

EDIFICATE

2025

III NATIONAL AND II INTERNATIONAL CONGRESS OF ADVANCED SCHOOLS BUILDING ENGINEERING AND TECHNICAL ARCHITECTURE

Coordinators:

JAVIER GARABITO LÓPEZ

CARMELO MUÑOZ RUIPÉREZ

ALBA RODRIGO BRAVO

BELÉN ZURRO GARCÍA

LOURDES ALAMEDA CUENCA-ROMERO

RAQUEL ARROYO SANZ

AMPARO BERNAL LÓPEZ-SANVICENTE

ÁLVARO URBANEJA MIGUEL

ISABEL SANTAMARÍA VICARIO



UNIVERSIDAD
DE BURGOS

COORDINATORS:

JAVIER GARABITO LÓPEZ
CARMELO MUÑOZ RUIPÉREZ
ALBA RODRIGO BRAVO
BELÉN ZURRO GARCÍA
LOURDES ALAMEDA CUENCA-ROMERO
RAQUEL ARROYO SANZ
AMPARO BERNAL LÓPEZ-SANVICENTE
ÁLVARO URBANEJA MIGUEL
ISABEL SANTAMARÍA VICARIO

**III NATIONAL AND II INTERNATIONAL CONGRESS
OF ADVANCED SCHOOLS BUILDING ENGINEERING
AND TECHNICAL ARCHITECTURE**



**UNIVERSIDAD
DE BURGOS**

2026

(CONGRESOS Y CURSOS, 93)

EDIFICATE 2025

III CONGRESO NACIONAL Y II CONGRESO INTERNACIONAL DE ESCUELAS DE INGENIERÍA DE EDIFICACIÓN Y ARQUITECTURA TÉCNICA

UNIVERSIDAD DE BURGOS. ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR
13-14 de noviembre de 2025



© LOS AUTORES

© UNIVERSIDAD DE BURGOS

Edita: Servicio de Publicaciones e Imagen Institucional
UNIVERSIDAD DE BURGOS
Edificio de Administración y Servicios
C/ Don Juan de Austria, 1,
09001 BURGOS - ESPAÑA

ISBN: 979-13-87585-41-9

DOI: [DOI: https://doi.org/10.36443/9791387585419](https://doi.org/10.36443/9791387585419)

Esta obra está bajo una licencia de [Creative Commons
Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)



TABLA DE CONTENIDOS / TABLE OF CONTENTS

TABLA DE CONTENIDOS / TABLE OF CONTENTS	5
ORGANIZING COMMITTEE	13
INTERNATIONAL SCIENTIFIC COMMITTEE	13
PRESENTACIÓN	15
PRESENTATION	17
INNOVATIVE EXPERIENCES IN TEACHING UNDERGRADUATE AND POSTGRADUATE PROGRAMS IN TECHNICAL ARCHITECTURE AND BUILDING ENGINEERING	19
GAMIFICACIÓN EN LA ENSEÑANZA DE “LA HISTORIA DE LA CONSTRUCCIÓN” PARA EL GRADO EN INGENIERÍA DE EDIFICACIÓN GAMIFICATION IN TEACHING “THE HISTORY OF CONSTRUCTION” FOR THE BUILDING ENGINEERING DEGREE Beatriz Montalbán Pozas.....	21
METODOLOGÍA APRENDIZAJE-SERVICIO EN ARQUITECTURA TÉCNICA. EXPERIENCIAS EN VILANOVA I LA GELTRÚ (BARCELONA) SERVICE-LEARNING METHODOLOGY IN ARCHITECTURAL TECHNOLOGY: EXPERIENCES IN VILANOVA I LA GELTRÚ (BARCELONA) Montserrat Bosch González, Mireia Bosch Prat, Natalia Wolferstatter, Félix Ruiz Gorrindo, Judit Ramírez-Casas	29
PROYECTOS DE APRENDIZAJE Y SERVICIO DE ACÚSTICA EN LA ESCUELA DE EDIFICACIÓN SERVICE-LEARNING PROJECTS IN ACOUSTICS AT THE SCHOOL OF BUILDING David Caballol Bartolomé, Mónica Morales Segura	39
APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS CON METODOLOGÍA MULTI-ENFOQUE PARA EDIFICACIÓN MULTI-APPROACH METHODOLOGY ON PROJECT-BASED LEARNING FOR BUILDING CONSTRUCTION Javier Manso-Morato, Nerea Hurtado-Alonso, Manuel Hernando-Revenga, Víctor Revilla-Cuesta, Ana B. Espinosa, Roberto Serrano-López, Marta Skaf, Vanesa Ortega-López, Juan M. Manso	47
APRENDIZAJE-SERVICIO EN LA ASIGNATURA DE MANTENIMIENTO: FOMENTANDO LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN UN CENTRO DE EDUCACIÓN PARA ADULTOS EN MADRID SERVICE-LEARNING IN MAINTENANCE: ENCOURAGING ENERGY EFFICIENCY AT AN ADULT EDUCATION CENTRE IN MADRID Alicia Zaragoza-Benzal, Alexandra Míguez Souto, Alberto Leal Matilla, Daniel Ferrández	57
CULTIVANDO EL FUTURO: APRENDIZAJE-SERVICIO PARA UNA AGRICULTURA SOSTENIBLE Y CIRCULAR GROWING THE FUTURE: SERVICE-LEARNING FOR SUSTAINABLE AND CIRCULAR AGRICULTURE Daniel Ferrández, Rafael Marcos-Sánchez, Ricardo Curto-Rodríguez, Alicia Zaragoza-Benzal	65
FORMATO UNIFICADO DE CONTROL PARA LA VERIFICACIÓN DE LAS ESPECIFICACIONES CONSTRUCTIVAS DESARROLLADAS EN LAS PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA DE PROYECTOS TÉCNICOS UNIFIED FORMAT OF CONTROL FOR THE VERIFICATION OF THE CONSTRUCTION SPECIFICATIONS DEVELOPED IN THE PRACTICES OF THE SUBJECT OF TECHNICAL PROJECTS Manuel J. Carretero-Ayuso, Antonio Jiménez-Delgado, Pedro Fernández-Valderrama	71
FABRICACIÓN DIGITAL EN LA PEDAGOGÍA ARQUITECTÓNICA: UNA PERSPECTIVA PRÁCTICA PARA EL APRENDIZAJE DIGITAL FABRICATION IN ARCHITECTURAL PEDAGOGY: A HANDS-ON APPROACH TO LEARNING Caterina Morganti, Cristiana Bartolomei	81

MEJORA DEL APRENDIZAJE EN ANÁLISIS DEL PATRIMONIO ARQUITECTÓNICO A TRAVÉS DEL PROGRAMA "ALUMNO INTERNO" IMPROVEMENT OF LEARNING IN ARCHITECTURAL HERITAGE ANALYSIS THROUGH THE "INTERNAL STUDENT" PROGRAM Pedro Enrique Collado Espejo	89
DE LOS PROBLEMAS RESUELTOS AL APRENDIZAJE ACTIVO: UNA PROPUESTA INTERACTIVA PARA LA ENSEÑANZA EN INGENIERÍA DE EDIFICACIÓN FROM WORKED EXAMPLES TO ACTIVE LEARNING: AN INTERACTIVE PROPOSAL FOR TEACHING IN BUILDING ENGINEERING Josep Ramon Liso-Ferrando, Adrián Llorca-Sanchís, José Manuel Gandía-Romero, Manuel Valcuende	97
MEJORANDO EL APRENDIZAJE DEL EMPRENDIMIENTO A TRAVÉS DE EXPOSICIONES DE PÓSTERES: ESTUDIO DE CASO EN LA ESCUELA DE INGENIERÍA DE EDIFICACIÓN DE LA UPV ENHANCING ENTREPRENEURSHIP LEARNING THROUGH POSTER EXHIBITIONS: A CASE STUDY AT THE SCHOOL OF BUILDING ENGINEERING AT UPV Elena Navarro-Astor, M. Luisa Nolé-Fajardo, Igor Fernández-Plazaola	107
REDES SOCIALES EN LAS ASIGNATURAS DE CONSTRUCCIÓN Y EXPRESIÓN GRÁFICA DEL GRADO EN EDIFICACIÓN PARA LA PROMOCIÓN DE RESULTADOS ACADÉMICOS Y MEMORIA VIRTUAL SOCIAL MEDIA IN THE CONSTRUCTION AND GRAPHIC EXPRESSION COURSES OF THE BUILDING ENGINEERING DEGREE FOR THE PROMOTION OF ACADEMIC RESULTS AND VIRTUAL REPOSITORY Pablo Alejandro Cruz Franco, Elena Gómez Bernal, María Pérez Sendín.....	117
"NOS MOVEMOS POR LA POBREZA ENERGÉTICA": UN ENFOQUE DE APRENDIZAJE-SERVICIO PARA LA GESTIÓN ADECUADA DE LOS RECURSOS ENERGÉTICOS "WE MOVE FOR ENERGY POVERTY AND THE PROPER MANAGEMENT OF ENERGY RESOURCES": A SERVICE-LEARNING APPROACH TO ENERGY RESOURCE MANAGEMENT Patricia Aguilera Benito, Isabel Bach Buendía, Ana Martín Martín, Daniel Huguet Cruz	127
ENERGY TALKS: CONECTANDO HOGARES Y MEJORANDO VIDAS ENERGY TALKS: CONNECTING HOMES AND IMPROVING LIVES Patricia Aguilera Benito, Isabel Bach Buendía, Daniel Huguet Cruz, Ana Martín Martín.....	137
ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA HÍBRIDA EN LA UPV: ANÁLISIS DE LA ACTIVIDAD DEL ALUMNADO EN ASIGNATURAS ONLINE Y PRESENCIALES HYBRID TEACHING STRATEGIES AT UPV: AN ANALYSIS OF STUDENT ACTIVITY IN ONLINE AND ON-CAMPUS COURSES Carolina Aparicio-Fernández, Emma Barelles-Vicente, María Eugenia Torner-Feltrer, Mar Cañada-Soriano	145
WELCOME DAYS. ACTIVIDADES DE APOYO A LOS ESTUDIANTES DE NUEVO INGRESO EN INGENIERÍA DE EDIFICACIÓN WELCOME DAYS. SUPPORT ACTIVITIES FOR NEW ENTRANCE STUDENTS IN BUILDING ENGINEERING M ^a Rosario Chaza Chimeno, M ^a Dolores Rincón Millán, M ^a Valle García Soria Rafael Esteve Pardal	151
ADAPTANDO LA UNIVERSIDAD PÚBLICA AL SECTOR PRODUCTIVO: INTRODUCCIÓN DE LEAN CONSTRUCTION EN LA FORMACIÓN DE FUTUROS GRADUADOS EN EDIFICACIÓN ADAPTING PUBLIC UNIVERSITIES TO THE PRODUCTIVE SECTOR: INTRODUCING LEAN CONSTRUCTION IN THE EDUCATION OF FUTURE BUILDING GRADUATES Carolina Piña Ramírez, Gemma Cachero Alonso, Víctor Sardá Martín, Juan Gascón Cachero	159
INTELIGENCIA ARTIFICIAL, PROGRAMACIÓN Y METODOLOGÍA BIM: HACIA UN NUEVO PARADIGMA DE APRENDIZAJE E INVESTIGACIÓN EN ARQUITECTURA TÉCNICA ARTIFICIAL INTELLIGENCE, PROGRAMMING, AND BIM METHODOLOGY: TOWARDS A NEW PARADIGM OF LEARNING AND RESEARCH IN BUILDING ENGINEERING Fernando Cos-Gayón López, José Ramón Albiol Ibáñez, Begoña Fuentes Giner	165

<p>APLICACIÓN DE LA TECNOLOGÍA BIM EN LA RESOLUCIÓN DE TRABAJOS FINALES DE GRADO RELACIONADOS CON LA MEJORA EN CENTROS DOCENTES DE MALLORCA APPLICATION OF BIM TECHNOLOGY IN FINAL DEGREE PROJECTS RELATED TO THE IMPROVEMENT OF EDUCATIONAL CENTERS IN MALLORCA Susana Hormigos-Jiménez, María Angels Llabrés Morey, Juan Muñoz Gomila, Cristian Carmona Gómez, Francesc Masdeu Mayans</p>	175
<p>INICIACIÓN AL USO DE BIM EN LA ASIGNATURA DE SOSTENIBILIDAD INTRODUCTION TO THE USE OF BIM IN THE SUSTAINABILITY SUBJECT María Angels Llabrés Morey, Susana Hormigos Jiménez</p>	185
<p>DEL IMPACTO VISUAL AL APRENDIZAJE PROFUNDO: TECNOLOGÍAS INMERSIVAS EN LA ENSEÑANZA DE LA CONSTRUCCIÓN FROM VISUAL IMPACT TO MEANINGFUL LEARNING: IMMERSIVE TECHNOLOGIES IN CONSTRUCTION EDUCATION Carla de-Juan-Ripoll, Pablo Palmero Sánchez, Luis Palmero Iglesias</p>	195
<p>DESPERTANDO VOCACIONES INVESTIGADORAS EN ARQUITECTURA TÉCNICA: LA EXPERIENCIA DEL GRUPO “TEMA” INSPIRING RESEARCH IN BUILDING ENGINEERING STUDENTS: THE EXPERIENCE OF “TEMA” GROUP Paola Villoria Sáez, Mercedes del Río Merino, M. Alejandro Pedreño Rojas, Jaime Santa Cruz Astorqui, César Porras Amores, Julián García Muñoz, Carolina Piña Ramírez, Alejandra Vidales Barriguete.....</p>	205
<p>APRENDIZAJE Y SERVICIO (A_{PS}) EN LA ASIGNATURA “EDIFICACIONES Y CIUDADES SOSTENIBLES” DEL GRADO EN ARQUITECTURA TÉCNICA DE LA ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ZAMORA (EPSZ) SERVICE-LEARNING (SL) IN THE COURSE “SUSTAINABLE BUILDINGS AND CITIES” OF THE BACHELOR’S DEGREE IN BUILDING ENGINEERING AT THE HIGHER POLYTECHNIC SCHOOL OF ZAMORA (EPSZ) María Ascensión Rodríguez-Esteban, Héctor Prieto Corredera, María Almudena Frechilla-Alonso, Ana Belén Ramos-Gavilán</p>	211
<p>CAPTACIÓN DE TALENTO EN EL AULA. HACKATHON EN EL MÁSTER UNIVERSITARIO EN EDIFICACIÓN. ETSIE-UPV TALENT IDENTIFICATION IN THE CLASSROOM: HACKATHON WITHIN THE MASTER’S DEGREE IN BUILDING CONSTRUCTIONS. ETSIE-UPV M. Luisa Collado López.....</p>	221
<p>TOPOGRAFÍA, MEDIANTE HERRAMIENTAS DIGITALES FRENTE AL MÉTODO TRADICIONAL TOPOGRAPHY, USING DIGITAL TOOLS VERSUS THE TRADITIONAL METHOD Carlos Losada-Pérez, Antonio Pernas-Varela</p>	231
<p>METAVERSO ETSIE METAVERSE ETSIE José M. Gandía-Romero, Fernando Cos-Gayón López, Josep R. Lliso-Ferrando, Ana Martínez-Ibernón, Adrián Llorca Sanchis, Jalal Saadi, Milagro Iborra Lucas.....</p>	241
<p>INTEGRACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM EN GEOMETRÍA DESCRIPTIVA INTEGRATING BIM METHODOLOGY IN DESCRIPTIVE GEOMETRY Amparo Bernal López-Sanvicente, Ignacio Camarero Julián, Álvaro Alonso Díez</p>	249
<p>ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS PARA MEJORAR EL APRENDIZAJE DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN: UN PROYECTO DE MEJORA EDUCATIVA COMPLEMENTARY ACTIVITIES TO IMPROVE THE LEARNING OF CONSTRUCTION MATERIALS: AN EDUCATIONAL INNOVATION PROJECT Ángel M. Pitarch Roig, Lucía Reig Cerdà, M^a José Ruá Aguilar.....</p>	257
<p>METODOLOGÍA ABP PARA LA INTEGRACIÓN CURRICULAR EN TITULACIONES TÉCNICAS PROJECT-BASED LEARNING FOR CURRICULAR INTEGRATION IN TECHNICAL DEGREES Gloria María Cuenca Moyano, Joaquín M. Durán Álvarez, María Dolores Gámez Montalvo, M. Lourdes Gutiérrez-Carrillo, David Hidalgo García, María Martín Morales, María Dolores Martínez Aires, María Martínez-Rojas, Raquel Nieto Álvarez, José Manuel Soto Hidalgo, Elisabet Suárez Vargas</p>	267

COMPARATIVA CURRICULAR DEL ÁREA DE CONSTRUCCIÓN EN LOS ESTUDIOS DE INGENIERÍA DE EDIFICACIÓN Y ARQUITECTURA TÉCNICA EN ESPAÑA COMPARATIVE CURRICULUM OF THE CONSTRUCTION AREA IN THE STUDIES OF BUILDING ENGINEERING AND TECHNICAL ARCHITECTURE IN SPAIN Elisabet Suárez Vargas, M. Lourdes Gutiérrez-Carrillo.....	277
LA EVALUACIÓN CONTINUA BASADA EN PROYECTOS DE EDIFICACIÓN CONTINUOUS EVALUATION BASED ON BUILDING PROJECTS Eloísa González Ponce, Salvador Aledo Guerao, Verónica Nadal Jiménez, Nuria Rosa Roca.....	287
EXPERIENCIA EN ENSEÑANZA Y EVALUACIÓN ONLINE EN POSTGRADO DE ESPECIALIZACIÓN TÉCNICA EXPERIENCE IN ONLINE TEACHING AND ASSESSMENT AT POSTGRADUATE TECHNICAL SPECIALISATION LEVEL Nuria Rosa Roca, Verónica Nadal Jiménez, Salvador Aledo Guerao, Eloísa González Ponce.....	299
INVESTIGACIÓN SOBRE LA CONTRIBUCIÓN DE LAS VISITAS PROFESIONALES AL DESARROLLO DE COMPETENCIAS EN INGENIERÍA DE EDIFICACIÓN RESEARCH ON THE CONTRIBUTION OF PROFESSIONAL VISITS TO COMPETENCY DEVELOPMENT IN BUILDING ENGINEERING Milagro Iborra-Lucas, Pablo Monzón Bello, Jose Manuel Gandía Romero	309
FOMENTO DE LA INTERDISCIPLINARIEDAD Y LA COLABORACIÓN PÚBLICO-PRIVADA A TRAVÉS DE LA DOCENCIA INVESTIGADORA FOSTERING INTERDISCIPLINARITY AND PUBLIC-PRIVATE COLLABORATION THROUGH RESEARCH-LED TEACHING Carlos Pérez-Carramiñana, José Antonio Huesca Tortosa, César Daniel Sirvent Pérez, María Isabel Pérez Millán.....	319
APRENDIZAJE ACTIVO Y COLABORACIÓN EDUCATIVA EN LA FORMACIÓN CIENTÍFICA TEMPRANA: RESULTADOS DE UN PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PREUNIVERSITARIA ACTIVE LEARNING AND EDUCATIONAL COLLABORATION IN EARLY SCIENCE EDUCATION: RESULTS FROM A PRE-UNIVERSITY RESEARCH PROJECT Raquel Arroyo, Álvaro Urbaneja, Lourdes Alameda-Cuenca-Romero, Verónica Calderón, Sara Gutiérrez-González, Sara Serna-Avenidaño, Alba Rodrigo-Bravo, Ángel Rodríguez-Sáiz, Isabel Santamaría-Vicario.....	331
REFLEXIONES SOBRE LA INCIDENCIA DEL DIBUJO ARQUITECTÓNICO EN LOS PLANES DE ESTUDIO DE ARQUITECTURA TÉCNICA: COMPARATIVA ENTRE UNIVERSIDADES ESPAÑOLAS REFLECTIONS ON THE IMPACT OF ARCHITECTURAL DRAWING IN BUILDING ENGINEERING PROGRAMS: A COMPARISON ACROSS SPANISH UNIVERSITIES Teresa Gil-Piqueras, Andrea Ruggieri, Ana Pérez Vila, Jordi Mollà Casanova, Pablo Rodríguez-Navarro	339
EL PROFESOR ASOCIADO COMO AGENTE DE INNOVACIÓN DOCENTE EN TITULACIONES TÉCNICAS UNIVERSITARIAS ASSOCIATE LECTURER AS AN AGENT OF TEACHING INNOVATION IN UNIVERSITY TECHNICAL DEGREE PROGRAMS Roberto Vallejo-Diez, Miguel López-García, Javier Garabito-López, Carmelo Muñoz-Ruipérez, José Carlos Garabito-López	349
ORGANIZACIÓN Y HERRAMIENTAS DE PROGRAMACIÓN DE LOS NUEVOS SISTEMAS DE CONSTRUCCIÓN INDUSTRIALIZADA, ECOCONSTRUCCIÓN Y MODULAR 3D. INTERRELACIÓN CON LA CONSTRUCCIÓN TRADICIONAL ORGANIZATION AND PROGRAMMING TOOLS FOR NEW INDUSTRIALIZED, ECO-CONSTRUCTION, AND 3D MODULAR CONSTRUCTION SYSTEMS. INTERRELATIONSHIP WITH TRADITIONAL CONSTRUCTION Miguel López-García, Javier Garabito López, Roberto Vallejo-Diez, Carmelo Muñoz Ruipérez, José Carlos Garabito-López	357

CHALLENGES IN UNIVERSITY MANAGEMENT IN THE 21ST CENTURY	367
OPTIMIZACIÓN CURRICULAR Y ESTRATEGIAS DE INNOVACIÓN EDUCATIVA EN EL GRADO EN INGENIERÍA DE EDIFICACIÓN (UCLM): EL PROYECTO ACTIEMD-GIE CURRICULAR OPTIMIZATION AND EDUCATIONAL INNOVATION STRATEGIES IN THE BUILDING ENGINEERING DEGREE: THE ACTIEMD-GIE PROJECT David Valverde Cantero, Jesús González-Arteaga, María Segarra, David Sanz	369
LA MOVILIDAD DEL PROFESORADO DE ARQUITECTURA TÉCNICA DE LA LAGUNA: UNA CUENTA PENDIENTE MOBILITY OF TECHNICAL ARCHITECTURE TEACHING STAFF FROM LA LAGUNA: A PENDING MATTER Ruth Pino Suárez	377
ANÁLISIS DE LAS CARRERAS DEL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN. ESTUDIO ESPECÍFICO DEL GRADO EN EDIFICACIÓN Y ARQUITECTURA TÉCNICA. ÍNDICES UNIVERSITARIOS Y MERCADO LABORAL ANALYSIS OF CAREERS IN THE CONSTRUCTION SECTOR. SPECIFIC STUDY OF THE DEGREE IN BUILDING AND TECHNICAL ARCHITECTURE. UNIVERSITY INDICES AND THE LABOUR MARKET Joaquín Manuel Durán Álvarez, María Luisa de la Hoz Martínez, Antonio Aguilar Aguilera, Gloria Cuenca Moyano.....	387
ANÁLISIS DE LA IMPLANTACIÓN DEL NUEVO PLAN DE ESTUDIOS DE GRADO EN ARQUITECTURA TÉCNICA ANALYSIS OF THE IMPLEMENTATION OF THE NEW SYLLABUS OF TECHNICAL ARCHITECTURE Juan Luis Pérez-Ordóñez, Sindy Seara-Paz, Marta Benítez-García, Carlos Losada-Pérez.....	399
ADAPTACIÓN CURRICULAR DE LAS COMPETENCIAS TRANSVERSALES EN EL GRADO EN ARQUITECURA TÉCNICA CURRICULAR ADAPTATION OF TRANSVERSAL COMPETENCIES IN THE DEGREE IN TECHNICAL ARCHITECTURE Paloma Arrué Burillo, Antonio Manuel Romero Sedó, Maria Luisa Collado López, Maria Isabel Giner García.....	409
LA INGENIERÍA DE EDIFICACIÓN CON MENCIONES: UNA POSIBILIDAD DE DIVERSIFICACIÓN CURRICULAR BUILDING ENGINEERING WITH SPECIALIZATIONS: AN OPPORTUNITY FOR CURRICULAR AND PROFESSIONAL DIVERSIFICATION Juan Manuel Santiago Zaragoza, Fabián García Carrillo	419
RECURSOS INFORMATIVOS PARA LA INTERNACIONALIZACIÓN DE LA ETSIE DE LA UNIVERSIDAD DE GRANADA INFORMATIVE RESOURCES FOR INTERNATIONALIZATION AT THE SCHOOL OF BUILDING ENGINEERING – UNIVERSITY OF GRANADA Ana M. Martínez Vela, Fabián García Carrillo, Emilio Gómez Cobos	431
BUILDING RESEARCH	439
CONSTRUCCIÓN CON CORAL: CIUDAD DE VERACRUZ CONSTRUCTION WITH CORAL: CITY OF VERACRUZ José Antonio Rodríguez López, Alejandra Vidales Barriguete, Julián García Muñoz	441
PROYECTO INTERUNIVERSITARIO ENTRE LAS UNIVERSIDADES DE LA HABANA, MILÁN Y ALICANTE COMO ESTRATEGIA DE APRENDIZAJE EN ESTUDIOS DE DOCTORADO INTERUNIVERSITY PROYECT BETWEEN THE UNIVERSITIES OF HAVANA, MILAN, AND ALICANTE AS A LEARNING STRATEGY IN DOCTORAL STUDIES Antonio Jiménez-Delgado, María Cristina Giambruno, Laura Pogliani, Manuel Jesús Carretero Ayuso.....	451
APORTACION DE LOS SISTEMAS ESTRUCTURALES DESMONTABLES DE HORMIGÓN PREFABRICADO AL NIVEL DE SOSTENIBILIDAD DE LOS EDIFICIOS CONTRIBUTION OF REMOVABLE PRECAST CONCRETE STRUCTURAL SYSTEMS TO THE SUSTAINABILITY LEVEL OF A BUILDING Luis de Garrido Talavera.....	461

HERRAMIENTAS DIGITALES PARA MEJORAR LA PREVENCIÓN Y SEGURIDAD EN LAS OBRAS DE EDIFICACIÓN	
DIGITAL TOOLS TO IMPROVE PREVENTION AND SAFETY IN BUILDING CONSTRUCTION SITES	
María Segarra Cañamares, Mercedes del Río Merino, Rafael Alberto Heredia Morante, Miriam Zamora Calleja, Antonio Ros Serrano	473
CARACTERIZACIÓN MECÁNICA Y FÍSICA DE COMPUESTOS DE YESO Y GEL DE SÍLICE PARA EDIFICIOS MÁS SALUDABLES	
MECHANICAL AND PHYSICAL CHARACTERIZATION OF GYPSUM-SILICA GEL COMPOSITES HEALTHIER BUILDINGS	
Blanca María Ferreiro Gil, Immaculada Pallás Juliach, César Porras Amores, Paola Villoria Sáez, Manuel Alejandro Pedreño Rojas, María Jesús Morales Conde	483
DEL PATRIMONIO AL DIAGNÓSTICO: PROPUESTA METODOLÓGICA HBIM-BEM PARA LA EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS TRADICIONALES EN EXTREMADURA	
FROM HERITAGE TO DIAGNOSIS: HBIM-BEM METHODOLOGICAL PROPOSAL FOR THE EVALUATION OF ENERGY EFFICIENCY IN TRADITIONAL BUILDINGS IN EXTREMADURA	
Mailen Stephany Álvarez Rojas, Jose Manuel Lorenzo Gallardo, Marta Lucas Bonilla, María Beatriz Montalbán Pozas	489
REFLEXIONES ACERCA DE LA DUCTILIDAD DE LAS ARMADURAS DE ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN ARMADO	
REFLECTIONS ON THE DUCTILITY OF REINFORCEMENT IN REINFORCED CONCRETE STRUCTURES	
Alfonso Cobo Escamilla, Isabel Priteo Barrio, Tomás Gómez Prieto, Fernando Israel Olmedo Zazo, Alejandro Martínez Gordon, Alberto Leal Matilla	501
ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA VIABILIDAD DE APLICAR PINTURAS FOTOCATALÍTICAS EN TEXTILES ARQUITECTÓNICOS: IMPACTO EN LA SALUD Y EL AMBIENTE	
COMPARATIVE ANALYSIS OF THE FEASIBILITY OF APPLYING PHOTOCATALYTIC PAINTS ON ARCHITECTURAL TEXTILES: IMPACT ON HEALTH AND THE ENVIRONMENT	
Edna Victoria Villanueva Perdomo	511
ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS PRINCIPALES SISTEMAS DE EVALUACIÓN SOSTENIBLE DE EDIFICIOS	
COMPARATIVE ANALYSIS OF THE MAIN SUSTAINABLE BUILDING ASSESSMENT SYSTEMS	
Luis de Garrido Talavera, Ignacio Paya-Laforteza	521
ESTIMACIÓN DE RESIDUOS CERÁMICOS GENERADOS POR LA INDUSTRIA DE BALDOSAS CERÁMICAS EN LA PROVINCIA DE CASTELLÓN, ESPAÑA	
ESTIMATION OF CERAMIC WASTE GENERATED BY THE CERAMIC TILE INDUSTRY IN THE PROVINCE OF CASTELLÓN, SPAIN	
M ^ª Ángeles Roca-Fernández, Eduardo del Olmo García, Ángel M. Pitarch Roig, Lucia Reig Cerdá, M ^ª José Ruá Aguilar, David Hernández-Figueirido, Marta Roig-Flores, Vicente Albero Gabarda, Ana Piquer Vicent	533
METODOLOGÍA INTEGRADA HBIM-FEM PARA EL DESARROLLO DE GEMELOS DIGITALES DE OBRAS DEL PATRIMONIO ARQUITECTÓNICO	
INTEGRATED HBIM-FEM METHODOLOGY FOR THE DEVELOPMENT OF DIGITAL TWINS OF ARCHITECTURAL HERITAGE ASSETS	
Jesús Tejero Romero, Enrique García-Macías, M. Lourdes Gutiérrez-Carrillo	543
SOLUCIONES INNOVADORAS DE GEOPOLÍMEROS PARA LA CONSERVACIÓN DEL PATRIMONIO CULTURAL	
INNOVATIVE GEOPOLYMER SOLUTIONS FOR THE CONSERVATION OF CULTURAL HERITAGE	
Alessia Verniero, Barbara Liguori, Domenico Caputo, Ilaria Capasso, Mercedes del Río Merino	553
DOCUMENTACIÓN DIGITAL DEL EDIFICIO DE PASAJEROS DE TURUÑANA MEDIANTE FOTOGRAMETRÍA	
DIGITAL DOCUMENTATION OF TURUÑANA STATION USING PHOTOGRAMMETRY	
Juan Villarroya Gaudó	563

ESTUDIO DE LA VIBRACIÓN MANO – BRAZO CUANDO SE EMPLEAN TALADROS PERCUTORES SOBRE TRES MATERIALES DISTINTOS STUDY OF HAND – ARM VIBRATION WHEN PERCUSSION DRILLS ARE USED ON THREE DIFFERENT MATERIALS	
M. Nieves González García, Joana Cristina Cardoso Guedes, Antonio José Carpio de los Pinos, João Santos Baptista	573
EMPLEO DE BIOADHESIVO PARA LA ELABORACIÓN DE MADERA MICROLAMINADA: FABRICACIÓN Y PROPIEDADES MECÁNICAS USE OF BIO-ADHESIVE IN THE MANUFACTURE OF LAMINATED VENEER LUMBER: PRODUCTION AND MECHANICAL PROPERTIES	
Ana Cruz-Valdivieso, Francisco J. Rescalvo, Yaiza Fuentes-García, Carlos Cruz, Javier Lafuente, Lois Denaud, Antolino Gallego	581
MONITORIZACIÓN DEL MOVIMIENTO HORIZONTAL DE LA CÚSPIDE DE UNA AGUJA DE LA CATEDRAL DE BURGOS MEDIANTE UN SISTEMA LÁSER COMBINADO CON VISIÓN ARTIFICIAL MONITORING THE HORIZONTAL MOVEMENT OF THE TIP OF A SPIRE OF BURGOS CATHEDRAL USING A LASER-BASED SYSTEM COMBINED WITH COMPUTER VISION	
Álvaro Mena Alonso, Jesús Mínguez Algarra, Dorys C. González Cabrera, Miguel A. Vicente Cabrera	587
ENSAYOS SÍSMICOS SOBRE EDIFICACIONES DE CONSTRUCCIÓN INDUSTRIALIZADA SEISMIC TESTS ON INDUSTRIALIZED CONSTRUCTION BUILDINGS	
Jesús Mínguez Algarra, Miguel Angel Vicente Cabrera, Dorys González Cabrera, Álvaro Mena Alonso, Jorge Franco Rey	597

ORGANIZING COMMITTEE

Javier Garabito López
Carmelo Muñoz Ruipérez
Alba Rodrigo Bravo
Belén Zurro García
Lourdes Alameda Cuenca-Romero
Raquel Arroyo Sanz
Amparo Bernal López-Sanvicente
Álvaro Urbaneja Miguel
Isabel Santamaría Vicario

INTERNATIONAL SCIENTIFIC COMMITTEE

Alba Rodrigo Bravo. *Universidad de Burgos*
Alfonso Cobo Escamilla. *Universidad Politécnica de Madrid*
Alfonso Ippolito. *Sapienza Università di Roma*
Amparo Bernal López-Sanvicente. *Universidad de Burgos*
Ana Sofia Guimarães. *Universidade do Porto*
Ángel M. Pitarch Roig. *Universitat Jaume I*
Ángel Rodríguez Saiz. *Universidad de Burgos*
Angelo Massafra. *Università di Bologna*
Belén Zurro García. *Universidad de Burgos*
Carlo Costantino. *Università di Bologna*
Carmelo Muñoz Ruipérez. *Universidad de Burgos*
Carolina Aparicio Fernández. *Universitat Politècnica de València*
Cristiana Bartolomei. *Università di Bologna*
Eloisa González Ponce. *Universidad Católica San Antonio de Murcia*
Eva Barreira. *Universidade do Porto*
Fernando Cos-Gayón López. *Universitat Politècnica de València*
Fernando da Casa Martín. *Universidad de Alcalá*
Francesca Porfiri. *Sapienza Università di Roma*
Francisco Fiol Oliván. *Universidad de Burgos*

Guillermo Fernández González. *Universidad de Burgos*
Jaime Llinares Millán. *Universitat Politècnica de València*
Javier Garabito López. *Universidad de Burgos*
José Manuel Gandía Romero. *Universitat Politècnica de València*
José Manuel González Martín. *Universidad de Burgos*
José Ramón Albiol Ibáñez. *Universitat Politècnica de València*
Jose Ramón López García. *Universidad de Burgos*
Juan Manuel Santiago Zaragoza. *Universidad de Granada*
Lourdes Alameda Cuenca-Romero. *Universidad de Burgos*
Luis Palmero Iglesias. *Universitat Politècnica de València*
M^a de las Nieves González García. *Universidad Politécnica de Madrid*
M^a Lourdes Gutiérrez Carrillo. *Universidad de Granada*
M^a Paz Sáez Pérez. *Universidad de Granada*
M^a Rosario Chaza Chimeno. *Universidad de Sevilla*
Manuel Jesús Carretero Ayuso. *Universidad de Extremadura*
Marta Skaf Revenga. *Universidad de Burgos*
Martín Orna Carmona. *Universidad de Zaragoza*
Montserrat Bosch González. *Universitat Politècnica de Catalunya*
Raquel Arroyo Sanz. *Universidad de Burgos*
Riccardo Gulli. *Università di Bologna*
Ruth Pino Suárez. *Universidad de La Laguna*
Santiago Ortiz Palacio. *Universidad de Burgos*
Sara González Moreno. *Universidad de Burgos*
Sara Gutiérrez González. *Universidad de Burgos*
Susana Hormigos Jiménez. *Universitat de les Illes Balears*
Susana Robles Sánchez. *Universidade da Coruña*
Vanesa Ortega López. *Universidad de Burgos*
Verónica Calderón Carpintero. *Universidad de Burgos*

PRESENTACIÓN

La Escuela Politécnica Superior de la Universidad de Burgos presenta este libro de ponencias, que reúne las contribuciones del **III Congreso Nacional y II Congreso Internacional de Escuelas de Ingeniería de Edificación y Arquitectura Técnica de España – EdificATe 2025**.

Tras las exitosas ediciones celebradas en **2021** en la **Universitat Politècnica de València** y en **2023** en la **Universidad de Granada**, la Universidad de Burgos asumió la organización de EdificATe 2025, que tuvo lugar los días 13 y 14 de noviembre de 2025. Con esta edición, **EdificATe** reafirmó su consolidación como un foro de referencia, tanto a nivel nacional como internacional, para el intercambio de conocimiento entre las Escuelas de Ingeniería de Edificación y Arquitectura Técnica.

EdificATe 2025 se concibió como un espacio de encuentro y reflexión para profesionales, académicos y estudiantes, orientado a analizar los desafíos presentes y futuros de las titulaciones de Arquitectura Técnica e Ingeniería de Edificación. Las sesiones abordaron cuestiones clave relacionadas con la docencia, la formación, la gestión y la investigación, poniendo de relieve, en un contexto de cambio continuo, la necesidad de formar profesionales resilientes, con una sólida capacidad crítica y reflexiva.

La relevancia de esta edición se refleja en la participación registrada, con un total de **62 contribuciones técnicas** procedentes de un amplio y diverso grupo de expertos, docentes e investigadores. Las comunicaciones recogidas en esta publicación evidencian el compromiso de la comunidad académica y profesional con la innovación, la mejora de las metodologías docentes activas y el desarrollo de competencias digitales, fortaleciendo la conexión entre la formación universitaria y la práctica profesional.

Confiamos en que esta publicación constituya una herramienta de consulta útil y una fuente de inspiración para continuar impulsando la excelencia en el campo de la Edificación y la Arquitectura Técnica.

PRESENTATION

The Higher Polytechnic School of the University of Burgos presents this proceedings book, which brings together the contributions of the **III National Congress and II International Congress of Building Engineering and Technical Architecture Schools of Spain – EdificATe 2025**.

Following the successful editions held in **2021** at the **Universitat Politècnica de València** and in **2023** at the **University of Granada**, the University of Burgos took on the organisation of EdificATe 2025, which took place on 13 and 14 November 2025. With this edition, **EdificATe** reaffirmed its consolidation as a leading forum, both nationally and internationally, for the exchange of knowledge between Schools of Building Engineering and Technical Architecture.

EdificATe 2025 was conceived as a space for professionals, academics and students to meet and reflect, with a view to analysing the present and future challenges facing Technical Architecture and Building Engineering degrees. The sessions addressed key issues related to teaching, training, management and research, highlighting, in a context of continuous change, the need to train resilient professionals with strong critical and reflective skills.

The relevance of this edition is reflected in the participation recorded, with a total of **62 technical contributions** from a broad and diverse group of experts, teachers and researchers. The papers included in this publication demonstrate the commitment of the academic and professional community to innovation, the improvement of active teaching methodologies and the development of digital skills, strengthening the connection between university education and professional practice.

We trust that this publication will serve as a useful reference tool and a source of inspiration to continue promoting excellence in the field of Building and Technical Architecture.

FABRICACIÓN DIGITAL EN LA PEDAGOGÍA ARQUITECTÓNICA: UNA PERSPECTIVA PRÁCTICA PARA EL APRENDIZAJE

DIGITAL FABRICATION IN ARCHITECTURAL PEDAGOGY: A HANDS-ON APPROACH TO LEARNING

Caterina Morganti⁽¹⁾, Cristiana Bartolomei⁽²⁾

¹ Alma Mater Studiorum University of Bologna, Bologna, Italy, caterina.morganti4@unibo.it

² Alma Mater Studiorum University of Bologna, Bologna, Italy, cristiana.bartolomei@unibo.it

RESUMEN

En el contexto de la transformación digital de la educación y los procesos de virtualización, este estudio presenta una experiencia pedagógica innovadora llevada a cabo en el curso “Representación de Proyectos M”, parte del programa de grado de segundo ciclo (LM) en Ingeniería de la Edificación-Arquitectura de la Alma Mater Studiorum Universidad de Bolonia en Italia. Durante los cursos académicos 2023/2024 y 2024/2025, los estudiantes trabajaron en la reproducción de edificios residenciales y en la réplica de las columnas diseñadas por Philippe Starck en el edificio Azkuna Zentroa de Bilbao. La experiencia se centró en el uso del modelado digital y el prototipado rápido, aprovechando las tecnologías disponibles en AlmaLabor, un makerspace universitario dedicado a la fabricación digital, el coworking y la colaboración interdisciplinaria.

El enfoque metodológico priorizó la retroalimentación iterativa, la adaptabilidad y el aprendizaje práctico mediante un flujo de trabajo estructurado que incluyó modelado 3D con Rhinoceros, impresión 3D FDM y corte láser. Este proceso permitió a los estudiantes desarrollar habilidades técnicas y fortalecer su comprensión de la representación arquitectónica desde una perspectiva digital y física. Los resultados evidenciaron mejoras en la visualización espacial, el dominio de herramientas de fabricación digital y la comprensión de la relación entre arquitectura histórica y tecnologías contemporáneas. La naturaleza iterativa del trabajo favoreció el refinamiento continuo y una mayor implicación en el proceso de diseño.

Además, la integración del prototipado digital y físico cerró la brecha entre teoría y práctica, generando un entorno de aprendizaje más inmersivo. La experiencia demuestra el valor pedagógico de la fabricación digital en la formación arquitectónica, no solo por el desarrollo de habilidades técnicas, sino también por la estimulación del pensamiento crítico y la resolución de problemas.

Este estudio destaca el papel clave de espacios como AlmaLabor en la evolución de la enseñanza arquitectónica contemporánea.

Palabras clave: fabricación digital, impresión 3D, aprender haciendo, aprendizaje experiencial

ABSTRACT

In the context of the digital transformation of education and virtualization processes, this study presents an innovative pedagogical experience conducted within the “Project Representation M” course, part of the second cycle degree programme (LM) in Building Engineering-Architecture at the Alma Mater Studiorum University of Bologna in Italy. The course's reference project for the 2023/2024 and 2024/2025 academic years focused on models related to architecture and architectural elements, specifically the reproduction of residential buildings and the replication of Philippe Starck's columns in the Azkuna Zentroa building in Bilbao. The experience focused on the use of digital modeling and rapid prototyping, leveraging the technologies available at AlmaLabor, a university makerspace dedicated to digital fabrication, coworking, and interdisciplinary collaboration.

The methodological approach prioritized iterative feedback, adaptability, and hands-on learning through a structured workflow that included 3D modeling with Rhinoceros, FDM 3D printing, and laser cutting. This process enabled students to develop technical skills and deepen their understanding of architectural representation from both digital and physical perspectives. The results showed improvements in spatial visualization, mastery of digital fabrication tools, and comprehension of the relationship between historical architecture and contemporary technologies. The iterative nature of the work encouraged continuous refinement and greater engagement in the design process.

Moreover, the integration of digital and physical prototyping bridged the gap between theory and practice, creating a more immersive learning environment. The experience demonstrates the pedagogical value of digital fabrication in architectural education, not only for the development of technical skills but also for fostering critical thinking and problem-solving.

This study highlights the key role of spaces like AlmaLabor in the evolution of contemporary architectural education.

Keywords: digital fabrication, 3D printing, learning by doing, experiential learning

1. INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, la educación superior ha experimentado una profunda transformación impulsada por la digitalización y la creciente disponibilidad de tecnologías de fabricación digital. En el ámbito de la arquitectura y la ingeniería, esta transformación ha permitido repensar los enfoques pedagógicos tradicionales, promoviendo entornos de aprendizaje que combinan el conocimiento teórico con la experimentación práctica. La integración de makerspaces y laboratorios de fabricación digital en los programas educativos representa un cambio paradigmático en la manera en que los estudiantes abordan el diseño, la representación y la materialización de proyectos arquitectónicos (Berman, 2012; Gershenfeld, 2005).

Este artículo presenta una experiencia pedagógica desarrollada en el curso “Representación de Proyectos M”, parte del programa de grado de segundo ciclo (LM) en Ingeniería de la Edificación-Arquitectura de la Alma Mater Studiorum Universidad de Bolonia en Italia (figura 1). El estudio se centra en el uso de herramientas digitales y procesos de fabricación para la representación de elementos arquitectónicos significativos, tomando como objeto de estudio la reproducción de edificios residenciales y las columnas de Philippe Starck en el edificio Azkuna Zentroa de Bilbao. Esta actividad se enmarca dentro de un enfoque de aprendizaje activo y experiencial, alineado con los principios del constructivismo educativo (Kolb, 1984).

The screenshot shows the course page for '93684 - Project Representation M' on the Alma Mater Studiorum University of Bologna website. The page includes the university logo, navigation menu, and course details. The course title is '93684 - Project Representation M' for the Academic Year 2023/2024. The instructor is Cristiana Bartolomei, and the course is worth 4 credits. The teaching mode is traditional lectures, and the campus is Bologna. The course is part of the Second cycle degree programme (LM) in Building Engineering -Architecture (cod. 5697). There are two course timetables available for the period from Sep 20, 2023 to Dec 20, 2023.

Figura 1. Extracto de la página web del curso: “Representación de Proyectos M”, parte del programa de grado de segundo ciclo (LM) en Ingeniería de la Edificación-Arquitectura de la Alma Mater Studiorum Universidad de Bolonia en Italia.

2. OBJETIVOS

Esta experiencia educativa se enmarca en un enfoque innovador que busca integrar las herramientas de fabricación digital en la enseñanza de la representación arquitectónica. A través de una combinación de teoría, práctica y experimentación, se pretende proporcionar a los estudiantes un entorno de aprendizaje dinámico y colaborativo, donde puedan explorar activamente la relación entre el mundo digital y el físico. Al incorporar tecnologías como el modelado 3D, la impresión aditiva y el corte láser, se abre la posibilidad de repensar los métodos tradicionales de enseñanza, favoreciendo el desarrollo de competencias técnicas, creativas y críticas esenciales para la formación de futuros profesionales en el ámbito del diseño arquitectónico. En este contexto, se plantean los siguientes objetivos principales:

1. Explorar el potencial didáctico de la fabricación digital en el contexto de la enseñanza de la representación arquitectónica. Esta experiencia busca analizar cómo las herramientas de fabricación digital, como la impresión 3D, el corte láser y el fresado CNC, pueden enriquecer el proceso de enseñanza-aprendizaje en arquitectura (Savini & Savini, 2015). Se pretende que los estudiantes comprendan cómo estas tecnologías pueden utilizarse no solo para materializar ideas, sino también como instrumentos pedagógicos que favorecen la comprensión espacial, la precisión formal y la comunicación de conceptos arquitectónicos (Nelson et al., 2020).

2. Fomentar la comprensión de los estudiantes sobre la relación entre modelos digitales y objetos físicos. Se trata de ayudar a los estudiantes a establecer conexiones claras entre los modelos tridimensionales digitales que diseñan en software especializado y los objetos tangibles que se pueden fabricar a partir de ellos. Esta comprensión es clave para que puedan anticipar comportamientos físicos, tolerancias materiales y desafíos de ensamblaje, fundamentales en la práctica profesional de la arquitectura.

3. Desarrollar habilidades técnicas relacionadas con el modelado 3D, la impresión aditiva y el corte láser. Los estudiantes adquirirán competencias prácticas en el uso de software de modelado 3D, como Rhino, SketchUp o Fusion 360, así como en la preparación de archivos para la fabricación digital. Aprenderán a utilizar impresoras 3D y cortadoras láser de manera autónoma, desarrollando así una base sólida de conocimientos técnicos que podrán aplicar en múltiples áreas del diseño y la arquitectura (Seepersad, 2014).

4. Promover el pensamiento crítico y la resolución de problemas en contextos reales de diseño arquitectónico. A través del trabajo con prototipos y maquetas físicas, se busca estimular en los estudiantes una actitud crítica frente a las decisiones de diseño, obligándolos a evaluar sus propuestas no solo desde lo estético o funcional, sino también desde lo técnico y constructivo. Enfrentarse a problemas reales en la fabricación y el montaje fortalece su capacidad de análisis y mejora su toma de decisiones.

5. Integrar un enfoque iterativo y colaborativo en el proceso de enseñanza-aprendizaje. La experiencia promueve una metodología activa basada en la experimentación, la retroalimentación continua y el trabajo en equipo. Se alienta a los estudiantes a desarrollar sus proyectos en ciclos de prueba y mejora constante, compartiendo conocimientos, enfrentando desafíos comunes y aprendiendo de sus errores en un entorno de colaboración.

6. Evaluar el impacto del entorno de trabajo en makerspace sobre la motivación y el aprendizaje de los estudiantes. Finalmente, se pretende observar y analizar cómo el uso de un espacio de fabricación compartido, como un makerspace, influye en la actitud de los estudiantes hacia el aprendizaje. Se estudiará si este tipo de entorno favorece la creatividad, la motivación intrínseca, el aprendizaje autónomo y la apropiación del conocimiento a través de la experiencia práctica y tangible.

3. METODOLOGÍA

La metodología adoptada en este curso se fundamenta en principios de aprendizaje activo y colaborativo, con un fuerte componente práctico apoyado en el uso de tecnologías de fabricación digital. A lo largo del desarrollo del curso, los estudiantes participaron en un proyecto integral cuyo objetivo principal fue la reproducción, tanto digital como física, de elementos arquitectónicos seleccionados (Soomro et al., 2021). Esta experiencia permitió a los participantes enfrentarse directamente con los desafíos del diseño, la representación y la materialización de formas complejas, fomentando al mismo tiempo un aprendizaje significativo y contextualizado (figura 2).

El punto de partida consistió en la elección de los objetos de estudio, centrada en casos con valor arquitectónico relevante y morfología desafiante. Se seleccionaron, en particular, viviendas residenciales típicas (figura 3) y las columnas diseñadas por Philippe Starck en el edificio Azkuna Zentroa (figura 4), en Bilbao. Estos elementos fueron escogidos no solo por su riqueza formal, sino también por su potencial para ser analizados, modelados y reproducidos mediante técnicas digitales. Esta fase inicial implicó también una investigación detallada de carácter histórico y formal, en la que los estudiantes profundizaron en el contexto, la función y la estética de los objetos elegidos.

Una vez definidos los casos de estudio, los estudiantes procedieron a la fase de modelado digital utilizando el software Rhinoceros. Este proceso incluyó el análisis geométrico de las formas arquitectónicas, la construcción paramétrica de componentes y la preparación de archivos específicos para su posterior fabricación mediante impresión 3D o corte láser. Además, se introdujeron nociones fundamentales de interoperabilidad entre plataformas de diseño digital como Grasshopper y AutoCAD, subrayando la importancia de desarrollar competencias técnicas transversales que respondan a los nuevos escenarios de la práctica proyectual contemporánea (Oxman, 2008).



Figura 2. Colección de imágenes que capturan momentos del proceso de trabajo en la creación de modelos físicos realizados por los estudiantes del curso "Representación de Proyectos M".



Figura 3. Primer objeto de estudio - viviendas residenciales típicas. A la izquierda los planos/dibujos, a la derecha la maqueta física.



Figura 4. Primer objeto de estudio - columnas diseñadas por Philippe Starck en el edificio Azkuna Zentroa. A la izquierda los dibujos, a la derecha la maqueta física.

Posteriormente, se abordó la etapa de fabricación física. Los modelos previamente desarrollados fueron materializados en el laboratorio AlmaLabor, mediante el uso de tecnologías como la impresión 3D FDM (Fused Deposition Modeling) para las formas tridimensionales más complejas, y el corte láser para la elaboración de elementos planos estructurales y detalles complementarios. En esta fase, los estudiantes participaron activamente en todo el proceso técnico: configuración de parámetros, selección de materiales, gestión de los equipos y realización del postprocesado de las piezas producidas. Esta implicación directa les permitió no solo adquirir habilidades operativas, sino también reflexionar críticamente sobre las limitaciones y oportunidades que ofrece cada tecnología (Thompson et al., 2016).

Durante todas las fases del proyecto, se promovió una dinámica de retroalimentación constante y ajustes iterativos. Se organizaron sesiones de revisión crítica en las que los estudiantes recibieron comentarios por parte de sus compañeros y docentes, lo que les permitió refinar progresivamente sus modelos. Este enfoque iterativo fomentó una actitud abierta al aprendizaje a través del error, la experimentación y la mejora continua. Se implementaron rúbricas de evaluación formativa, así como mecanismos de autoevaluación periódica para consolidar el proceso reflexivo individual.

Finalmente, la evaluación del curso contempló múltiples dimensiones. Se valoró la calidad técnica y conceptual de los modelos físicos presentados, pero también la capacidad de los estudiantes para documentar y analizar su propio proceso de trabajo. Cada participante elaboró un informe reflexivo en el que sintetizó las principales decisiones tomadas, las dificultades encontradas y las competencias adquiridas. Además, se recogieron datos cualitativos y cuantitativos mediante encuestas de satisfacción, entrevistas y análisis de resultados de aprendizaje, con el objetivo de valorar el impacto global del enfoque metodológico y del entorno de trabajo en el desarrollo de la experiencia educativa.

4. RESULTADOS

Los resultados de esta experiencia pedagógica mostraron, en primer lugar, un avance significativo en las competencias técnicas de los estudiantes, quienes poco a poco fueron dominando con mayor soltura tanto el software de modelado 3D como las máquinas de fabricación digital.

A lo largo del proyecto se hizo evidente una mejora notable en la precisión geométrica y en el nivel de detalle de los modelos, así como una comprensión más profunda de las posibilidades y limitaciones de cada tecnología –desde las características del filamento en la impresión 3D hasta la calidad de corte del láser–, lo que les permitió convertir ideas abstractas en prototipos tangibles de forma cada vez más eficiente. Al mismo tiempo, surgió una mayor conciencia sobre los criterios de sostenibilidad en la selección de materiales y en la optimización de los procesos de fabricación, lo que refleja un enfoque responsable y proyectual.

En paralelo al desarrollo de habilidades técnicas, se observó un notable impulso en el ámbito cognitivo y metodológico: el carácter iterativo del curso fomentó el pensamiento crítico y la capacidad de autoevaluación continua, de modo que cada revisión de los modelos se convirtió en una oportunidad de aprendizaje y en un estímulo para analizar con rigor los aciertos y los errores. Esta apertura al ensayo y al fallo constructivo ayudó a consolidar una mentalidad resiliente y a valorar el aprendizaje basado en la experimentación, tan esencial para abordar los retos propios del diseño arquitectónico.

La implicación de los estudiantes fue extraordinaria, motivados por el entorno dinámico de AlmaLabor y el uso de tecnologías innovadoras que hicieron tangible el vínculo entre lo digital y lo físico. Trabajar en un espacio interdisciplinar facilitó la colaboración, el intercambio de conocimientos y el surgimiento de ideas inesperadas, mientras que el componente práctico y la autonomía en la gestión de los proyectos incrementaron el grado de satisfacción y compromiso con las actividades propuestas.

Por último, aunque los resultados fueron muy positivos, también se identificaron algunas limitaciones que abren nuevas líneas de mejora: al principio, muchos alumnos experimentaron dificultades para familiarizarse con las máquinas, lo que ralentizó las primeras iteraciones; además, la heterogeneidad en los niveles previos de conocimiento técnico generó cierta disparidad en la calidad de los productos finales. Estos hallazgos invitan a revisar la planificación temporal de las sesiones y a reforzar el acompañamiento inicial, de modo que todos los participantes puedan afrontar con mayor seguridad cada fase del proceso.

5. CONCLUSIONES

En el ámbito de la arquitectura y la ingeniería, los enfoques pedagógicos contemporáneos están evolucionando hacia metodologías activas y experienciales que promuevan un aprendizaje significativo y duradero. En este contexto, la integración del modelado digital y el prototipado físico en los procesos formativos se revela como una estrategia altamente efectiva. Esta combinación permite a los estudiantes no solo visualizar y comprender mejor las formas arquitectónicas complejas, sino también interactuar con ellas a través de la manipulación tangible y la experimentación directa. El modelado digital ofrece herramientas precisas para la representación tridimensional de ideas, mientras que el prototipado físico posibilita una comprensión material y estructural más profunda. Esta sinergia permite a los estudiantes experimentar con una variedad de materiales y técnicas constructivas, enfrentarse a desafíos reales del proceso constructivo y aplicar conocimientos teóricos en contextos concretos, desarrollando así una visión holística del proyecto arquitectónico o de ingeniería. Además, el uso de un enfoque iterativo basado en la prueba y el error fomenta competencias transversales esenciales en el entorno profesional actual. Entre ellas destacan el trabajo colaborativo, la comunicación efectiva, la resolución de problemas complejos y la gestión integral de proyectos. Estas habilidades, lejos de ser accesorias, son fundamentales en un mercado laboral cada vez más interconectado y multidisciplinario.

La colaboración interdisciplinaria —facilitada por la existencia de espacios creativos y colaborativos como Almalabor— enriquece aún más el proceso formativo. Estos entornos permiten a los estudiantes trabajar junto a profesionales y compañeros de otras disciplinas, lo que genera una dinámica de aprendizaje más rica, reflexiva y orientada a la innovación. Así, la formación no se limita a la adquisición de conocimientos técnicos, sino que se extiende al desarrollo de una mentalidad crítica y creativa, adaptable a los cambios y exigencias del entorno contemporáneo. En cuanto a las perspectivas futuras, el proyecto busca consolidarse mediante la ampliación de las redes de colaboración, incluyendo asociaciones con otras universidades, centros de investigación y disciplinas afines. Asimismo, se prevé la incorporación progresiva de tecnologías emergentes como la realidad aumentada (AR), la simulación digital avanzada y la inteligencia artificial, con el fin de potenciar las capacidades analíticas, proyectuales y comunicativas de los estudiantes. Estas líneas de desarrollo no solo posicionan a la arquitectura y la ingeniería como campos de conocimiento innovadores, sino también como plataformas educativas que promueven una formación integral, activa y orientada al futuro.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Berman, D. (2012). *Do good design: How designers can change the world*. New Riders. ISBN 978-0321573209. <https://davidberman.com/wp-content/uploads/Do-Good-Design-by-David-Berman-2018-editionaccessible-sample-pages.pdf>
- Gershenfeld, N. (2005). *Fab: The coming revolution on your desktop—From personal computers to personal fabrication*. Basic Books. ISBN 978-0465027453
- Kolb, D. A. (1984). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development*. Prentice Hall. ISBN 978-0132952613
- Nelson, J., Berlin, A., Menold, J., & Parkinson, M. (2020). The role of digital prototyping tools in learning factories. *Procedia Manufacturing*, 45, 528–533. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.04.073>
- Oxman, R. (2008). Theory and design in the first digital age. *Design Studies*, 29(2), 99–120. <https://doi.org/10.1016/j.destud.2005.11.002>
- Savini, A., & Savini, G. G. (2015). A short history of 3D printing, a technological revolution just started. *2015 ICOHTEC/IEEE International History of High-Technologies and their Socio-Cultural Contexts Conference*, Tel-Aviv, Israel. <https://doi.org/10.1109/HISTELCON.2015.7307314>
- Seepersad, C. C. (2014). Challenges and opportunities in design for additive manufacturing. *3D Printing and Additive Manufacturing*, 1(1), 10–13. <https://doi.org/10.1089/3dp.2013.0006>
- Soomro, S. A., Casakin, H., & Georgiev, G. V. (2021). Sustainable design and prototyping using digital fabrication tools for education. *Sustainability*, 13(3), 1196. <https://doi.org/10.3390/su13031196>
- Thompson, M. K., Moroni, G., Vaneker, T., Fadel, G., Campbell, R. I., Gibson, I., Bernard, A., Schulz, J., Graf, P., Ahuja, B., & Martina, F. (2016). Design for additive manufacturing: Trends, opportunities, considerations, and constraints. *CIRP Annals*, 65(2), 737–760. <https://doi.org/10.1016/j.cirp.2016.05.004>