

JIDA'20

VIII JORNADAS
SOBRE INNOVACIÓN DOCENTE
EN ARQUITECTURA

WORKSHOP ON EDUCATIONAL INNOVATION
IN ARCHITECTURE JIDA'20

JORNADES SOBRE INNOVACIÓ
DOCENT EN ARQUITECTURA JIDA'20

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA DE MÁLAGA
12 Y 13 DE NOVIEMBRE DE 2020



UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE CATALUNYA
BARCELONATECH

umaeditorial 

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

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

Editores

Berta Bardí i Milà, Daniel García-Escudero

Revisión de textos

Alba Arboix, Jordi Franquesa, Joan Moreno, Judit Taberna

Edita

Iniciativa Digital Politècnica Oficina de Publicacions Acadèmiques Digitals de la UPC
Publicaciones y Divulgación Científica, Universidad de Málaga

ISBN 978-84-9880-858-2 (IDP-UPC)
978-84-1335-032-5 (UMA EDITORIAL)

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, UMA



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'20

Dirección y edición

Berta Bardí i Milà (GILDA)

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

Daniel García-Escudero (GILDA)

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

Organización

Antonio Álvarez Gil

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

Jordi Franquesa (Coordinador GILDA)

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

Joan Moreno Sanz (GILDA)

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

Fernando Pérez del Pulgar Mancebo

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

Judit Taberna (GILDA)

Arquitecta, Departamento de Representación Arquitectónica, ETSAB-UPC

Ferran Ventura Blanch

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

Coordinación

Alba Arboix

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

Comunicación

Eduard Llorens i Pomés

ETSAB-UPC

Comité Científico JIDA'20

Luisa Alarcón González

Dra. Arquitecta, Proyectos Arquitectónicos, ETSA-US

Gaizka Altuna Charterina

Arquitecto, Representación Arquitectónica y Diseño, TU Berlin

Atxu Amann Alcocer

Dra. Arquitecta, Ideación Gráfica Arquitectónica, ETSAM-UPM

Irma Arribas Pérez

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

Raimundo Bambó

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

Iñaki Bergera

Dr. Arquitecto, Proyectos Arquitectónicos, EINA-UNIZAR

Jaume Blancafort

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

Enrique Manuel Blanco Lorenzo

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

Francisco Javier Boned Purkiss

Dr. Arquitecto, Composición arquitectónica, eAM'-UMA

Ivan Cabrera i Fausto

Dr. Arquitecto, Mecánica de los Medios Continuos y Teoría de Estructuras, ETSA-UPV

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

Rodrigo Carbajal Ballell

Dr. Arquitecto, Proyectos Arquitectónicos, ETSA-US

Eva Crespo

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

Valentina Cristini

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

Silvia Colmenares

Dra. Arquitecta, Proyectos Arquitectónicos, ETSAM-UPM

Còssima Cornadó Bardón

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

Eduardo Delgado Orusco

Dr. Arquitecto, Proyectos Arquitectónicos, EINA-UNIZAR

Carmen Díez Medina

Dra. Arquitecta, Composición, EINA-UNIZAR

Débora Domingo Calabuig

Dra. Arquitecta, Proyectos Arquitectónicos, ETSA-UPV

Maria Pia Fontana

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

Arturo Frediani Sarfati

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

Jessica Fuentealba Quilodrán

Arquitecta, Departamento Diseño y Teoría de la Arquitectura, Universidad del Bio-Bío, Concepción, Chile

Pedro García Martínez

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

Mariona Genís Vinyals

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

Eva Gil Lopesino

Arquitecta, Proyectos Arquitectónicos, ETSAM-UPM

María González

Arquitecta, Proyectos Arquitectónicos, ETSA-US

Arianna Guardiola Villora

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

Íñigo Lizundia Uranga

Dr. Arquitecto, Construcciones Arquitectónicas, ETSA EHU-UPV

Emma López Bahut

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

Juanjo López de la Cruz

Arquitecto, Proyectos Arquitectónicos, ETSA-US

Luis Machuca Casares

Dr. Arquitecto, Expresión Gráfica Arquitectónica, eAM'-UMA

Magda Mària Serrano

Dra. Arquitecta, Proyectos Arquitectónicos, ETSAB-UPC

Cristina Marieta Gorriti

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

Marta Masdéu Bernat

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

Camilla Mileto

Dra. Arquitecta, Composición arquitectónica, ETSA-UPV

Zaida Muxí Martínez

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

David Navarro Moreno

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

Luz Paz Agras

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

Oriol Pons Valladares

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

Jorge Ramos Jular

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

Amadeo Ramos Carranza

Dr. Arquitecto, Proyectos Arquitectónicos, ETSA-US

Patricia Reus

Dra. Arquitecta, Arquitectura y Tecnología de la Edificación, ETSAE-UPCT

Antonio S. Río Vázquez

Dr. Arquitecto, Composición arquitectónica, ETSAC-UdC

Silvana Rodrigues de Oliveira

Arquitecta, Proyectos Arquitectónicos, ETSA-US

Carlos Jesús Rosa Jiménez

Dr. Arquitecto, Urbanismo y ordenación del territorio, eAM'-UMA

Jaume Roset Calzada

Dr. Físico, Física Aplicada, ETSAB-UPC

Patricia Sabín Díaz

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

Mara Sánchez Llorens

Dra. Arquitecta, Ideación Gráfica Arquitectónica, ETSAM-UPM

Carla Sentieri Omarrementeria

Dra. Arquitecta, Proyectos Arquitectónicos, ETSA-UPV

Marta Serra Permanyer

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

Sergio Vega Sánchez

Dr. Arquitecto, Construcción y Tecnologías Arquitectónicas, ETSAM-UPM

José Vela Castillo

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

Isabel Zaragoza de Pedro

Dra. Arquitecta, Representación Arquitectónica, ETSAB-UPC

ÍNDICE

1. **Coronawar. La docencia como espacio de resistencia. *Coronawar. Teaching as a space of resistance.*** Ruiz-Plaza, Angela; De Coca-Leicher, José; Torrego-Gómez, Daniel.
2. **Narrativa gráfica: el aprendizaje comunicativo del dibujar. *Graphic narrative: the communicative learning of drawing.*** Salgado de la Rosa, María Asunción; Raposo Grau, Javier Fcob; Butragueño Díaz-Guerra, Belén.
3. **Sobre la casa desde casa: nueva experiencia docente en la asignatura Taller de Arquitectura. *About the house from home: new teaching experience in the subject Architecture Workshop.*** Millán-Millán, Pablo Manuel.
4. **Muéstrame Málaga: Un recorrido por la historia de la arquitectura guiado por el alumnado. *Show me Malaga: A tour through the history of architecture guided by students.*** González-Vera, Víctor Miguel.
5. **Formaciones Feedback. Tres proyectos con materiales granulares manipulados robóticamente. *Feedback Formation. Three teaching projects on robotically manipulated granular materials.*** Medina-Ibáñez, Jesús; Jenny, David; Gramazio, Fabio; Kohler, Matthias.
6. **La novia del Maule, recreación a escala 1:1. *The Maule's Bride, recreation 1:1 scale.*** Zúñiga-Alegría, Blanca.
7. **Docencia presencial con evaluación virtual. La adaptación del sistema de evaluación. *On-site teaching with on-line testing. The adaptation of the evaluation system.*** Navarro-Moreno, David; La Spina, Vincenzina; Garcia-Martínez, Pedro; Jiménez-Vicario, Pedro.
8. **El uso de rompecabezas en la enseñanza de la historia urbana. *The use of puzzles in the teaching of urban history.*** Esteller-Agustí, Alfred; Vigil-de Insausti, Adolfo; Herrera-Piñuelas, Isamar Anicia.
9. **Estrategias educativas innovadoras para la docencia teórica en Arquitectura. *Innovative Educational Strategies for Theoretical Teaching in Architecture.*** Lopez-De Asiain, María; Díaz-García, Vicente.
10. **Los retos de la evaluación online en el aprendizaje universitario de la arquitectura. *Challenges of online evaluation in the Architecture University learning.*** Onecha-Pérez, Belén; López-Valdés, Daniel; Sanz-Prat, Javier.

11. **Zoé entra en casa. La biología en la formación en arquitectura. *Zoé enters the house. Biology in architectural training.*** Tapia Martín, Carlos; Medina Morillas, Carlos.
12. **Elementos clave de una base sólida que estructure la docencia de arquitectura. *Key elements of a solid foundation that structures architectural teaching.*** Santalla-Blanco, Luis Manuel.
13. **Buildings 360º: un nuevo enfoque para la enseñanza en construcción. *Buildings 360º: a new approach to teaching construction.*** Sánchez-Aparicio, Luis Javier; Sánchez-Guevara Sánchez, María del Carmen; Gallego Sánchez-Torija, Jorge; Olivieri, Francesca.
14. **Asignaturas tecnológicas en Arquitectura en el confinamiento: hacia una enseñanza aplicada. *Technological courses in Architecture during lock down: towards an applied teaching.*** Cornadó, Còssima; Crespo, Eva; Martín, Estefanía.
15. **Pedagogía colaborativa y redes sociales. Diseñar en cuarentena. *Collaborative Pedagogy and Social Networks. Design in Quarantine.*** Hernández-Falagán, David.
16. **De Vitruvio a Instagram: Nuevas metodologías de análisis arquitectónico. *From Vitruvius to Instagram: New methodologies for architectural análisis.*** Coeffé Boitano, Beatriz.
17. **Estrategias transversales. El grano y la paja. *Transversal strategies. Wheat and chaff.*** Alfaya, Luciano; Armada, Carmen.
18. **Lo fortuito como catalizador para el desarrollo de una mentalidad de crecimiento. *Chance as a catalyst for the development of a growth mindset.*** Amtmann-Barbará, Sebastián; Mosquera-González, Javier.
19. **Sevilla: Ciudad Doméstica. Experimentación y Crítica Urbana desde el Confinamiento. *Sevilla: Domestic City. Experimentation and Urban Critic from Confinement.*** Carrascal-Pérez, María F.; Aguilar-Alejandro, María.
20. **Proyectos con Hormigón Visto. Repensar la materialidad en tiempos de COVID-19. *Architectural Design with Exposed Concrete. Rethinking materiality in times of COVID-19.*** Lizondo-Sevilla, Laura; Bosch-Roig, Luis.
21. **El Database Driven Lab como modelo pedagógico. *Database Driven Lab as a pedagogical model.*** Juan-Liñán, Lluís; Rojo-de-Castro, Luis.
22. **Taller de visitas de obra, modo virtual por suspensión de docencia presencial. *Building site visits workshop, virtual mode for suspension of in-class teaching.*** Pinilla-Melo, Javier; Aira, José-Ramón; Olivieri, Lorenzo; Barbero-Barrera, María del Mar.

23. **La precisión en la elección y desarrollo de los trabajos fin de máster para una inserción laboral efectiva. *Precision in the choice and development of the final master's thesis for effective job placement.*** Tapia-Martín, Carlos; Minguet-Medina, Jorge.
24. **Historia de las mujeres en la arquitectura. 50 años de investigación para un nuevo espacio docente. *Women's History in Architecture. 50 years of reseach for a new teaching area.*** Pérez-Moreno, Lucía C.
25. **Sobre filtros aumentados transhumanos. *HYPERFILTER, una pedagogía para la acción FOMO. On transhuman augmented filters. HYPERFILTER, a pedagogy for FOMO Action.*** Roig, Eduardo.
26. **El arquitecto ante el nuevo paradigma del paisaje: implicaciones docentes. *The architect addressing the new landscape paradigm: teaching implications.*** López-Sanchez, Marina; Linares-Gómez, Mercedes; Tejedor-Cabrera, Antonio.
27. **'Arquigramers'. *'Archigramers'.*** Flores-Soto, José Antonio.
28. **Poliesferas Pedagógicas. Estudio analítico de las cosmologías locales del Covid-19. *Pedagogical Polysoheres. Analytical study of the local cosmologies of the Covid-19.*** Espegel-Alonso, Carmen; Feliz-Ricoy, Sálvora; Buedo-García, Juan Andrés.
29. **Académicas enREDadas en cuarentena. *Academic mamas NETworking in quarantine.*** Navarro-Astor, Elena; Guardiola-Víllora, Arianna.
30. **Aptitudes de juicio estético y visión espacial en alumnos de arquitectura. *Aesthetic judgment skills and spatial vision in architecture students.*** Iñarra-Abad, Susana; Sender-Contell, Marina; Pérez de los Cobos-Casinello, Marta.
31. **La docencia en Arquitectura desde la comprensión tipológica compositiva. *Teaching Architecture from a compositive and typological understanding.*** Cimadomo, Guido.
32. **Habitar el confinamiento: una lectura a través de la fotografía y la danza contemporánea. *Inhabiting confinement: an interpretation through photography and contemporary dance.*** Cimadomo, Guido.
33. **Docencia Conversacional. *Conversational learning.*** Barrientos-Turrión, Laura.
34. **¿Arquitectura a distancia? Comparando las docencias remota y presencial en Urbanismo. *Distance Learning in Architecture? Online vs. On-Campus Teaching in Urbanism Courses.*** Ruiz-Apilánez, Borja; García-Camacha, Irene; Solís, Eloy; Ureña, José María de.

35. **El taller de paisaje, estrategias y objetivos, empatía, la arquitectura como respuesta. *The landscape workshop, strategies and objectives, empathy, architecture as the answer.*** Jiliberto-Herrera, José Luís.
36. **Yo, tú, nosotras y el tiempo en el espacio habitado. *Me, you, us and time in the inhabited space.*** Morales-Soler, Eva; Minguet-Medina, Jorge.
37. **Mis climas cotidianos. Didácticas para una arquitectura que cuida el clima y a las personas. *Climates of everyday life. Didactics for an Architecture that cares for the climate and people.*** Alba-Pérez-Rendón, Cristina; Morales-Soler, Eva; Martín-Ruiz, Isabel.
38. **Aprendizaje confinado: Oportunidades y percepción de los estudiantes. *Confined learning: Opportunities and perception of college students.*** Redondo-Pérez, María; Muñoz-Cosme, Alfonso.
39. **Arqui-enología online. La arquitectura de la percepción, los sentidos y la energía. *Archi-Oenology online. The architecture of senses, sensibilities and energies.*** Ruiz-Plaza, Angela.
40. **La piel de Samantha: presencia y espacio. Propuesta de innovación docente en Diseño. *The skin of Samantha: presence and space. Teaching innovation proposal in Design.*** Fernández-Barranco, Alicia.
41. **El análisis de proyectos como aprendizaje transversal en Diseño de Interiores. *Analysis of projects as a transversal learning in Interior Design.*** González-Vera, Víctor Miguel; Fernández-Contreras, Raúl; Chamizo-Nieto, Francisco José.
42. **El dibujo como herramienta operativa. *Drawing as an operational tool.*** Bacchiarello, María Fiorella.
43. **Experimentación con capas tangibles e intangibles: COVID-19 como una capa intangible más. *Experimenting with tangible and intangible layers: COVID-19 as another intangible layer.*** Sádaba, Juan; Lenzi, Sara; Latasa, Itxaro.
44. **Logros y Límites para una enseñanza basada en el Aprendizaje en Servicio y la Responsabilidad Social Universitaria. *Achievements and Limits for teaching based on Service Learning and University Social Responsibility.*** Ríos-Mantilla, Renato; Trovato, Graziella.
45. **Generación screen: habitar en tiempos de confinamiento. *Screen Generation: Living in the Time of Confinement.*** De-Gispert-Hernández, Jordi; García-Ortega, Ramón.
46. **Sobre el QUIÉN en la enseñanza arquitectónica. *About WHO in architectural education.*** González-Bandera, María Isabel; Alba-Dorado, María Isabel.

47. **La docencia del dibujo arquitectónico en época de pandemia. *Teaching architectural drawing in times of pandemic.*** Escoda-Pastor, Carmen; Sastre-Sastre, Ramon; Bruscato-Miotto Underlea.
48. **Aprendizaje colaborativo en contextos postindustriales: catálogos, series y ensamblajes. *Collaborative learning in the post-industrial context: catalogues, series and assemblies.*** de Abajo Castrillo, Begoña; Espinosa Pérez, Enrique; García-Setién Terol, Diego; Ribot Manzano, Almudena.
49. **El Taller de materia. Creatividad en torno al comportamiento estructural. *Matter workshop. Creativity around structural behavior.*** Arias Madero, Javier; Llorente Álvarez, Alfredo.
50. **Human 3.0: una reinterpretación contemporánea del Ballet Triádico de Oskar Schlemmer. *Human 3.0: a contemporary reinterpretation of Oskar Schlemmer's Triadic Ballet.*** Tabera Roldán, Andrés; Vidaurre-Arbizu, Marina; Zuazua-Ros, Amaia; González-Gracia, Daniel.
51. **¿Materia o bit? Maqueta real o virtual como herramienta del Taller Integrado de Proyectos. *Real or Virtual Model as an Integrative Design Studio Tool.*** Tárrago-Mingo, Jorge; Martín-Gómez, César; Santas-Torres, Asier; Azcárate-Gómez, César.
52. **Un estudio comparado. Hacia la implantación de un modelo docente mixto. *A comparative study. Towards the implementation of a mixed teaching model.*** Pizarro Juanas, María José; Ruiz-Pardo, Marcelo; Ramírez Sanjuán, Paloma.
53. **De la clase-basílica al mapa generativo: Las redes colaborativas del nativo digital. *From the traditional classroom to the generative map: The collaborative networks of the digital native.*** Martínez-Alonso, Javier; Montoya-Saiz, Paula.
54. **Confinamiento liberador: experimentar con materiales y texturas. *Liberating confinement: experimenting with materials and textures.*** De-Gispert-Hernández, Jordi.
55. **Exposiciones docentes. Didáctica, transferencia e innovación en el ámbito académico. *Educational exhibitions. Didacticism, transfer and innovation into the academic field.*** Domingo Santos, Juana; Moreno Álvarez, Carmen; García Píriz, Tomás.
56. **Comunicación. Acción formativa sobre la comunicación efectiva. *Communication. Training action about the effective communication.*** Rivera, Rafael; Trujillo, Macarena.
57. **Oscilación entre teoría y práctica: la representación como punto de equilibrio. *Oscillation between theory and practice: representation as a point of balance.*** Andrade-Harrison, Pablo.

58. **Construcción de Sentido: Rima de Teoría y Práctica en el Primer Año de Arquitectura. *Construction of Meaning: Rhyme of Theory and Practice in the First Year of Architecture.*** Quintanilla-Chala, José; Razeto-Cáceres, Valeria.
59. **Propuesta innovadora en el Máster Oficial en Peritación y Reparación de Edificios. *Innovative proposal in the Official Master in Diagnosis and Repair of Buildings.*** Pedreño-Rojas, Manuel Alejandro; Pérez-Gálvez, Filomena; Morales-Conde, María Jesús; Rubio-de-Hita, Paloma.
60. **La inexistencia de enunciado como enunciado. *The nonexistence of statement as statement.*** García-Bujalance, Susana.
61. **Blended Learning en la Enseñanza de Proyectos Arquitectónicos a través de Miro. *Blended Learning in Architectural Design Education through Miro.*** Coello-Torres, Claudia.
62. **Multi-Player City. La producción de la ciudad negociada: Simulaciones Docentes. *Multi-Player City. The production of the negotiated city: Educational Simulations.*** Arenas Laorga, Enrique; Basabe Montalvo, Luis; Muñoz Torija, Silvia; Palacios Labrador, Luis.
63. **Proyectando un territorio Expo: grupos mixtos engarzando el evento con la ciudad existente. *Designing an Expo space: mixed level groups linking the event with the existing city.*** Gavilanes-Vélaz-de-Medrano, Juan; Castellano-Pulido, Javier; Fuente-Moreno, Jesús; Torre-Fragoso, Ciro.
64. **Un pueblo imaginado. *An imagined village.*** Toldrà-Domingo, Josep Maria; Farreny-Morancho, Jaume; Casals-Roca, Raquel; Ferré-Pueyo, Gemma.
65. **El concurso como estrategia de aprendizaje: coordinación, colaboración y difusión. *The contest as a learning strategy: coordination, collaboration and dissemination.*** Fernández Villalobos, Nieves; Rodríguez Fernández, Carlos; Geijo Barrientos, José Manuel.
66. **Aprendizaje-Servicio para la diagnosis socio-espacial de la edificación residencial. *Service-Learning experience for the socio-spatial diagnosis of residential buildings.*** Vima-Grau, Sara; Tous-Monedero, Victoria; Garcia-Almirall, Pilar.
67. **Creatividad con método. Evolución de los talleres de Urbanismo+Proyectos de segundo curso. *Creativity within method. Evolution of the second year Architecture+Urban design Studios.*** Frediani Sarfati, Arturo; Alcaina Pozo, Lara; Rius Ruiz, Maria; Rosell Gratacòs, Quim.
68. **Estrategias de integración de la metodología BIM en el sector AEC desde la Universidad. *Integration strategies of the BIM methodology in the AEC sector from the University.*** García-Granja, María Jesús; de la Torre-Fragoso, Ciro; Blázquez-Parra, Elidia B.; Martín-Dorta, Norena.

69. **Taller experimental de arquitectura y paisaje. Primer ensayo “on line”.**
Architecture and landscape experimental atelier. First online trial. Coca-Leicher, José de; Fontcuberta-Rueda, Luis de.
70. **camp_us: co-diseñando universidad y ciudad. Pamplona, 2020. camp_us: co-designing university and city. Pamplona 2020.** Acilu, Aitor; Larripa, Adrián.
71. **Convertir la experiencia en experimento: La vida confinada como escuela de futuro. Making the experience into experiment: daily lockdown life as a school for the future.** Nanclares-daVeiga, Alberto.
72. **Urbanismo Acción: Enfoque Sostenible aplicado a la movilidad urbana en centros históricos. Urbanism Action: Sustainable Approach applied to urban mobility in historic centers.** Manchego-Huaquipaco, Edith Gabriela; Butrón-Revilla, Cinthya Lady.
73. **Arquitectura Descalza: proyectar y construir en contextos frágiles y complejos. Barefoot Architecture designing and building in fragile and complex contexts.** López-Osorio, José Manuel; Muñoz-González, Carmen M.; Ruiz-Jaramillo, Jonathan; Gutiérrez-Martín, Alfonso.
74. **I Concurso de fotografía de ventilación y climatización: Una experiencia en Instagram. I photography contest of ventilation and climatization: An experience on Instagram.** Assiego-de-Larriva, Rafael; Rodríguez-Ruiz, Nazaret.
75. **Urbanismo participativo para la docencia sobre espacio público, llegó el confinamiento. Participatory urbanism for teaching on public space, the confinement arrived.** Telleria-Andueza, Koldo; Otamendi-Irizar, Irati.
76. **WhatsApp: Situaciones y Programa. WhatsApp: Situations and Program.** Silva, Ernesto; Braghini, Anna; Montero Paulina.
77. **Los talleres de experimentación en la formación del arquitecto humanista. The experimental workshops in the training of the humanist architect.** Domènech-Rodríguez, Marta; López López, David.
78. **Role-Play como Estrategia Docente en el Aprendizaje de la Construcción. Role-Play as a Teaching Strategy in Construction Learning.** Pérez-Gálvez, Filomena; Pedreño-Rojas, Manuel Alejandro; Morales-Conde, María Jesús; Rubio-de-Hita, Paloma.
79. **Enseñanza de la arquitectura en Chile. Acciones pedagógicas con potencial innovador. Architectural teaching in Chile. Pedagogical actions with innovative potential.** Lagos-Vergara, Rodrigo; Barrientos-Díaz, Macarena.

80. **Taller vertical y juego de roles en el aprendizaje de programas arquitectónicos emergentes. *Vertical workshop and role-playing in the learning of emerging architectural programs.*** Castellano-Pulido, F. Javier; Gavilanes-Vélaz de Medrano, Juan; Minguet-Medina, Jorge; Carrasco-Rodríguez, Francisco.
81. **Un extraño caso de árbol tenedor. Madrid y Ahmedabad. Aula coopera [Spain/in/India]. *A curious case of tree fork. Madrid and Ahmedabad. Aula coopera [Spain/in/India].*** Montoro-Coso, Ricardo; Sonntag, Franca Alexandra.
82. **La escala líquida. Del detalle al territorio como herramienta de aprendizaje. *Liquid scale. From detail to territory as a learning tool.*** Solé-Gras, Josep Maria; Tifena-Ramos, Arnau; Sardà-Ferran, Jordi.
83. **Empatía a través del juego. La teoría de piezas sueltas en el proceso de diseño. *Empathy through playing. The theory of loose parts in Design Thinking.*** Cabrero-Olmos, Raquel.
84. **La docencia de la arquitectura durante el confinamiento. El caso de la Escuela de Valencia. *Teaching architecture in the time of stay-at-home order. The case of the Valencia School.*** Cabrera i Fausto, Ivan; Fenollosa Forner, Ernesto.
85. **Proyectos Arquitectónicos de programa abierto en lugares invisibles. *Architectural Projects of open program in invisible places.*** Alonso-García, Eusebio; Blanco-Martín, Javier.

Buildings 360°: un nuevo enfoque para la enseñanza en construcción

Buildings 360°: a new approach to teaching construction

Sánchez-Aparicio, Luis Javier^a; Sánchez-Guevara Sánchez, María del Carmen^b; Gallego Sánchez-Torija, Jorge^c; Olivieri, Francesca^d

Departamento de Construcción y Tecnología Arquitectónicas, Escuela Técnica Superior de Arquitectura - Universidad Politécnica de Madrid, España. ^a Profesor Ayudante Doctor lj.sanchez@upm.es; ^b Profesora Ayudante Doctora carmen.sanchezguevara@upm.es; ^c Profesor Ayudante jorge.gallego@upm.es; ^d Profesora Contratada Doctora francesca.olivieri@upm.es

Abstract

We present here the innovative education project Buildings 360°. This project follows previous educative initiatives. The project goal is to develop a novel immersive platform that will enable students to view real construction works along time. This platform will use 360 images in contrast to the widespread and expensive 3D models resulting into a low-cost system which is at the same time very intuitive, allows to manage large amounts of data and is easy to implement by non-expert users. This system will be used as a complementary material in the subjects of Construction I and II and will enable students to look up each of the phases of the construction work, the materials and the construction systems.

Keywords: *geoinformatics, 360° images; technology, ITC tools, teaching space.*

Thematic areas: *technology, ITC tools, teaching space.*

Resumen

El presente trabajo tiene como objeto presentar el proyecto de innovación educativa Buildings 360°. Proyecto que toma el relevo de iniciativas educativas anteriores, pretendiendo desarrollar una novedosa plataforma inmersiva que permitirá consultar las obras de construcción a lo largo del tiempo. Plataforma que abogará por el uso de imágenes 360° en contraposición de enfoques más extendidos basados en costosos modelos 3D, dando lugar a un sistema de bajo coste, muy intuitivo, capaz de gestionar grandes bloques de información y fácil de implementar por usuarios no expertos. Este sistema se usará como complemento docente en la asignatura de Construcción I y Construcción II, permitiendo al alumnado consultar cada una de las fases de una obra, sus materiales y sistemas constructivos.

Palabras clave: *geoinformática, imágenes 360°, tecnología, herramientas TIC, espacio docente.*

Bloque temático: *tecnología, herramientas TIC, espacio docente.*

Introducción

Uno de los fenómenos más visibles en la sociedad actual, y en la enseñanza universitaria en particular, es la transformación digital de la misma a través de lo que se conoce como “Era digital”. Las últimas generaciones de estudiantes universitarios, conocidos comúnmente como Generación Z (nacidos entre el año 1990 y el año 2000), pivota gran parte de su actividad cotidiana, ocio, cultura e incluso forma de estudiar y aprender, en el uso de recursos tecnológicos como Internet, las tabletas y smartphones e incluso los videojuegos. Enfoque que contrasta, de forma notable, con las técnicas tradicionales de enseñanza en construcción, oficio difícil de aprender sin la experiencia directa de la observación del proceso de ejecución de la obra real. Las escuelas de arquitectura, han impartido dicha disciplina a través de contenidos teóricos que son intercalados con prácticas, más o menos teóricas (ej. resolución de encuentros constructivos) que obligan al alumnado a enfrentarse al proceso proyectual de concepción y análisis. Dentro de este contexto, una de las carencias más comunes, y que limitan un aprendizaje adecuado de dicha disciplina, es la falta de contacto del alumnado con la práctica constructiva real. Contacto que suele llevarse a cabo a través de visitas programadas a obra en las cuales el profesorado, previo acuerdo con los agentes de la misma, planifica una o varias durante el periodo lectivo de la asignatura. Si bien dicho enfoque puede ser considerado como altamente productivo para la enseñanza de esta disciplina, el inexorable avance de las obras y la dificultad en términos de seguridad y salud, hace que dicha práctica sea realmente complicada de efectuar.

Fruto de estas limitaciones, y promovido en gran parte por los avances experimentados por las tecnologías de la información, póngase como ejemplo la Geoinformación, han surgido diversas iniciativas educativas que tratan de usar métodos de Realidad Aumentada y Virtual. Conjunto de enfoques que pivotan fundamentalmente en el uso de modelos 3D, con mayor o menor grado de detalle, del objeto de interés. Ejemplos de estas aplicaciones pueden verse en multitud de estudios, efectuados a diferentes escalas e incluso en diferentes titulaciones. Rodríguez-González et al. (2019) incorpora las mallas 3D de materiales pétreos como parte de la evaluación de conceptos en asignaturas donde el reconocimiento de las mismas es parte fundamental del aprendizaje. Rodríguez-Martín et al. (2019) por su parte usa dichos modelos 3D para crear laboratorios virtuales destinados al aprendizaje del proceso de soldeo. Centrados en el campo de la arquitectura, resulta conveniente resaltar los trabajos efectuados por Redondo et al. (2014; 2017a; 2017b) sobre el uso de métodos de realidad aumentada en el aprendizaje de diseño urbano y la construcción dentro del Grado de Arquitectura o los trabajos de Castronovo et al. (2019) y Wesolowski (2019) sobre el uso de sistemas de realidad virtual para la enseñanza en construcción. Si bien los sistemas basados en modelos 3D suponen sin duda un nuevo mundo virtual de amplias posibilidades, su uso a menudo queda ampliamente mermado por el alto coste que supone generar dichos modelos, así como la necesidad de disponer de amplios conocimientos en 3D e incluso equipos especializados para su correcta visualización. Dificultades que pueden ser especialmente importantes si se pretende generar entornos virtuales de obras en donde se incluyan los acopios de materiales, los equipos auxiliares o la evolución de la misma (encofrado de forjados, levantamiento de cerramientos etc.).

Eco de la dificultad anteriormente remarcada, el presente trabajo expondrá el proyecto de innovación educativa Buildings 360° promovido por el Departamento de Construcción y Tecnología Arquitectónicas de la Universidad Politécnica de Madrid. Dicha iniciativa educativa toma como base los desarrollos conseguidos a través del proyecto ARCHITECT - Visitas de Obra (desarrollados por este mismo Departamento) (Vega-Sánchez et al., 2017), así como el trabajo de investigación efectuado por Sánchez-Aparicio et al. (2019). En el primero de estos trabajos, el de ARCHITECT, se trata de mejorar la docencia en construcción a través de la

confección de videos de obra que explican la ejecución de diferentes elementos construcción. En el segundo de ellos, se usa un entorno virtual con imágenes 360°, para la promoción de la Muralla Medieval de Ávila, con información adaptada a los diferentes perfiles potenciales (e.j. perfiles técnicos o jóvenes estudiantes de primaria).

Tras esta introducción, el artículo continuará con una exposición del proyecto de innovación educativa, sus objetivos y planificación temporal para posteriormente exponer el estado actual del proyecto. Como broche final se esgrimen unas conclusiones y perspectivas futuras.

1. Buildings 360°: integración de enfoques 360° en el aprendizaje de la construcción

1.1. Un proyecto adaptado al perfil del alumnado

Los trabajos realizados por Vega et al. (2017) y Ovando Vacarezza y Orta Rial (2010) sobre el alumnado de segundo y cuarto curso de Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid permiten establecer un punto de partida adecuado para el diseño de cualquier herramienta docente. En estos estudios hacen uso del modelo de estilos de aprendizaje establecido por Kolb (Fry, 1979), en el cual el alumnado puede clasificarse conforme a cuatro tipologías diferentes: i) activos o divergentes; ii) reflexivos o asimiladores; iii) teóricos o convergentes y; iv) pragmáticos o acomodadores. Para más detalles acerca de dichos perfiles se sugiere consultar Fry (1979).

Los resultados de los mismos ponen de manifiesto que la mayor parte de los alumnos son del tipo convergente. Poseen un estilo de aprendizaje en el que prioriza la abstracción, la conceptualización y la experimentación activa. Prefieren orientar el aprendizaje hacia la aplicación práctica de las ideas.

A continuación, el siguiente grupo más numeroso es el de los alumnos del tipo asimilador. También priorizan la abstracción y la conceptualización, pero, a diferencia de los convergentes, prefieren la observación reflexiva a la experimentación activa. Se enfocan más a la comprensión y elaboración de modelos teóricos que a su aplicación práctica.

El grupo de alumnos del tipo acomodador constituye únicamente el 10% del conjunto de estudiantes. Su perfil es el opuesto al del tipo asimilador. Prefieren la experiencia concreta y la experimentación activa. Se enfocan al emprendimiento, a ejecutar planes. Prefieren utilizar el enfoque de ensayo y error.

En cuanto al grupo de alumnos del tipo divergente, sorprende comprobar su inexistencia entre los alumnos de 2º curso, mientras que en 4º curso alcanza un porcentaje del 15%. Su perfil es el opuesto al del tipo convergente. Prefieren la experiencia concreta y la observación reflexiva. Se enfocan a la creatividad y a las emociones. Quizá, los alumnos de 4º curso han trabajado más aspectos creativos que los alumnos de 2º, lo que podría explicar el desarrollo de esta faceta.

Siendo la mayoría de los estudiantes de tipo convergente, las asignaturas de construcción deberían ser fáciles de asimilar, ya que su aprendizaje debería basarse en las que Bernice McCarthy define, según el sistema de aprendizaje llamado 4MAT (McCarthy, 1982), “tareas de tipo 3”; caracterizadas esencialmente por el “desarrollo de habilidades”.

Al contrario de lo que ocurre en el primer paso del aprendizaje (que tiene que ver sobre todo con la motivación e implicación personal del estudiante) o en el segundo (centrado sobre todo en el análisis de los conceptos), en los cuales el papel principal está desarrollado por el profesor; en las tareas de tipo tres el protagonista es el estudiante.

De hecho, en la fase 3 del aprendizaje el estudiante pone en práctica lo que sabe; el profesor tiene un papel “secundario”, actuando más bien como un “entrenador” cuya labor es facilitar y favorecer la acción del estudiante.

Sin embargo, la experiencia nos dice que las asignaturas de construcción no son nada sencillas de aprender. Una de las principales dificultades está en que la “experimentación”, necesaria para un aprendizaje de este tipo de asignaturas, no es fácil de poner en práctica. Distintas técnicas se han utilizado hasta el momento, como por ejemplo el uso de maquetas o de montajes “time lapse”. Ambas resultan útiles, pero tienen muchas carencias, como por ejemplo la falta de visualización “profunda” de los detalles constructivos y de los tipos de unión.

1.2. Objetivos

El objetivo general que persigue Buildings 360° no es otro que el de desarrollar una plataforma tecnológica que, basada en imágenes 360° y entornos virtuales, sirva como material docente complementario en las asignaturas de Construcción I y II. La consecución de este objetivo general requerirá el cumplimiento de los siguientes objetivos específicos:

- *Crear una interfaz virtual capaz de consultar obras a través del tiempo y gestionar bloques de información de diversa índole (detalles constructivos, procesos constructivos o materiales de construcción).*
- *Aplicar dicho concepto a obras de construcción para crear un complemento docente que sirva al alumnado de construcción como base para entender la superposición de elementos constructivos.*
- *Fomentar el análisis crítico de obras de edificación como competencia transversal en arquitectura íntimamente vinculado al diseño proyectual.*

Aparte de esto, es posible señalar los siguientes hitos que habrán de cumplirse a lo largo del transcurso del proyecto:

- *Mejorar el entendimiento y comprensión de la construcción a los del Grado en Fundamentos de la Arquitectura.*
- *Mejorar el interés del alumnado hacia la construcción a través del uso de técnicas de gamificación.*
- *Hacer más accesible la formación a los alumnos de construcción, de manera que entiendan el funcionamiento y ejecución de los diferentes sistemas constructivos habituales, así como su proceso de ejecución.*
- *Poner a disposición de alumnos un material que facilite la comprensión de sistemas constructivos y su proceso de ejecución, y disponer de una herramienta que facilite al profesor la transferencia de conocimientos y la explicación.*
- *Aumentar el interés del alumnado hacia el diseño integrado de la construcción.*

1.3. Fases y acciones

Para poder alcanzar los objetivos planteados en la iniciativa educativa, será necesario la consecución de un plan de trabajo exhaustivo y articulado en un total de tres bloques: i) desarrollo de la interfaz gráfica; ii) la adquisición y montaje de material 360° y; iii) la validación del entorno virtual.

Estos tres bloques de trabajo se distribuirán temporalmente de la siguiente forma (Fig. 1):

- *PT-1-Identificación y selección de la información y competencias que se van a desarrollar (MES 1-MES 4):* paquete de trabajo que tratará de definir el conjunto de información de interés a mostrar en dichos entornos inmersivos en función de los perfiles de alumnado objetivo (Construcción I y Construcción II). En dicho paquete de trabajo se tienen previsto el desarrollo de la interfaz gráfica, así como la forma de mostrar la información.
- *PT-2-Generación del material 360° y del entorno inmersivo (MES 2-MES 9):* paquete de trabajo que tendrá como principal objetivo el de generar el material educativo requerido para la confección de la plataforma inmersiva. Este material estará compuesto a su vez por dos grupos i) material 360° constituido por imágenes 360° encargadas de formar el esqueleto geométrico del entorno inmersivo; ii) información acerca de encuentros constructivos y/o materiales empleados.
- *PT-3-Validación del material educativo (MES 4-MES 10):* paquete de trabajo que involucrará de lleno al alumnado de las asignaturas de Construcción I y II a través del uso de los entornos inmersivos. En dicho uso se favorecerá el aprendizaje a través de la gamificación y el aprendizaje basado en retos.
- *PT-T-Divulgación (MES 1-MES 10):* paquete de trabajo transversal que discurrirá a lo largo de todo el proyecto. El objetivo del mismo no será otro que el favorecer el seguimiento y divulgación de los resultados del proyecto a través de reuniones periódicas que tendrán como objeto asegurar el correcto cumplimiento de los PTs así como divulgar los resultados obtenidos dentro del mismo a través de la web del Departamento, redes sociales, página de la Universidad, congresos y revistas de carácter educativo.

TAREAS	MESES									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
PT-1-Identificación y selección información y competencias a desarrollar										
1.1-Identificación de la información a mostrar										
1.2-Desarrollo de la interfaz gráfica										
PT-2-Generación del material 360 y del entorno inmersivo										
Actividad 2.1-Captura de imágenes 360°										
Actividad 2.2- Generación de la información de interés										
Actividad 2.3-Creación de las plataformas inmersivas										
PT-3-Validación del material educativo										
Actividad 3.1-Validación en Construcción I										
Actividad 3.2-Validación en construcción II										
PT-T-Divulgación										
PT-T-1-Seguimiento de proyecto										
PT-T-2-Divulgación del proyecto										

Fig. 1 Diagrama GANTT de los diferentes PTs. Fuente: Elaboración propia

1.4. Impacto esperado

La plataforma Buildings 360° se enfocará fundamentalmente al alumnado de Construcción I del segundo curso del Grado en Fundamentos de la Arquitectura. En dicha asignatura se hace una introducción a la construcción a través de diversas clases teóricas que son intercaladas con clases prácticas en las cuales se plantea la resolución de una vivienda unifamiliar. Además de ello, los alumnos de Construcción II podrán verse beneficiados por la misma, utilizando ésta como recurso didáctico para repasar los conceptos tratados en la asignatura precedente.

El primero de estos grupos, el de Construcción I, está constituido por un alumnado con unos conocimientos comunes que ya ha superado el primer curso selectivo, y que será el encargado de probar el grado de comprensibilidad y el dinamismo de la plataforma. Por otro lado, el grupo de Construcción II, el cual dispone ya de unos conocimientos más avanzados en la materia y que

ya han pasado la asignatura de Construcción I, será el encargado de profundizar más en la plataforma, dando retroalimentación acerca de los contenidos mostrados.

El elevado grado de dinamismo y comprensibilidad de la plataforma la harán viable para posteriores iniciativas en asignaturas afines a Construcción tales como Instalaciones o Acondicionamiento, logrando así un gran impacto a largo plazo.

2. Estado actual de la iniciativa educativa

La presente sección tiene como objetivo mostrar, en detalle, el estado actual de la iniciativa educativa a través de un análisis del transcurso de sus paquetes de trabajo, una evaluación de un primer demostrador de la plataforma y el análisis de los resultados arrojados por una primera encuesta a alumnos de segundo curso.

2.1. Paquetes de trabajo

A día de hoy se tienen ya definidos los equipos requeridos para la captura y procesamiento de datos (hardware y software) así como el contenido a mostrar para los alumnos de Construcción I y II. También, y dentro del PT-2 se dispone de un primer conjunto de tomas de dos etapas diferentes de la obra, así como un conjunto de fichas y fotos de obra que alimentaran al entorno virtual. Destacar, además, el desarrollo de un primer demostrador, así como una primera retroalimentación procedente del alumnado de Construcción I, al cual se le ha mostrado la plataforma a final de curso. A continuación, pasan a exponerse en mayor detalle los aspectos anteriormente mencionados.

2.1.1. Dispositivo para la captura de imágenes

Tal y como se detalló con anterioridad, una de las fuentes de información básicas de la plataforma son las imágenes 360°. Dichas imágenes pueden ser capturadas de dos formas diferentes, cada una de las cuales presenta un conjunto de ventajas e inconvenientes (Tabla 1).

Tabla 1. Estudio comparativo entre diferentes dispositivos fotográficos para imágenes 360°.

Tipo	Ventajas	Limitaciones
Cámara fotográfica + tripode panorámico	Mayor calidad de imagen	Mayor coste del equipo
	Gran control de parametros	Menor portabilidad
	Menores errores de paralaje	Mayores tiempo de captura y procesado
Cámara 360°		Software específico para el procesado
	Portabilidad	Menor calidad de imagen
	Facilidad en la captura de datos	Menor control de parámetros fotográficos
	Facilidad en el procesamiento de datos	Errores por paralaje

Atendiendo al estudio comparativo anterior, se puede concluir que las cámaras 360° son las más apropiadas para los fines del presente proyecto, otorgando flexibilidad y sencillez en el procesado de datos. Bajo dichas premisas, el proyecto ha apostado por el uso de la cámara 360° XPhase Pro S®, dispositivo fotográfico compuesto por un total de 25 sensores sincronizados, dispuestos en un cabezal que permitan la captura de imágenes 360° de hasta 134 MPx de resolución. Dicha cámara tiene una altura aproximada de 245 mm y una anchura de 60mm, pesando un total de 250 gr, lo cual le confiere una alta portabilidad. A fin de garantizar una estabilidad adecuada durante la captura de la imagen esta cámara queda apoyada sobre una rótula y trípode fotográfico (Fig. 2). Todo ello facilita la toma de datos en obra, incluso en lugares con poca luz, permitiendo capturar imágenes desde un mismo punto de vista.



Fig. 2 Dispositivo fotográfico empleado para la elaboración de la plataforma inmersiva. Fuente: Elaboración propia

2.1.2. Plataforma virtual: demostrador

Gran parte del éxito del proyecto pasa por el correcto desarrollo de la plataforma virtual planteada. Atendiendo a ello se contempla, dentro del PT-2, el desarrollo intermedio de un demostrador que permita tener un primer contacto, antes del desarrollo final, con el alumnado a fin de recabar impresiones e información de interés.

Tomando como base la toma de datos efectuada se procedió a elaborar el entorno virtual. Para tal fin se escogió el software de bajo coste Pano2VR®, plataforma dedicada fundamentalmente al montaje de entornos virtuales a través de imágenes 360° permitiendo (Fig. 3a), además, la programación de interfaces específicas, así como la incorporación de información (gráficos, fotografías, textos etc.) en forma de hotspots (iconos dispuestos a lo largo de las imágenes 360°).

Esta información es posteriormente empaquetada en formato HTML-5/CSS-3 para su posterior uso en plataformas Web (Fig. 3b).



Fig. 3 Detalles del entorno virtual desarrollado: a) vista de un panorama 360° capturado con la cámara XPhase Pro S; y b) vista general de la interfaz desarrollada. En rojo se resalta la presencia de diferentes hotspots.

Fuente: Elaboración propia

Tal y como se señaló con anterioridad, dentro del software Pano2VR® es posible configurar interfaces que permitan adaptar las necesidades específicas de cada momento al entorno virtual. Fruto de dicha posibilidad, y dentro del PT-2, se está programando una interfaz específica para dicho software que dote a una visita virtual de la siguiente funcionalidad:

- *Posibilidad de cambiar de etapa de obra (viajar a través del tiempo):* funcionalidad que permitirá al alumno viajar de una etapa a la otra en la obra.
- *Posibilidad de viajar a una determinada etapa de la obra:* funcionalidad complementaria a la anterior que permite viajar directamente de una fase de la obra a otra. Esta funcionalidad es accesible a través de una botonera en la parte superior izquierda habilitada para tal efecto, permitiendo viajar a las siguientes etapas: i) estado original; ii) preparación; iii) cimentación/saneamiento; iv) estructura; v) cerramiento; vi) particiones e instalaciones y; vii) acabados.

- *Posibilidad de consultar los planos de obra*: botón que permite consultar todos aquellos planos del proyecto relacionados con la etapa de la obra que está visualizando en el entorno virtual.
- *Visualizar determinados hotspots*: botón que permite ocultar o mostrar determinados bloques de información (fichas de elementos constructivos, fichas de materiales de construcción o fotos de obra).
- *Botones destinados a mejorar la navegación (zoom, girar y cambiar de proyección)*
- *Plano en planta de la obra*: espacio del entorno virtual que permite viajar de un punto a otro de la obra.

La información anexa a la plataforma (ej. fotos de obra, descripción de elementos, etc.) fue dispuesta en forma de hotspots (Fig. 3b). Los hotspots son botones interactivos situados encima de determinados puntos del panorama que permiten consultar determinados bloques de información y que responden a los siguientes grupos:

- *Fichas de materiales de construcción* (Fig. 4a): fichero PDF con texto e imágenes que describe los materiales empleados en la obra. Dicho fichero emerge de forma similar al anterior: a través de un click el hotspot correspondiente, mostrando la siguiente información:
 - Tipo de material visualizado (ej. Armadura de acero corrugado)
 - Imagen
 - Designación del material de acuerdo a la normativa vigente
 - Normativa de aplicación
 - Breve descripción del producto
 - Propiedades más relevantes (ej. mecánicas, térmicas, acústicas, lumínicas, etc.)
 - Uso habitual de dicho material
- *Fichas de elementos constructivos*: fichero PDF con texto e imágenes que describe un determinado elemento constructivo. Dicho fichero se inicia a través de una ventana emergente y muestra la siguiente información:
 - Nombre del elemento constructivo
 - Breve descripción del elemento constructivo
 - Como se monta dicho elemento constructivo
 - En que planos debe definirse dicho elemento constructivo
 - Detalles constructivos asociados
 - Propiedades más relevantes de los materiales que lo constituyen
- *Fotos de obra* (Fig. 4b): ventana emergente que muestra imágenes en detalle de encuentros de interés para la posterior investigación por parte del alumnado. Este bloque de información permitirá no solo colgar fotos relacionadas con el instante capturado en las imágenes 360° sino también con momentos anteriores o posteriores que ayuden al alumnado a ver todos los elementos que se emplazan en dicho espacio.



Fig. 4 Información asociada al entorno virtual: a) visualización de la ficha de un material constructivo y; b) visualización de imágenes cogidas en obra. Fuente: Elaboración propia

2.1.3. Impresiones del alumnado sobre el demostrador desarrollado

A fin de conocer de primera mano la opinión del público objetivo de la plataforma (alumnado de 2º curso del Grado en Fundamentos de la Arquitectura) así como obtener una retroalimentación de utilidad para futuras mejoras, se planteó una encuesta dentro de la plataforma Web de formularios de Google. Dicha encuesta formulaba un conjunto de preguntas cortas referidas a la utilidad y claridad de la plataforma. Los resultados obtenidos han sido muy positivos (resultado de las respuestas efectuadas por un total de casi 50 alumnos), tal y como se muestra en la Figura 5. En 3 de las 5 preguntas realizadas se obtuvo un 100% de respuestas positivas sobre la claridad del entorno virtual y la ayuda que supone en la visualización de elementos de obra. Esta encuesta también incorporaba la opción de proponer contenidos que se echaran en falta. Se obtuvieron cinco respuestas relativas a la incorporación de más información, que serán tenidas en cuenta para mejorar futuras versiones de la plataforma.

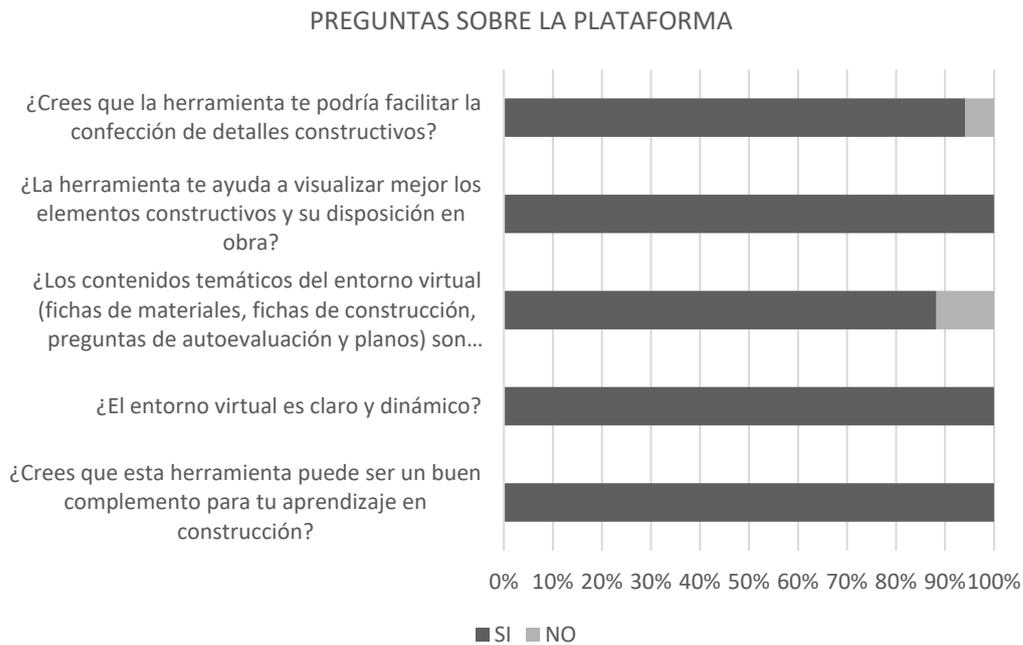


Fig. 5 Resultados de las preguntas realizadas al alumnado en relación a la claridad de la plataforma desarrollada.
Fuente: Elaboración propia

3. Conclusiones

La presente publicación tiene como objeto presentar el marco teórico y los avances experimentados por la iniciativa educativa Buildings 360°, promovida por el Departamento de Construcción y Tecnologías Arquitectónicas y que tiene como finalidad tratar de mejorar la enseñanza en construcción dentro del Grado en Fundamentos de la Arquitectura.

Los desarrollos actuales están deparando resultados prometedores potenciados por las soluciones hardware y software elegidas. En lo que respecta al hardware, las investigaciones efectuadas posicionan a las cámaras 360° como los sistemas fotográficos más efectivos dada su sencillez de captura y procesamiento de datos, así como su alta portabilidad, no interfiriendo en ningún momento con los trabajos que se efectúan en la obra y permitiendo así sacar imágenes en cualquier momento de la misma. Por otro lado, la interfaz del entorno virtual parece ser más que adecuada, mostrándose un alto consenso entre el profesorado involucrado, así como una grado de satisfacción elevado en los alumnos encuestados. Fruto de todo ello es posible esgrimir las siguientes ventajas de la plataforma desarrollada:

- Facilidad de configuración, siendo posible la captura de datos en cualquier momento de la obra y por cualquier profesor, experto o no en la materia (geoinformación).
- Bajo coste, no requiriendo de ningún modelado 3D lo que permite aumentar el número de casos de estudio y por tanto casuísticas que pueden consultar el alumnado, enriqueciendo su aprendizaje.
- Capacidad de explotar diferentes enfoques docentes como la *gamificación*, el *aprendizaje basado en retos*, el *design thinking* o el *aprendizaje basado en investigación*.
- Plataforma intuitiva y dinámica.

En la actualidad los desarrollos del proyecto están enfocados en aumentar la cantidad de datos capturados (imágenes 360º, fotos de obra y fichas) así como en programar la capacidad de viajar a diferentes fases de la obra. En paralelo a ello, y gracias a la multidisciplinariedad del equipo docente, se prevé la incorporación de fichas descriptivas propias de las asignaturas de Instalaciones y Acondicionamiento Ambiental, permitiendo así expandir el campo de aplicación de la plataforma desarrollada dentro del marco de este proyecto. También se plantean colaboraciones externas con otras universidades que implementen metodologías similares para evaluar sus ventajas y limitaciones a través de programas Erasmus y SICUE.

Para el curso entrante, cuya docencia será eminentemente online, o mixta debido a la crisis de la COVID-19, se prevé el uso de esta plataforma como complemento docente a las prácticas planteadas a lo largo de las asignaturas de Construcción, ayudando a la elaboración de detalles constructivos o incluso permitiendo reforzar los conceptos aprendidos con una visualización realista de los mismos.

4. Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por la Universidad Politécnica de Madrid a través del proyecto de innovación educativa titulado “Integración de enfoques 360º en el aprendizaje de la construcción” (Buildings 360º) con identificador IE1920.0302 y otorgado en la convocatoria 2019/2020.

De manera adicional los autores quieren mostrar su agradecimiento al resto del equipo docente que intervienen en dicha iniciativa, así como a Lisa Hillerbrand (becaria contratada con cargo al proyecto) y al Departamento de Construcción y Tecnología Arquitectónicas por el apoyo prestado (www.dcta.upm.es).

5. Bibliografía

CASTRONOVO, F., NIKOLIC, D., MASTROLEMBO VENTURA, S., AKHAVIAN, R., GAEDICKE, C. y YILMAZ, S. (2019). “Design and Development of a Virtual Reality Educational Game for Architectural and Construction Reviews” en *American Society for Engineering Education Annual Conference & Exposition*. Tampa. Disponible en: <<https://www.asee.org/public/conferences/140/papers/24588/view>> [Consulta: 2 de septiembre de 2020].

FRY, R. y KOLB, D. (1979). “Experiential learning theory and learning experiences in liberal arts education” en *New directions for experiential learning*, vol 6, issue 1, pp. 79-92.

MCCARTHY, B. (1982). “Improving Staff Development through CBAM and 4MAT” en *Educational Leadership*, vol. 40, issue 1, pp. 20-25.

OVANDO VACAREZZA, G y ORTA RIAL, M. B. (2010). *Memoria Practicum del Curso de Formación Inicial del Profesorado en el marco del Espacio Europeo de Educación Superior. Anexo 2. Estilos de aprendizaje*. Practicum. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid. <<http://oa.upm.es/47811>> [Consulta: 2 de septiembre de 2020].

REDONDO DOMÍNGUEZ, E.; FONSECA ESCUDERO, D.; SÁNCHEZ RIERA, A. y NAVARRO DELGADO, I. (2014). “Mobile learning en el ámbito de la arquitectura y la edificación. Análisis de casos de estudio” en *Universities and Knowledge Society Journal*, vol. 11(1), pp. 152-174. <<http://dx.doi.org/10.7238/rusc.v11i1.1844>> [Consulta: 2 de septiembre de 2020].

REDONDO DOMÍNGUEZ, E.; FONSECA ESCUDERO, D. y NAVARRO DELGADO, I. (2017a). “Formación de urbanistas usando realidad aumentada y tecnologías de aprendizaje móvil” en *Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, vol. 20(2), pp. 141-165. <<https://doi.org/10.5944/ried.20.2.17675>> [Consulta: 2 de septiembre de 2020].

REDONDO DOMÍNGUEZ, E.; VALLS, F. y VILLAGRASA, S. (2017b). "Technological adaptation of the student to the educational density of the course. A case study: 3D architectural visualization" en *Computers in Human Behaviour*, vol. 72, pp. 599-611. <<https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.05.048>> [Consulta: 2 de septiembre de 2020].

RODRÍGUEZ-GONZÁLVEZ, P.; GARCÍA-PERALO, E.; OLIVEIRA, D. y RODRÍGUEZ-MARTÍN, M. (2019). "DIGITAL MODELS OF STONE SAMPLES FOR DIDACTICAL PURPOSES" en *CIPA 2019*. Avila. Disponible en: <<https://www.int-arch-photogramm-remote-sens-spatial-inf-sci.net/XLII-2-W15/1007/2019/>> [Consulta: 2 de septiembre de 2020].

RODRÍGUEZ-MARTÍN, M. y RODRÍGUEZ-GONZÁLVEZ, P. (2019). *Materiales formativos 3d desde ingeniería inversa para el aprendizaje en materia de inspección de soldaduras*. DYNA, Vol. 94(3), pp. 238-239. <<http://dx.doi.org/10.6036/8798>> [Consulta: 2 de septiembre de 2020].

SÁNCHEZ-APARICIO, L. J.; MORENO-BLANCO, R.; MARTÍN-JIMÉNEZ, J. A.; RODRÍGUEZ-GONZÁLVEZ, P.; MUÑOZ-NIETO, A. L.; y GONZÁLEZ-AGUILERA, D. (2019). "Smartwall: a new web-based platform for the valorization of the medieval wall of Ávila" en *CIPA 2019*. Ávila. Disponible en: <<https://www.int-arch-photogramm-remote-sens-spatial-inf-sci.net/XLII-2-W15/1055/2019/>> [Consulta: 2 de septiembre de 2020].

VEGA SÁNCHEZ, S.; PINILLA MELO, J.; y GARCÍA MORALES, S. (2017). "Proyecto de innovación educativa: ARCHITECT-Visitas de Obras" en *JIDA'17 V Jornadas sobre Innovación Docente en Arquitectura*. Sevilla. Disponible en <<https://upcommons.upc.edu/handle/2117/109622>> [Consulta: 2 de septiembre de 2020].

WESOŁOWSKI, Ł. (2019). *Virtual reality and BIM as a potential tool for architectural engineers' education*. *World Transactions on Engineering and Technology Education*, Vol. 17(4), pp.477-482. <[http://www.wiete.com.au/journals/WTE&TE/Pages/Vol.17,%20No.4%20\(2019\)/11-Wesolowski-L.pdf](http://www.wiete.com.au/journals/WTE&TE/Pages/Vol.17,%20No.4%20(2019)/11-Wesolowski-L.pdf)> [Consulta: 2 de septiembre de 2020].