

JIDA'25
INTERNACIONALES

XIII JORNADAS
SOBRE INNOVACIÓN DOCENTE
EN ARQUITECTURA

WORKSHOP ON EDUCATIONAL INNOVATION
IN ARCHITECTURE JIDA'25

JORNADES SOBRE INNOVACIÓ
DOCENT EN ARQUITECTURA JIDA'25

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA Y
EDIFICACIÓN DE CARTAGENA (ETSAE-UPCT)

13 Y 14 DE NOVIEMBRE DE 2025



UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE CATALUNYA
BARCELONATECH



f SéNeCa⁽⁺⁾
Agencia de Ciencia y Tecnología
Región de Murcia

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

*El Congreso (22893/OC/25) ha sido financiado por la Consejería de Medio Ambiente, Universidades, Investigación y Mar Menor, a través de la **Fundación Séneca-Agencia de Ciencia y Tecnología de la Región de Murcia** (<http://www.fseneca.es>) con cargo al Programa Regional de Movilidad, Colaboración internacional e Intercambio de Conocimiento “Jiménez de la Espada” en el marco de la convocatoria de ayudas a la organización de congresos y reuniones científico-técnicas (plan de actuación 2025).*

Editores

Berta Bardí-Milà, Daniel García-Escudero

Edita

Iniciativa Digital Politècnica, Oficina de Publicacions Acadèmiques Digitals de la UPC

ISBN 979-13-87613-89-1 (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.

La inclusión de imágenes y gráficos provenientes de fuentes distintas al autor de la ponencia, están realizadas a título de cita o para su análisis, comentario o juicio crítico; siempre indicando su fuente y, si se dispone de él, el nombre del autor.

Comité Organizador JIDA'25

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

Pedro García Martínez (ETSAE-UPCT)

Dr. Arquitecto, Departamento de Arquitectura y Tecnología de la Edificación.
Área de Proyectos Arquitectónicos

Pedro Jiménez Vicario (ETSAE-UPCT)

Dr. Arquitecto, Departamento de Arquitectura y Tecnología de la Edificación. Área de
Expresión Gráfica Arquitectónica

Joan Moreno Sanz (UPC)

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

David Navarro Moreno (ETSAE-UPCT)

Dr. Ingeniero de Edificación, Departamento de Arquitectura y Tecnología de la
Edificación. Área de Construcciones Arquitectónicas

Raffaele Pérez (ETSAE-UPCT)

Dr. Arquitecto. Departamento de Arquitectura y Tecnología de la Edificación. Personal
Técnico de Administración y Servicios

Manuel Alejandro Ródenas López (ETSAE-UPCT)

Dr. Arquitecto. Departamento de Arquitectura y Tecnología de la Edificación. Área de
Expresión Gráfica Arquitectónica

Judit Taberna Torres (UPC)

Arquitecta, Departamento de Representación Arquitectónica, ETSAB-UPC

Coordinación

Alba Arboix Alió (UB)

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

Comité Científico JIDA'25

Francisco Javier Abarca Álvarez

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

Luisa Alarcón González

Dra. Arquitecta, Proyectos Arquitectónicos, ETSA-US

Lara Alcaina Pozo

Arquitecta, Proyectos Arquitectónicos, EAR-URV

Alberto Álvarez Agea

Dr. Arquitecto, Expresión Gráfica Arquitectónica, EIF-URJC

Irma Arribas Pérez

Dra. Arquitecta, Diseño, IED

Raimundo Bambó Naya

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

Macarena Paz Barrientos Díaz

Dra. Arquitecta, Universidad Técnica Federico Santa María, Chile

Teresita Paz Bustamante Bustamante

Arquitecta, Magister en Arquitectura del Paisaje, Universidad San Sebastián, sede Valdivia, Chile

Belén Butragueño Díaz-Guerra

Dra. Arquitecta, CAPPA, UTA, School of Architecture, USA

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, sede Concepción, Chile

Rafael Córdoba Hernández

Dr. Arquitecto, Urbanística y Ordenación del Territorio, ETSAM-UPM

Rafael de Lacour Jiménez

Dr. Arquitecto, Proyectos Arquitectónicos, ETSAG-UGR

Eduardo Delgado Orusco

Dr. Arquitecto, Proyectos Arquitectónicos, EINA-UNIZAR

Débora Domingo Calabuig

Dra. Arquitecta, Proyectos Arquitectónicos, ETSA-UPV

Jose María Echarte Ramos

Dr. Arquitecto, Proyectos Arquitectónicos, EIF-URJC

Elena Escudero López

Dra. Arquitecta, Urbanística y Ordenación del Territorio, Escuela de Arquitectura - UAH

Antonio Estepa Rubio

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

Maritza Carolina Fonseca Alvarado

Dra.(c) en Desarrollo Sostenible, Arquitecta, Universidad San Sebastián, sede De la Patagonia, Chile

Arturo Frediani Sarfati

Dr. Arquitecto, Proyectos Arquitectónicos, ETSA-URV

David García-Asenjo Llana

Dr. Arquitecto, Composición Arquitectónica, EIF-URJC

Sergio García-Pérez

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

Arianna Guardiola Villora

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

Ula Iruretagoiena Busturia

Dra. Arquitecta, Proyectos Arquitectónicos, ETSA UPV/EHU

Ana Eugenia Jara Venegas

Arquitecta, Universidad San Sebastián, sede Concepción, Chile

Laura Jeschke

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

José M^a Jové Sandoval

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

Juan Carlos Lobato Valdespino

Dr. Arquitecto, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, México

Emma López Bahut

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

Ignacio Javier Loyola Lizama

Arquitecto, Máster Estudios Avanzados, Universidad Católica del Maule, Chile

Íñigo Lizundia Uranga

Dr. Arquitecto, Construcciones Arquitectónicas, ETSA UPV/EHU

Carlos Marmolejo Duarte

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

Raquel Martínez Gutiérrez

Dra. Arquitecta, Proyectos Arquitectónicos, EIF-URJC

Ana Patricia Minguito García

Arquitecta, Composición Arquitectónica, ETSAM-UPM

María Pura Moreno Moreno

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

Isidro Navarro Delgado

Dr. Arquitecto, Representación Arquitectónica, ETSAB-UPC

Olatz Ocerin Ibáñez

Arquitecta, Dra. en Filosofía, Construcciones Arquitectónicas, ETSA UPV/EHU

Ana Belén Onecha Pérez

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

Daniel Ovalle Costal

Arquitecto, The Bartlett School of Architecture, UCL

Iñigo Peñalba Arribas

Dr. Arquitecto, Urbanismo y Ordenación del Territorio, ETSA UPV/EHU

Oriol Pons Valladares

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

Antonio S. Río Vázquez

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

Carlos Rodríguez Fernández

Dr. Arquitecto, Composición Arquitectónica, ETSAVA-Uva

Emilia Román López

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

Irene Ros Martín

Dra. Arquitecta Técnica e Ingeniera de Edificación, Construcciones Arquitectónicas, EIF-URJC

Borja Ruiz-Apiláñez Corrochano

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

Mara Sánchez Llorens

Dra. Arquitecta, Ideación Gráfica Arquitectónica, ETSAM-UPM

Mario Sangalli

Dr. Arquitecto, Proyectos Arquitectónicos, ETSA UPV/EHU

Marta Serra Permanyer

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

Koldo Telleria Andueza

Dr. Arquitecto, Urbanismo y Ordenación del Territorio, ETSA UPV/EHU

Ramon Torres Herrera

Dr. Físico, Departamento de Física, ETSAB-UPC

Francesc Valls Dalmau

Dr. Arquitecto, Representación Arquitectónica, ETSAB-UPC

José Vela Castillo

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

Ferran Ventura Blanch

Dr. Arquitecto, Arte y Arquitectura, eAM'-UMA

Ignacio Vicente-Sandoval González

Arquitecto, Construcciones Arquitectónicas, EIF-URJC

Isabel Zaragoza

Dra. Arquitecta, Representación Arquitectónica, ETSAB-UPC

ÍNDICE

1. **La integración del Análisis del Ciclo de Vida en la enseñanza proyectual transversal. *The integration of Life Cycle Assessment into cross-disciplinary project design teaching.*** Rey-Álvarez, Belén.
2. **El dibujo a línea como proceso iterativo en el proyecto de arquitectura. *Line drawing as an iterative process in architectural design.*** Rodríguez-Aguilera, Ana Isabel; Infantes-Pérez, Alejandro; Muñoz-Godino, Javier.
3. **Graphic references: collaborative dynamics for learning architectural communication. *Referentes gráficos: dinámicas colaborativas para aprender a comunicar la arquitectura.*** Roca-Musach, Marc.
4. **Viviendas resilientes: estrategias evolutivas frente al cambio y la incertidumbre. *Resilient housing: evolutionary strategies in the face of change and uncertainty.*** Breton, Fèlix.
5. **Atravesar el plano: aprender arquitectura desde la performatividad. *Crossing the Plane: Learning Architecture through Performativity.*** Machado-Penso, María Verónica.
6. **Transferencias gráficas: procesos mixtos de análisis arquitectónico. *Graphic transfers: mixed processes of architectural analysis.*** Prieto Castro, Salvador; Mena Vega, Pedro.
7. **Digitalización en la enseñanza de arquitectura: aprendizaje activo, reflexión y colaboración con herramientas digitales. *Digitalizing architectural education: active learning, reflection, and collaboration with digital tools.*** Ramos-Martín, M.; García-Ríos, I.; González-Uriel, A.; Aliberti, L.
8. **Aprendizaje activo en asignaturas tecnológicas de máster a través del diseño integrado. *Active learning in technological subjects of master through integrated design.*** Pérez-Egea, Adolfo; Vázquez-Arenas, Gemma.
9. **Narrativas: una herramienta para el diseño de visualizaciones emancipadas de la vivienda. *Storytelling: a tool for designing emancipated housing visualizations.*** López-Ujaque, José Manuel; Navarro-Jover, Luis.
10. **La Emblemática como género y herramienta para la investigación. *The Emblematic as a genre and tool for research.*** Trovato, Graziella.
11. **Exponer para investigar: revisión crítica de un caso de la Escuela de Valparaíso [1982]. *Research by Exhibiting: A Critical Review of a case of the Valparaíso School [1982].*** Coutand-Talarico, Olivia.
12. **Investigación y desarrollo de proyectos arquitectónicos a través de entornos inmersivos. *Research and development of architectural projects through immersive environments.*** Ortiz Martínez de Carnero, Rafael.
13. **Pedagogía de la biodiversidad en Arquitectura: aprender a cohabitar con lo vivo. *Biodiversity Pedagogy in Architecture: Learning to Cohabit with the Living.*** Luque-García, Eva; Fernández-Valderrama, Luz.
14. **Du connu à l'inconnu: aprendiendo Geometría Descriptiva a través del diseño. *Du connu à l'inconnu: Learning Descriptive Geometry by the design.*** Moya-Olmedo, Pilar; Núñez-González, María.
15. **Aprender dibujo a través del patrimonio sevillano: una experiencia de diseño. *Learning Drawing through Sevillian Heritage: A Design-Based Experience.*** Núñez-González, María; Moya-Olmedo, Pilar.

16. **Diseño participativo para el Bienestar Social: experiencias para la innovación educativa. *Participatory Design for Social Well-Being: Experiences for Educational Innovation.*** Esmerado Martí, Anaïs; Martínez-Marcos, Amaya.
17. **Research by Design y Crisis Migratoria en Canarias: contra-cartografía y contra-diseño. *RbD and Migration Crisis in the Canary Islands: Counter-cartography & Counter-design.*** Cano-Ciborro, Víctor.
18. **Post-Occupancy Representation: Drawing Buildings in Use for Adaptive Architecture. *Representación post-ocupacional: dibujar edificios en uso para una arquitectura adaptativa.*** Cantero-Vinuesa, Antonio; Corbo, Stefano.
19. **Barrios habitables: reflexionando sobre la vivienda pública en poblaciones rurales vascas. *Livable neighborhoods: reflecting on public housing in basque countryside villages.*** Collantes Gabella, Ezequiel; Díez Oronoz, Aritz; Sagarna Aramburu, Ainara.
20. **Tentativa de agotamiento de un edificio. *An attempt at exhausting a building.*** González-Jiménez, Beatriz S.; Enia, Marco; Gil-Donoso, Eva.
21. **Antropometrías dibujadas: una aproximación gráfica a cuerpo, objeto y espacio interconectados. *Drawn anthropometries: a graphic approach to the interconnected body, object and space.*** De Jorge-Huertas Virginia; López Rodríguez, Begoña; Zarza-Arribas, Alba.
22. **Apropiaciones: una metodología para proyectar mediante fragmentos gráficos y materiales. *Appropriations: a methodology for designing through graphic fragments and materials.*** Casino-Rubio, David; Pizarro-Juanas, María José; Rueda-Jiménez, Óscar.
23. **Arquitectura en la coproducción ecosistémica, desafío disciplinar y didáctica proyectual. *Architecture in ecosystemic co-production, disciplinary challenge and design didactics.*** Reyes-Busch, Marcelo; Saavedra-Valenzuela, Ignacio; Vodanovic-Undurraga, Drago.
24. **Turism_igration: Infraesculturas para una espacialidad compartida. *Turism_igration: Infrasculptures for a shared spatiality.*** Vallespín-Toro, Nuria.
25. **Pedagogías nómadas: arquitectura como experiencia vivencial en viajes y talleres interdisciplinarios. *Nomadic Pedagogies: Architecture as a Lived Experience in Travel and Interdisciplinary Workshops.*** Galleguillos-Negróni, Valentina; Mazzarini-Watts, Piero; Mackenney-Poblete, Óscar; Ulriksen-Ojeda, Karen.
26. **Abstracción y materia: Investigación proyectual a partir de arquitectura de fortificación. *Abstraction and matter: Design-Based research from fortification architecture.*** Chandía- Arriagada, Valentina; Prado-Lamas, Tomás.
27. **Estudio de caso y Research by Design en historia y teoría de arquitectura, diseño y artes. *Case Study and Research by Design in History and Theory of Architecture, Design and Arts.*** Monard-Arciniegas, Shayarina; Ortiz-Sánchez, Ivonne.
28. **Cartografías y procesos: acciones creativas para la enseñanza de Proyectos Arquitectónicos. *Cartographies and Processes: Creative Approaches to Teaching the Architectural Design.*** Canterla Rufino, María del Pilar; Fernández-Trucios, Sara; García García, Tomás.
29. **Cajón de sastre: una metodología de análisis proyectual. *Grab bag: a methodology for project analysis.*** Muñoz-Calderón, José Manuel; Aquino-Cavero, María Carolina.
30. **Miradas cruzadas: estudio de casos sobre hábitat colectivo como método de investigación. *Crossed perspectives: case studies on collective habitat as a research method.*** Sentieri-Omarrementeria, Carla; van den Heuvel, Dirk; Mann, Eytan.

31. **Espacio Sentido: exploraciones perceptuales con envolventes dinámicas.**
Perceived Space: Sensory Explorations through Dynamic Envelopes. Aguayo-Muñoz, Amaro Antonio; Alvarez-Delgadillo, Anny Cárolay; Cruz-Cuentas, Ricardo Luis; Villanueva-Paredes, Karen Soledad.
32. **Taller de celosías. Truss workshop.** Llorente Álvarez, Alfredo; Arias Madero, Javier.
33. **SPACE STORIES: sistematización del proyecto a través de la experimentación gráfica.** *SPACE STORIES: systematization of the project through graphic experimentation.* Pérez-Tembleque, Laura; Barahona-García, Miguel.
34. **LEÑO: taller de construcción en grupo tras un análisis de indicadores de la enseñanza.** *LEÑO: group construction workshop following an analysis of teaching indicators.* Santalla-Blanco, Luis Manuel.
35. **Dibujar para construir; dibujar para proyectar: una metodología integrada en la enseñanza del dibujo arquitectónico.** *Drawing to Build; Drawing to Design: An Integrated Methodology in Architectural Drawing Education.* Girón Sierra, F.J.; Landínez González-Valcárcel, D.; Ramos Martín, M.
36. **Insectario: estructuras artrópodos para un diseño morfogenético interespecie.** *Insectario: Arthropod Structures for a Morphogenetic Interespecies Design.* Salvatierra-Meza, Belén.
37. **Del análisis al aprendizaje: investigación a través de estructuras de acero reales.** *From analysis to learning: research through real steel structures.* Calabuig-Soler, Mariano; Parra, Carlos; Martínez-Conesa, Eusebio José; Miñano-Belmonte, Isabel de la Paz.
38. **Hashtag Mnemosyne: una herramienta para el aprendizaje relacional de la Historia del Arte.** *Hashtag Mnemosyne: A tool for relational learning of Art History.* García-García, Alejandro.
39. **Investigación material para el diseño: desde lo virtual a lo físico y de regreso.** *Material research for design: moving from virtual to physical and back.* Muñoz-Díaz, Cristian; Opazo-Castro, Victoria; Albayay-Tapia, María Ignacia.
40. **Más allá del objeto: análisis y pensamiento crítico para el diseño de interiores.** *Beyond the Object: Analysis and Critical Thinking for Interior Design.* Gilabert-Sansalvador, Laura; Hernández-Navarro, Yolanda; García-Soriano, Lidia.
41. **Prospección del paisaje como referencia del proyecto arquitectónico.** *Landscape prospection as a reference for the architectural project.* Arcaraz Puntonet, Jon.
42. **Lo importante es participar: urbanismo ecosocial con los pies en el barrio.** *The important thing is to participate: neighbourhood-based eco-social urbanism.* López-Medina, Jose María; Díaz García, Vicente Javier.
43. **Arquitectura post-humana: crea tu bestia “exquisita” y diseña su hogar.** *Post-human architecture: create your “exquisite” beast and design its home.* Vallespín-Toro, Nuria; Servando-Carrillo, Rubén; Cano-Ciborro, Víctor; Gutiérrez- Rodríguez, Orlando.
44. **Proyectar desde el tren: un proyecto colaborativo interuniversitario en el Eixo Atlántico.** *Desing from the train: a collaborative inter-university Project in the Eixo Atlántico.* Sabín-Díaz, Patricia; Blanco-Lorenzo, Enrique M.; Fuertes-Dopico, Oscar; García-Requejo, Zaida.
45. **Reensamblar el pasado: un archivo abierto e interseccional.** *Reassembling the Past: An Open Intersectional Archive.* Lacomba-Montes, Paula; Campos-Urbe, Alejandro; Martínez-Millana, Elena; van den Heuvel, Dirk.

46. **Reflexiones sobre el umbral arquitectónico según un enfoque RbD. *Reflections on the architectural threshold according to an RbD approach.*** Pirina, Claudia; Ramos-Jular, Jorge; Ruiz-Iñigo, Miriam.
47. **Disfraces y fiestas: proyectar desde el juego, la representación y el pensamiento crítico. *Costumes & parties: designing through play, representation, and critical thinking.*** Montoro Coso, Ricardo; Sonntag, Franca Alexandra.
48. **Entrenar la mirada: una experiencia COIL entre arquitectura y diseño de moda. *Training the eye: a COIL experience between Architecture and Fashion Design.*** García-Requejo, Zaida; Sabín-Díaz, Patricia; Blanco-Lorenzo, Enrique M.
49. **Research by Design en arquitectura: criterios, taxonomía y validación científica. *Research by Design in Architecture: Criteria, Taxonomy and Scientific Validation.*** Sádaba, Juan; Arratibel, Álvaro.
50. **Explorando la materia: aprendiendo a pensar con las manos. *Exploring matter: Learning to think with the hands.*** Alba-Dorado, María Isabel; Andrade-Marques, María José; Sánchez-De la Chica, Juan Manuel; Del Castillo-Armas, Carla.
51. **Las Lagunas de Rabasa: un lugar; dos cursos; una experiencia docente de investigación. *The Rabasa Lagoons: one site, two courses, a research-based teaching experience.*** Castro-Domínguez, Juan Carlos.
52. **Living Labs as tools and places for RbD in Sustainability: transformative education in Architecture. *Living Labs como herramientas y lugares para la RbD en Sostenibilidad: educación transformadora en Arquitectura.*** Masseck, Torsten.
53. **Propuesta (in)docente: repensar la sostenibilidad en arquitectura desde el cuidado. *(Un)teaching Proposal: Rethinking Sustainability in Architecture through care.*** Amoroso, Serafina; Hornillos-Cárdenas, Ignacio; Fernández-Nieto, María Antonia.
54. **Teoría y praxis en proyectos: una metodología basada en la fenomenología del espacio. *Theory and Praxis in Design Projects: A Methodology Based on the Phenomenology of Space.*** Aluja-Olesti, Anton.
55. **Aprendiendo de los maestros: el RbD en la enseñanza del proyecto para no iniciados. *Learning from the Masters: Research by Design in Architectural Education for non-architects.*** Álvarez-Barrena, Sete; De-Marco, Paolo; Margagliotta, Antonino.
56. **Interfases: superposición sistémica para el diagnóstico urbano. *Interfaces: Systemic Overlap for Urban Diagnosis.*** Flores-Gutiérrez, Roberto; Aguayo-Muñoz, Amaro; Retamoso-Abarca, Candy; Zegarra-Cuadros, Daniela.
57. **Del componente a la conexión: taxonomía de los juegos de construcción. *From component to connection: Taxonomy of construction games.*** González-Cruz, Alejandro Jesús; De Teresa-Fernandez Casas, Ignacio.
58. **El *waterfront* como escenario de aprendizaje transversal al servicio de la sociedad. *The Waterfront as a framework for cross-curricular learning at the service of society.*** Andrade-Marqués, Maria Jose; García-Marín, Alberto.
59. **Pedagogías situadas: el bordado como herramienta crítica de representación arquitectónica. *Situated Pedagogies: Embroidery as a critical tool of architectural representation.*** Fuentealba-Quilodrán, Jessica.
60. **Reordenación de un frente fluvial: ejercicio de integración de la enseñanza de arquitectura. *Reorganization of a riverfront: exercise in integration in architectural teaching.*** Coronado-Sánchez, Ana; Fernández Díaz-Fierros, Pablo.

61. **Aprendizaje en arquitectura y paisaje: experiencias docentes en los Andes y la Amazonia.** *Architecture and Cultural Landscapes: Learning Experiences in the Andes and Amazon.* Sáez, Elia; Canziani, José.
62. **Laboratorio común: investigación proyectual desde prácticas de apropiación cultural.** *Common Lab: design-based research through cultural appropriation practices.* Oliva-Saavedra, Claudia; Silva-Raso, Ernesto.
63. **TFMs proyectuales como estrategia de investigación mediante diseño: una taxonomía.** *Projectual Master's Theses as Research by Design: A Taxonomy.* Agurto-Venegas, Leonardo; Espinosa-Rojas, Paulina.
64. **Un Campo de Acción para el entrenamiento del diseño arquitectónico.** *A Field of Action for Training in Architectural Design.* Martínez-Reyes, Federico.
65. **Paisaje y arquitectura en el Geoparque: diseño en red y aprendizaje interdisciplinar.** *Landscape and Architecture in the Geopark: Networked Design and Interdisciplinary Learning.* Vergara-Muñoz, Jaime.
66. **Cosmologías del diseño participativo: curso de verano PlaYInn.** *Cosmologies of participatory design: PlaYInn summer course.* Urda-Peña, Lucila; Garrido-López, Fermina; Azahara, Narjis.
67. **Metamorfosis como aproximación plástica al proceso didáctico proyectual.** *Metamorphosis as a sculptural approach to the didactic process of design education.* Araneda Gutiérrez, Claudio; Ortega Torres, Patricio.
68. **Aprendiendo a diseñar con la naturaleza: proyectando conexiones eco-sociales.** *Learning to design with nature: Projecting eco-social connections.* Mayorga-Cárdenas, Miguel; Pérez-Cambra, María del Mar.
69. **Lagunas, oasis y meandros: espacios para la reflexión en el aprendizaje alternativo de la arquitectura.** *Lagoons, oases, and meanders: spaces for reflection in alternative learning about Architecture.* Solís-Figueroa, Raúl Alejandro.
70. **Juegos de niñez: un modelo pedagógico para el primer semestre de arquitectura.** *Child's Play: a pedagogical model for the first semester of architecture.* Sáez-Gutiérrez, Nicolás; Pérez-Delacruz, Elisa.
71. **Innovación gráfica y programa arquitectónico: diálogos entre Tedeschi y Koolhaas.** *Graphic Innovation and Architectural Program: Dialogues Between Tedeschi and Koolhaas.* Butrón-Revilla, Cinthya; Manchego-Huaquipaco, Edith Gabriela.
72. **Pradoscopio: una pedagogía en torno a la huella digital en el Museo del Prado.** *Pradoscope: a pedagogy around the digital footprint in the Prado Museum.* Roig-Segovia, Eduardo; García-García, Alejandro.
73. **IA en la enseñanza de arquitectura: límites y potencial desde el Research by Design.** *AI in Architectural Education: Limits and Potential through Research by Design.* Simina, Nicoleta Alexandra.
74. **La democracia empieza en la cocina: diseño interdisciplinar para una cocina colaborativa.** *Democracy starts at kitchen: interdisciplinary design for a collaborative kitchen.* Pelegrín-Rodríguez, Marta.

Investigación y desarrollo de proyectos arquitectónicos a través de entornos inmersivos

Research and development of architectural projects through immersive environments

Ortiz Martínez de Carnero, Rafael

Departamento de Expresión Gráfica y Arquitectónica, Universidad de Sevilla, España.

romartinezdecarnero@us.es

Abstract

The research proposes the incorporation of immersive and interactive models into the different phases of the architectural project development from a practical application perspective. In our case, the integration takes place in early stages of architectural learning, observing aspects that represent an advance in the knowledge of architectural systems; developing, additionally, ways to experience the process of creating an architectural project through a research based on the use of immersive tools. From an academic perspective, the model proposes the evolution towards the creation of virtual design studios, where students' access projects asynchronously. A flexible and accessible, working and researching platform, where students have the possibility to work with models, visit spaces, and modify projects through collaborative files. The proposal concludes with the speculation of future experiences, close to the metaverse, that complement the traditional classroom.

Keywords: *immersive learning, augmented reality, design education, mobile learning, transdisciplinary collaboration.*

Thematic areas: *learning spaces, project-based learning, virtual classroom, gamification, case studies.*

Resumen

La investigación desarrollada plantea desde la práctica la incorporación de modelos inmersivos e interactivos dentro de las diferentes fases de desarrollo de proyectos arquitectónicos. En nuestro caso, la integración corresponde a las primeras etapas del aprendizaje de arquitectura, observando aspectos que suponen un avance en el conocimiento de los sistemas que configuran una realidad arquitectónica; y paralelamente el desarrollo de formas de experimentar el proceso de creación de un proyecto arquitectónico desde la investigación con herramientas de carácter inmersivo. Desde un punto de vista académico el modelo propone la evolución hacia un taller de proyectos virtual donde los alumnos acceden de forma asincrónica a una plataforma flexible donde trabajar e investigar con modelos, visitar espacios y modificar los proyectos a través de archivos colaborativos. La propuesta concluye con el planteamiento de futuras experiencias, cercanas al metaverso, complementarias al aula tradicional.

Palabras clave: *aprendizaje inmersivo, realidad aumentada, educación en diseño, aprendizaje móvil, colaboración transdisciplinaria.*

Bloques temáticos: *espacios para el aprendizaje, aprendizaje basado en proyectos, aula virtual, ludificación, estudio de casos.*

Resumen datos académicos

Titulación: Grado en Fundamentos de Arquitectura

Nivel/curso dentro de la titulación: Segundo

Denominación oficial asignatura, experiencia docente, acción: Dibujo 3:
Análisis Gráfico

Departamento/s o área/s de conocimiento: Expresión Gráfica y Arquitectónica

Número profesorado: 1

Número estudiantes: 28

Número de cursos impartidos: 1

Página web o red social: No

Publicaciones derivadas: Sí. Exposición y aplicación móvil

1. Introducción: breve marco teórico y contexto

La integración de las tecnologías de la información en los sistemas de análisis y representación de la arquitectura está modificando de forma gradual la forma en la que percibimos y experimentamos la realidad del espacio arquitectónico. La aparición de aplicaciones de carácter inmersivo unido al incipiente desarrollo de la realidad virtual y la realidad aumentada influyen cada vez más en los procesos de visualización y comunicación de la arquitectura y el diseño. Este contexto invita desde el ámbito docente y académico al planteamiento de métodos y formas de enseñanza e investigación que consideren la relevancia en cuanto a la incorporación de estas nuevas tecnologías y conceptualizaciones en la visualización y experimentación de los procesos de creación de arquitectura.

La evolución de las tecnologías digitales ha facilitado su integración en el ámbito profesional del diseño y su incorporación en los contextos académicos y métodos de enseñanza y aprendizaje de la arquitectura. No sólo como herramientas de representación sino también dentro de la investigación de los procesos de diseño como se ha venido demostrando a través de los *Paperless Studios* de la GSAPP¹ de la Universidad de Columbia, 1994 o destacadas exposiciones como *Architectures non Standard* del Centro Pompidou de París en 2003. En estos casos, se demostraba la integración de los procesos computacionales en la investigación del diseño arquitectónico a través de técnicas procedentes del mundo digital como el modelado 3D, el diseño paramétrico, algorítmico o generativo. Estas técnicas, procesos de trabajo y conceptualizaciones en torno al proyecto de arquitectura en relación con el mundo digital han influido en gran medida en la aparición de nuevos enfoques en las formas de investigación sobre los procesos de diseño arquitectónico que tienen su continuidad en prácticas arquitectónicas actuales y emergentes.

En nuestro caso concreto, la investigación práctica realizada enlaza conceptualmente con propuestas como las presentadas en la exposición *Machine Love: Video Game, AI and Contemporary Art*, celebrada en el Mori Art Museum en 2025.² Donde artistas procedentes de diferentes contextos culturales y profesionales enfatizan las experiencias espaciales de realidad aumentada, donde se produce una fusión entre elementos reales y virtuales. Como indica Mami Kataoka (2025, 29), los gráficos tridimensionales digitales y los motores de videojuegos, con los que una nueva generación de nativos digitales está más familiarizada, se convierten en medios para el desarrollo de nuevas formas de expresión artística y creativa.

Un importante aspecto en el empleo de estas tecnologías en el contexto de research by design dentro de la docencia de la arquitectura es la gran capacidad que tiene como complemento de las técnicas tradicionales debido a su enfoque dinámico que incide en gran medida en los procesos más que en los resultados. En este sentido, reseñamos el artículo de Das, Brunsgaard y Brøndgaard Madsen (2022, 381), en el que se estudia el flujo de trabajo del diseño arquitectónico basado en la realidad aumentada (RA) y la realidad virtual (RV). Después de analizar un grupo de estudios de arquitectura daneses seleccionados, indican: en primer lugar, que la visualización basada en el uso de estas herramientas facilita la percepción de la espacialidad e impulsa la creatividad en los arquitectos y en segundo lugar (2022, 385), que, en todos los estudios entrevistados, los útiles de carácter inmersivo pasan de ser herramientas de

¹ Graduate School of Architecture, Planning and Preservation.

² En esta exposición diversas propuestas de instalaciones artísticas, enfatizan la experiencia espacial inmersiva, sintetizando: imágenes en movimiento, música, vibración y materialidad con un sentido de la escala que se opone a lo que sería su visualización en una pantalla de ordenador o un dispositivo móvil.

visualización a ser herramientas de diseño en etapas de desarrollo conceptual, debido a que ofrecen mejores resultados en la percepción del espacio en comparación con los dibujos o las maquetas físicas.

2. Objetivos

2.1. Posibilitar nuevos entornos pedagógicos para la docencia de arquitectura

La realidad aumentada (RA) ofrece un abanico de posibilidades incorporada en entornos educativos como la visualización de información y la creación de entornos de aprendizaje individuales o colaborativos. De acuerdo con Krüger, Buchholz y Bodemer (2019, 412), en los últimos 10 años un gran número de estudios apuntan a las ventajas del empleo de la realidad aumentada (RA) en contextos educativos incluyendo: «un mejor rendimiento y motivación en el aprendizaje, mayor disfrute y participación, actitudes más positivas hacia el material de aprendizaje y una mejor colaboración entre los estudiantes.» (2019, 412)

Krüger, Buchholz y Bodemer (2019, 412), apuntan tres características de la realidad aumentada (RA) desde el punto de vista de la percepción del usuario: contextualidad, interactividad y espacialidad y destacan su relevancia dentro contextos educativos. En nuestro caso la contextualidad tiene un importante valor, al combinar contextos reales con elementos generados de forma virtual, la espacialidad facilita el aprendizaje de estructuras y sistemas de relaciones que se desarrollan en el espacio y la interactividad, finalmente, que genera procesos de retroalimentación activa entre los usuarios y los objetos y espacios virtuales.

2.2. Aprendizaje experiencial y colaboración multidisciplinar

La combinación de tecnología BIM³ y realidad aumentada (RA) permite la visualización de modelos y datos específicos en el espacio físico de forma interactiva y la creación de experiencias integradas inmersivas. Estas nuevas herramientas, ofrecen nuevas posibilidades, a los profesionales de la arquitectura o la ingeniería, tanto en procesos de análisis y desarrollo de proyectos como en la verificación de datos y toma de decisiones en procesos de tipo constructivo.

A pesar de que el uso del modelado BIM puede, a priori, ralentizar el proceso de creación, facilita la coexistencia entre diferentes elementos del proyecto gracias a su automatismo, vinculando simultáneamente diferentes elementos e información en un único modelo en proceso. Este aspecto, abre interesantes vías a la colaboración multidisciplinar pero también de forma destacada a la eficiencia a lo largo de procesos de trabajo dentro de proyectos arquitectónicos.

2.3. Hacia la creación de nuevos entornos colaborativos para la investigación basada en el diseño

La realidad aumentada (RA) permite el aprendizaje colaborativo y facilita el desarrollo de estrategias que permiten el trabajo simultáneo con contenidos aumentados comunes, en un espacio compartido, fomentando la resolución de problemas y el trabajo en grupo. De acuerdo con Fröst y Warren (2000, 569), el diseño colaborativo es realmente útil, especialmente en situaciones que requieren soluciones de tipo creativo, dado que promueve la creatividad y ayuda a comprender en común las tareas del diseño y su interrelación. Por otro lado, el aprendizaje colaborativo, también fomenta el intercambio de ideas y puntos de vista, mejorándolo en conjunto.

³ Building Information Modelling, en español, Modelado de Información para la Construcción.

2.4. El proyecto arquitectónico como espacio para la investigación y el aprendizaje interdisciplinario

El desarrollo de herramientas, técnicas y métodos para el uso de las tecnologías inmersivas en el contexto académico y educativo de la arquitectura requiere de un alto grado de conocimiento interdisciplinario, debido a la conjunción de un gran número de aplicaciones, softwares, herramientas y procesos. En este sentido, el poder enfocar la investigación a través del desarrollo de proyectos arquitectónicos empleando estas tecnologías va a requerir de la colaboración de distintos actores para que los sistemas y aplicaciones evolucionen de forma eficiente a través del debate entre estudiantes y profesionales de distintas ramas afines que partan de las necesidades surgidas de la investigación durante el desarrollo del proyecto arquitectónico, especialmente de carácter tecnológico.

2.5. La ludificación como herramienta en el aprendizaje de la arquitectura

Hunicke, LeBlanc y Zubek (2004, 2), describen los componentes distintivos de un juego como: mecánica, dinámica y estética (MDE), donde la mecánica serían los componentes técnicos, específicos del juego como datos y algoritmos, la dinámica se compondría de las reacciones e interacciones con el propio juego, y finalmente la estética estaría relacionada con las respuestas emocionales que invitan al jugador a interactuar con el sistema de juego, que Schnabel, Lo Tian Tian, y Aydin (2014, 2), ejemplifican como el descubrimiento, la fantasía, la competencia o la narrativa.

En este sentido, podemos observar una importante correlación entre los componentes descritos con anterioridad y el trabajo con tecnologías inmersivas, debido en gran medida a su carácter eminentemente interactivo que potencia el trabajo con procesos de toma de decisiones y sobretodo fomenta la capacidad de explorar posibilidades y obtener retroalimentación a lo largo del proceso de investigación a través del proyecto. También es interesante destacar que la ludificación unida a la participación, fomenta la interacción entre los estudiantes mediante actividades en grupo, y el trabajo en espacios compartidos.

2.6. La posibilidad de visitar, experimentar y analizar edificios y espacios a gran distancia

Las experiencias de realidad aumentada juegan un importante papel a la hora de realizar visitas a relevantes localizaciones, monumentos arquitectónicos o estudios de caso situadas a gran distancia o incluso en otros países. Shihab, Sultana y Samad (2023, 890) indican su importancia como alternativa a estas limitaciones físicas y económicas que pueden permitir a los estudiantes la exposición a otras regiones y culturas no sólo actuales sino incluso del pasado o a lugares imaginarios.

En nuestro caso, donde los edificios como estudios de caso se encontraban en la ciudad de Tokio, estas herramientas nos han permitido entender su paradigmático carácter en relación a la proporción de sus volúmenes y espacios, la singularidad de sus estructuras y su integración en el entorno urbano desde la experiencia, ayudando a afianzar los conocimientos de una forma más sólida.

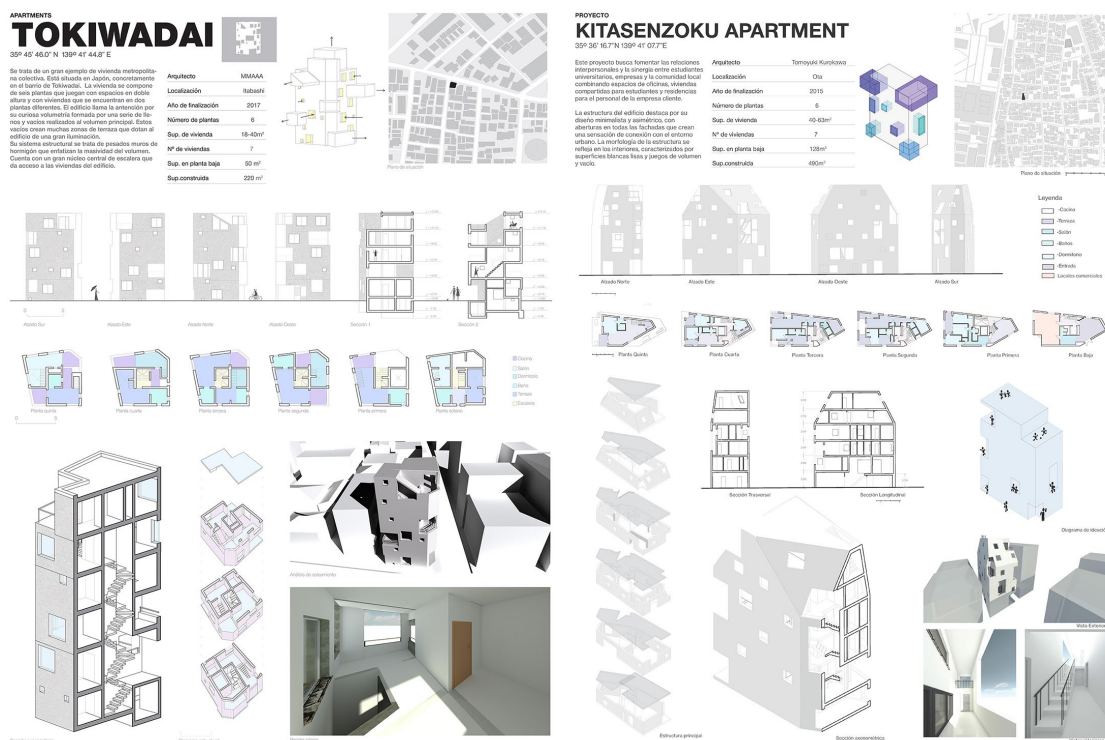
La condición espacial de la arquitectura implica la importancia de experimentarla de primera mano, para su entendimiento y conocimiento. En las primeras etapas de aprendizaje resulta de gran importancia el viajar para experimentar e investigar los espacios, lo que a veces, supone generar una brecha entre alumnos con diferentes recursos; podemos paliar esta situación y acercarnos a estas experiencias mediante simulaciones. Esto supone un acercamiento realmente precoz al conocimiento del espacio arquitectónico.

3. Metodología y actividades

La propuesta plantea desde la práctica comprender las posibilidades y el alcance de la incorporación de estos modelos interactivos dentro de las diferentes fases de análisis, investigación y desarrollo que nos encontramos a la hora de realizar un proyecto. En nuestro caso concreto, se propone su incorporación en las primeras etapas del aprendizaje de arquitectura, evaluando su introducción en las fases mencionadas y como los estudiantes experimentan la visualización, el análisis y la creación a partir de su introducción.

Así, su aplicación al proyecto arquitectónico se plantea desde ejercicios donde las fases de análisis e investigación de los estudios de caso se desarrolla en paralelo con las fases de ideación y resolución de otro proyecto con características similares. Con carácter específico, el uso de las tecnologías inmersivas se ha aplicado dentro del análisis de modelos arquitectónicos contemporáneos metropolitanos concretos, que ofrecen soluciones a problemas actuales, relacionados con la crisis habitacional en las grandes ciudades tanto de forma técnica como conceptual.

El debate sobre estos modelos desde un enfoque crítico y razonado aportará soluciones proyectuales operativas que servirán de base a los estudiantes para abordar sus proyectos. En experiencias futuras y debido a los buenos resultados adquiridos en esta experiencia, se pretende la implantación del uso de estas técnicas desde el comienzo de las fases de diseño, incidiendo en el área relacionada con el reconocimiento e implantación de propuestas en un entorno concreto.



Figs. 1 y 2 Ejemplos de los trabajos de análisis realizados en combinación con el uso de tecnologías inmersivas. Fig.1 (izquierda). Apartments Tokiwadai, MMAA, alumna: Bella Espinosa Ortega. Fig.2 (derecha) Kitasenzoku Apartment, Tomoyuki Kurokawa Architects, alumno: Manuel Melero Muñoz (2024). Fuente: Ortiz Martínez de Carnero, R (2025)

3.1. Modelado BIM y realidad aumentada (RA)

La iniciativa contempla la combinación de modelado BIM con la creación de espacios inmersivos a través de aplicaciones y programas de realidad aumentada y virtual. El empleo combinado de estas herramientas, centrado en el uso de las tecnologías mencionadas, permite un acercamiento al entendimiento de los edificios, los sistemas que lo componen y sus espacios de una forma interrelacionada, multiescalar y en tiempo real. Adicionalmente, permite a los estudiantes interactuar con modelos arquitectónicos de forma dinámica, multiescalar y en tiempo real. A través de esta sinergia, se facilita una exploración más profunda de los sistemas que componen un edificio, promoviendo una visión holística e interrelacionada del proyecto arquitectónico. Esta aproximación fomenta una comprensión más intuitiva y precisa de la arquitectura, al permitir que los alumnos visualicen simultáneamente las partes y el todo, así como sus relaciones.



Fig. 3 Sesión de clase de Realidad Aumentada: Combinación de realidad aumentada, modelado BIM e impresión 3D.
Fuente: Ortiz Martínez de Carnero, R (2024)

3.2. Creación de la aplicación móvil de realidad aumentada (RA)

La aplicación se ha creado utilizando Unity 6, un motor para la creación de videojuegos multiplataforma, cuya primera versión es de 2005. La decisión de utilizar Unity, procede de su ventajosa capacidad para la gestión de archivos digitales, optimizando el acceso y el trabajo con complejos archivos digitales tridimensionales en tiempo real a la hora de crear y utilizar la aplicación. Unity posee una gran capacidad para renderizar y animar modelos en varios formatos, lo que permite la creación, incorporación, posicionamiento y animación en una escena tridimensional. Por otro lado, a través de scripts en lenguaje C# se pueden realizar vínculos entre los elementos de la escena o crear ordenes de activación o desactivación de los modelos al detectarlos con el dispositivo en el que este instalada la aplicación.

La aplicación se realizó para dispositivos móviles con sistema operativo Android, al reconocer los activadores los modelos se activan, ver figuras 4 y 5, y se proyectan en la pantalla del dispositivo dentro del entorno real pudiendo ser visualizados dinámicamente. En las sesiones de clase también se utilizaron otras aplicaciones comerciales actuales como Augin, optimizadas para la incorporación de modelos BIM y el trabajo específico con modelos arquitectónicos. Permitiendo el reconocimiento de elementos constructivos, y la manipulación de las visualizaciones mediante la realización de secciones y escalados dinámicos sobre el modelo.

El trabajo con Unity plantea opciones más adecuadas para su uso creativo como herramienta de investigación en el diseño dado que permite mayor versatilidad en el empleo de diferentes sistemas de modelos digitales 3D e incrementa las posibilidades de implementar la aplicación creada de forma prácticamente ilimitada de acuerdo con los requerimientos estratégicos que se quieran aplicar en un proyecto en sí o la metodología que se quiera seguir en clase para la docencia e investigación.

La aplicación específica desarrollada para la visualización y experiencia de la realidad aumentada (RA) durante las exposiciones, sigue operativa y se puede descargar y ejecutar en un dispositivo Android.⁴ Una vez abierta se dirige la cámara hacia la planta del edificio con el patrón de puntos y cruces rojas. (ver figura 4) A continuación, se puede apreciar el proyecto de arquitectura a la misma escala que la planta. La aplicación también se puede descargar desde el siguiente código QR.



Fig. 4 Gráfico de Instrucciones para la descarga de la aplicación y su uso. Fuente: Ortiz Martínez de Carnero, R (2025)

3.3. Creación de objetivos activadores

Para la creación de objetivos que activan la experiencia de realidad aumentada de forma que hubiese una correlación entre el dibujo en planta, el modelo físico escala y el modelo digital se optó por el uso de las plantas de acceso a los edificios, donde se puede apreciar también el entorno urbano inmediato. La problemática que surgió durante su creación fue la necesidad de crear imágenes altamente heterogéneas que garantizaran la singularidad de los objetivos y facilitasen su detección y reconocimiento por parte de los dispositivos. Esta peculiaridad contradice las tradicionales convenciones establecidas para la creación de un dibujo arquitectónico, que normalmente, tienden a la concreción, el sintetismo y la claridad. Para poder abordar este conflicto y después de un gran número de pruebas desarrollamos un sistema de representación, que combinaba una trama de cruces en aspa con diferentes escalas y tamaños en tono rojo produciendo un efecto que recuerda a efectos visuales del arte óptico.

⁴ Enlace para el acceso a la aplicación: https://drive.google.com/file/d/1A4ZdlmUNyHft7Tw-Tb0jZT8KRqrF_2Kw/view?usp=drive_link

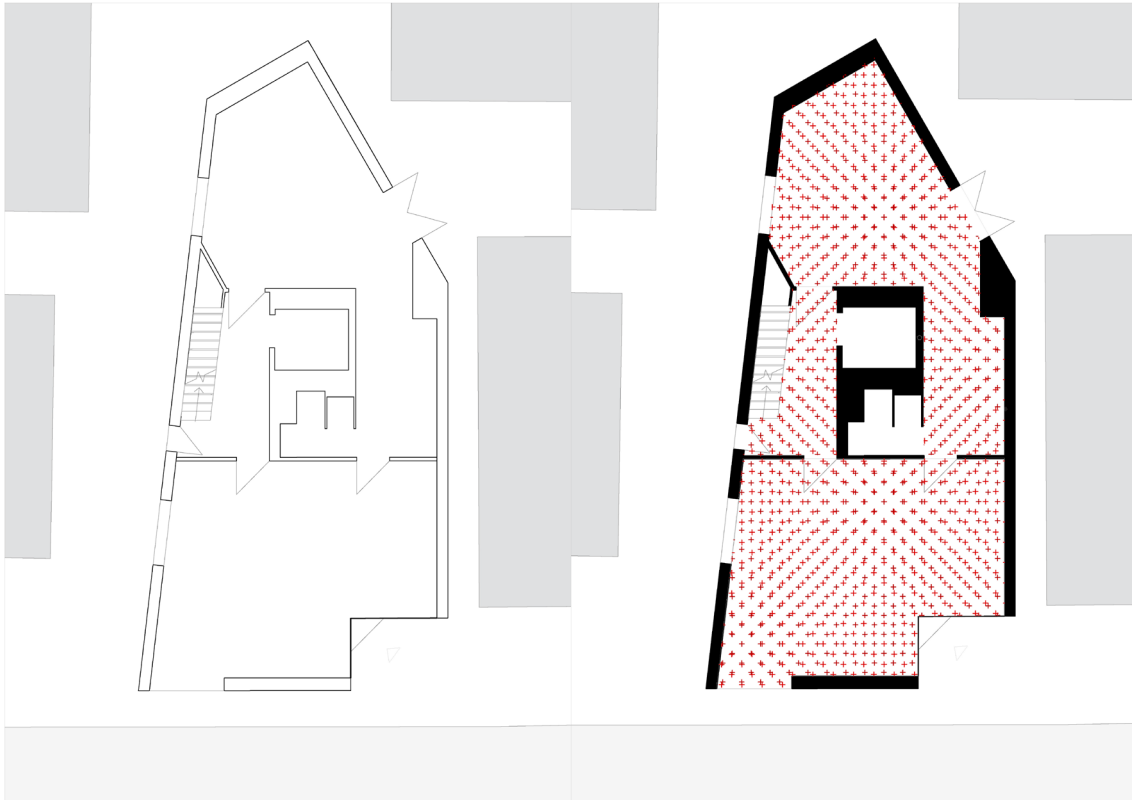


Fig. 5 Objetivos desarrollados para la aplicación, Kitasenzoku Apartment: Tomoyuki Kurokawa Architects. Fuente: Ortiz Martínez de Carnero, R (2025)

4. Resultados y conclusiones



Fig. 6 Exposición de los trabajos desarrollados: combinación de Realidad Aumentada, Modelado BIM, impresión 3D y técnicas digitales de representación arquitectónica. Fuente: Ortiz Martínez de Carnero, R (2024)

De acuerdo con el estudio de Darwish, Kamel y Assem (2023,3), sobre el uso de realidad extendida en contextos arquitectónicos. La realidad aumentada puede ser utilizada en un gran abanico de aspectos en la enseñanza arquitectónica que van desde el aprendizaje de conceptos de análisis espacial a la toma de decisiones de diseño en proyectos. En este sentido, la

implementación del uso de la realidad aumentada en las tareas de aprendizaje puede mejorar la percepción espacial y las destrezas en diseño de los estudiantes.

Por otro lado, la interacción ha permitido la comprensión de la escala de los espacios proyectados y las dimensiones de los elementos constructivos, facilitando su comparación con el espacio real o con el resto de proyectos que han servido de estudio. Se permite así entender mejor los diferentes contextos y limitaciones que han influido en este tipo de proyectos no sólo en lo referente a su inserción urbana, sino también en cuanto a su técnica: constructiva y estructural e incluso a parámetros de tipo socio-económicos y culturales que han provocado la producción de espacios de una determinada escala.

Las sesiones de realidad aumentada se desarrollaron pasado el ecuador del curso con prácticamente la mitad de los ejercicios del curso por evaluar. Se ha realizado una comparativa de los resultados obtenidos por los estudiantes en diferentes áreas en relación con el empleo de los métodos inmersivos, comparando resultados académicos antes y después (ver Tabla 1). De un número total de 28 alumnos se muestra el porcentaje de alumnos que ha alcanzado un nivel muy por encima de la media, mayor e igual que 7, en una puntuación del 1 al 10, en cada parámetro.

Tabla 1. Comparativa de resultados antes y después de las sesiones con tecnologías inmersivas

Antes de la Experiencia	Parametro de Evaluación	Después de la Experiencia
57%	Reconocimiento preciso de la escala	82%
50%	Mejor reconocimiento de cualidades y características espaciales	62%
42%	Mejor reconocimiento de características constructivas y estructurales	82%
42%	Reconocimiento de la Integración en contextos urbanos	82%
50%	Calificaciones	64%

Los resultados muestran que el uso de la realidad aumentada en combinación con el modelado BIM y las maquetas de impresión 3D junto con la experiencia del entorno virtual ha favorecido el entendimiento y la asimilación de los proyectos arquitectónicos, influyendo positivamente en la mejora del rendimiento de los alumnos en posteriores proyectos y ejercicios.

Para una futura evaluación del rendimiento de las aplicaciones en el contexto de la investigación para el diseño, se propone la realización de encuestas con marcadores y puntuaciones que evalúen aspectos relacionados con su uso. Así, se podrían implementar vías de investigación futuras basándonos en las necesidades de los usuarios desde un punto de vista pedagógico y de recursos técnicos. A continuación, se plantean una serie de preguntas que se podrían realizar en futuras encuestas al realizar sesiones de trabajo con estas tecnologías:

- Calificar la calidad de la experiencia espacial.

- Diferencias existentes entre el uso de pantallas (tablets o dispositivos móviles) y HMD.⁵, en cuanto a percepción y comprensión espacial.
- ¿Cómo influye la interacción y el aprendizaje colaborativo entre estudiantes, contextos y material virtual?
- ¿Para qué tipo de fases de investigación a través del diseño ha sido más adecuado su uso?

5. Proyección Futura: acortando la distancia entre representación y realidad



Fig. 7 (izquierda) Sesión de clase de Realidad Aumentada: Trabajo con escalas y secciones dinámicas. Fuente: Ortiz Martínez de Carnero, R (2024). Fig. 8 (derecha) Captura simultanea de maqueta física y realidad aumentada (RA). Tatsumi Apartment House: Hiroyuki Hito. Modelo digital realizado por el alumno Iván Vidiella Camino. Fuente: Ortiz Martínez de Carnero, R (2024)

La integración de métodos y herramientas inmersivas, en un contexto de innovación docente, ofrece nuevos planteamientos y puntos de vista en la investigación basada en el desarrollo de proyectos. La inclusión en el espacio de trabajo y la posibilidad de proyectar e investigar dentro de él nos ofrece un acercamiento diferente a los problemas estratégicos derivados del diseño de un proyecto de arquitectura, influyendo de forma directa en el planteamiento creativo de soluciones a problemas espaciales y técnicos complejos.

De acuerdo con Sørensen, (2006, 26), la realidad aumentada ayudará a reducir la distancia entre representación y realidad, y sus consecuencias tendrán un relevante impacto en el desarrollo de la práctica arquitectónica. Más allá de la representación de propuestas finales, comenzará a formar parte de procesos de evaluación de propuestas de diseño en diferentes estados de desarrollo. Este aspecto tendrá una incidencia fundamental dentro del contexto educativo y académico, permitiendo la investigación a través del proyecto, así como el desarrollo de conceptos a escala real ó incluso mediante simulaciones in situ.

⁵ HDM, por sus siglas, Head-Mounted Display, casco o gafas de realidad virtual.

5.1. Potenciación de la sensación de presencia y la escala dentro del contexto

Una interesante vía de investigación adicional que se pretende incorporar en el futuro a esta iniciativa es el empleo de la realidad aumentada in situ, para poner a prueba los resultados de la investigación a través del diseño, en el lugar de emplazamiento y de esta forma evaluar el impacto de la propuesta y recalibrar determinados aspectos del mismo a través de estas experiencias. No en vano muchos maestros de la arquitectura han expresado con regularidad la importancia de la experiencia con el lugar y la visualización mental del proyecto in situ.

Esta experiencia ofrece también la posibilidad de establecer comparativas de una propuesta en situaciones diferentes y evaluar el impacto de los diferentes estudios en un contexto determinado.

Otro objetivo futuro de esta iniciativa contempla la introducción de los proyectos realizados de forma virtual en el espacio urbano para el cual han sido diseñados a través de técnicas de realidad aumentada, lo que ayudaría a entender mejor la inserción del proyecto de arquitectura en una realidad urbana concreta.

5.2. Hacia experiencias cercanas al Metaverso como espacio interdisciplinar, colaborativo y flexible

Entre los objetivos de este enfoque destacaría la futura incorporación del metaverso en la enseñanza arquitectónica, a través de la creación de un espacio virtual dinámico de trabajo compartido, donde los proyectos se desarrollan y actualizan en tiempo real. Esta propuesta de aprendizaje promueve la reflexión a partir de la propia experiencia espacial de la arquitectura mediante la retroalimentación entre el espacio virtual con la experiencia real y los modelos digitales con los físicos.

Este espacio colaborativo de acceso flexible y asincrónico, se plantea como complementaria al aula tradicional donde a través de avatares los alumnos pudiesen aprender y trabajar en equipo, en un entorno docente que es simultáneamente: experiencial, inmersivo, cooperativo y abierto. Por otro lado, desde el aula tradicional se podrían promover experiencias de carácter híbrido y permitir un acercamiento a la realidad del proyecto arquitectónico desde escalas próximas a la realidad de forma simulada.

Es importante destacar el hecho de que el acceso se realizaría a partir de terminales y dispositivos móviles, personales e individualizados, con unas determinadas especificaciones técnicas básicas, lo que evitaría los constantes problemas de actualización de las aulas y laboratorios específicamente dedicados al empleo de estas tecnologías, garantizando la eficiencia y la continuidad del modelo frente a impedimentos de carácter económico o de dotación de espacios especiales.

5.3. Visualizar lo Invisible desde la realidad extendida

La superposición de capas en un modelo arquitectónico, no sólo tiene que limitarse a los elementos que componen un proyecto de arquitectura, sino que también puede hacer visible partículas, simulaciones o cambios en las condiciones ambientales que afectan a la resolución volumétrica y espacial de un proyecto. Por tanto, desde la realidad extendida, visualizar la incidencia de la radiación, el sonido u otros sistemas ambientales puede ayudar desde la investigación a través del proyecto a proponer nuevas arquitecturas.

Agradecimientos

Charles Shen, director de WELLS Architects, que, desde el ámbito profesional, me introdujo en el mundo de las tecnologías inmersivas aplicadas a la arquitectura. Francisco Pinto Puerto, director del departamento de Expresión Gráfica de la E.T.S.A Sevilla, por su interés en la iniciativa y su difusión. Francisco Javier López Rivera, Subdirector de Cultura, E.T.S.A Sevilla, por su colaboración en la exposición de los trabajos en la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de la Universidad de Sevilla. A los alumnos del grupo 2.11 de Dibujo 03: Análisis Gráfico, 2024/25.

Bibliografía

Das, Avishek, Camilla Brunsgaard y Claus Brøndgaard Madsen. 2022. «Understanding the AR-VR Based Architectural Design Workflow among Selected Danish Architecture Practices». *eCAADe 40 - Volume 1 - Co-creating the Future*. 381-388.

Darwish, Mohamed & Kamel, Shaimaa & Assem, Ayman. 2023. «Extended reality for enhancing spatial ability in architecture design education». *Ain Shams Engineering Journal*. Vol. (14), 1-13. doi: 10.1016/j.asej.2022.102104.

Fröst, Peter y Peter Warren, P. 2000. «Virtual Reality Used in a Collaborative Architectural Design Process». *2000 IEEE International Conference on Information Visualization*, 568-573.

Kataoka, M. 2025. «With Love, What Kind of a World Can Machines and Humans Create?» *Machine Love: Video Game, AI and Contemporary Art*, 25-36. Tokio: Mori Art Museum.

Krüger, Jule M., Alexander Buchholz y Daniel Bodemer. 2019. «Augmented Reality in Education: Three Unique Characteristics from a User's Perspective». *Proceedings of the 27th International Conference on Computers in Education*, 412-422. Asia-Pacific Society for Computers in Education.

Hunicke, Robin, Marc LeBlanc y Robert Zubek. 2004. «MDA: A Formal Approach to Game Design and Game Research». *19th National Conference of Artificial Intelligence. AAAI Workshop - Technical Report. 1*.

Schnabel, Marc Aurel, Sky Lo Tian Tian y Serdar Aydin. 2014. «Gamification and Rule Based Design Strategies in Architecture Education». *DesignED Asia Conference 2014*. doi: 10.13140/2.1.5150.3689.

Sørensen, S. 2006. «The development of Augmented Reality as a tool in Architectural and Urban design». *Nordic journal of architectural research*, Vol. (19): n.º 4, 25-32.

Shihab, Sk Rezwan, Nahida Sultana y Abdul Samad. 2023 «Pedagogy designing with augmented reality: a paradigm shift in educational approaches». *Injury: Interdisciplinary Journal and Humanity*, Vol. (2): n.º 11, 872-898. doi: 10.58631/injury.v2i11.136