experiencia docente entre universidades. *Advances in Building Education* 2(1): 66. <https://doi.org/10.20868/abe.2018.1.3694>
- Sánchez Canales, M., García Aranda, C., Morillo Balsera, M. C. y Sánchez de la Muela, A. 2019. Clasificación de los diferentes modelos de Aula invertida y su aplicación en la Universidad Politécnica de Madrid. Aprendizaje, innovación y cooperación como impulsores del cambio metodológico. V congreso internacional sobre aprendizaje, innovación y cooperación, CINAIC. <https://doi.org/10.26754/CINAIC.2019.0124>
- Wagemann, E., y Martínez, J. 2022. Realidad Virtual (RV) inmersiva para el aprendizaje en arquitectura. *EGA Expresión Gráfica Arquitectónica*, 27: 110-123. <https://doi.org/10.4995/ega.2022.15581>