

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

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 Masdeu 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; García-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.

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^a; de la Torre-Fragoso, Ciro^b; Blázquez-Parra, Elidia B.^c;
Martin-Dorta, Norena^d

^a Dpto. de Arte y Arquitectura, ETSA, Univ. de Málaga, España, mjggranja@uma.es; ^b Dpto. de Arte y Arquitectura, Univ. de Málaga, ETSA, España, ciro@uma.es; ^c Dpto. de Expresión Gráfica, Diseño y Proyectos, EII, Univ. de Málaga, España, ebeatriz@uma.es; ^d Dpto. de Técn. y Proy. en Ingeniería y Arquitectura, EPSI, Univ. de La Laguna, España, nmartin@ull.edu.es

Abstract

This paper examines the experience an educational innovation project that brings new strategies for the integration of BIM (Building Information Modeling) methodology into the AEC (Architecture, Engineering and Construction) sector from University. The main purpose of the quantitative research carried out is to measure the opinion of the participants about the BIM training and about the impact of the actions promoted by the aforementioned project. To operationalize the concept, a survey is carried out, from which findings are obtained such as that half of the sample considers that the greatest motivation to train in BIM is the enhancement of their employability. In addition, from the analysis and critical reflection of the results, it is concluded that increasing the offer of training actions in BIM from the University is one of the most effective ways to extend the implementation of BIM in Spain, in the current situation.

Keywords: *building information modeling (BIM), project-based learning (PBL), technology, experimental pedagogy, active methodologies (MA).*

Thematic areas: *graphic ideation, ICT tools, educational research.*

Resumen

Esta comunicación examina la experiencia de un proyecto de innovación educativa que aporta nuevas estrategias para la integración de la metodología BIM (Building Information Modeling) en el sector AEC (Architecture, Engineering and Construction) desde la Universidad. El objetivo principal de la investigación cuantitativa realizada es medir la opinión de los participantes sobre la formación BIM y sobre el impacto de las acciones impulsadas por el mencionado proyecto. Para operacionalizar el concepto, se lleva a cabo una encuesta, de la se obtienen hallazgos como que la mitad de la muestra considera que la mayor motivación para formarse en BIM es la potenciación de su empleabilidad. Además, del análisis y reflexión crítica de los resultados, se concluye que incrementar la oferta de acciones formativas en BIM desde la Universidad es una de las formas más efectivas para extender la implantación de BIM en España, en la actual situación.

Palabras clave: *building information modeling (BIM), aprendizaje basado en proyectos (ABP), tecnología, pedagogía experimental, metodologías activas (MA).*

Bloques temáticos: *ideación gráfica, herramientas TIC, investigación educativa.*

1. Introducción

1.1. Orígenes y conceptos básicos de BIM

El concepto de BIM (*Building Information Modeling*) se originó en Estados Unidos, a partir del trabajo de Charles Eastman en la década de 1970 (Eastman, 1975), mucho antes de que se acuñase su acrónimo y de que su uso empezase a popularizarse, a partir de 2002. Su definición ha ido evolucionando, al mismo tiempo que los avances tecnológicos han ido posibilitando el aumento de sus potencialidades (Succar, 2007; Eastman, 2008; Reddy, 2012). En la actualidad, la mayoría de las teorías coinciden en que se trata de una metodología de trabajo colaborativa para la creación y gestión de proyectos de construcción a través de un modelo de información o maqueta digital. Dicho modelo conforma una gran base de datos que centraliza y permite gestionar los elementos que forman parte de la infraestructura, durante todo el ciclo de vida de la misma, al incorporar información geométrica (3D), de tiempos (4D), de costes (5D), ambiental (6D) y de mantenimiento (7D) (BuildingSMART, 2014).

BIM supone un cambio de paradigma dentro de la industria AEC (*Architecture, Engineering and Construction*), ya que permite el modelado de la forma, función y comportamiento de los componentes de construcción, así como la comunicación completa y precisa de información del proyecto, sin necesidad de dibujos muy detallados gráficamente. Esta concepción del diseño proyectual es radicalmente diferente a la del CAD (*Computer-Aided Design*), que solo proporcionan una representación gráfica del objeto en 2D o 3D (Sacks, 2004).

1.2. Situación de la implantación de BIM en el mundo

Los primeros proyectos icónicos realizados mediante BIM datan de principios del siglo XXI (Eastman, 2008; Young, 2008) y en la segunda década de este siglo se produce la expansión mundial del uso de BIM. Sin embargo, los análisis comparativos a nivel internacional demuestran que su aplicación es heterogénea y diversificada en los distintos países. En este sentido, los países nórdicos (Dinamarca, Finlandia, Islandia, Noruega, Suecia) y anglosajones (Reino Unido, Estados Unidos, Canadá, Australia) son los pioneros en la transición del CAD al BIM y en los que más avanzada se encuentra su implantación. Aunque también lo está en algunos países asiáticos (Hong Kong, Singapur, India, China, Corea del Sur) y en otros países europeos (Italia, Estonia, Alemania, Países Bajos) (di Giuda, 2015). En cada uno de ellos, se han seguido distintos modelos de implantación. Sin embargo, en su mayoría, el uso habitual de BIM se ha ido extendiendo ante una o varias de las siguientes situaciones: al ser incentivado por sus administraciones públicas, al convertirse en un requisito obligatorio en proyectos públicos y/o al tener que responder al cambio de metodología de trabajo demandada por el sector privado de su industria AEC (McAuley, 2016).

En Europa, la Directiva UE 2014/24/UE invita a los Estados miembros a que fomenten, especifiquen y requieran el uso de BIM en los proyectos de construcción financiados con fondos públicos de la Unión Europea a partir de 2016. A raíz de lo cual, el gobierno de España creó la Comisión BIM España, presidida por el Ministerio de Fomento, para elaborar propuestas de transposición de dicha Directiva, que puedan ser incorporadas a la Ley de Contratos del Sector Público (CSCAE, 2014).

Uno de los principales factores que influyen en que el proceso de expansión de BIM sea impulsado, tanto por administraciones públicas como por asociaciones del gremio, es el aumento de la complejidad técnica de los proyectos edificatorios. Esto, unido a la creciente exigencia de productividad en la industria AEC, hacen que actualmente resulte imprescindible planificar todo el proceso de diseño, construcción y mantenimiento de las construcciones

organizando el trabajo colaborativo y multidisciplinar de todas las partes implicadas, mediante un sistema claro y bien estructurado, que garantice su coordinación, como es la metodología BIM (Chen, 2015). Sus beneficios han sido investigados y medidos en la práctica arquitectónica (Birx, 2005), en ingeniería estructural (Sacks, 2008), en construcción (Khazode, 2005), y en detalles de fabricación (Sacks, 2005). Incluso algunos gobiernos, como es el caso del británico, estimó un ahorro de costes en proyectos, gracias al BIM, del 10 al 20%. Por consiguiente, es comprensible que el requerimiento del uso de BIM en licitaciones públicas y privadas, esté creciendo de forma exponencial (Khemlani, 2012).

1.3. Definición del problema y antecedentes

En España, BIM no es obligatorio, en general, a nivel de ley. Tan solo lo es en determinadas instituciones y/o zonas geográficas, como en las obras públicas que dependen del Ministerio de Fomento y de la Generalitat de Cataluña, en las cuales se prevé un incremento de licitaciones públicas en BIM del 20% entre 2020 y 2021. Más allá de estas dos situaciones, solo existen requerimientos parciales de BIM, no regulados por ley, impuestos por algunas promotoras (Neinor, Metrovacesa, Vía Celere, Aedas, etc.), cadenas (Grupo Zara, Mercadona, Amazon, etc.), entidades deportivas (Real Madrid, FC Barcelona, etc.) y determinadas instituciones públicas de ámbito autonómico (Cataluña, Comunidad Valenciana y País Vasco) (Barco, 2019).

Del Macro Estudio de Adopción BIM en España (Observatorio BIM, 2019) se pueden extraer que: a) A nivel nacional no existen Directivas o Reglamentos específicos que faciliten el uso de modelos de información, aunque la Ley de Contratos del Sector Público 9/2017 sí que recoge que el licitador puede requerir el uso de herramientas BIM; b) La demanda del modelo en formato abierto IFC en los pliegos de licitaciones públicas crece a un ritmo del 100% anual; b) La implementación de BIM en España está siendo impulsada principalmente por el sector privado, destacando asociaciones como buildingSMART Spain y comisiones y grupos de usuarios BIM provinciales y regionales; d) Ha crecido significativamente el número de Publicaciones BIM destacadas, especialmente de Guías y Manuales.; e) La estandarización sobre las especificaciones de los modelos de información está dando sus primeros pasos con algunas propuestas como eCOB, GDO-BIM o GuBIMclass, así como con aquellas indicadas en las guías de la Comisión es.BIM o de la Generalitat de Cataluña.

En consecuencia, su nivel de implantación nacional es aún bajo, hayándose a más de 10 años de retraso respecto a otros países europeos (European Construction Sector Observatory, 2019). Pero, ante la actual coyuntura, se está empezando a apostar cada vez más, por implantar este sistema y sus herramientas. (Observatorio BIM, 2019).

En cuanto al ámbito formativo, las actividades educativas que cubren conceptos, herramientas y flujos de trabajo de BIM, se pueden llevar a cabo a través de la educación superior, formación profesional o del desarrollo profesional; ya sea mediante modelos de aprendizaje basados en competencias o en cursos. Existen países como Estados Unidos, Dinamarca, Reino Unido, Australia o Finlandia, entre otros, en los que existen muchas universidades que tienen ya integrada la enseñanza del BIM en sus estudios de grado y/o postgrado, y en cuyos planes de estudios se contempla BIM, desde un punto de vista teórico y práctico, abarcando la totalidad de los mismos (Salazar, 2006; Casey, 2008; Barrison, 2010; Youngsoo, 2016). No obstante, esa no es la tónica general en el resto de los países en los que el uso de BIM se va extendiendo y en los que solo es posible acceder a cierta formación BIM en algunas universidades, muchas veces de manera extraoficial, gracias al voluntarismo y la convicción de unos pocos profesores. Dicha formación se suele articular, en forma de cursos y seminarios

extraescolares, dirigidos principalmente a estudiantes y centrados en el manejo de herramientas concretas BIM o compatibles como Revit, ArchiCAD, Allplan, Aecosim, Edificius, Solibri Model Viewer, A360, Naviswork, SYNCHRO, Project, CYPECAD MEP o Robot, por ejemplo (Gallego, 2015).

En el caso de España, en la actualidad, no existe un Marco Educativo de BIM que haya sido desarrollado por el mundo académico, ni unos objetivos de capacitación definidos por los diferentes agentes. Por tanto, el nivel de madurez en materia de formación BIM es bajo dentro del marco educativo. En las Universidades españolas, la formación relacionada con BIM tiene lugar principalmente en programas de Máster y, en menor medida, a través de cursos específicos en los niveles de Grado o de Postgrado, así como mediante cursos de formación continua, orientados a estudiantes de grado y profesionales (García-Santos, 2017).

Uno de los factores que han retrasado este proceso ha sido que la implantación del BIM en la docencia es que implica un doble compromiso por parte del profesorado: por un lado, el de formarse en BIM; y por otro, el de adaptar los tradicionales métodos de enseñanza a las particularidades de la metodología BIM, que requiere de una mayor coordinación entre las diferentes materias. Por tanto, es importante analizar los diferentes planteamientos conceptuales de las experiencias docentes previas desarrolladas, así como también lo es resaltar la labor de los docentes que, mediante iniciativas individuales o grupales, han afrontado dicho reto, desde 2013 a la actualidad, tratando de acercar la formación BIM a los alumnos de sus respectivas universidades.

Algunas de las experiencias destacadas en nuestro país, de cuales existe publicación científica (Cañizares, 2017), son las desarrolladas en la Universidad del País Vasco donde se está desarrollando aprendizaje basado en proyectos (ABP) BIM entre asignaturas de grado (Leon, 2016); en la Universidad de Alicante, que lo integra en talleres transversales de grado (Piedecausa, 2017) o la Universidad de La Coruña que incorpora en la formación de sus estudiantes herramientas paramétricas para la generación y análisis de modelos BIM (Vázquez, 2016). En otras, como en la Universidad Jaime I de Castellón (Gallego, 2015) y en la Universidad de Cartagena (Pérez, 2015) se están incluyendo fundamentos de la metodología BIM en asignaturas de grado. Mientras que, en la Universidad Politécnica de Madrid (Moreno, 2019; Maldonado, 2016; Oliver, 2016) y en la Universidad Politécnica de Cataluña (Coloma, 2012), además de incluirlo en asignaturas de grado, se ofrecen másteres específicos sobre BIM. Ese tipo de másteres también los ofrece la Universidad Europea de Madrid (Agulló, 2018; Liébana, 2013), mientras que la Universidad Politécnica de Valencia incluye la metodología BIM dentro de másteres de edificación (Cos, 2016; Oliver, 2016). Otras opciones son las tomadas por la Universidad de Oviedo, que ofrecen de títulos propios en BIM (Meana, 2019), por la Universidad de La Laguna, que ha realizado talleres para técnicos de la administración (Martin, 2018) y por la Universidad de Castilla la Mancha, que ha desarrollado programas de inmersión formativa dirigidos a profesores y experiencias docentes relacionadas con la participación en concursos BIM (Alfaro, 2019; Alfaro, 2016; Valverde, 2016).

Tras el análisis de estas iniciativas, se observa que, en general, los procesos se inician mediante estrategias *bottom up*, integrando la docencia de BIM en cada universidad mediante una vía concreta, ya sea incluyéndolo en la programación docente de algunas asignaturas de grado, posgrado, titulaciones propias, en la formación al PDI, en cursos de formación continua o en talleres, mediante diferentes medios y siempre a partir de iniciativas aisladas y no coordinadas inter-escuelas. De modo que no existe, dentro de ninguna universidad española, un planteamiento global que abarque las distintas estrategias posibles realizar, dentro de

nuestro marco legislativo y competencial actual, y las unifique en un mismo proyecto que les marque criterios y objetivos comunes a medio y largo plazo.

Además, en el caso concreto de las Escuelas de Arquitectura, cabe destacar la limitación de que son muy pocas en las que se está trabajando en adecuar las competencias universales tradicionales asociadas con el ejercicio profesional del Libro Blanco de Grado en Arquitectura, a las competencias relacionadas en la Orden ECI/3856/2007, por la que se establecen los requisitos para la verificación de los títulos universitarios oficiales que habiliten para el ejercicio de la profesión de Arquitecto.

Por consiguiente, nos encontramos ante un escenario en el que, no sólo los profesionales con una carrera dilatada, sino también la mayor parte de los titulados recientes, carecen de los conocimientos y capacidades necesarios para adaptarse con éxito a las nuevas metodologías de trabajo que requiere el BIM (Succar, 2013). Este desfase entre la formación universitaria y la realidad del mercado laboral ha dado lugar a una carencia importante de profesionales especializados preparados para cubrir los nuevos puestos y roles que dichas metodologías demandan (Maldonado, 2016).

En resumen, el problema al que se enfrenta el proyecto que se expone a continuación, es la brecha laboral existente entre la oferta y la demanda de estudiantes y profesionales con capacitación profesional en BIM, por falta de formación universitaria en la materia, lo cual se ha convertido en un lastre para lograr el crecimiento general de la utilización de BIM y la consiguiente mejora en la eficiencia del sector AEC en nuestro país.

1.4. Propuesta

Esta comunicación examina la experiencia de un proyecto que aporta nuevas estrategias para la integración de la metodología BIM en el sector AEC desde la Universidad, respecto a propuestas desarrolladas anteriormente, con la intención de salvar las limitaciones detectadas en éstas y contribuir a resolver del problema.

Ante la situación anteriormente expuesta, se inició un debate sobre posibles estrategias de integración de BIM en los estudios de Grado entre un grupo de profesores y egresados de la Escuela de Arquitectura de la Universidad de Málaga (UMA) preocupados por este problema. De modo que, las diferentes propuestas teóricas planteadas se plasmaron en un par de comunicaciones presentadas al Congreso Internacional EUBIM 2017, el cual se ha convertido en el principal punto de encuentro de nuestro país para el debate sobre iniciativas docentes en materia de BIM. Y, a su vez, sirvieron de base para la propuesta de proyecto de innovación educativa (PIE) seleccionado por la UMA, para ser desarrollado durante el bienio 2017-19.

La novedad del enfoque radica en su estrategia global, progresiva, diversificada y reproducible de implantación de BIM en enseñanzas universitarias AEC. Para ello se programa un plan de actuación, a seis años vista, dividido en tres fases bianuales y basado en tres líneas de actuación: formación, investigación y divulgación. Dentro de las cuales, se planifican acciones, en distintos formatos, que ofrecen una respuesta específica, a las diferentes necesidades detectadas, en cuanto a temáticas, perfiles, niveles de conocimiento, etc. Éstas son testeadas anualmente y adaptadas, según las conclusiones extraídas de su estudio bianual.

Por último, el propósito del mismo es que el modelo propuesto resulte susceptible de ser adaptado y reproducido en cualquier otra institución académica universitaria, independientemente de las limitaciones de recursos y apoyos iniciales con los que cuente. De modo que sirva de germen de la necesaria constitución de una comisión interuniversitaria que

vertebre la unificación de los objetivos a alcanzar, tanto en materia de conocimiento, como de habilidades inter e intrapersonales.

Esta comunicación se estructura exponiendo, en su *introducción*, el problema, sus antecedentes y limitaciones, así como su propósito y la novedad del enfoque de la *propuesta*. En el apartado *método* se recogen las *fases* en que se divide el proyecto y las *líneas de actuación* globales, explicándose más detalladamente los aspectos relacionados con las *actuaciones formativas* desarrolladas en la fase 1, ya que en éstas se centra la investigación realizada, de la cual se exponen sus *participantes, instrumentos, método, resultados y conclusiones*.

De modo que el objetivo principal de esta investigación, es medir la opinión sobre varias dimensiones de la formación BIM y sobre el impacto de las actuaciones promovidas por el PIE 17-140 de la UMA entre los participantes en las mismas. Se establece como hipótesis de la misma que, entre la población de estudiantes y profesionales del sector AEC, existe una demanda no cubierta de enseñanza universitaria en BIM, que la ve como un medio para potenciar su empleabilidad y sus oportunidades de desarrollo profesional, tanto en España como en el extranjero.

2. Método

2.1. Fases

Se plantea la implementación progresiva de BIM comenzando por cubrir necesidades básicas demandadas, mediante actividades formativas que van desde workshops, hasta pruebas piloto en asignaturas de grado, incluyendo formación posgrado, actuaciones de formación al personal docente e investigador (PDI) y cursos de formación continua, para dar también respuesta a las necesidades formativas de los profesionales.

De modo que, tras un bienio inicial de testeo, dicha programación formativa se fuese ampliando, según las necesidades detectadas mediante investigación, y ascendiendo progresivamente de curso dentro de la formación de Grado, de manera que el sexto año de desarrollo del proyecto, BIM hubiese alcanzado las asignaturas de quinto curso. Así, los titulados de nuestras Escuelas saldrían al mercado laboral con una formación acorde a las competencias mínimas exigidas en BIM demandadas la industria AEC para cada titulación y, aquellos que lo desearan, contarían con la base necesaria para poder cursar formación de posgrado que los preparase para tareas propias de perfiles BIM más especializados.

2.1.1. Fase 1 (2017-2019):

La primera fase del proyecto, enmarcada en el PIE 17-140, se fijó como objetivo principal mejorar, desde la Universidad, los conocimientos y competencias relacionados con la metodología BIM, entre la población de estudiantes y profesionales de titulaciones del sector AEC relacionadas con Arquitectura e Ingeniería. También se marca otros objetivos secundarios como, concienciar a los responsables de instituciones académicas de la demanda de formación BIM existente dentro y fuera de sus comunidades universitarias y de los beneficios académicos y económicos que pueden obtener mediante pequeñas inversiones en este tipo de iniciativas, mediante resultados cuantificables.

2.1.2. Fase 2 (2019-2021):

La segunda fase del proyecto, enmarcada en el actual PIE 19-180, plantea la continuidad y ampliación de objetivos y acciones planteados en la primera, de forma que puedan consolidarse y dotar de mayor solidez y profundidad al proyecto inicial. Fijándose como objetivo principal llegar a introducir la formación BIM, al menos, en primer y segundo curso de la Escuela de Arquitectura de Málaga.

2.1.3. Fase 3 (2021-2023):

Esta última fase, tiene prefijado el objetivo principal de terminar de implementar todas las actuaciones, con detección de demanda importante, en cada una de las líneas de actuación, consolidándolas como proyectos independientes interconectados.

Con ello se pretende cumplir el propósito final implementar BIM dentro de las enseñanzas de grado y posgrado de AEC de, al menos una Escuela de la UMA. De modo que, ese ejemplo de implantación docente, pueda ser tomado como referente para su extrapolación a otras universidades, impulsando así la inclusión de BIM en el ámbito académico español y resolviendo el problema de partida.

2.2. Líneas de actuación

A continuación se exponen las líneas de actuación comunes para cada fase y se describen las actividades desarrolladas dentro de cada una de ellas durante el primer bienio:

2.2.1. Actividades formativas.

Su programación se basó en el análisis de los resultados de experiencias docentes previas y en el estudio de las competencias BIM necesarias en el mercado laboral. Pero, en este proyecto, en lugar de apostar por acciones formativas individuales, como en el resto de iniciativas anteriores, se propuso un enfoque conjunto de diversas actuaciones coordinadas, que abarcasen las demandas formativas de los diferentes perfiles del sector AEC.

De modo que estas acciones, fueron diferenciadas por perfiles, niveles y temáticas, de manera que, aunque en todas ellas primara la consecución del mismo objetivo principal, cada una de ellas se enfocase a las necesidades, temáticas y nivel de conocimiento previo, supuesto para cada colectivo concreto, ofreciendo así distintos formatos docentes, adaptados a cada uno de ellos.

La base pedagógica elegida para el desarrollo del conocimiento, se inspira en metodologías docentes, de uso internacional (Barison, 2010; Julide, 2016), fundamentadas en la corriente constructivista y se basa en la construcción de un aprendizaje significativo (Jin, 2018), combinando la metodología docente de aprendizaje basado en proyectos (ABP) con la metodología activa (MA) como técnicas didácticas, tras adaptarlas a los diversos escenarios y roles entre alumnado y profesorado planteados, según el tipo de actividad a desarrollar. Asimismo, se implementaron en el marco docente renovadas técnicas para la información y comunicación, combinadas herramientas TIC (HT).

En consecuencia, durante la fase 1 del proyecto, se programaron y desarrollaron cinco tipologías de actuaciones, cuyas características se resumen en la tabla 1: 1) *Formación al profesorado*, en el uso de programas y visores específicos que permiten revisar con facilidad los proyectos realizados con metodología BIM por parte de sus alumnos (a través del Plan formación del PDI); 2) *Formación reglada a estudiantes de Grado en Arquitectura*, en el marco de docencia teórica de una asignatura optativa de 5º curso (“Patrimonio Turismo y Territorio”), sobre aplicaciones de la metodología BIM al patrimonio cultural inmueble (HBIM); 3) *Formación*

de posgrado, enfocada a la especialización, como Expertos Universitarios en BIM (3D, 4D y 5D) de egresados y estudiantes de último curso del grado (a través del Servicio de Titulaciones Propias de la UMA); 4) *Formación continua a profesionales y estudiantes*, tanto de la UMA como externos, en formato semipresencial e intensivo, orientada a introducirlos en el modelado arquitectónico BIM (a través de Fundación General de la UMA) y 5) *Formación en formato workshop*, gratuito y abierto, sobre temas específicos relacionados con BIM, encaminados a dar a conocer, entre los actuales y los futuros profesionales del sector AEC, los múltiples usos de esta metodología en diversos campos y de la que se desarrollaron cuatro talleres (promovidos por el PIE en colaboración con profesionales de empresas externas).

Tabla 1: Resumen de acciones formativas BIM desarrolladas en la UMA en el marco del PIE 17-140

Tipo de formación	Denominación de la acción	Fecha	Recuento de participantes	
1. Formación al profesorado	Curso de Formación al PDI: "BIM. Pautas y herramientas para la gestión del proyecto arquitectónico" (programas y visores para la revisión de proyectos BIM)	Febrero 2019	14	14
2. Formación reglada de grado	Tema: "Aplicaciones geomáticas a la documentación patrimonial BIM"	Marzo 2018	54	54
	Tema: "BIM aplicado a conservación y gestión del patrimonio"	Marzo 2018	54	
3. Formación de posgrado de	I Experto Universitario en BIM con Autodesk Revit Architecture	1 ^{er} semestre 2017-2018	7	16
	II Experto Universitario en BIM con Autodesk Revit Architecture	1 ^{er} semestre 2018-2019	9	
4. Formación continua en formato de cursos	IV Curso Práctico de BIM con Autodesk Revit Architecture	Otoño 2017	33	131
	V Curso Práctico de BIM con Autodesk Revit Architecture	Primavera 2018	33	
	VI Curso Práctico de BIM con Autodesk Revit Architecture	Otoño 2018	33	
	VII Curso Práctico de BIM con Autodesk Revit Architecture	Primavera 2019	32	
5. Formación continua en formato workshop	Taller práctico de coordinación OpenBIM en proyectos de ejecución con el software de CYPE en BIMserver.center	Noviembre 2017	57	199
	Taller práctico de soluciones de escaneado láser para modelado BIM	Noviembre 2017	33	
	Jornada práctica sobre renders, videos, 360° y VR de modelos BIM con Lumion	Noviembre 2017	89	
	Workshop de Escaneado de Patrimonio y procesamiento de datos en entorno BIM	Mayo 2019	20	
Total			414	

2.2.2. Actividades de investigación.

Se planteron dos líneas de investigación en paralelo, dentro del mismo proyecto:

a. Conocer la valoración de la estrategia de formación BIM desarrollada por el PIE 17-140 para la integración de BIM en la UMA. Para operacionalizar dicho concepto, se lleva a cabo una investigación cuantitativa mediante encuesta a una muestra de población, acotada a estudiantes y profesionales de titulaciones universitarias del sector AEC participantes en acciones formativas del PIE.

b. Explorar las potencialidades de aplicación de BIM a nuevos campos, con la doble finalidad de innovar y de ofrecer prácticas remuneradas a alumnos procedentes de las acciones formativas. De modo para que les aporte experiencia mediante el aprendizaje basado en proyectos (ABP). Esto se consiguió mediante la vinculación del PIE al proyecto I+D+i denominado "*BIBLIO-SMART: Sistema inteligente de reserva de puestos en edificios universitarios con modelo BIM*", del I Plan Propio Smart Campus de la UMA (Universidad de Málaga, 2018). De cuya invención, derivó una solicitud de patente actualmente en trámite (Guzmán, 2020).

2.2.3. Actividades de divulgación.

Para dar a conocer los avances del proyecto entre la comunidad científica, recabar apoyo de las instituciones y dar a conocer más la metodología BIM entre estudiantes, profesionales y asociaciones del gremio, durante el bienio 2017-2019, se realizaron comunicaciones y ponencias en congresos, jornadas y foros, algunas de las cuales fueron difundidas a través de publicaciones científicas (García, 2017; Aldeanueva, 2017, Aldeanueva, 2018; García-Granja, 2020), además de entrevistas y notas de prensa difundidas por los medios de comunicación y redes sociales institucionales.

2.3. Participantes

Los participantes en las actividades formativas desarrolladas ascendieron a la cifra de 414 personas, como se observa en el recuento de la tabla 1. De entre los cuales, la muestra de población encuestada, fue acotada a estudiantes y profesionales de titulaciones universitarias de la rama de conocimiento de Ingenierías y Arquitectura del sector AEC, participantes en actividades formativas del PIE 17-140. Entre ellos, se recabaron 114 respuestas confiables de voluntarios, lo cual revela una participación del 27,5% y confiere a la muestra el tamaño y características necesarias para considerarla representativa. El perfil de los encuestados se refleja en la tabla 2.

En cuanto a los participantes, como miembros del PIE, en esta primera fase participaron seis profesores, adscritos a distintas Áreas de conocimiento de la Escuela de Arquitectura de Málaga (Expresión Gráfica de la Arquitectura, Proyectos Arquitectónicos, Construcción Arquitectónica y Composición Arquitectónica), con diversos niveles de formación en BIM, conjuntamente con dos profesionales especializados en BIM, egresados de las Escuelas de Arquitectura e Ingenierías Industriales de la Universidad de Málaga, como representantes del colectivo de titulados del sector AEC exalumnos de la UMA.

Tabla 2: Perfil de los encuestados

Indicador	Resultados				
	1. Sexo	Hombre	Mujer		
	61,4%	38,6%			
2. Edad	16-25 años	26-35 años	36-45 años	46-55 años	56-65 años
	64,0%	15,8%	13,2%	5,3%	1,8%
3. Ocupación	Estudiante	Trabajador	Estud./ Trabaj.	Desempleado	
	59,6%	27,2%	7,9%	5,3%	
4. Actividad laboral de trabajadores	Por cuenta propia con empleados a su cargo	Por cuenta propia sin empleados a su cargo	Por cuenta ajena para empresa privada	Por cuenta ajena para la Administración	
	9,1%	50,0%	15,9%	25,0%	
5. Estudios finalizados o en curso (caso de estudiantes)	Grado en Arquitectura o similar	Grado en Ingeniería o similar			
	50,0%	50,0%			
6. Participación en tipologías de acciones formativas BIM del PIE	Formación a profesorado sobre uso de herramientas de revisión de proyectos BIM	Formación reglada en asignatura de Grado en Arquitectura de temas BIM	Formación de posgrado Título Propio de Experto Universitario en BIM	Formación continua en formato curso sobre modelado BIM con Revit	E. continua en formato taller en temas específicos BIM
	7,0%	10,5%	11,4%	63,2%	7,9%
7. Nivel de conocimiento previo en BIM	Alumnado de acción tipo A.	Alumnado de acción tipo B.	Alumnado de acción tipo C.	Alumnado de acción tipo D.	Alumnado de acción tipo E.
(Escala 1 a 10) 1,98	1,38	1,67	1,92	1,94	3,33

2.4. Instrumentos

Como instrumento de evaluación de los logros del proyecto se utiliza la encuesta en forma de cuestionario anónimo online (Lu, 2012). De modo que, para medir el concepto de “*Valoración de la estrategia de formación BIM desarrollada por el PIE 17-140 para la integración de BIM en la UMA*”, se lleva a cabo una investigación cuantitativa, basada en la medición de dimensiones resumidas en la tabla 3: a) *Motivaciones y ventajas que llevan a formarse en BIM*, b) *Opinión sobre oferta formativa y actuaciones para implantar BIM*, c) *Satisfacción con la/s actividad/es formativa/s en la/s que ha participado*. Esta estrategia ha permitido evaluar las mencionadas dimensiones principales, cuyos indicadores se consideran manifestaciones observables de características de interés, susceptibles de evaluación de mejora. Dichos indicadores han sido cotejados con el perfil sociodemográfico de la muestra representativa de población encuestada, para el análisis de los datos resultantes.

En dicha encuesta existen dos tipos de preguntas. La mayor parte de ellas son cerradas y han sido formuladas de modo que fuesen seleccionable una sola casilla de verificación, correspondientes al espectro de posibles respuestas más lógicas y comunes sobre los indicadores, de las extraídas de una primera encuesta piloto. No obstante, también se formularon en la encuesta otras, en formato abierto para permitir sugerencias y comentarios

sobre algunas dimensiones contempladas, como: a) demandas concretas en materias no contempladas actualmente en la oferta formativa universitaria, b) dimensiones de BIM en las que desearían ampliar sus conocimientos, c) aspectos positivos más destacables de la acción y d) dificultades o defectos encontrados en la misma y sugerencias de mejora.

Las respuestas correspondientes a dichas cuestiones son tan variadas que son difícilmente resumibles en formato de gráficos en el presente documento, no obstante han sido tenidas en cuenta en el análisis de resultados y han contribuido a la inclusión de actuaciones que no habían sido contempladas previamente y a la introducción de algunas modificaciones en las mismas, durante la planificación de la fase 2 del proyecto, como se expone en el apartado *resultados y discusión*.

Tabla 3: Propuesta de operacionalización de estrategia de formación BIM desarrollada por el PIE

Concepto	Dimensiones	Indicadores
Valoración de estrategia de formación BIM desarrollada por el PIE 17-140 para la integración de BIM en la UMA	A. Perfil de encuestados	1. Sexo
		2. Edad
		3. Ocupación
		4. Actividad laboral (en el caso de trabajadores)
		5. Estudios finalizados o en curso (en el caso de estudiantes)
		6. Acción/es formativa/s del PIE en la/s que participado
		7. Autovaloración de nivel de conocimientos BIM antes de participar en la acción
	B. Motivaciones y ventajas de la formación BIM	8. Motivación para la participación en la actividad
		9. Ventajas de BIM de más utilidad para su ocupación
	C. Opinión sobre oferta formativa y actuaciones para implantar BIM	10. Opinión sobre la suficiencia de oferta formativa BIM
		11. Opinión sobre actuaciones más efectivas para la implantación de BIM en España
		12. Opinión sobre características pedagógicas de mayor interés para la formación BIM
	D. Valoración de impacto y satisfacción de las acciones formativas	13. Valoración de satisfacción con la acción formativa
		14. Autovaloración de nivel de conocimientos BIM después de participar en la acción

3. Resultados y discusión

Entre los resultados extraídos de la encuesta, exponemos aquellos de mayor interés:

A. De los datos numéricos obtenidos sobre el perfil de los encuestados se deduce que: 1) Entre los entrevistados hubo un 23% más de hombres que de mujeres. 2) Casi las dos terceras partes de los participantes estaban comprendidos en un rango de edad de entre 16 a 25 años. 3) En cuanto a su ocupación, más del 70% eran estudiantes. 4) De entre los estudiantes, solo

trabajaba el 8% y solo un 5% de los encuestados eran desempleados. 5) Del 35% de los que trabajaban, destaca que la mitad ejercían como autónomos y que el 25% de los participantes en acciones de formación BIM trabajaban para la Administración, lo cual denota el interés de éstos por ponerse al día en esta materia. 6) En cuanto a los estudios de los formandos, su porcentaje es equilibrado entre estudiantes y trabajadores de estudios asimilables a Arquitectura, respecto a los de Ingenierías con competencias en construcción. 7) Respecto al interés en la participación en este estudio, comparando las tablas 1 y 2, se observa que el porcentaje de respuestas de participantes en cursos de formación continua sobre modelado BIM con Revit (63,2%) duplica al porcentaje de alumnos que participaron en ellos (31%), frente al porcentaje de respuestas de alumnos asistentes a workshop sobre temáticas específicas BIM (48%), que no llega ni al 8%. 8) Por último, la media de la autovaloración de los encuestados sobre su nivel de conocimientos previos en BIM es inferior a 2 sobre 10, superándose solo en el caso de participantes en talleres específicos que consideran alcanzar un 3 sobre 10.

B. En cuanto a motivaciones y ventajas de la formación BIM: 8) La razón que más ha influido a los encuestados a formarse en BIM, ha sido la potenciación de su empleabilidad (46%), seguida del hecho de que empiece a ser requerida y/o valorada en licitaciones públicas (15%), como se refleja en el gráfico 1. Lo cual denota que existe bastante desconocimiento sobre otras características de BIM que no están directamente relacionadas con la obtención de trabajo, sino con optimización de procesos y flujos de trabajo.

Gráfico 1. Razón que más ha motivado a los encuestados a formarse en BIM

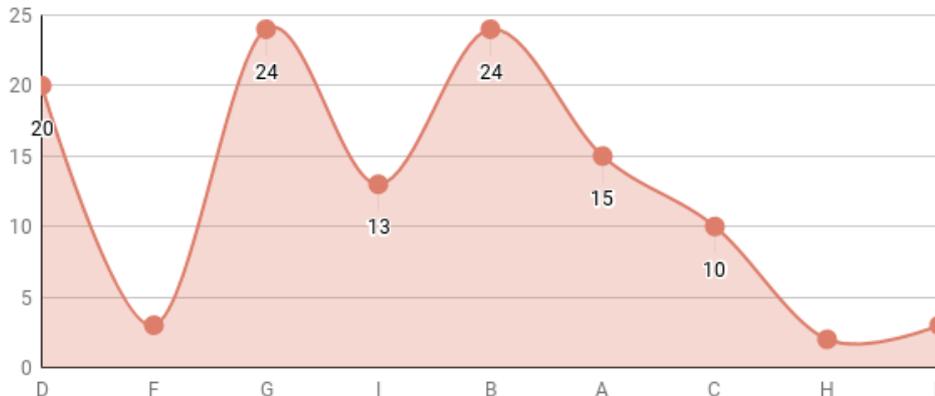


9) Entre las ventajas que ofrece BIM, la considerada de mayor utilidad en el trabajo de los encuestados, resultó ser el hecho de que facilita la coherencia documental automática entre vistas y documentos vinculados al modelo (30%), seguida de la posibilidad de trabajar con un modelo virtual compuesto por elementos paramétricos dotados de información extraíble (20%). Lo que puede traducirse por una mayor valoración de las características que reducen tiempo en la elaboración de documentación y planos de proyectos.

C. Respecto a la opinión de los encuestados sobre la oferta formativa y actuaciones para implantar BIM: 10) A la pregunta de si consideraban que existía de suficiente formación en BIM

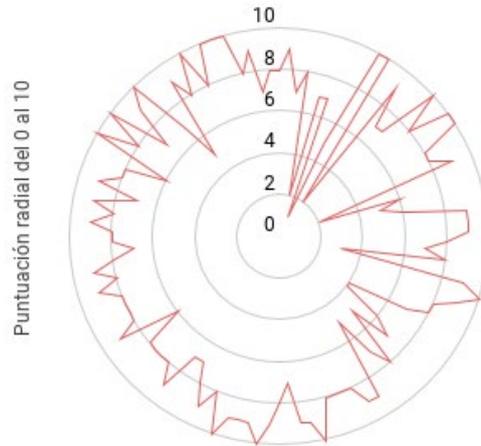
dentro de sus centros de estudios y/o de trabajo, un 94% respondió que no. Lo cual coincide con otros sondeos publicados sobre el estado de la cuestión. 11) Su opinión sobre las medidas a nivel formativo consideradas más efectivas para implantar BIM en el sector AEC de España “Trabajar transversalmente sobre un mismo modelo BIM en las prácticas de diferentes asignaturas regladas, de un mismo curso” resultó ser la más votada (32%), seguida por “Promover acciones formativas sobre temas de interés en BIM, abiertas a estudiantes y profesionales” (20%) y por “Aumentar la oferta de títulos propios universitarios de especialización en BIM, para alumnos mediante cursos de extensión y para egresados mediante enseñanzas de posgrado” (17%). Dichas consideraciones han sido tenidas muy en cuenta en la programación de acciones de la fase 2 del proyecto, como se explica a continuación. 12) En cuanto a la valoración sobre las características de la formación cursada de mayor interés para la docencia de la metodología BIM, como se resume en el recuento del gráfico 2, encabezan la primera posición (B) “La motivación que genera en la formación la cercanía profesor-alumno y de los alumnos entre sí en el aula” y (G). “La mayor facilidad para la comprensión de los contenidos impartidos que posibilita el poder visualizar repetidas veces las explicaciones en vídeo” (21%), seguidas de (D) “La incitación a la participación del alumno en el aula que genera la dedicación de tiempo para resolver dudas” (18%). Lo cual puede interpretarse como una preferencia por la metodología activa, en formato presencial, complementada con material audiovisual de repaso, disponible a través del campus virtual de la asignatura o curso, para la realización de prácticas, que viene siendo la práctica habitualmente utilizada en los distintos formatos de docencia desarrollados.

Gráfico 2. Características de la formación cursada de mayor interés para la docencia de BIM



D. 13) Sobre la valoración de los encuestados sobre su nivel de satisfacción con las acciones formativas en las que participaron, como se refleja el gráfico 3, la media es de 7,8 sobre 10. Dato que interpretamos como un grado de cumplimiento notable de las expectativas de los alumnos que ha participado en las actuaciones desarrolladas.

Gráfico 3. Valoración del nivel de satisfacción de la acción formativa en la que ha participado



Y, por último, 14) la autoevaluación de conocimientos BIM de los encuestados, tras participar en las acciones formativas, el promedio se estima en 5,5 sobre 10 (gráfico 5), el cual, comparado con el 1,9 resultante de media en la autovaloración previa (gráfico 4). Dicha puntuación asciende al 7 sobre 10, en el caso de calcular la media de los participantes en las acciones de formación de posgrado de los Títulos Propios de Experto Universitario en BIM, que en su autoevaluación previa arrojaban una cifra de 1,9 sobre 10 (tabla 3). Este indicador refleja que los participantes estiman que con la participación en las acciones de posgrado han alcanzado un conocimiento notable en materia de BIM y que el resto de los encuestados opinan haber obtenido un conocimiento suficiente en la materia BIM impartida en la acción en la que ha participado.

Gráfico 4. Autovaloración de encuestados de su nivel de conocimientos BIM previo a la formación

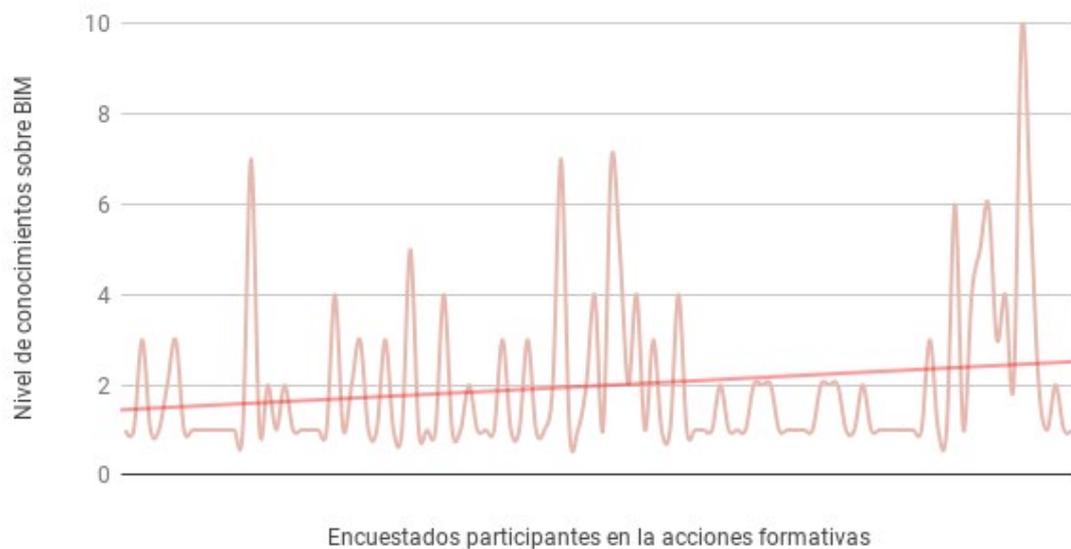


Gráfico 5. Autovaloración de encuestados de su nivel de conocimientos BIM tras la formación



Además de estas cuestiones, los encuestados han respondido, mediante pregunta abierta, a otras preguntas relacionadas con las dimensiones e indicadores recogidos en la tabla 3, por ejemplo, sobre sus intereses y demandas de acciones formativas no contempladas en la primera fase del proyecto, obteniéndose como resultado que, entre estudiantes y profesionales, existe una enorme demanda de formación continua, no cubierta por la universidad, en materia de capacitación en el uso de software BIM para el diseño y cálculo de instalaciones mecánicas, eléctricas e hidrosanitarias (MEP). Por tal motivo, en la fase 2 del proyecto, se programa la ampliación de las actuaciones de este tipo de oferta formativa, habiéndose desarrollado ya un nuevo curso práctico online de BIM para instalaciones con Autodesk Revit MEP, ofertado a través de los curso online de la FGUMA y en el que han participado más de 60 alumnos.

Por otro lado, para dar respuesta al resultado extraído sobre la elevada demanda de integración de más formación BIM dentro de asignaturas regladas de Grados de Enseñanzas Universitarias de AEC. También se plantea que, ésta debe iniciarse desde el primer curso de los grados e irse ampliando, de modo ascendente, para introducir gradualmente a los estudiantes en los conocimientos y competencias necesarias y para dar suficiente plazo a la progresiva formación del profesorado, de modo que pueda prepararse para continuar esta tarea en un curso más alto cada año y progresivamente de forma más transversal entre asignaturas. Así mismo, se llega a un consenso en que las clases prácticas de las asignaturas, son las más adecuadas para iniciar a los alumnos en BIM, mediante una metodología ABP.

Por consiguiente, en el primer año de la fase 2 del proyecto, ya se ha desarrollado una experiencia piloto de implementación de la formación BIM dentro de las clases prácticas de *Taller 1B*, que se trata de una asignatura obligatoria del Grado en Fundamentos de Arquitectura, la cual es impartida por profesores de las Áreas de Proyectos Arquitectónicos, Expresión Gráfica Arquitectónica y Construcción Arquitectónica, para aprovechar también el carácter transversal de la misma.

Por otro lado, también se amplían en esta segunda fase, las líneas de investigación iniciales, incluyendo otras nuevas, las cuales se encuentran en fase de desarrollo. Entre ellas se encuentra una sobre el *“Impacto de la formación BIM en la mejora de las habilidades espaciales”*, otra sobre el *“Interés de la aplicación de BIM a la visualización de información en*

sistemas de gestión de ocupación de espacios” y una tercera sobre el “Reconocimiento automático de formas 3D de activos patrimoniales mediante nubes de puntos para automatizar la catalogación de elementos y la mejora del proceso de aplicación de la metodología BIM al patrimonio histórico (HBIM)”, utilizando como proyecto piloto el Puente Nuevo de Ronda, el cual ha sido escaneado y modelado con metodología BIM.

Además, se han incorporado al equipo docentes otras universidades, pioneras en el liderazgo de experiencias de implantación de BIM en Escuelas de Grado en Edificación de las Universidades Politécnicas de Valencia y Madrid y de la Escuela de Ingeniería Civil e Industrial de La Laguna, así como de un alumno de Máster, especializado en BIM, de la Escuela de Ingenierías Industriales de la UMA. Iniciando así, la prevista y necesaria red de coordinación e intercambio interuniversitario entre distintos Grados del sector AEC.

4. Conclusiones y líneas futuras

El análisis de los resultados obtenidos en la investigación sobre la primera fase del proyecto, además de corroborar la hipótesis de partida, de que *entre la población de estudiantes y profesionales del sector AEC, existe una demanda no cubierta de enseñanza universitaria en BIM, que la ve como un medio para potenciar su empleabilidad y sus oportunidades de desarrollo profesional, tanto en España como en el extranjero*. También se ha cuantificado la cifra de alumnos desempleados que han encontrado trabajo relacionado con su titulación, tras la formación de posgrado recibida en BIM, la cual asciende a un 95%.

Así mismo, se ha alcanzado el objetivo principal de esta investigación, consistente en medir la opinión sobre varias dimensiones de la formación BIM promovidas por el PIE 17-140 de la UMA entre los participantes en las mismas. Lo cual, ha permitido obtener información de interés sobre el perfil de los interesados, las motivaciones y ventajas que le encuentran a formarse en BIM, su opinión sobre la oferta formativa previa y las nuevas actuaciones BIM desarrolladas, así como su impacto, nivel de satisfacción con éstas y sus sugerencias de mejoras o demandas formativas. Además, estos indicadores han contribuido a implementar acciones de mejora en la propuesta inicialmente planificada, para ser desarrollada en la segunda fase del proyecto, dentro del marco del actual PIE 19-180, perfeccionando así los aspectos detectados como susceptibles de mejora y ampliando la oferta formativa con aquellas actuaciones que se han revelado como más urgentes y necesarias.

Por último, se espera que la continuidad en el tiempo del proyecto le permita alcanzar el grado de madurez necesario para cumplir el mencionado propósito de convertirse en un modelo susceptible de ser adaptado y reproducido en cualquier otra institución académica universitaria, independientemente de las limitaciones de recursos y apoyos iniciales con los que cuente. De modo que sirva de germen de la necesaria constitución de una comisión interuniversitaria que vertebrase la unificación de los objetivos a alcanzar, tanto en materia de conocimiento, como de habilidades inter e intrapersonales.

No obstante, no hay que obviar las dificultades que entraña consecución este último fin. Ya que, no solo necesita una planificación global, sino que depende en gran medida de la participación activa del profesorado en su formación y de su compromiso con el cambio de metodologías docentes, así como de la coordinación entre áreas, para garantizar su efectiva transversalidad, y del interés de las instituciones educativas por adaptar e incluir BIM en sus planes de estudio.

Por eso creemos tan necesaria la creación de sinergias a nivel estatal entre profesorado, profesionales y estudiantes, interesados en la adaptación de la docencia universitaria a las demandas reales del mercado. Dado que, solo mediante un impulso colectivo podrá obtenerse el necesario apoyo de las autoridades para hacer realidad la transición al BIM en este país.

3. Agradecimientos

Los PIEs 14-170 y 19-180 fueron apoyados por la Universidad de Málaga, dentro de las convocatorias de Proyectos de Educación Educativa 2017-2019 y 2019-2021, realizadas por su Vicerrectorado de Personal Docente e Investigador. Los autores desean agradecer también al resto de los integrantes de los equipos de ambos proyectos y voluntarios participantes en la encuesta su colaboración en los mismos.

4. Bibliografía

ALDEANUEVA FERNÁNDEZ, M., GARCÍA MARÍN, A., BARRIOS CORPA, J. y DE LA TORRE-FRAGOSO, C. (2017). "BIM: Pautas estratégicas para la regeneración del método docente en las Escuelas de Arquitectura" en Fuentes, B., Oliver, I. *EUBIM 2017. Congreso internacional BIM/ 6º encuentro de usuarios BIM*. Editorial Universitat Politècnica de València. p. 19-28. <<https://riunet.upv.es/handle/10251/81903>> [Consulta: 15 de septiembre de 2020]

ALDEANUEVA FERNÁNDEZ, M., GARCÍA MARÍN, A., GARCÍA GRANJA, M. J. y BARRIOS CORPA, J. (2018). "Integration of BIM methodology into the transversal teaching of architecture" en Rosa Jiménez, C. J., García Moreno, A. *Educational innovation in architecture and engineering: advances in final projects and thesis*. Málaga: RU books. p. 184-189

ALFARO GONZÁLEZ, J., CAÑIZARES MONTÓN, J.M., MARTÍNEZ CARPINTERO, J. A., ENRIQUEZ PÉREZ, P. y VALVERDE CANTERO. (2016). "Estrategia de implantación BIM en Grado de Ingeniería de Edificación. Experiencias y Propuestas de la Escuela Politécnica de Cuenca" en *Spanish Journal of Building Information Modeling*, 16-01, p. 56-65. <<https://www.buildingsmart.es/journal-sjibim/historial/>> [Consulta: 15 de septiembre de 2020]

BARCO MORENO, D. (2020). "¿Es obligatorio BIM en España?" en *bimchannel tecnología & construcción* <<https://bimchannel.net/es/es-obligatorio-bim-en-espana/>> [Consulta: 15 de septiembre de 2020]

BARISON, M. B. y SANTOS, E. T. (2010). "BIM teaching strategies: an overview of current approaches" en Proc., *ICCCBE 2010 International Conference on Computing in Civil and Building Engineering* <https://www.researchgate.net/profile/Abbasali_Sadeghi/post/What_kind_of_teaching_strategies_for_Building_Information_Modeling_in_University/attachment/5b8038b9cfe4a76455ee0895/AS%3A663196536946699%401535129784959/download/pf289.pdf> [Consulta: 15 de septiembre de 2020]

BIRX, G. W. (2005). "BIM evokes revolutionary changes to architecture practice at Ayers/Saint/Gross". *AIArchitect, The American Institute of Architects*, Vol. 12. <<http://info.aia.org/aiarchitect/thisweek05/tw1209/tw1209changeisnow.cfm>> [Consulta: 15 de septiembre de 2020]

buildingSMART. (2014). "Guía de usuarios BIM. Parte general". <https://www.buildingsmart.es/app/download/11049481726/ubim-01-v1_parte_general.pdf?t=1599811616> [Consulta: 15 de septiembre de 2020]

CAÑIZARES, J.M., ALFARO J., VALVERDE D., MARTÍNEZ J.A. y PÉREZ, P.E. (2017). "Experiencia docente de integración de metodología BIM para el concurso BIM Valladolid 2016" en Fuentes, B., Oliver, I. *EUBIM 2017. Congreso internacional BIM/ 6º encuentro de usuarios BIM*. Editorial Universitat Politècnica de València. p. 19-28. Disponible en <<https://riunet.upv.es/handle/10251/81903>> [Consulta: 15 de septiembre de 2020]

- CASEY, M. J. (2008) . “Work in progress: How building informational modeling may unify IT in the civil engineering curriculum.” *Proc., 38th ASEE/IEEE Frontiers in Education Conf.*, IEEE, Saratoga Springs, N.Y., S4J 5-6. <<https://ieeexplore-ieee-org.uma.debiblio.com/document/4720644>> [Consulta: 15 de septiembre de 2020]
- CHEN, K., LU, W., PENG, Y., ROWLINSON, S., y HUANG, G. (2015). “Bridging BIM and building: From a literature review to an integrated conceptual framework”. *International Journal of Project Management*, 33 (6), 1405-1416. <<https://doi.org/10.1016/j.jiproman.2015.03.006>> [Consulta: 15 de septiembre de 2020]
- COLOMA, E., y MESA, A. (2012). “La docencia de la representación paramétrica. La Representación Paramétrica y los Procesos no Lineales”. *EGA: Revista de Expresión Gráfica Arquitectónica*, 17(19). <<https://doi.org/10.4995/ega.2012.1372>> [Consulta: 15 de septiembre de 2020]
- COS-GAYON LÓPEZ, F. (2016). “Experiencia de implantación de metodología BIM en plan de estudios del Máster Universitario de Edificación de la Universidad Politécnica de Valencia” en Fuentes, B., Oliver, I. *EUBIM 2016. Congreso internacional BIM/ 5º encuentro de usuarios BIM*. Editorial Universitat Politècnica de València. <<https://riunet.upv.es/handle/10251/64633>> [Consulta: 15 de septiembre de 2020]
- COS-GAYÓN LÓPEZ, F. (2016). “Implantación de metodología BIM en asignatura del Máster Universitario de Edificación de la Universidad Politécnica de Valencia”. *Spanish Journal of Building Information Modeling*, N°. 16-01, 2016, p. 48-54. <<https://www.buildingsmart.es/journal-sjbim/historial/>> [Consulta: 15 de septiembre de 2020]
- CSCAE (2014). “Declaración BIM”. <<https://www.cscae.com/index.php/conoce-cscae/area-tecnica/bim/declaracion-bim>> [Consulta: 15 de septiembre de 2020]
- DI GIUDA, G. M. y VILLA, V. (2015). “Técnica BIM: Análisis comparativo sobre su estado en diversos países europeos y extracomunitarios. Desarrollo y difusión en el ámbito internacional” en Fuentes, B., Oliver, I. *EUBIM 2015. Congreso internacional BIM/ 4º encuentro de usuarios BIM*. Editorial Universitat Politècnica de València. <<https://riunet.upv.es/handle/10251/51323>> [Consulta: 15 de septiembre de 2020]
- EASTMAN, C. M. (1975). “The Use of computers instead of Drawings in building design” en *AIA Journal*. <https://www.researchgate.net/profile/Charles_Eastman/publication/234643558_The_Use_of_Computers_Instead_of_Drawings_in_Building_Design/links/54aff5690cf2431d3531c7a7/The-Use-of-Computers-Instead-of-Drawings-in-Building-Design.pdf> [Consulta: 15 de septiembre de 2020]
- EASTMAN, C. M., TEICHOLZ, P., SACKS, R. y LISTON, K. (2008). “BIM handbook: A guide to building information modeling for owners, managers, architects, engineers, contractors, and fabricators” en *BIM handbook: a guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors*. Wiley-Blackwell. Hoboken, N.J. <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/9781119287568>> [Consulta: 15 de septiembre de 2020]
- EUROPEAN CONSTRUCTION SECTOR OBSERVATORY (2019). “European Construction Sector Observatory Building Information Modelling in the EU construction sector” en *European commission* <<https://ec.europa.eu/docsroom/documents/34518/attachments/1/translations/en/renditions/native>> [Consulta: 15 de septiembre de 2020]
- GARCÍA GRANJA, M. J. (2017). “Implementación de la metodología BIM en educación superior de AEC” en Fuentes, B., Oliver, I. *EUBIM 2017. Congreso internacional BIM/ 6º encuentro de usuarios BIM*. Editorial Universitat Politècnica de València. p. 101-117. Disponible en <<https://riunet.upv.es/handle/10251/81903>> [Consulta: 15 de septiembre de 2020]
- GARCÍA GRANJA, M. J., DE CÓZAR MACÍAS, Ó. D., BLÁZQUEZ PARRA, E. B. y GUTIÉRREZ SÁNCHEZ, A. B. (2020). “Optimization of the Management and Maintenance of Urban Elements Through Geolocation and Linking of Interactive Database to the Construction Information Model” en Cavas-Martínez F., Sanz-Adan F., Morer Camo P., Lostado Lorza R., Santamaría Peña J. *Advances in Design Engineering. INGEGRAF 2019. Lecture Notes in Mechanical Engineering*. Springer, Cham. p. 597-604 <https://doi.org/10.1007/978-3-030-41200-5_65> [Consulta: 15 de septiembre de 2020]

GARCÍA SANTOS, A., y LIÉBANA, O. (2017). "Mapa de la Formación BIM en la Universidad. es.BIM". <https://www.esbim.es/wp-content/uploads/2017/06/GT2_Personas_SG2_2_Mapa_de_Formacion.pdf> en es.BIM Implantación del BIM en España [Consulta: 15 de septiembre de 2020]

GALLEGO NAVARRO, T. y HUEDO-DORDA, P. (2015). "Introducción del concepto Building Information Modeling en el Grado en Arquitectura Técnica de la Universidad Jaime I" en Fuentes, B., Oliver, I. *EUBIM 2015. Congreso internacional BIM/ 4º encuentro de usuarios BIM*. Editorial Universitat Politècnica de València. Disponible en <<https://riunet.upv.es/handle/10251/51323>> [Consulta: 15 de septiembre de 2020]

GUZMÁN NAVARRO, F., GARCÍA GRANJA, M. J., MERINO CÓRDOBA, S., MARTÍNEZ DEL CASTILLO, J., y GUZMÁN SEPÚLVEDA (2020). R. "Real Time Sopase Occupation Management Method, Device and System" en *Worldwide Espacenet*. N.p., 2020. Print. <<https://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?DB=EPODOC&II=0&ND=3&adjacent=true&FT=D&date=20200521&CC=ES&NR=2761900A1&KC=A1#>> [Consulta: 15 de septiembre de 2020]

JIN, R., YANG, T., PIROOZ FAR, P., KANG, B., WANATOWSKI, D., HANCOCK, C., y TANG, L. (2018). "Project-based pedagogy in interdisciplinary building design adopting BIM" en *Engineering, Construction and Architectural Management*, 25 (10). p. 1376–1397. <<http://eprints.whiterose.ac.uk/134964/8/Full-paper%20BIM%20Education.pdf>> [Consulta: 15 de septiembre de 2020]

JULIDE BOZOGLU (2016). "Collaboration and coordination learning modules for BIM education" en *Journal of Information Technology in Construction (ITcon)*, Special issue: 9th AiC BIM Academic Symposium & Job Task Analysis Review Conference, Vol. 21, p. 152-163 <<http://www.itcon.org/2016/10>> [Consulta: 15 de septiembre de 2020]

KHANZODE, A., FISCHER, M. y D REED, D. (2005). "Case study of the implementation of the lean project delivery system _LPDS_ using virtual building technologies on a large healthcare project" en *Proc., 13th Conf. of the Int. Group for Lean Construction*, R. Kenley, ed., UNSW, Sydney, Australia, p. 153-160. <<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.473.3140&rep=rep1&type=pdf>> [Consulta: 15 de septiembre de 2020]

KHEMLANI, L. (2012). "Around the world with BIM" en *AECbytesfeature*.

LIÉBANA, Ó. y AGULLÓ, J. (2013). "Integración de metodología S-BIM en Máster Oficial en Estructuras de Edificación" en Fuentes, B., Oliver, I. *EUBIM 2013. Congreso internacional BIM/ 6º encuentro de usuarios BIM*. Editorial Universitat Politècnica de València. <<https://riunet.upv.es/handle/10251/29127>> [Consulta: 15 de septiembre de 2020]

LEON, I., SAGARNA, M., MORA, F., MARIETA, C. y OTADUY, J. (2016). "El empleo de la tecnología BIM en la docencia vinculada a la Arquitectura: aprendizaje cooperativo y colaborativo basado en Proyectos reales entre diferentes asignaturas" en García Escudero, D., Bardí Milà, B. y Domingo Calabuig, D., eds. *IV Jornadas sobre Innovación Docente en Arquitectura (JIDA'16), Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Valencia, 20 y 21 de Octubre de 2016*. Valencia: UPV; Barcelona: UPC IDP; GILDA, 2016. (UPV), p. 191-197. <<http://hdl.handle.net/2117/98260>> [Consulta: 15 de septiembre de 2020]

LU, W., PENG, Y., SHEN, Q. y LI, H. (2012). "A Generic Model for Measuring Benefits of BIM as a Learning Tool in Construction Tasks" en *Journal of Construction Engineering and Management*, 139. p. 195-203. <http://ira.lib.polyu.edu.hk/bitstream/10397/25814/1/Lu_Weisheng_2013.pdf> [Consulta: 15 de septiembre de 2020]

MALDONADO, M. (2016). "Estrategias de implantación de enseñanza BIM en estudios de postgrado. experiencia en la Universidad Politécnica de Madrid" en *Spanish Journal of Building Information Modeling*, 16-01, 2016, p. 30-39. <<https://www.buildingsmart.es/journal-sjbim/historial/>> [Consulta: 15 de septiembre de 2020]

MARTÍN DORTA, N. y GONZÁLEZ DE CHAVES ASSEF, P. (2018). "BIM en el diseño de alternativas en Ingeniería Civil: Evaluando sus potencialidades en un taller con técnicos de la administración" en *Spanish Journal of Building Information Modeling*, 18-01, 2018, p. 38-43. <<https://www.buildingsmart.es/journal-sjbim/historial/>> [Consulta: 15 de septiembre de 2020]

- MCAULEY, B., HORE, A. y WEST, R. (2016). "BICP BIM Global Study" en *Irish Building Magazine*, 3, 2016, p. 61-65. <<https://arrow.tudublin.ie/beschconart/17/>> [Consulta: 15 de septiembre de 2020]
- MEANA, V., BELLO, A. y GARCÍA, R. (2019). "Análisis de la implantación de la metodología BIM en los grados de ingeniería industrial en España bajo la perspectiva de las competencias" en *Revista Ingeniería de Construcción*, 34(2), 169-180. <<https://dx.doi.org/10.4067/S0718-50732019000200169>> [Consulta: 15 de septiembre de 2020]
- OBSERVATORIO BIM (2019). "Macro Estudio de Adopción BIM en España". <<https://www.buildingsmart.es/observatorio-bim/estudios/macro-estudio-adopci%C3%B3n-bim/>> [Consulta: 15 de septiembre de 2020]
- OLIVER FAUBEL, I., VILLORIA SÁEZ, P., FUENTES-GINER, B. y DEL RIO MERINO, M. (2016). "Estrategias de implantación de enseñanza BIM en estudios de postgrado. Experiencia en la Universidad Politécnica de Madrid" en *Spanish Journal of Building Information Modeling*, 16-01, 2016, p. 42-46. <<https://www.buildingsmart.es/journal-sjbm/historial/>> [Consulta: 15 de septiembre de 2020]
- PÉREZ EGEE, A.; MARTÍNEZ CONESA, E. J. y GUILLÉN MARTÍNEZ, J. A. (2015). "INS_TALLER. Experiencia integradora BIM en las enseñanzas de Grado y Postgrado de la Universidad Politécnica de Cartagena" en Fuentes, B., Oliver, I. *EUBIM 2015. Congreso internacional BIM/ 4º encuentro de usuarios BIM*. Editorial Universitat Politècnica de València. <<https://riUNET.upv.es/handle/10251/51323>> [Consulta: 15 de septiembre de 2020]
- PÉREZ NAVARRO, J., PÉREZ EGEE, A. y VÁZQUEZ ARENAS, G. (2017). "Presente y futuro de la implantación de la metodología BIM en la Escuela Técnica Superior de Arquitectura y Edificación UPCT" en Fuentes, B., Oliver, I. *EUBIM 2017. Congreso internacional BIM/ 6º encuentro de usuarios BIM*. Editorial Universitat Politècnica de València. p. 19-28. <<https://riUNET.upv.es/handle/10251/81903>> [Consulta: 15 de septiembre de 2020]
- SACKS, R. y BARAK, R. (2008). "Impact of three-dimensional parametric modeling of buildings on productivity in structural engineering practice" en *Automation in Construction*, 17, 4, p. 439-449. <<https://search.datacite.org/works/10.1016/j.autcon.2007.08.003>> [Consulta: 15 de septiembre de 2020]
- REDDY, K. (2012). "BIM for Building Owners and Developers: Making a Business Case for using BIM on Projects", New Jersey, John Wiley & Sons. <<https://ebookcentral-proquest-com.uma.debiblio.com/lib/bibliotecauma-ebooks/detail.action?pq-origsite=primo&docID=817341>> [Consulta: 15 de septiembre de 2020]
- SACKS, R., EASTMAN, C. M. y LEE, G. (2004). "Parametric 3D modelling in building construction with examples from precast concrete" en *Automation in Construction*, 13, p. 291-312. <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0926580503000438?via%3Dihub>> [Consulta: 15 de septiembre de 2020]
- SACKS, R., EASTMAN, C. M., LEE, G. y ORNDORFF, D. (2005). "A target benchmark of the impact of three-dimensional parametric modeling in precast construction" en *PCI Journal*, 50, 4, p. 126-139. <<https://pdfs.semanticscholar.org/3a93/25f0be466936d43286455b051fe8774ff4d5.pdf>> [Consulta: 15 de septiembre de 2020]
- SALAZAR, G., MOKBEL, H. y ABOULEZZ, M. (2006). "The building information model in the civil and environmental engineering education at WPI" en *Proc., Engineering Education and Practice for the Global Community, American Society for Engineering Education, New England Section 2006 Annual Conf.*, Worcester Polytechnic Institute, Worcester, Mass.
- SUCCAR, B., SHER, W. y WILLIAMS, A. (2013). "An integrated approach to BIM competency assessment, acquisition and application" en *Automation in Construction*, 35, p. 174-189. <<http://doi.org/10.1016/j.autcon.2013.05.016>> [Consulta: 15 de septiembre de 2020]
- SUCCAR, B.; SHER, W., ARANDA MENA, G. y WILLIAMS, T. (2007). "A proposed framework to investigate building information modelling through knowledge elicitation and visual models" en *2007*

Conference of the Australasian Universities Building Education Association. (Melbourne 4-5 July, 2007) p. 308-325. <<http://hdl.handle.net/1959.13/35379>> [Consulta: 15 de septiembre de 2020]

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA. BIBLIO-SMART: Sistema inteligente de reserva de puestos en edificios universitarios con modelo BIM <<http://eventos.uma.es/29973/detail/biblio-smart--i-plan-propio-smart-campus.html?private=5e05baedf812573e986b>> [Consulta: 15 de septiembre de 2020]

VÁZQUEZ RODRÍGUEZ, J.; OTERO CHANS, D. y ESTÉVEZ CIMADEVILLA, J. (2016). "Incorporación de herramientas paramétricas para la generación y análisis del modelo virtual del edificio en la formación de los estudiantes de Arquitectura" en *Spanish Journal of Building Information Modeling*, 16-01, 2016, p. 22-27. <<https://www.buildingsmart.es/journal-sjbim/historial/>> [Consulta: 15 de septiembre de 2020]

YOUNG, N. W., J., S. A. y BERNSTEIN, H. M. (2008). "SmartMarket report on building information modeling (BIM): Transforming design and construction to achieve greater industry productivity", *McGraw-Hill*, New York.

YOUNGSOO J., HYOSUN K. y NAMJOON K. (2016). "Virtual Plan-Design-Build for Capstone Projects in the School of Architecture: CM & BIM Studios in Five-Year B.Arch. Program" en *Journal of Asian Architecture and Building Engineering*, 15:2, p. 279-286. <https://scholar.google.es/scholar?output=instlink&q=info:HRBzQFCkFNMJ:scholar.google.com/&hl=es&as_sdt=0,5&scillfp=1060609155023014345&oi=lle> [Consulta: 15 de septiembre de 2020]