

# JIDA'24

XII JORNADAS  
SOBRE INNOVACIÓN DOCENTE  
EN ARQUITECTURA

WORKSHOP ON EDUCATIONAL INNOVATION  
IN ARCHITECTURE JIDA'24

JORNADES SOBRE INNOVACIÓ  
DOCENT EN ARQUITECTURA JIDA'24

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



UNIVERSITAT POLITÈCNICA  
DE CATALUNYA  
BARCELONATECH

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

### **Editores**

Berta Bardí-Milà, Daniel García-Escudero

### **Edita**

Iniciativa Digital Politècnica Oficina de Publicacions Acadèmiques Digitals de la UPC

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

**eISSN** 2462-571X

© de los textos y las imágenes: los autores

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



Esta obra está sujeta a una licencia Creative Commons:

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

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

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

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

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

## **Comité Organizador JIDA'24**

### ***Dirección y edición***

#### **Berta Bardí-Milà (UPC)**

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

#### **Daniel García-Escudero (UPC)**

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

### ***Organización***

#### **Raquel Martínez Gutiérrez (URJC)**

Arquitecta, Proyectos Arquitectónicos, EIF-URJC

#### **Joan Moreno Sanz (UPC)**

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

#### **Irene Ros Martín (URJC)**

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

#### **Raquel Sardá Sánchez (URJC)**

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

#### **Judit Taberna Torres (UPC)**

Arquitecta, Departamento de Representación Arquitectónica, ETSAB-UPC

#### **Ignacio Vicente-Sandoval González (URJC)**

Arquitecto, Construcciones Arquitectónicas, EIF-URJC

### ***Coordinación***

#### **Alba Arboix Alió (UB)**

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

## **Comité Científico JIDA'24**

### **Francisco Javier Abarca Álvarez**

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

### **Luisa Alarcón González**

Dra. Arquitecta, Proyectos Arquitectónicos, ETSA-US

### **Lara Alcaina Pozo**

Arquitecta, Proyectos Arquitectónicos, EAR-URV

### **Atxu Amann Alcocer**

Dra. Arquitecta, Ideación Gráfica Arquitectónica, ETSAM-UPM

### **Serafina Amoroso**

Dra. Arquitecta, Proyectos Arquitectónicos, EIF-URJC

### **Irma Arribas Pérez**

Dra. Arquitecta, ETSALS

### **Raimundo Bambó Naya**

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

### **Enrique Manuel Blanco Lorenzo**

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

### **Belén Butragueño**

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

### **Francisco Javier Castellano-Pulido**

Dr. Arquitecto, Proyectos Arquitectónicos, eAM'-UMA

### **Raúl Castellanos Gómez**

Dr. Arquitecto, Proyectos Arquitectónicos, ETSA-UPV

### **Nuria Castilla Cabanes**

Dra. Arquitecta, Construcciones arquitectónicas, ETSA-UPV

### **David Caralt**

Arquitecto, Universidad San Sebastián, Chile

### **Eva Crespo**

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

### **Rafael Córdoba Hernández**

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

### **Rafael de Lacour Jiménez**

Dr. Arquitecto, Proyectos Arquitectónicos, ETSAGr-UGR

### **Eduardo Delgado Orusco**

Dr. Arquitecto, Proyectos Arquitectónicos, EINA-UNIZAR

**Débora Domingo Calabuig**

Dra. Arquitecta, Proyectos Arquitectónicos, ETSA-UPV

**Elena Escudero López**

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

**Antonio Estepa**

Dr. Arquitecto, Representación Arquitectónica, USJ

**Sagrario Fernández Raga**

Dra. Arquitecta, Composición Arquitectónica, ETSAVA-Uva

**Nieves Fernández Villalobos**

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

**Arturo Frediani Sarfati**

Dr. Arquitecto, Proyectos Arquitectónicos, ETSA-URV

**Jessica Fuentealba Quilodrán**

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

**David García-Asenjo Llana**

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

**Pedro García Martínez**

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

**Eva Gil Lopesino**

Dra. arquitecta, Proyectos Arquitectónicos, IE University, Madrid

**David Hernández Falagán**

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

**Ana Eugenia Jara Venegas**

Arquitecta, Universidad San Sebastián, Chile

**José M<sup>a</sup> Jové Sandoval**

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

**Alfredo Llorente Álvarez**

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

**Carlos Marmolejo Duarte**

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

**María Pura Moreno Moreno**

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

**Isidro Navarro Delgado**

Dr. Arquitecto, Representación Arquitectónica, ETSAB-UPC

**David Navarro Moreno**

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

**Olatz Ocerin Ibáñez**

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

**Roger Paez**

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

**Andrea Parga Vázquez**

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

**Oriol Pons Valladares**

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

**Janina Puig Costa**

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

**Amadeo Ramos Carranza**

Dr. Arquitecto, Proyectos Arquitectónicos, ETSA-US

**Ernest Redondo**

Dr. Arquitecto, Representación Arquitectónica, ETSAB-UPC

**Gonzalo Ríos-Vizcarra**

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

**Emilia Román López**

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

**Borja Ruiz-Apiláñez**

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

**Patricia Sabín Díaz**

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

**Marta Serra Permanyer**

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

**Josep Maria Solé Gras**

Arquitecto, Urbanismo y Ordenación del Territorio, EAR-URV

**Koldo Telleria Andueza**

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

**Ramon Torres Herrera**

Dr. Físico, Departamento de Física, ETSAB-UPC

**Natalia Uribe Lemarie**

Dra. Arquitecta, Universidad Pontificia Bolivariana, Colombia

**Francesc Valls Dalmau**

Dr. Arquitecto, Representación Arquitectónica, ETSAB-UPC

**José Vela Castillo**

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

**Ferran Ventura Blanch**

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

**Isabel Zaragoza**

Dra. Arquitecta, Representación Arquitectónica, ETSAB-UPC

## ÍNDICE

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

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

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

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

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

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

# Proyecto Virtual y Analógico de rehabilitación de Siedlungen 1950-70 en Mainz, Alemania

## *Virtual and Analogue Project for the rehabilitation of Siedlungen 1950-70 in Mainz, Germany*

**Pelegrín-Rodríguez, Marta<sup>a</sup>; Pérez-Blanco, Fernando<sup>b</sup>**

<sup>a</sup> Instituto de Arquitectura, Hochschule Mainz, Maguncia, Alemania, [mpelegrin@mediomundo.es](mailto:mpelegrin@mediomundo.es);

<sup>b</sup> Departamento de Urbanismo y Ordenación del Territorio, Universidad de Sevilla, España, [fperez@mediomundo.es](mailto:fperez@mediomundo.es)

---

### **Abstract**

*The article summarizes and evaluates the results of the teaching program developed during three semesters with architecture students in the integration of design tools, both digital and analogue, in an experimental social housing rehabilitation project applied to case studies in Mainz, Germany. The academical objective is to integrate virtual and analogue tools in the parallel development of the architectural project and energy rehabilitation, developed at the last subject of the Bachelor's degree, and in its subsequent extension in the Master's degree. The methodology supports the contribution in each project phase (analysis, development, calculation and exhibition or transfer) of digital and analogue training, together with specialised teaching input. In conclusion, it is shown how the students adjust digital and virtual tools at each stage to the project, its abstraction level and communication capacity, and are trained in how to integrate the technological and analogue possibilities in a real case study.*

**Keywords:** *architecture, digital y analogical prototype, residential retrofitting, digital tools, virtual reality.*

**Thematic areas:** *the changing role of architecture, teaching roots and traditions, educational research.*

---

### **Resumen**

*El artículo evalúa los resultados de la docencia con estudiantes de arquitectura durante tres semestres, enfocada en la integración de herramientas digitales y analógicas en proyectos experimentales de rehabilitación de vivienda social en Maguncia, Alemania. El objetivo es integrar estas herramientas en proyectos de reconfiguración espacial y rehabilitación energética, en la última asignatura del Grado (Bachelor), y en su ampliación en Master. El método incluye formación en herramientas digitales y analógicas durante cada fase del proyecto (análisis, desarrollo, cálculo y exposición o transferencia), junto con docencia especializada. El resultado muestra cómo el estudiantado ajusta en cada etapa las herramientas, nivel de abstracción y capacidad de comunicación o mediación; y se desarrolla la formación en proyectos arquitectónicos para la integración de herramientas e información tecnológicas y analógicas a través de un caso de estudio real.*

**Palabras clave:** *arquitectura, prototipo digital y analógico, rehabilitación residencial, herramientas digitales, realidad virtual.*

**Bloques temáticos:** *el papel cambiante de la arquitectura, las raíces y tradiciones de la enseñanza, la investigación educativa.*

---

### **Resumen datos académicos**

**Titulación:** Grado en Arquitectura (HS-Mainz y Frankfurt University of Applied Sciences). Tesis de Máster en Arquitectura (Frankfurt University of Applied Sciences).

**Nivel/curso dentro de la titulación:** 4ª Curso de Bachelor. Tesis de Master.

**Denominación oficial asignatura, experiencia docente, acción:**

Innenarchitektur und Integrierte Gebäude Technik. Elective Subject: Konstruktion und Technik Seminar

**Departamento/s o área/s de conocimiento:** Architektur.

**Número profesorado:** 1 Prof. Dr. Titular, 1 Tutor, 1 Tutor BIM Labor

**Número estudiantes:** media de 30 estudiantes por curso

**Número de cursos impartidos:** 3 semestres

**Página web o red social:**

<https://architekturinstitut.hs-mainz.de/projects/home-and-office>

**Publicaciones derivadas:** -

## 1. Introducción

El objetivo del programa académico es desarrollar un proyecto de dispositivo prototipable para la adecuación funcional y técnica de bloques de vivienda social y discutir cómo las herramientas analógicas y digitales contribuyen a la formación de los estudiantes en rehabilitación residencial integrando diseño y optimización energética.

El ejercicio para esta formación acomete, en coordinación con la Empresa Municipal de Vivienda, casos reales en conjuntos residenciales en cinco barriadas (*Siedlungen*) construidas entre 1950-70 en la periferia de la ciudad de Maguncia (Alemania)-. Los resultados académicos se muestran, a través de una exposición física y virtual final, las posibilidades de reprogramación funcional doméstica y *retrofitting* (rehabilitación y optimización energética) de la vivienda existente.

El proceso de proyecto recorre por tanto el análisis, diseño, optimización, comprobación del dispositivo prototipable en un entorno doméstico real y virtual, a escala 1:1, lo que no solo acerca al estudiantado a la realidad constructiva y espacial del proyecto, sino que también favorece la anticipación de las interacciones con los habitantes.

Metodológicamente se propone en cada fase la utilización de herramientas tanto analógicas (encuesta, entrevistas, fotos, maquetas físicas del estado actual y proyecto, mockup a escala 1:1 y elección de materiales) como digitales (fotogrametría con drones, creación modelos digitalizados 2D y 3D, modelo BIM de arquitectura existente, diseño de prototipo BIM, visualización en VR-lens de inmersión y para HoloLens para fusionar el ámbito doméstico digital y físico), y se evalúa en qué medida influyen estas herramientas en las fases de toma de datos, ideación, desarrollo de proyecto, y finalmente transferencia de resultados a la sociedad.

Gracias a los resultados obtenidos, los proyectos y maquetas físicas y virtuales, han sido expuestos en *LUX Pavillion HS Mainz* (Maguncia, febrero-marzo,2024), dos de los proyectos han sido galardonados con el *B. Eisenhauer Braun Preis* (otorgado entre 63 ejercicios seleccionados de todos los cursos 23-24 de la HS Mainz) y expuestos en el *BaukulturZentrum* de Maguncia (junio2024). A su vez, dos equipos de estudiantes han recibido el premio *Gutenberg Stipendium* (entre 25 presentados) otorgado por la Ciudad de Maguncia a los mejores trabajos académicos que acometen innovación e implicación social entre todas las universidades de la región. Estos reconocimientos muestran el grado de interés del proyecto docente y sus resultados no sólo en la comunidad universitaria, sino también en el marco institucional (Ciudad de Maguncia, Empresa Municipal de Vivienda,*baukulturZentrum*) afianzando, dada su difusión y reconocimientos, una eficiente transferencia a la sociedad.

### 1.1. Problemática

La necesaria formación desde las escuelas y facultades de arquitectura en proyectos de rehabilitación funcional y energética de la vivienda social (*Siedlungen*) construida en Alemania entre 1950 y 1970, es una de las conclusiones y recomendaciones fundamentales del estudio "*Zukunft Wohnbestand in Deutschland*" (Walberg, Gniechwitz, Paar, Schulze, 2022, "*Futuro de la vivienda existente en Alemania*"). Tras un diagnóstico exhaustivo, resultado de la investigación desarrollada por la ArGE (Consorcio Nacional de Asociaciones para la Construcción de Vivienda) y la Universidad de Kiel sobre las pautas profesionales y normativas aplicadas, hasta ahora, en la rehabilitación residencial, reitera la necesidad de arquitectos formados para trabajar de forma innovadora en rehabilitación de vivienda.

Entre 1950 y 1970 se construyeron en Alemania 1,4 millones de edificios residenciales, lo que corresponde al 41% del parque total de viviendas, de los cuales el 81% se gestionan como viviendas de alquiler social (Walberg,2022). A pesar de los valores arquitectónicos y urbanísticos

de estos barrios (Harnak, 2020), y de los diferentes programas de rehabilitación e inversión estatal y regional para mejora de eficiencia y adecuación, casi un tercio de ellos presentan - además de deficiencias energéticas, constructivas y de accesibilidad- obsolescencia programática y funcional del espacio doméstico en sí: inadecuación a nuevos programas familiares no estándar, falta de espacio adecuado a tareas vinculadas a cuidados o tareas vinculadas trabajo externo -*home office*-, entre otras.

Por ello, el contenido del proyecto docente se centra en la formación del estudiantado en la rehabilitación del parque de vivienda, enmarcándolo de forma innovadora, en la integración analógica y digital de herramientas para el proyecto espacial, funcional y de confort sostenible.

## 1.2. Antecedentes académicos

### 1.2.1. Marco pedagógico e innovación

La experiencia docente se enmarca en los cursos de último año del grado de la HS Mainz y se amplía a una asignatura optativa y un Trabajo Fin de Master co-tutorado en la Frankfurt UAS. Habitualmente el plan de estudio contempla el abordaje del proyecto (espacial y material), la optimización energética y el uso de herramientas BIM, a través de asignaturas diferentes y paralelas.

La oportunidad de vincular a la docencia el “Proyecto de Investigación en Innovación y Transferencia: “*Home & office? Research Design for a prototype system for upcycle existing housing 1950-70 Mainz*”, permite el seguimiento paralelo de la formación de los y las estudiantes de arquitectura en la integración de las herramientas de proyecto. Asimismo, prevé el ensayo de simulaciones de posibles casos reales como rehabilitación de las *Siedlungen* de la postguerra, con la colaboración de la Municipalidad de Mainz.

En la experiencia que se resume en este artículo se muestra cómo las herramientas analógicas y digitales permiten la formación de los estudiantes en rehabilitación residencial en ambos campos proyectuales conjuntamente, y además en colaboración con agentes institucionales y sociales reales. De ahí su carácter innovador.

### 1.2.2. Antecedentes metodológicos de trabajo en proyectos de instalaciones

El problema docente detectado es la difícil y diferenciada integración de herramientas digitales y analógicas en la formación académica en proyectos de arquitectura y, particularmente, de rehabilitación, por la confluencia del rediseño de espacios existentes y de las medidas de mejora de las instalaciones a integrar en el proyecto, para que diseño y optimización sean desarrolladas conjuntamente con anticipación.

Como antecedentes, existen experiencias docentes anteriores que muestran cómo la integración en el proyecto de arquitectura de fundamentos sobre la sostenibilidad (Aguilar-Carrasco, 2021) y el acompañamiento de las herramientas de trabajo digitales y analógicas (Oxman, 2008), son bases pedagógicas que permiten una valoración y experimentación sobre cómo diseñar desde aspectos ambientales y funcionales en casos tan sensibles como los entornos domésticos existentes.

Asimismo, los antecedentes docentes en la formación de estudiantes en optimización energética basado en la práctica profesional han sido referidas en JIDA 23 (Lopez-Lovillo, et al., 2023), ejemplifica el valor de la metodología didáctica del ABP Aprendizaje Basado en Problemas (Leal Filho et al., 2016), y la reflexión sobre las Universidades Alemanas (Rieckmann, et al., 2024) para la formación en eficiencia energética, basados en casos de la práctica profesional y su cálculo. Dicha experiencia aborda sesgadamente integración con el proyecto arquitectónico, objetivo

docente demandado por Ramadan et al. (Ramadan, 2022) entre otros, y centra su formación en el estudio de certificación en diferentes niveles de grado y postgrado, para los que el uso de herramientas de “simulación digital” o “modelado de la información en la construcción BIM”, se produjo inicialmente sólo en cursos de Formación Profesional.

Por tanto, un programa académico se hace necesario, en el que la integración de las medidas pasivas de optimización energética en edificación existente pueda ser incorporado desde el proyecto de arquitectura, usando herramientas analógicas (toma de datos y maquetas) y digitales (toma de datos, representación y simulaciones del proyecto, por ejemplo) para la evaluación de las medidas activas, cuestión que plantea la experiencia a continuación.

### 1.2.3. Antecedentes metodológicos en trabajo Académicos virtuales y analógicos.

La experiencia docente y beneficios de la formación académica en la utilización de modelos digitales para la representación de proyectos, ha sido expuesta en JIDA 20 (Domingo-Santos, et al., 2020) y JIDA 23 (Estepa-Rubio, 2023), que redundan en la mejor capacitación de los estudiantes en la definición de procesos y resultados de proyectos, incluidos detalles, materiales, iluminación y atmósfera de manera precisa. Si bien la producción digital a la que se refieren estas experiencias se centra en la producción de imágenes, que difícilmente se presentan a escala o en modelos 1:1 digitales (Carpenter et al. 2015). La vivencia a escala 1:1 resulta un medio eficaz en la transferencia de los resultados de los proyectos a nivel interdisciplinar, por ello será uno de los objetivos del nuevo programa.

Como antecedente a experiencias académicas de *design built* (analógico) es destacable la aportación en JIDA'23, de la unidad docente Fernández-Guridi-Maruri (Alberola-Peiró, M., 2023) en la ETSAM, fruto de un compromiso interdisciplinar e innovación (Frampton, 2008), en trasladar el dibujo y la maqueta a la construcción *on site* de lo proyectado. Si bien estas experiencias establecen un interfaz de comunicación digital, las herramientas digitales tampoco necesariamente se extienden hasta la verificación 1:1 del proyecto en su entorno, anticipación que, coordinada con la construcción real, es un valor añadido en la enseñanza desarrollada.

## 2. Fases metodológicas

### Objetivo e instrumentación del trabajo para este ejercicio académico.

Como se ha resumido anteriormente, el objetivo del programa académico es integrar herramientas digitales y analógicas en el desarrollo de un ejercicio de diseño y proyecto para la adecuación funcional y técnica de bloques de vivienda social existente.

El ejercicio de proyectos “*Upcycle Wohnsiedlung*” consiste en diseñar la mínima intervención arquitectónica que adecúe funcionalmente el espacio doméstico a demandas actuales para la población, como la integración en casa del trabajo no doméstico y la integración de espacio para los cuidados (de mayores y niños) en las tipologías existentes, a través de un dispositivo prototípico modulable y adaptable. La condición de “prototipo” hace que el diseño deba ser integrable no sólo en un caso a estudio, sino insertable o adaptable en diferentes casos estudiados. Para ello, la incorporación de herramientas digitales, tanto para la toma de datos como para las simulaciones, es una formación fundamental.

El ejercicio se desarrolla en cada semestre con diez grupos de tres estudiantes, que se centran en el proyecto de cinco *Siedlungen* (Berliner Siedlung, Mombach Ost-- West, Lerchenberg, Neustadt, posteriormente Hartenberg en Maguncia) en la asignatura de proyectos en HS Mainz; en seis grupos de dos estudiantes en la asignatura de Grado en Frankfurt University of Applied Sciences (FraUAS), y se desarrolla en el proyecto Fin de Master de un egresado también en la

FraUAS. La asistencia en la formación digital está apoyada por el *BIM labor HS Mainz*, cuyos técnicos aplican de forma ejemplar el uso de herramientas digitales en una de ellas: *Berliner Siedlung* (arquitecto Ernst May, 1959-1963) en Maguncia (*Fig. 1.*). Los datos digitales generados en el BIM labor son compartidos entre las dos escuelas de arquitectura.

La metodología docente incorpora simultáneamente herramientas digitales y analógicas en el proyecto de arquitectura, un proceso circular de diseño que se va retroalimentando de datos y pruebas de verificación y optimización del proceso.



*Fig. 1 Foto estado actual del caso a estudio. Berliner Siedlung. Fuente: Equipo de investigación (2022)*

### 2.1. Fase 1: toma de datos analógica y digital (BIM labor)

Durante las primeras dos semanas se desarrolla la toma de datos analógica: introducción del ejercicio y marco general de intenciones, conjuntamente con la Empresa Municipal de Vivienda de Maguncia, se visita a cada *Siedlung* para verificar los datos de *in-situ* el grado de modernización y remodelación. Con el estudiantado se realizan encuestas a los pobladores, que evalúan la satisfacción del estado de la edificación, documentan las necesidades apreciadas por los vecinos. De forma análoga se representan la *Berliner Siedlung* en modelo a escala 1:500 (*Fig 3*) y un bloque típico a escala 1:200<sup>1</sup>. (*Fig 5*)

---

<sup>1</sup> La tipología del bloque de doble crujía, de 11 a 13 metros de ancho y de 50 a 55 metros de largo, con una altura de cuatro plantas más sótano, albergando aproximadamente 24 apartamentos de 2, 3 y 4 dormitorios, a los que se accede a través de tres núcleos de escaleras, 80-85% de las viviendas sociales construidas entre 1955 y 1959; 50-55% de los construidos entre 1960 y 1965; 35-40% de los construidos entre 1966 y 1975 (Walberg, 2022).



Fig. 2 Toma de datos fotogrametría con vuelo de Dron Berliner Siedlung Maguncia.  
Autor y Fuente: BIM Labor HS Mainz (2023)

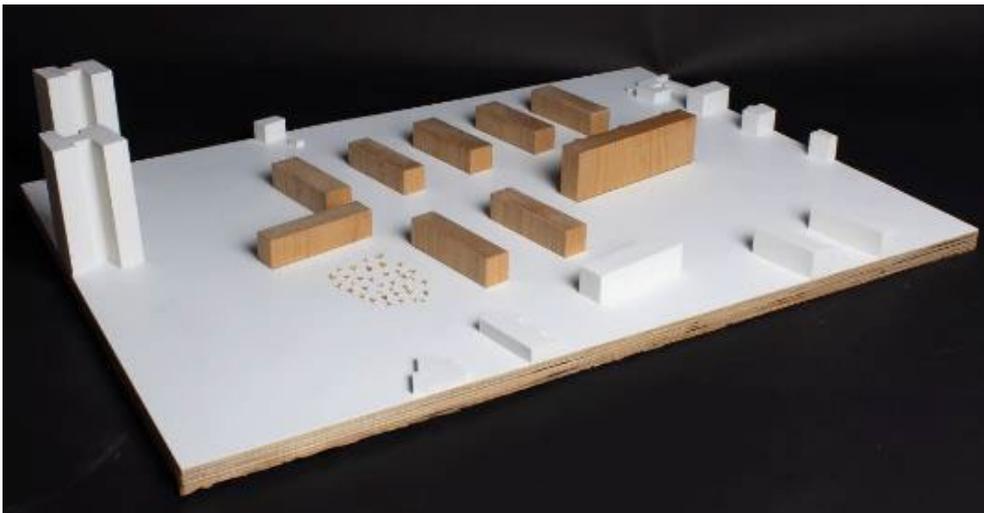


Fig. 3 Maqueta 1:500 Berliner Siedlung.Maguncia, Autor: Equipo docente.2023. Foto: L. Ammenhäuser (2024)

La toma de datos digital se reúne de la I.D.E. (Integración Datos Espaciales) de la ciudad, en el Dpto. Municipal de estadística. Se procede a la digitalización los planos originales. Para la documentación actualizada se hace una fotogrametría con drones (tras obtener permiso de vuelo para el BIM Labor HS-Mainz). Mediante el programa informático *Cyclone Register 360* se importan los datos recogidos para registrar y fusionar las distintas nubes de puntos, obteniendo un modelo 3D preciso. A continuación, los datos se procesan en *Reality Capture*, para analizar, reconstruir, evaluar el estado de la edificación y texturizar detalladamente los modelos 3D de alta resolución ( Fig 2 y Fig.4).

En paralelo se visita el interior de una vivienda tipo, digitalizando mediante escaneo todo el espacio con el fin de documentar (y modelar) el interior, huecos, espacios de instalaciones y materiales. Esta información permitirá incorporar posteriormente el prototipo diseñado tanto en *HoloLens* como en el programa *Twinmotion* a escala 1:1.

Los bloques de vivienda se integran en un modelo BIM realizado en *ArchiCAD* para crear así un gemelo digital que el estudiantado continúa trabajando, tanto para definir las medidas pasivas de mejora energética (mejora de aislamiento, disminución de puentes térmicos, trazado de sistemas de calefacción y ventilación), como para el diseño de los dispositivos funcionales y espaciales (elementos mobiliarios y particiones) para la adaptación funcional de la tipología.

El cálculo especializado se desarrolla sobre el modelo BIM en *ArchiCAD*, *Rhino 3D* y su integración en *Grasshoper*, fundamentalmente en el Trabajo Fin de Master, el programa “Construcción futura: innovación en diseño y simulación energética”.

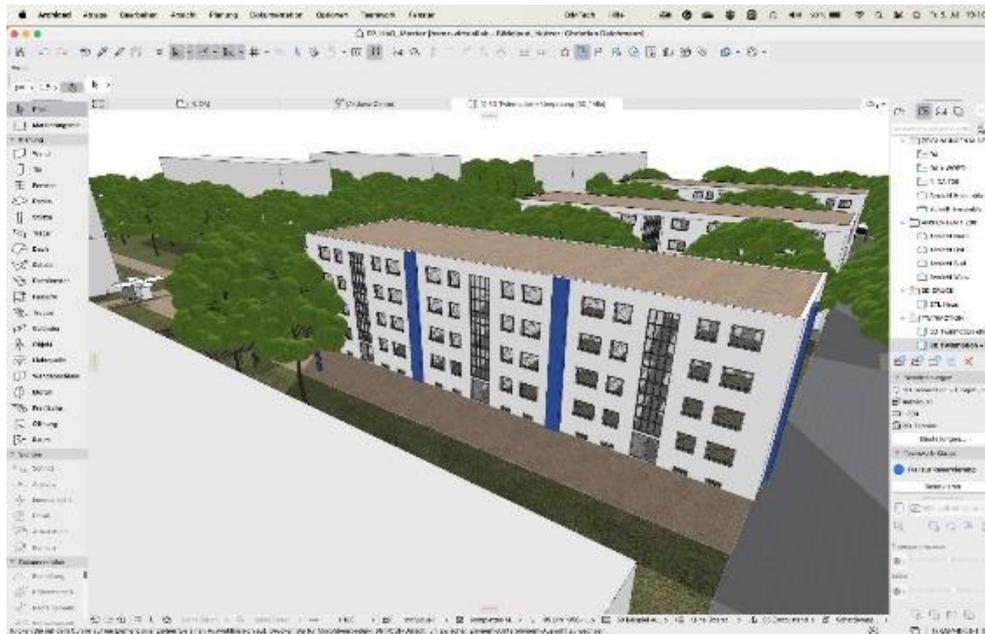


Fig. 4 ArchiCAD, Cyclone Register 360 y RealityCapture Bloque estandar Berliner Siedlung.  
Fuente: BIM Labor HS Mainz (2023)



Fig. 5 Maqueta 1.200 en ABS (acrilonitrilo) por impresión 3D Bloque estandar Berliner Siedlung  
Autor Equipo docente 2023. Foto: L. Ammenhäuser (2024).

Preguntados los equipos de estudiantes de Grado en dos semestres diferentes, la evaluación de la integración de las herramientas digitales (HD) y analógicas (HA) se resume en:

En esta Fase 1, evaluación de las herramientas digitales es mayoritariamente positiva, porque proporcionan una exhaustiva precisión, visión de conjunto, con ingente información.

Pero se critica de forma negativa es uso toma de datos digitales, porque, si bien dicha información facilita la definición de objetivos generales a nivel urbano, a nivel de bloque incluso de tipologías, se trata de datos de imagen sin categorizar. Sin la ayuda de los expertos y equipamiento informático (drones, programas, licencias para estudiantes, permisos, etc.) es difícil incorporarlo habitualmente en la formación regular

En esta Fase 1, se valora positivamente de las herramientas de las analógicas que permiten el conocimiento directo del lugar y sus usuarios. La elaboración de maquetas de representación facilita un nivel de abstracción necesario para el análisis por temas (urbano, ambiental, constructivo), y la generación de claves de proyecto. Y es mayoritariamente criticado negativamente que implica una ingente inversión de tiempo y material, reproduciendo a escala una situación dada.

En todos los casos a estudio, las maquetas analógicas son el elemento de trabajo común utilizado en clase en esta fase de diálogo, discusión y debate. El trabajo con material digital es como fuente de verificación de datos o preguntas específicos (altura de edificación, cubiertas, accesos específicos, grado de pavimentación) del estudiantado para con el proyecto.

## **2.2. Fase 2: definición de medidas para la optimización energética y optimización del diseño:**

El curso se desarrolla tras el análisis del estado de la edificación (datos constructivos, instalaciones y datos suministrados por el Servicio de Vivienda Mainz), definición de las medidas para su mejora: aumento optimizado del aislamiento en fachadas y cubiertas; incorporación de ventilación controlada, con recuperadores y filtros para la mejora de la calidad de aire; y la evaluación de los sistemas de calefacción existentes y previsión de energía fotovoltaica. En estas medidas está integrada la búsqueda, en sección, de ventilación cruzada, conductos de ventilación para la futura estimación de instalación con recuperadores de calor a integrar en el posible dispositivo o mueble a proyectar.

En paralelo, en cada *Siedlung* y grupo de trabajo, se desarrolla con un proyecto de mejora de la accesibilidad (ascensores y galerías de acceso) y estudio conjunto de las tipologías domésticas para, para con mínima intervención, facilitar la incorporación de nuevos programas: fundamentalmente el trabajo en casa y los cuidados.

Esta Fase 2 tiene, por parte del estudiantado, una evaluación mayoritariamente positiva de las herramientas digitales (*Archicad*) porque proporcionan un rápido desarrollo de propuestas, tipificación de intervenciones seriadas, conocimiento de dimensiones necesarias para la reforma del bloque habitacional y generación de la transformación arquitectónica que optimiza su comportamiento energético. La constatación de grado de transformación (planos de demolición y nueva construcción, *Yellow-red plans*) y grado de jerarquización o segregación de espacios, se realiza ya con los proyectos iniciales digitales.

La evaluación de las herramientas digitales es negativa cuando se critica la gran multitud de soluciones que aportan, lo que demanda la toma de numerosas decisiones, sin criterios explicitados o a priori. La docencia en Proyectos de Arquitectura se centra, entonces, en reestablecer criterios, optimizar recursos y orientar las decisiones para el diseño de intervención

en el bloque de viviendas y tipologías, que se aproximen al objetivo prototipable. Se imparte, y se aplica a cada caso a estudio, formación paralela en los recursos para la mejora energética y mejora del confort del usuario, como criterio fundamental en dichas decisiones.

En esta Fase 2, la evaluación de las herramientas analógicas es mayoritariamente positiva, las maquetas de trabajo se usan para definir espacios mediante prototipos modulares o artefactos arquitectónicos insertados, y se construyen simplificada como verificación de un desarrollo digital anterior del proyecto. Son fases que determinan las decisiones entorno a la operatividad constructiva, modulable y estandarizable de las soluciones a escala (Fig. 6).

Sin embargo, en ningún caso las medidas de mejora energética, se exploran con medios analógicos como son las maquetas.



Fig. 6 Maqueta 1:200 con Piezas prototipo insertada en ABS (acrilonitrilo) por impresión 3D Bloque estandar Berliner Siedlung Autor Equipo docente,2023. Foto: L. Ammenhäuser (2024)

### 2.3. Fase 3A: diseño preciso de prototipos.

El ejercicio de proyecto de arquitectura se desarrolla con la definición detallada de los espacios y los dispositivos insertados en ellos, que equipan dichos espacios con los nuevos programas domésticos demandados. Se entrega a escala 1:20 la definición de al menos un espacio de 50m<sup>2</sup> prototípico, con visualizaciones en 2D y3D, videos en *Twin Motion*, y maquetas a escala 1:20-1:10 con alto grado de definición espacial de las nuevas tipologías,

Esta Fase 3 tiene una evaluación positiva de las herramientas digitales por parte de los y las estudiantes, porque permiten la visualización directa, con el apoyo en formación en *Twin Motion*, incorporar materiales, luces, disposiciones de los elementos en el espacio digitalizado anteriormente, y visualizar así las cualidades espaciales relacionadas con materiales, luces y objetos.

Sin embargo, estas herramientas tienen una evaluación negativa, basada en que, en el proceso de proyecto se genera una variabilidad de opciones que conduce a ensayos y pruebas casi irreflexivas, lo que demanda en el tutoramiento docente, de nuevo, para el establecimiento de criterios específicos del diseño de espacios, y re-iniciando el proceso de diseño. El desarrollo en modelo digital se muestra muy exigente con la definición de detalles dimensionales, juntas, bisagras, empalmes, detalles de ejecución que el tiempo de desarrollo del curso no puede abordar.

Las herramientas analógicas (maquetas físicas) de esta Fase 3, permiten verificar una solución ya optimizada, simplifica la ideación del proceso de construcción, favorece el pensamiento inmediato del “do it yourself” o “Bricolage”, lo que se valora muy positivamente. Las maquetas a escala 1:20 se cortan con láser, se ensamblan en DM o cartón gris, y traslada a los estudiantes necesidades básica constructivas y dimensionales. Los detalles constructivos reales se simplifican, favoreciendo la modulación, estandarización constructiva, y adaptabilidad a la tipología.

### **Fase 3B: producción digital en paralela a un Proyecto de Investigación.**

En los cursos de Bachelor tanto de la HS Mainz como la Frankfurt UAS, el ejercicio concluye con la entrega de 4 paneles A1, impresión del proyecto desarrollado digitalmente y prototipo a escala 1:20, modelo analógico. En paralelo, como parte del programa docente, se enseña la experiencia del proyecto de investigación ya reseñado en el Ai HS Mainz, “Home& office? Research Design for a prototype system for upcycle existing housing 1950-70 Mainz (2022-24)”, en cuyo marco ya se había construido un prototipo digital a escala 1:1, de un caso a estudio.

Para ello se desarrolla prototipo BIM 3D de investigación, se optimiza para su uso en realidad aumentada (RA) y realidad virtual (RV). Para las HoloLens, la optimización se llevó a cabo mediante Trimble Connect, que permite a los estudiantes (y usuarios) la visualización precisa e interactiva en RA del prototipo superpuesto a su entorno real (Fig.7).



*Fig. 7 Tomas de pantalla o Screen-shots de Maqueta Digital de prototipo para HoloLens mediante Trimble conect. dispuesto en entorno real. Autor: equipo de Investigación. Fuente: BIM Labor HSmainz*



Fig.8 Maqueta Digital de prototipo para Vlens desarrollado en Meta Quest 2, dispuesto en vivienda escaneada y digitalizada de la Berliner Siedlung. Imagen renderizada con TwinMotion. Autor: Equipo de Investigación.  
Fuente: BIM Labor HS-Mainz

Este ejemplo se optimizó para su uso en realidad virtual con el programa *Meta Quest 2*, que permite al usuario una experiencia de RV inmersiva e interactuar con posibles variantes para optimizar del ejemplo del proyecto de investigación ya desarrollado.

Vinculado al citado proyecto de investigación, se construye un *mock-up* o maqueta física a escala 1:1 (Fig.11), con dos módulos de un prototipo construido por un equipo de estudiantes utilizando subestructura de madera maciza, panel de madera contrachapado y módulos en cartón insertables y adaptables.

#### 2.4. Fase 4: verificación y cálculo: digital y simulación dinámica.

Si bien los cursos de Bachelor terminan con la entrega y exposición pública de los trabajos, en el Trabajo Fin de Master del “*Construcción futura: innovación en diseño y simulación energética*”, rama de ingeniería de instalaciones de la Frankfurt UAS, se resumen los conocimientos especializados adquiridos y calcula el impacto real en el caso a estudio definido como prototipo en el proyecto de investigación, mueble de altura 2,40cm regulable x 2,20cm de longitud x 0,70cm de profundidad.

Éste integra en su diseño el equipamiento funcional para adaptación de espacios para trabajo en casa, home-office, y equipamiento técnico: ventilación con recuperador de calor, a modo de “mochila técnica” y lamas solares fotovoltaicas. Se calcula, en el Trabajo de Master, la mejora del confort lumínico, acústico, temperatura y humedad, y calidad del aire en la vivienda, así como los aportes energéticos (energía fotovoltaica, recuperadores de calor) para reducir la demanda energética. Los programas utilizados para analizar los efectos sobre el confort del usuario son: en iluminación natural, *Rhino 7.3D* e integración en *Grasshopper*; en mejora energética y en los resultados del sistema de ventilación descentralizado, software *IDA ICE (Indoor Climate and Energy, de EQUA)*.

En esta Fase 4, de cálculo, la integración en el modelo BIM del marco normativo y datos, así como los programas de cálculo en *Grasshopper*, permiten la evaluación y visualización de dichos resultados, a través de *Plugg In* de visualización de *Rhino*. Esto determina el uso de herramientas digitales de simulación, ya que los modelos analógicos no han sido usados para ninguna verificación.

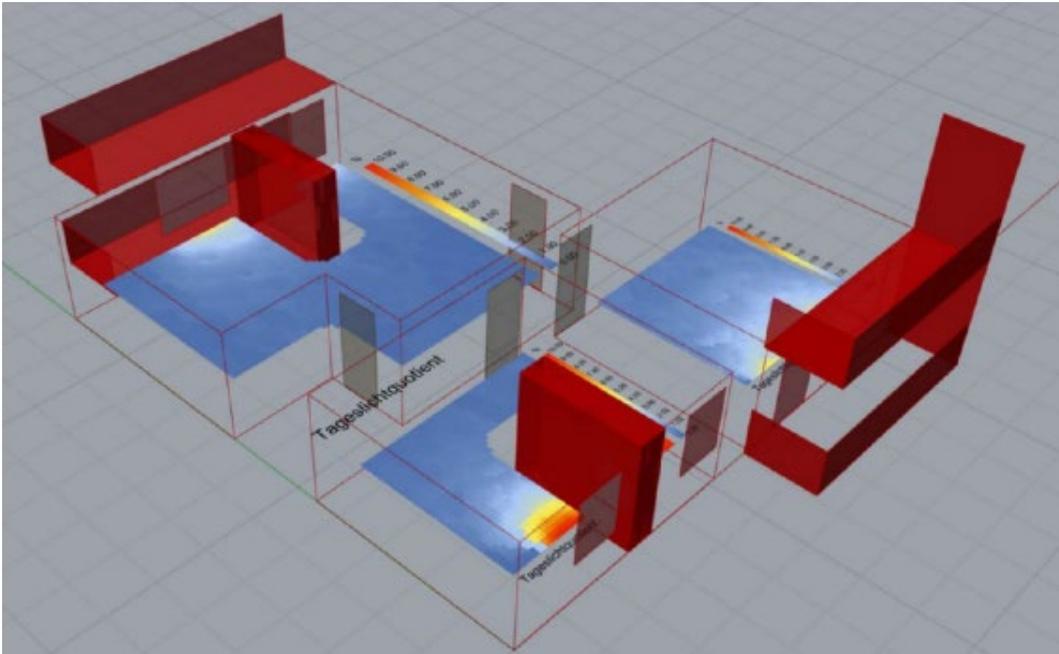


Fig. 9 Maqueta Digital 3D Rhino7, Pluguin programa de la Universidad de Delft es una herramienta de cálculo del cociente de luz natural basada en la norma europea DIN EN 17037 Berliner Siedlung. Autor:L. Phohler, Stud.

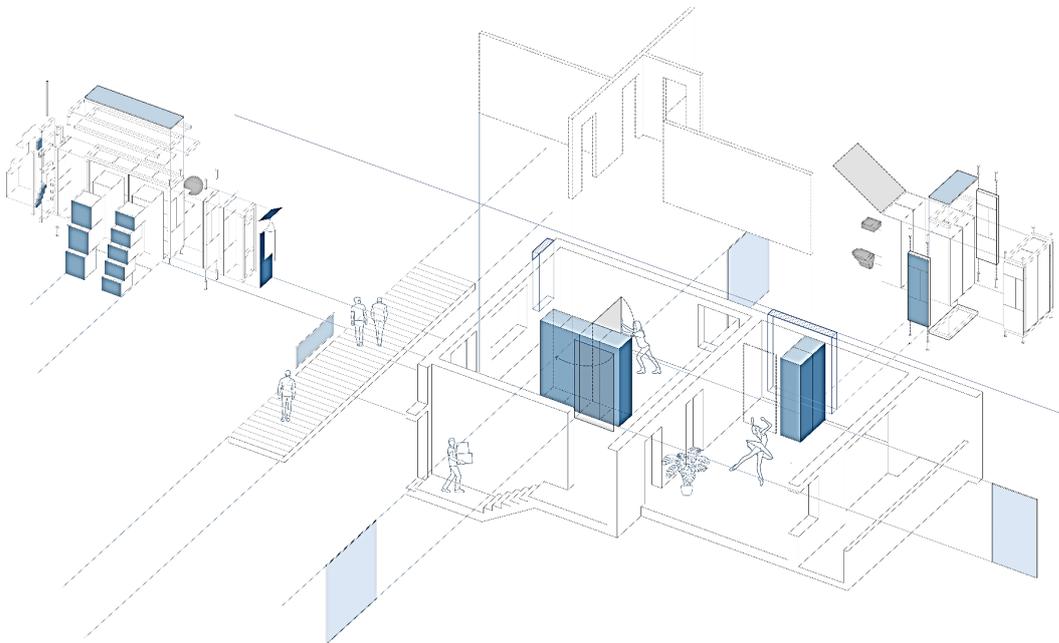


Fig. 10 Ilustración isométrica de instalación de prototipo en Berliner Siedlung. Autor: equipo de Investigación. Fuente: Informe final "Home& office? Research Design for a prototype system for upcycle existing housing 1950-70 Mainz.HS-Mainz, 2024

## 2.5. Fase 5: transferencia y exposición pública de resultados de docencia.

Como se ha comentado, los trabajos resultado de la docencia han sido expuestos en dos ocasiones: en febrero y marzo de 2024 se muestran paneles y las maquetas de estudiantes en la planta alta del Pabellón LUX de la HS Mainz, en el marco de un seminario científico internacional sobre reciclaje de barriadas, y muestra del dispositivo “Prototipo digital y analógico” del Proyecto de Investigación, abierto a todos los públicos y Servicio Municipal de la vivienda. En Junio-Julio 2024 en *Baukultur Zentrum* de la ciudad de Maguncia, junto con la selección de los mejores trabajos académicos de esta Escuela, que culminan con el *B. Eisenhauer Braun Preis*.

Además de evaluar cómo estas herramientas impactan específicamente en el aprendizaje y la práctica de los estudiantes de arquitectura en casa fase, la primera exposición permite hacer una valoración sobre la interacción del público en los resultados expuestos a través de la muestra de los modelo digitales como los analógicos. Como indicador de esta transferencia y comunicación se priorizado la interlocución, dialogo y participación del público con preguntas e interés en los proyectos con sus autores.

El estudiantado explica la propuesta ante el público interesado, vecinos y la Municipalidad. Los modelos a escala, maquetas a escala 1:10 y 1:20, son sobre los que el público plantea preguntas, visualiza con mayor inmediatez los proyectos e interactúa, incluso, tocando tocándolas compara propuestas y soluciones. La producción digital, imágenes y planos impresos en paneles, se incorpora a la discusión como verificación y visualización extática de resultados, da lugar, sin embargo a menor interacción o preguntas sobre el contenido de los proyectos y mayor sobre la herramienta de visualización, VR-Lens y Holo Lens, en sí.

Al acompañar al público en la visualización de los modelos virtuales en V-Lens y HoloLens, la novedad de la comunicación es celebrada, pero experiencia ofrece poco diálogo o interacción,

Los tiempos de visualización del modelo se dilatan, porque requieren cierta formación y pericia del público aun no acostumbrado al uso de las Lentes digitales. La visualización a escala 1:1 es impactante para el futuro usuario, y en toda conversación se solicita la traslación de dicho prototipo a los espacios domésticos reales, para debe ser verificada.



Fig. 11 Imagen de la exposición de prtotipo1:1 analógico Lux Pavilion HS Mainz, Autor: Equipo de Investigación y equipo Docente, Maguncia, febrero, 2023



Fig. 12 Foto detalle de la exposición de los resultados docentes (proyectos de estudiantes) con maquetas 1:20 y selección de materiales. Lux Pavilion HS Mainz. Foto: Equipo Docente, Maguncia, febrero, 2023



Fig.13 Foto de experimentación de usuarios VR-lens y Holo-lens. durante la exposición de prototipo 1:1 digital. Lux Pavilion HS Mainz, Maguncia febrero 2023. Autor: Equipo de Investigación. Foto: Equipo Docente, 2023

### 3. Valoración del proyecto docente y conclusiones

Las calificaciones del curso valoran de forma individual un 15% el estudio de referencias para el proyecto y al menos un tema especialización en *retrofitting*; un 40% el proyecto de adecuación funcional y arquitectónica; un 30% las propuestas de mejora energética integradas en la arquitectura; y un 15% la implementación comparada de herramientas digitales y analógicas. La curva de calificaciones muestra una media superior en el semestre de S 23 y S 24, en el que las maquetas, por sobrecarga horaria, no fueron exigidas en la entrega final, pero sí la renderización en *Twin Motion* de modelos 3D y a la media de otros semestres. El curso con mejores resultados de media ha sido el referido en este artículo, semestre de invierno 23/24, el trabajo fue intenso, con mucha implicación de docentes y tutores en materia de formación digital.

La comparación de los resultados en la aplicación de metodología preferentemente virtual o preferentemente analógica permite generar algunas conclusiones diferenciadas en fase de toma de datos, fase de proyecto, fase de verificación, fase de cálculos y simulación, así como la fase de experiencia inmersiva del proyecto (Fig. 14).

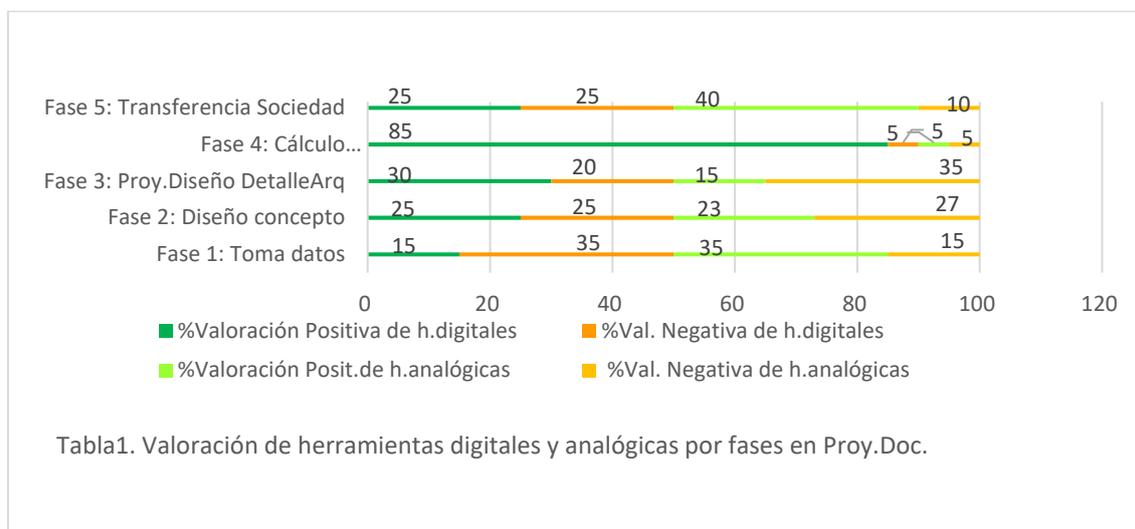


Tabla 1. Gráfico de la Valoración de las herramientas digitales y analógica en cada fase de la metodología docente de proyectos. Autores: equipo docente

Las herramientas digitales en toma de datos (fotogrametría con Drones, digitalización de documentación, análisis de la edificación, construcción y encuestas y análisis poblacional de necesidades) ofrecen datos útiles para una comprensión global del tema del proyecto, sin embargo, se hace necesaria una intensa elaboración de estos datos para discretizar las categorías de análisis necesarias con vistas a las escalas e intervención arquitectónica y ambiental. La fase de desarrollo del proyecto (Planimetría 3D y visualizaciones), tanto de mejora funcional como de medidas arquitectónicas para la mejora del consumo energético, permiten un prolífico proceso inductivo y de prueba-error de variantes de proyecto. Se hace necesario, de nuevo, categorizar los criterios de intervención y priorizar las actuaciones, para favorecer la toma de decisiones. En la fase de definición detallada y entrega del proyecto (Planimetría y renderización en *Twin Motion*), los resultados permiten una buena definición de los espacios conseguidos, y esquemas sobre la optimización ambiental de las tipologías, difícilmente integrada con estimaciones o cálculos en esta asignatura. En la fase de transferencia, los

modelos digitales a escala 1:1 generan la atracción por la herramienta y su capacidad de visualización, no tanto una discusión sobre el contenido o los criterios de proyecto.

Las herramientas analógicas en la fase de toma de datos (visitas, entrevistas, consulta de archivos originales, consulta de casos a estudio de referencia de proyectos ejemplares asimilables), proporcionan un conocimiento empático con el lugar y sus usuarios, permiten ponderar criterios de intervención intencionados con estos análisis. En fase de desarrollo de proyecto, las maquetas generan una propuesta necesariamente simplificada y abstracta, que si bien demanda tiempo del estudiantado, redundando en un desarrollo de criterios más específicos. En el detallado de la propuestas, se ha advertido que el uso de maquetas y su construcción (con máquina laser) coadyuva a transformar la intuición constructiva en detalles sencillos, modulables y estándar, propios de una lógica próxima al *do it your self*, que optimiza el diseño. Y esta misma forma de ser trabajadas con herramientas analógicas invita, en la fase de transferencia, al espectador a interactuar y aprehender de forma inmediata los proyectos.

Se constata el necesario alto grado de especialización (master) para gobernar las herramientas de cálculo y simulación virtuales, gracias a las cuales, es posible evaluar las medidas arquitectónicas e incluso, según los estándares normativos, también el "confort" del usuario. Las herramientas analógicas no han sido usadas, todo el material trabajado y producido es digital. .

Como conclusión, el programa docente desarrollado en tres cursos troncales, en una optativa de dos escuelas de arquitectura, y un Trabajo Fin de Master, muestra cómo la formación en proyecto ajusta en cada etapa herramientas digitales y virtuales adecuadas al alcance, nivel de abstracción y capacidad de comunicación y mediación, demandando del equipo docente un continuo subrayado de los principios de optimización, eficiencia material y sostenibilidad, y una continua formación al estudiantado para integrar las posibilidades tecnológicas y analógicas que existen actualmente a disposición en rehabilitación de viviendas. .

## Bibliografía

- Alberola Peiró, M., Casals Pañella, J., y Fernández Rodríguez, A. 2023. "Artefactos: Del Co-Diseño a La Co-Fabricación Como Acercamiento a La Comunidad." en: JIDA'23. XI Jornadas Sobre Innovación Docente en Arquitectura, Libro de Actas, 267–277. Barcelona: Grup per a la Innovació i la Logística Docent en l'Arquitectura (GILDA). doi:10.5821/jida.2023.12248. <http://hdl.handle.net/2117/396094>
- Carpenter, W., y Schlemmer, F. 2015. "The Evolution of the Full-Scale Artifact in Architectural Academia". "The Expanding Periphery and the Migrating Center", ACSA Press, Toronto.
- Domingo Santos, J., Moreno Álvarez, C. y García Píriz, T. 2020. "Exposiciones docente: didáctica, transferencia e innovación en el ámbito académico" en: García Escudero, D. y Bardí Milà, B. VIII Jornadas sobre Innovación Docente en Arquitectura (JIDA'20), Libro de actas, 709-720. Barcelona: UPC. IDP; GILDA; UMA editorial.
- Estepa-Rubio, A. 2023. *Visualización & Representación: Diseño Gráfico y Producción Industrial*. En JIDA'23. XI Jornadas sobre Innovación Docente en Arquitectura. Libro de Actas: 99-110. Barcelona: Grup per a la Innovació i la Logística Docent en l'Arquitectura (GILDA). DOI: DOI: 10.5821/jida.2023.12145
- Frampton, K. 2008. *On the fringes of the empire*. In Mackay-Lyons, B. 2008. *Ghost: building and architectural vision*. Princeton Architectural Press.
- Harnack, M., Heger, N., y Brunner M. (eds.), 2020. *Adaptive Re-Use. Strategies for Post-War Modernist Housing*. Berlin: Jovis Verlag.
- Kara, L. 2015. *A Critical Look at the Digital Technologies in Architectural Education: When, where, and how?* Procedia - Social and Behavioural Sciences. N°176. 526-530. DOI: 10.1016/j.sbspro.2015.01.506.
- Leal Filho, W., Shiel, C. y Paço, A. 2016. «Implementing and operationalising integrative approaches to sustainability in higher education: the role of project-oriented learning». *Journal of Cleaner Production*, 133: 126-135. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.05.079>
- López-Lovillo, et al. 2023. *Optimización energética: acercando la práctica profesional a distintos niveles educativos*. En JIDA'23. XI Jornadas sobre Innovación Docente en Arquitectura. Libro de Actas: 844-856. Barcelona: Grup per a la Innovació i la Logística Docent en l'Arquitectura (GILDA). DOI: 10.5821/jida.2023.12311
- Oxman, R. 2008. *Digital Architecture as a Challenge for Design Pedagogy Theory, Knowledge, Models and Medium*. *Design Studies*, 29, p.99-120. Volume 29, Issue 2, <https://doi.org/10.1016/j.destud.2007.12.003>
- Ramadan, M. G. y Abowardah, E. S. 2022. «Incorporating a Sustainability Approach in Teaching Architectural Design Studio». *The International Journal of Design Education*, 17 (1): 37-64. <https://doi.org/10.18848/2325-128X/CGP/v17i01/37-64>
- Rieckmann, M. y Reith, A. et al. 2024. *Service Learning and Sustainable Transformation at Universities - A Multiple Case Study in Germany*. In *Academica.edu*. European Conference on Educational Research. Cyprus.
- Walberg, D., Gniechwitz, T., Paar, A. y Schulze, T. 2022. *Wohnungsbau: Die Zukunft des Bestandes Studie zur aktuellen Bewertung des Wohngebäudebestands in Deutschland und seiner Potenziale, Modernisierungs- und Anpassungsfähigkeit*. In: *Bauforschungsbericht Nr. 82*. Kiel: Arbeitsgemeinschaft für zeitgemäßes Bauen e.V.