

JIDA'21

IX JORNADAS
SOBRE INNOVACIÓN DOCENTE
EN ARQUITECTURA

WORKSHOP ON EDUCATIONAL INNOVATION
IN ARCHITECTURE JIDA'21

JORNADES SOBRE INNOVACIÓ
DOCENT EN ARQUITECTURA JIDA'21

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA DE VALLADOLID
11 Y 12 DE NOVIEMBRE DE 2021



UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE CATALUNYA
BARCELONATECH

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

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

Editores

Daniel García-Escudero, Berta Bardí i Milà

Revisión de textos

Alba Arboix, Jordi Franquesa, Joan Moreno

Edita

Iniciativa Digital Politècnica Oficina de Publicacions Acadèmiques Digitals de la UPC

ISBN 978-84-9880-969-5 (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'21

Dirección y edición

Berta Bardí i Milà (UPC)

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

Daniel García-Escudero (UPC)

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

Organización

Nieves Fernández Villalobos (UVA)

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

Jordi Franquesa (UPC)

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

Joan Moreno Sanz (UPC)

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

Gemma Ramón-Cueto (UVA)

Dra. Arquitecta, Construcciones Arquitectónicas, Ingeniería del Terreno y Mecánica de los Medios continuos y Teoría de Estructuras, Secretaria Académica ETSAVA

Jorge Ramos Jular (UVA)

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

Judit Taberna (UPC)

Arquitecta, Departamento de Representación Arquitectónica, ETSAB-UPC

Coordinación

Alba Arboix

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

Comunicación

Eduard Llorens i Pomés

ETSAB-UPC

Comité Científico JIDA'21

Luisa Alarcón González

Dra. Arquitecta, Proyectos Arquitectónicos, ETSA-US

Eusebio Alonso García

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

Darío Álvarez Álvarez

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

Antonio Álvaro Tordesillas

Dr. Arquitecto, Urbanismo y Representación de la Arquitectura, ETSAVA-UVA

Atxu Amann Alcocer

Dra. Arquitecta, Ideación Gráfica Arquitectónica, ETSAM-UPM

Javier Arias Madero

Dr. Arquitecto, Construcciones Arquitectónicas, ETSAVA-UVA

Irma Arribas Pérez

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

Raimundo Bambó

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

Iñaki Bergera

Dr. Arquitecto, Proyectos Arquitectónicos, EINA-UNIZAR

Jaume Blancafort

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

Enrique Manuel Blanco Lorenzo

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

Raúl Castellanos Gómez

Dr. Arquitecto, Proyectos Arquitectónicos, ETSA-UPV

Nuria Castilla Cabanes

Dra. Arquitecta, Construcciones arquitectónicas, ETSA-UPV

David Caralt

Arquitecto, Universidad San Sebastián, Sede Concepción, Chile

Rodrigo Carbajal Ballell

Dr. Arquitecto, Proyectos Arquitectónicos, ETSA-US

Eva Crespo

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

Silvia Colmenares

Dra. Arquitecta, Proyectos Arquitectónicos, ETSAM-UPM

Còssima Cornadó Bardón

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

Eduardo Delgado Orusco

Dr. Arquitecto, Proyectos Arquitectónicos, EINA-UNIZAR

Carmen Díez Medina

Dra. Arquitecta, Composición, EINA-UNIZAR

Sagrario Fernández Raga

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

Arturo Frediani Sarfati

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

Jessica Fuentealba Quilodrán

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

Noelia Galván Desvaux

Dra. Arquitecta, Urbanismo y Representación de la Arquitectura, ETSAVA-UVA

María Jesús García Granja

Arquitecta, Departamento de Arte y Arquitectura, eAM'-UMA

Pedro García Martínez

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

Mariona Genís Vinyals

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

Eva Gil Lopesino

Arquitecta, Proyectos Arquitectónicos, ETSAM-UPM

María González

Arquitecta, Proyectos Arquitectónicos, ETSA-US

Arianna Guardiola Villora

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

David Hernández Falagán

Dr. Arquitecto, Teoría e historia de la arquitectura y técnicas de comunicación, ETSAB-UPC

José M^a Jové Sandoval

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

Íñigo Lizundia Uranga

Dr. Arquitecto, Construcciones Arquitectónicas, ETSA EHU-UPV

Carlos Labarta

Dr. Arquitecto, Proyectos Arquitectónicos, EINA-UNIZAR

Emma López Bahut

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

Juanjo López de la Cruz

Arquitecto, Proyectos Arquitectónicos, ETSA-US

Alfredo Llorente Álvarez

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

Magda Mària Serrano

Dra. Arquitecta, Proyectos Arquitectónicos, ETSAV-UPC

Cristina Marieta Gorriti

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

Zaida Muxí Martínez

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

David Navarro Moreno

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

Amadeo Ramos Carranza

Dr. Arquitecto, Proyectos Arquitectónicos, ETSA-US

Patricia Reus

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

Silvana Rodrigues de Oliveira

Dra. Arquitecta, Proyectos Arquitectónicos, ETSA-US

Carlos Rodríguez Fernández

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

Jaume Roset Calzada

Dr. Físico, Física Aplicada, ETSAB-UPC

Borja Ruiz-Apilánez Corrochano

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

Patricia Sabín Díaz

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

Mara Sánchez Llorens

Dra. Arquitecta, Ideación Gráfica Arquitectónica, ETSAM-UPM

Luis Santos y Ganges

Dr. Urbanista, Urbanismo y Representación de la Arquitectura, ETSAVA-UVA

Carla Sentieri Omarremertería

Dra. Arquitecta, Proyectos Arquitectónicos, ETSA-UPV

Marta Serra Permanyer

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

Sergio Vega Sánchez

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

José Vela Castillo

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

Ferran Ventura Blanch

Dr. Arquitecto, Proyectos Arquitectónicos, eAM'-UMA

Isabel Zaragoza de Pedro

Dra. Arquitecta, Representación Arquitectónica, ETSAB-UPC

ÍNDICE

1. **Hábitat, paisaje e infraestructura en el entorno de la presa de El Grado (Huesca)** *Habitat, landscape and infrastructure in the surroundings of El Grado dam (Huesca)*. Estepa Rubio, Antonio; Elía García, Santiago.
2. **Aprendiendo a dibujar confinados: un método, dos entornos.** *Learning to draw in confinement: one method, two environments*. Salgado de la Rosa, María Asunción; Raposo Grau, Javier Fco, Butragueño Díaz-Guerra, Belén.
3. **Aprendizaje basado en proyecto en la arquitectura a través de herramientas online.** *Project-based learning in architecture through online tools*. Oregi, Xabat; Rodriguez, Iñigo; Martín-Garín, Alexander.
4. **Técnicas de animación para la comprensión y narración de procesos de montaje constructivos.** *Animation techniques for understanding and storytelling of construction assembly processes*. Maciá-Torregrosa, María Eugenia.
5. **Desarrollo del Programa de Aprendizaje y Servicio en diversas asignaturas del grado de arquitectura.** *Development of the Learning and Service Program in various subjects of the degree of architecture*. Coll-Pla, Sergio; Costa-Jover, Agustí.
6. **Integración de estándares sostenibles en proyectos arquitectónicos.** *Integration of sustainable standards in architectural projects*. Oregi, Xabat.
7. **La Olla Común: una etnografía arquitectónica.** *The Common Pot: an architectural ethnography*. Abásolo-Llaría, José.
8. **Taller vertical, diseño de hábitat resiliente indígena: experiencia docente conectada.** *Vertical workshop, indigenous resilient habitat design: connected teaching experience*. Lobato-Valdespino, Juan Carlos; Flores-Romero, Jorge Humberto.
9. **Lecciones espaciales de las instalaciones artísticas.** *Learning from the space in art installations*. Zaparaín-Hernández, Fernando; Blanco-Martín, Javier.
10. **Alternativas para enseñar arquitectura: del proyecto introspectivo al campo expandido.** *Alternatives for Teaching Architecture: From the Introspective Project to the Expanded Field*. Juarranz Serrano, Angela; Rivera Linares, Javier.
11. **Una Herramienta de apoyo a la Docencia de las Matemáticas en los Estudios de Arquitectura.** *A Tool to support the Teaching of Mathematics for the Degree in Architecture*. Reyes-Iglesias, María Encarnación.
12. **Luvina, Juan Rulfo: materia de proyecto.** *Luvina, Juan Rulfo: matter of project*. Muñoz-Rodríguez, Rubén; Pastorelli-Paredes, Giuliano.

13. **No se trata de ver videos: métodos de aprendizaje de la geometría descriptiva.** *It's not about watching videos: descriptive geometry learning methods.* Álvarez Atarés, Fco. Javier.
14. **Integration of Art-Based Research in Design Curricula.** *Integración de investigación basada en el arte en programas de diseño.* Paez, Roger; Valtchanova, Manuela.
15. **¿Autómatas o autónomas? Juegos emocionales para el empoderamiento alineado y no alienado.** *Automata or autonomous? Emotional games for aligned and non-alienated empowerment.* Ruiz Plaza, Angela.
16. **Otras agendas para el estudiante.** *Another student agendas.* Minguito-García, Ana Patricia.
17. **Los Archivos de Arquitectura: una herramienta para la docencia con perspectiva de género.** *The Archives of Architecture: a tool for teaching with a gender perspective.* Ocerin-Ibáñez, Olatz; Rodríguez-Oyarbide, Itziar.
18. **Habitar 3.0: una estrategia para (re)pensar la arquitectura.** *Inhabiting 3.0: a strategy to (re)think architecture.* González-Ortiz, Juan Carlos.
19. **Actividades de aprendizaje para sesiones prácticas sobre la construcción en arquitectura.** *Learning activities for practical sessions about construction in architecture.* Pons-Valladares, Oriol.
20. **Getaria 2020: inspirar, pintar, iluminar.** *Getaria 2020: inspire, paint, enlight.* Mujika-Urteaga, Marte; Casado-Rezola, Amaia; Izkeaga-Zinkunegi, Jose Ramon.
21. **Aprendiendo a vivir con los otros a través del diseño: otras conversaciones y metodologías.** *Learning to live with others through design: other conversations and methodologies.* Barrientos-Díaz, Macarena; Nieto-Fernández, Enrique.
22. **Geogebra para la enseñanza de la Geometría Descriptiva: aplicación para la docencia online.** *Geogebra for the teaching of Descriptive Geometry: application for online education.* Quintilla Castán, Marta; Fernández-Morales, Angélica.
23. **La crítica bypass: un taller experimental virtual.** *The bypass critic: a virtual experimental workshop.* Barros-Di Giammarino, Fabián.
24. **Urbanismo táctico como herramienta docente para transitar hacia una ciudad cuidadora.** *Tactical urbanism as a teaching tool for moving towards a caring city.* Telleria-Andueza, Koldo; Otamendi-Irizar, Irati.
25. **Proyectos orales.** *Oral projects.* Cantero-Vinuesa, Antonio.
26. **Intercambios docentes online: una experiencia transdisciplinaria sobre creación espacial.** *Online teaching exchanges: a transdisciplinary experience on spatial creation.* Llamazares Blanco, Pablo.

27. **Nuevos retos docentes en geometría a través de la cestería. *New teaching challenges in geometry through basketry.*** Casado-Rezola, Amaia; Sanchez-Parandiet, Antonio; Leon-Cascante, Iñigo.
28. **Mecanismos de evaluación a distancia para asignaturas gráficas en Arquitectura. *Remote evaluation mechanisms for graphic subjects in architecture.*** Mestre-Martí, María; Muñoz-Mora, Maria José; Jiménez-Vicario, Pedro M.
29. **El proceso didáctico en arquitectura es un problema perverso: la respuesta, un algoritmo. *The architectural teaching process is a wicked problema: the answer, an algorithm.*** Santalla-Blanco, Luis Manuel.
30. **La experiencia de habitar de los estudiantes de nuevo ingreso: un recurso docente. *The experience of inhabiting in new students: a teaching resource.*** Vicente-Gilabert, Cristina; López Sánchez, Marina.
31. **Habitar la Post-Pandemia: una experiencia docente. *Inhabiting the Post-Pandemic: a teaching experience.*** Rivera-Linares, Javier; Ábalos-Ramos, Ana; Domingo-Calabuig, Débora; Lizondo-Sevilla, Laura.
32. **El arquitecto ciego: método Daumal para estudiar el paisaje sonoro en la arquitectura. *The blind architect: Daumal method to study the soundscape in architecture.*** Daumal-Domènech, Francesc.
33. **Reflexión guiada como preparación previa a la docencia de instalaciones en Arquitectura. *Guided reflection in preparation for the teaching of facilities in Architecture.*** Aguilar-Carrasco, María Teresa; López-Lovillo, Remedios María.
34. **PhD: Grasping Knowledge Through Design Speculation. *PhD: acceder al conocimiento a través de la especulación proyectual.*** Bajet, Pau.
35. **andamiARTE: la Arquitectura Efímera como herramienta pedagógica. *ScaffoldART: ephemeral Architecture as a pedagogical tool.*** Martínez-Domingo, Yolanda; Blanco-Martín, Javier.
36. **Como integrar la creación de una biblioteca de materiales en la docencia. *How to integrate the creation of a materials library into teaching.*** Azcona-Urbe, Leire.
37. **Acciones. *Actions.*** Gamarra-Sampén, Agustín; Perleche-Amaya, José Luis.
38. **Implementación de la Metodología BIM en el Grado en Fundamentos de Arquitectura. *Implementation of BIM Methodology in Bachelor's Degree in Architecture.*** Leon-Cascante, Iñigo; Uranga-Santamaria, Eneko Jokin; Rodríguez-Oyarbide, Itziar; Alberdi-Sarraoa, Aniceto.
39. **Cartografía de Controversias como recurso para analizar el espacio habitado. *Mapping Controversies as a resource for analysing the inhabited space.*** España-Naveira, Paloma; Morales-Soler, Eva; Blanco-López, Ángel.

40. **Percepciones sobre la creatividad en el Grado de Arquitectura. *Perceptions on creativity at the Architecture Degree.*** Bertol-Gros, Ana; López, David.
41. **El paisajismo en la redefinición del espacio público en el barrio de San Blas, Madrid. *The landscape architecture in the redefinition of public space in the neighbourhood of San Blas, Madrid.*** Del Pozo, Cristina; Jeschke, Anna Laura.
42. **De las formas a los flujos: aproximación a un proyecto urbano [eco]sistémico. *Drawing thought a screen: teaching architecture in a digital world.*** Crosas-Armengol, Carles; Perea-Solano, Jorge; Martí-Elias, Joan.
43. **Dibujar a través de una pantalla: la enseñanza de la arquitectura en un mundo digital. *Drawing thought a screen: teaching architecture in a digital world.*** Alonso-Rodríguez, Marta; Álvarez-Arce, Raquel.
44. **Land Arch: el arte de la tierra como Arquitectura, la Arquitectura como arte de la tierra. *Land Arch: Land Art as Architecture, Architecture as Land Art.*** Álvarez-Agea, Alberto; Pérez-de la Cruz, Elisa.
45. **Hyper-connected hybrid educational models for distributed learning through prototyping. *Modelo educacional híbrido hiperconectado para el aprendizaje mediante creación de prototipos.*** Chamorro, Eduardo; Chadha, Kunaljit.
46. **Ideograma. *Ideogram.*** Rodríguez-Andrés, Jairo; de los Ojos-Moral, Jesús; Fernández-Catalina, Manuel.
47. **Taller de las Ideas. *Ideas Workshop.*** De los Ojos-Moral, Jesús; Rodríguez-Andrés, Jairo; Fernández-Catalina, Manuel.
48. **Los proyectos colaborativos como estrategia docente. *Collaborative projects as a teaching strategy.*** Vodanovic-Undurruga, Drago; Fonseca-Alvarado, Maritza-Carolina; Noguera-Errazuriz, Cristóbal; Bustamante-Bustamante, Teresita-Paz.
49. **Paisajes Encontrados: docencia remota y pedagogías experimentales confinadas. *Found Landscapes: remote teaching and experimental confined pedagogies.*** Prado Díaz, Alberto.
50. **Urbanismo participativo: una herramienta docente para tiempos de incertidumbre. *Participatory urban planning: a teaching tool for uncertain times.*** Carrasco i Bonet, Marta; Fava, Nadia.
51. **El portafolio como estrategia para facilitar el aprendizaje significativo en Urbanismo. *Portfolio as a strategy for promoting meaningful learning in Urbanism.*** Márquez-Ballesteros, María José; Nebot-Gómez de Salazar, Nuria; Chamizo-Nieto, Francisco José.
52. **Participación activa del estudiante: gamificación y creatividad como estrategias docentes. *Active student participation: gamification and creativity as teaching strategies.*** Loren-Méndez, Mar; Pinzón-Ayala, Daniel; Alonso-Jiménez, Roberto F.

53. **Cuaderno de empatía: una buena práctica para conocer al usuario desde el inicio del proyecto. *Empathy workbook - a practice to better understand the user from the beginning of the project.*** Cabrero-Olmos, Raquel.
54. **Craft-based methods for robotic fabrication: a shift in Architectural Education. *Métodos artesanales en la fabricación robótica: una evolución en la experiencia docente.*** Mayor-Luque, Ricardo; Dubor, Alexandre; Marengo, Mathilde.
55. **Punto de encuentro interdisciplinar: el Museo Universitario de la Universidad de Navarra. *Interdisciplinary meeting point. The University Museum of the University of Navarra.*** Tabera Roldán, Andrés; Velasco Pérez, Álvaro; Alonso Pedrero, Fernando.
56. **Arquitectura e ingeniería: una visión paralela de la obra arquitectónica. *Architecture and engineering: a parallel vision of architectural work.*** García-Asenjo Llana, David.
57. **Imaginarios Estudiantiles de Barrio Universitario. *Student's University Neighborhood Imaginaries.*** Araneda-Gutiérrez, Claudio; Burdiles-Allende, Roberto; Morales-Rebolledo Dehany.
58. **El aprendizaje del hábitat colectivo a través del seguimiento del camino del refugiado. *Learning the collective habitat following the refugee path.*** Castellano-Pulido, F. Javier.
59. **El laboratorio de investigación como forma de enseñanza: un caso de aprendizaje recíproco. *The research lab as a form of teaching: a case of reciprocal learning.*** Fracalossi, Igor.

Nuevos retos docentes en geometría a través de la cestería

New teaching challenges in geometry through basketry

Casado-Rezola, Amaia; Sanchez-Parandiet, Antonio; Leon-Cascante, Iñigo;
Departamento de Arquitectura, Universidad del País Vasco UPV/EHU. amaia.casado@ehu.es;
antonio.sanchez@ehu.es; inigo.leon@ehu.es

Abstract

At the HTSA of the UPV / EHU, Geometry subjects continue to evolve in the study and control of geometric shapes. Starting from the basic forms, it delves into complex forms, linked to Architecture. Nowadays, this teaching method is developed by linking the study of geometric shapes with the making of models inspired by traditional basketry. Using 3D modeling software such as Rhinoceros and the visual programming language Grasshopper, which acts as a plug-in within the former, allows students to explore never-before-made patterns and shapes. After obtaining digital models that transcend the techniques and forms used in traditional basket weaving, physical models are made by hand. It has been found that by making these models with their hands, students develop important skills for the labor market while completing the learning in geometric shapes.

Keywords: *geometry, interwoven architecture, basketry, 3D models, building with your hands.*

Thematic areas: *graphic ideation, active methodologies, digital fabrication.*

Resumen

En la ETSA de la UPV/EHU, en las asignaturas de Geometría se continúa evolucionando en el estudio y control de las formas geométricas. Partiendo de las formas básicas, se profundiza en las formas complejas, vinculadas a la Arquitectura. En la actualidad, esta enseñanza se desarrolla vinculando el estudio de las formas geométricas con la confección de modelos inspirados en la cestería tradicional. El uso de software de modelado 3D como Rhinoceros y el lenguaje de programación visual Grasshopper, que actúa como un complemento dentro del primero, permite que los estudiantes exploren patrones y formas nunca antes fabricados. Tras obtener modelos digitales que trascienden las técnicas y formas empleadas en la cestería tradicional, se elaboran modelos físicos a mano. Se ha podido comprobar que al confeccionar modelos con las manos el alumnado desarrolla importantes habilidades para el mercado laboral mientras completa el aprendizaje en las formas geométricas.

Palabras clave: *geometría, arquitectura entretejida, cestería, modelos 3D, construir con las manos.*

Bloques temáticos: *ideación gráfica, metodologías activas, fabricación digital.*

Introducción

Estudiar y comprender las formas geométricas tridimensionales es un requisito fundamental para la creación y construcción de todo tipo de arquitecturas. La era digital ha supuesto un cambio en la forma de controlar estas geometrías. En el Grado en Fundamentos de Arquitectura de la UPV/EHU, se emplean diferentes tecnologías digitales para la ideación y confección a escala de estas arquitecturas, permitiendo que el alumnado genere maquetas físicas a diferentes escalas utilizando técnicas diversas. Se emplean diferentes softwares de modelado 3D y se acaban produciendo los resultados en un laboratorio de fabricación digital que permite la impresión 3D. Pero la impresión 3D relaja la atención y el control sobre las formas, ya que en muchos casos se pasa de un modelo digital 3D ideado con rapidez a un modelo físico inmediato. En ocasiones, el alumnado no ha reflexionado en exceso sobre aspectos vinculados con la fabricación y puesta en obra de esos elementos arquitectónicos materializados por medio de una impresora. Por eso se viene desarrollando esta innovación educativa, utilizando todas las ventajas del diseño digital, pero terminando el proceso con maquetas físicas realizadas a mano, utilizando técnicas de la cestería tradicional (Muslimin, 2010). La propuesta permite comprender y desarrollar las formas geométricas trabajándolas por medio de la cestería entretejida.

Este método consiste en entretejer en dos o tres direcciones el material lineal empleado. Se analizan diferentes materiales, técnicas de confección y tramas relacionando estas características de la cestería con elementos esenciales de las formas geométricas. Esto permite, por un lado, el control sobre las formas geométricas en Arquitectura y, por otro, un aprendizaje de técnicas de fabricación tradicionales que permiten un desarrollo de nuevas competencias de aprendizaje. La propuesta permite analizar las diferentes formas geométricas, comenzando inicialmente por las formas simples. En esta comunicación, se presentan una serie de formas geométricas básicas como son el cilindro, el cono y el cubo, aunque se están desarrollando múltiples formas con mayor o menor complejidad formal. El proceso de aprendizaje va desde el conocimiento de los sistemas de representación tradicionales en 2D, a la representación de las formas mediante softwares 3D. El software de referencia utilizado es Rhinoceros 3D, que se complementa con el plug-in Grasshopper, el lenguaje de programación visual que actúa dentro del primero. Esta combinación permite a través de la parametrización, que el alumnado explore la combinación de nuevos patrones y formas.

La metodología de trabajo parte de los objetivos de aprendizaje obligatorios de la asignatura, pero se añade la innovación centrada en la cestería tradicional. La metodología permite comprender y experimentar aspectos importantes vinculados a la artesanía, por medio de la cestería. Se estudian los materiales más apropiados para poder entretejer las formas, pero se tiende a potenciar el uso de materiales naturales de la zona, como por ejemplo las tiras planas de castaño empleadas en la cestería en el País Vasco. Se conocen y practican diferentes técnicas de confección dando especial importancia a las tramas que se utilizan para entretejer la forma en función de dicho material.

1. Arquitecturas entretejidas de referencia y cestería tradicional

Uno de los retos importantes del hombre primitivo fue poder unir diversas piezas como, por ejemplo, una piedra y un trozo de madera para confeccionar un hacha. Esto se pudo realizar por medio del trenzado de fibras (Amoros, 1998). Para obtener una solución eficaz, tuvo que basarse en los referentes cercanos del propio entorno natural. Uno de ellos pudo ser el nido que muchas aves confeccionan como resultado del entrelazado de fibras vegetales. Para la construcción de

un refugio, muchos pueblos aborígenes han venido empleando los mismos materiales que los animales. Pero independientemente de que el constructor sea humano o animal, cada material tiene unas formas estructurales óptimas (Pallasmaa, 2020). A lo largo de la historia, la arquitectura entrelazada ha utilizado las técnicas manuales y los materiales de la cestería tradicional en sus construcciones. Se han creado infinidad de elementos arquitectónicos, tales como mobiliario, fachadas y cubiertas. Estos elementos han solido ser tradicionalmente de construcción sencilla y de formas geométricas controlables por el artesano (Ezquerro, 1995). A nivel internacional existen múltiples arquitectos de renombre que han construido con materiales naturales entrelazados. Destacamos algunas obras del arquitecto japonés Shigeru Ban, un claro ejemplo de los diversos usos del entrelazado de fibras naturales. Ban, en 2014, construyó refugios temporales en Cebu, Filipinas, con tiras trenzadas de cocotero local tras la devastación del tifón Haiyan en noviembre de 2013. Otro ejemplo de estas construcciones es el Pabellón de España para la Exposición Universal de Shanghai 2010, del estudio de Arquitectura español EMBT. Las formas diseñadas para la envolvente se realizaron con paneles de entretejidos con técnica de cestería tradicional. El Hospital Daycare Center en Odate, Japón, diseñado también por Shigeru Ban, toma como inspiración un objeto de cestería para la solución constructiva y estructural construida con tiras planas de madera. Otro ejemplo de una fachada entretejida es el Museo Aspen en Colorado, EE. UU. La atmosfera interior del edificio se asemeja a la sensación de estar dentro de un artefacto de cestería. Un ejemplo de gran modernidad y complejidad técnica es el Centro Pompidou en Metz, Francia. La cubierta es madera laminada siguiendo un patrón hexagonal que se inspira en la forma de un sombrero chino tejido entretejiendo tiras planas de bambú. La era digital, y los softwares de modelado 3D están permitido controlar y redescubrir formas más orgánicas cercanas a la naturaleza. Estos modelos digitales permiten replicar estas nuevas formas de construir con esos materiales naturales tradicionales.

Otro elemento de importancia dentro de los edificios es la construcción de elementos decorativos y mobiliario. Existen múltiples ejemplos de Arquitectos famosos en todo el mundo que tienen diseñados muebles contruidos con el entrelazado de tiras basados en la cestería tradicional. Esta tradición se puede analizar en múltiples sillas de reconocido prestigio como la "Armchair 45 with cane seat" del arquitecto Alvar Aalto. El hecho de que la construcción se base en el saber hacer del artesano y no en un diseño por medio de modelos digitales 3D, limita en muchos casos el resultado a formas sencillas y tramas rectangulares de 2 tiras.

Las técnicas de entrelazado vinculado a la cestería se han venido desarrollando en múltiples países. En cuanto a datos de la antigüedad de estas técnicas de entrelazado, hay investigaciones que sitúan estas técnicas con una antigüedad de más de 30.000 años (Kvavadze, 2009; Adovasio, 2021). En España, existen referencias muy antiguas como Cueva Neolítica en Albuñol, Granada (Quesada, 1996), pero probablemente las más antiguas se sitúan en La Draga en Girona y en Coves del Fem en Tarragona, con más de 7.000 años de antigüedad (Romero, 2021). En el País Vasco, los descubrimientos arqueológicos en cuevas prehistóricas, llegarían a situar la existencia de la cestería con tiras planas de Castaño desde hace más de 4.000 años (Amoros, 1998). Además, presenta especial interés una investigación realizada en Escocia que afirma que las habilidades desarrolladas en la construcción de la cestería mejoran el pensamiento creativo y la comprensión espacial del entorno de una persona (Bunn, 2020). Es por ello, que resulta interesante el empleo de estas técnicas tradicionales en la docencia de la Arquitectura, para potenciar aspectos que pueden verse resentidos en presencia de la era digital.

2. La docencia en las asignaturas de geometría

La enseñanza-aprendizaje de la geometría en las escuelas de Arquitectura pertenece a los módulos preparatorios que se desarrollan en los primeros cursos. Existen múltiples sistemas de representación de formas geométricas, que en la mayoría de los casos fueron creados en la era predigital. En esta era analógica, para comprender las formas tridimensionales, el método de enseñanza se basaba en vistas bidimensionales (2D) que nos permitirían construir esas formas en 3 dimensiones (3D). Pero estas vistas 2D, además de tener muchas limitaciones a la hora de ejecutar algunas formas, generaban una serie de planos desvinculados que podían acarrear múltiples errores. La irrupción de la era digital vino a cambiar la forma de representar estas geometrías (Harnomo, 2016). Este hecho, unido a la existencia de potentes equipos de hardware, permite la construcción virtual en 3D de cualquier tipo de forma con precisión milimétrica. De estos modelos digitales 3D se pueden extraer planos 2D precisos, pero, además, se pueden fabricar todo tipo de piezas y superficies desarrollables con total precisión. Para desarrollar esta nueva docencia, en el Grado en Fundamentos de Arquitectura de la Universidad del País Vasco UPV/EHU, como en otras, la enseñanza en geometría ha venido adaptándose a los nuevos tiempos.

Si analizamos los antecedentes en la docencia de estas asignaturas, en la segunda mitad del pasado siglo aparecieron los libros que han dirigido la enseñanza de la geometría gráfica para carreras técnicas, esto es, la geometría descriptiva. Los dos tomos de F. Izquierdo Asensi (Izquierdo, 1997a; 1997b); así como los de Ángel Taibo Fernández (Fernández, 1983a; 1983b), de parecido contenido, marcaron la enseñanza hasta prácticamente el comienzo del SXXI. En dichos manuales de referencia, a partir de una base teórica difícil y algo abstracta, la geometría proyectiva, se desarrollan los conceptos para conocer, trabajar y representar las formas en el espacio. Mitad teórica, mitad práctica, la geometría descriptiva se ha ido despojando de los conceptos que no conducen directamente a un resultado práctico. La carga docente de la asignatura se redujo a la mitad antes del plan de Bolonia y con la llegada de éste hubo que adaptarse a la nueva era digital y las nuevas tecnologías. La aparición del ordenador ha cambiado la asignatura, pero no sus fundamentos. Como es normal, la teoría de las proyecciones se ha simplificado, los programas de CAD permiten obtener de manera más fácil todas las vistas que se deseen, pero debemos saber manejar los parámetros para obtenerlas. Las operaciones gráficas (abatimiento, cambio de plano, giro) conviene conocerlas, son unas primeras reflexiones sobre la operatividad en la geometría gráfica, aunque los softwares permitan realizarlas de manera rápida y sencilla.

Hoy en día, las formas espaciales arquitectónicas, finalidad de la asignatura, se trabajan con mucha facilidad. Con un CAD adecuado la resolución de superficies es muy directa y el trabajo con ellas es muy satisfactorio y creativo. Las nuevas formas complejas que son ya asumibles en la docencia de Grado, suponen una nueva forma de ver la creación geométrica en lo arquitectónico, en lo orgánico y en las formas en general. Hoy en día, el proceso de enseñanza va desde el conocimiento de los sistemas tradicionales de representación 2D, hasta la representación de formas utilizando el software de referencia Rhinoceros 3D. En cualquier caso, y centrándonos en esta experiencia innovadora que se propone, no se han eliminado contenidos en la asignatura. Se ha estudiado qué contenidos podrían ser desarrollados con menor intensidad, y con ello se ha permitido obtener un espacio temporal para presentar aspectos de la cestería que permitan el desarrollo de las prácticas que se han ido proponiendo durante el curso.

En cuanto a la descripción y contextualización de la asignatura en la actualidad, la asignatura Geometría I se ocupa principalmente de la parte de representación, comenzando con los primeros conceptos de proyección, tratando los sistemas de proyección como instrumento de análisis y visualización de formas espaciales. En cuanto a los contenidos teórico-prácticos, la asignatura se divide en 12 temas, que van desde: 1. Geometría métrica y proyectiva. Proyección y transformación; 2. El sistema diédrico como instrumento de análisis. Relaciones entre elementos geométricos; 3. Operaciones gráficas; 4. Las formas básicas en diédrico I, la esfera. Los poliedros; 5. Las formas básicas en diédrico II, las formas radiadas; 6. Intersección de superficies; 7. Perspectiva axonométrica, posibilidades y planteamientos; 8. Geometría en la percepción, las leyes de la percepción visual. Perspectiva cónica I; 9. Perspectiva cónica II; 10. Restitución científica; 11 Bases para la topografía, hipsometría y cartografía; 12. Técnicas de modificación de terrenos.

Con la aparición en los últimos años de nuevas técnicas de captura masiva de puntos como el escáner láser 3D y la fotogrametría digital automatizada, que unida a RPAS permiten crear de manera rápida Modelos Digitales Terrestres con muchísima precisión, algunos conceptos teóricos están perdiendo importancia, y por ello, se ha podido reestructurar contenidos para incluir conceptos básicos de cestería, que permitan el desarrollo de las practicas enfocadas al dominio de las formas geométricas potenciando la conciencia de la confección con las manos.

3. Metodología empleada para el desarrollo de formas y cestería

La metodología de trabajo se basa en los objetivos de aprendizaje previamente establecidos, pero esta innovación se centra en la cestería tradicional (Sudduth, 1999). Aunque no se conocen referencias previas de aplicación de la cestería tradicional a la docencia de Grado, si hay referencias de investigación entre la geometría y el entretejido. El tejido de cestas es un proceso de tejido de materiales naturales o artificiales en forma longitudinal. Las características de las estas investigaciones vinculadas a la cestería son el estudio de diferentes materiales, técnicas de tejido y patrones y su relación con formas geométricas clave (Mallow, 1996; Zoran, 2013).

Entre los nuevos conceptos desarrollados en la asignatura, se relacionan las características de la cestería con elementos esenciales de las formas geométricas como las líneas geodésicas, de gran importancia en el entretejido de elementos. El método permite comprender el proceso de fabricación en diferentes áreas. La metodología pivota sobre 3 aspectos importantes dentro de la cestería: por un lado, estarían los materiales (donde se opta por el predominio de los naturales como las tiras planas de castaño); por otro, las técnicas de fabricación y, finalmente, se investigan las tramas que se utilizan para tejer la forma. Además de estos 3 aspectos, se profundiza en el modelado a través de la parametrización, lo que permite multiplicar las soluciones producidas.

3.1. Materiales

Las propiedades mecánicas de los materiales utilizados en cestería pueden interferir con la construcción de los modelos. Estos materiales se clasifican según la geometría y las propiedades mecánicas. Básicamente, se pueden utilizar 5 tipos. Por un lado, estarían los materiales cilíndricos duros, que trabajan bajo tracción, flexión y compresión, donde se evita el pandeo entrelazándose con las fibras adyacentes. Para adoptar radios pequeños, suelen necesitar tratamiento (calor, humedad). Se pueden utilizar materiales naturales (varillas de mimbre, avellana, olivo o juncos), pero también se pueden utilizar materiales no naturales como varillas de fibra de vidrio o de carbono, acero u otros materiales que puedan resistir tensiones mecánicas. Por otro lado, estarían los materiales cilíndricos blandos, que solo funcionan por tracción, como

cuerdas, hilos, esparto o médula de mimbre. En tercer lugar, estarían los tubos, que al flexionarse se doblan regularmente si la curvatura es baja, pero al forzar la flexión se aplastan en un área pequeña. Aplastados en toda su longitud o cortados a lo largo, se asemejan a barras planas. Se pueden utilizar tanto materiales naturales (varas o cañas) como materiales manufacturados (tubos metálicos y sintéticos). En cuarto lugar, se pueden utilizar las placas o tiras, que también pueden ser de materiales naturales (tiras de castaño o sauce, tableros, caña cortada), así como materiales manufacturados (tiras de contrachapado o aglomerado, hoja de madera natural, hojas metálicas y sintéticas). Por último, se pueden utilizar cintas rectas, tanto de materiales naturales (ratán, rafia), como de materiales manufacturados (cintas sintéticas continuas, cintas de fleje). Los resultados presentados en esta comunicación profundizan en el uso de tiras planas fabricadas con materiales naturales como el castaño, que es el material predominante en la cestería del País Vasco.

3.2. Técnicas de confección

La propuesta desarrolla formas geométricas trabajadas a través de cestería entretejida. Este método consiste en entretejer el material lineal utilizado en dos o tres direcciones. A veces se utilizan diferentes materiales dependiendo de la dirección del entretejido, uno suele ser estructural y el otro de cerramiento. Suelen denominarse urdimbre y trama, al igual que el tejido del telar. En el caso de tiras y cintas iguales, la técnica de tejido se llama tablero de ajedrez.

Las diferentes técnicas se pueden asociar con diferentes patrones de tejido, generalmente el cuadrado de dos series. Lo que se puede generar con una trama se puede construir con diferentes técnicas, al menos en aspectos de forma. Antes de la era digital, era complicado representar tramas complejas en formas tridimensionales, pero con los actuales softwares de modelado 3D y la parametrización, la evolución de las tramas incluso en formas complejas está al alcance de los contenidos que pueden ser presentados en el Grado.

3.3. Tramas y sargas básicas

Para entretejer las diferentes formas, se pueden utilizar varias tramas y patrones (Martin, 2015). En esta investigación hemos trabajado con dos y tres series. La trama de dos series es la más utilizada, se aplica en muchas técnicas y con diferentes materiales. Son dos series de tiras paralelas que se tejen, generalmente perpendiculares, para formar la superficie. Si la trama es compacta, sin agujeros, en cada punto de la superficie hay dos cintas. Los cruces se pueden alternar uno por uno, también se pueden seguir otras pautas. El tejido de sarga es muy posible cuando la trama es de dos series. La trama de tres series es menos elemental que la de dos, ya que para cada punto de la superficie hay tres cintas superpuestas. Es más difícil de trabajar y permite menos posibilidades en términos de sarga. El tejido típico de tres series es "anyam gila", tiene un entrecruzamiento más laborioso, pero más posibilidades en cuanto a la creación de formas espaciales. Otro tejido de tres series es el "kagome" que deja agujeros hexagonales.

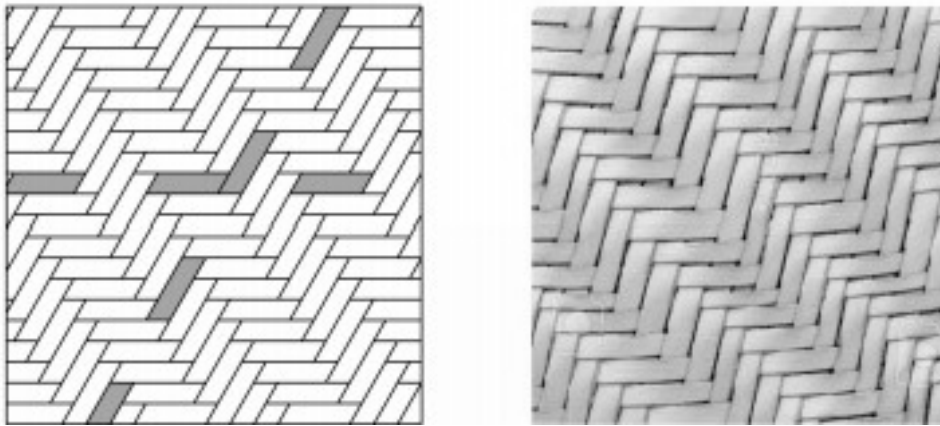


Fig. 1 Trama de dos series. Fuente: Autores

En cuanto a los patrones, se puede combinar el uso de diferentes colores en las tramas. Al colorear las cintas se obtienen patrones muy interesantes que dan mucha variabilidad a una determinada sarga. Se han investigado principalmente varias combinaciones de patrones bicolors. Apoyados en un programa tipo Grasshopper, se obtienen dibujos difíciles de prever. Al incorporar la sarga y su coloración como parámetro, se obtienen resultados inesperados.

3.4. Cestería - Modelado y parametrización

Para producir los modelos digitales tridimensionales, se han utilizado una serie de recursos metodológicos en el desarrollo de la trama sobre la forma geométrica propuesta. En el modelado digital siempre habrá simplificaciones, pero es muy importante encajar la trama en la forma correctamente para poder desarrollar posteriormente los modelos físicos. La definición precisa de la trama requiere un estudio detallado que nos ayudará a comprender los materiales y su comportamiento. Hay muchas técnicas, muchos materiales, muchas curvaturas, aunque este estudio se ha limitado al ondulado de 2 y 3 series. Una vez aplicada la trama a la forma, habrá que analizar el resultado: tramos de elementos, intersecciones resultantes, huecos creados, etc.

Además, se ha recurrido a la parametrización a través de Grasshopper, donde los programas se crean arrastrando componentes en el área de trabajo. La parametrización permite obtener resultados inesperados, pero siempre proponiendo rangos de evolución que se establecen mediante los parámetros asociados a la programación visual. Se pueden parametrizar muchos aspectos, pero en esta investigación se han parametrizado dos aspectos, sobre todo: por un lado, el elemento mimbre, y por otro la combinación de sarga a través de diferentes colores.

En la Parametrización de mimbre, se muestran opciones con mimbre y materiales sintéticos similares, en una trama con una serie ondulada. Como urdimbre se proponen cilindros verticales rígidos. Se utilizan dos datos paramétricos: el radio de la varilla y la distancia entre puntales.

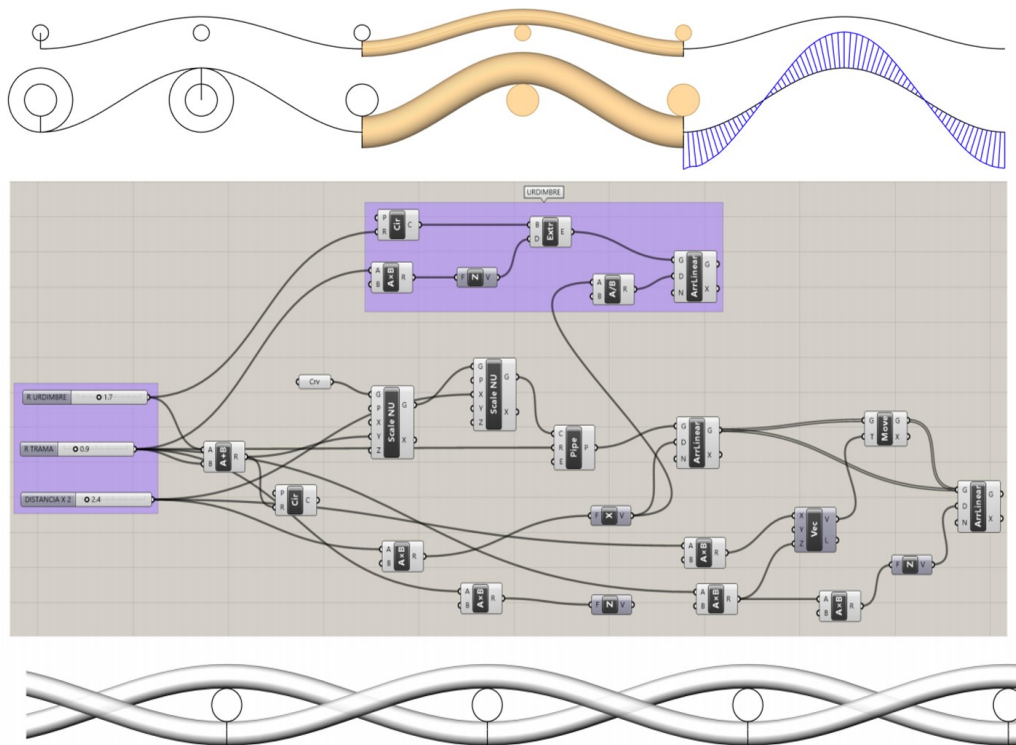


Fig. 2 Parametrización para el modelado de mimbre y materiales similares. Fuente: Autores

En la parametrización de la sarga, la coloración de los diferentes series tiene muchas posibilidades y se puede trabajar de forma paramétrica. La serie horizontal blanca está parametrizada, la vertical cian es el resultado de los vacíos en la horizontal. Cada cinta está representada por las partes vistas. La parametrización atiende, por un lado, a un Rectángulo visto desde una cinta (1, 2 o 3 cuadrados). Por otro, a la separación entre rectángulos (1, 2 o 3 cuadrados). Finalmente, se considera el desplazamiento de las siguientes dos filas. Superponiendo el resultado con la serie vertical cian, se define el patrón. Las secciones visibles u ocultas no deben ser demasiado largas, aquí llegan hasta 3 cuadrados.

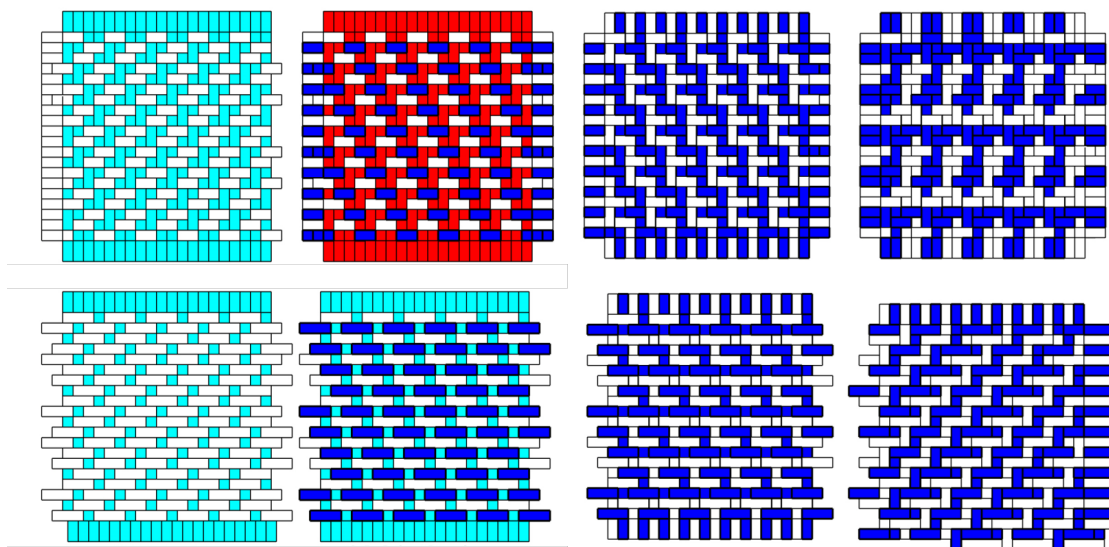


Fig. 3 Varios resultados de la parametrización de sargas con colores. Fuente: Autores

4. Resultados y discusión

La forma tridimensional básica de la cestería tejida es el cono, aunque se ven pocas cestas en forma de cono. Al entrelazar las tramas para que adquieran un aspecto espacial, los entretejidos pueden adquirir la forma de un cilindro, cono, otras superficies desarrollables (poliédricas, tangenciales, superficies de igual pendiente, rectificadoras, polares, etc.). Los resultados de esta investigación se centran en una serie de formas geométricas básicas como el cilindro, el cono y el cubo, aunque se están desarrollando múltiples formas con mayor o menor complejidad formal (Gailiunas 2011). Cuando se detecta un problema en la construcción de los modelos físicos, para solucionarlo se vuelve a dar la vuelta al modelo digital, hasta que finalmente se construye el modelo físico en su totalidad sin ningún problema. Se muestran los modelos digitales generados con Rhinoceros y los modelos físicos construidos con tiras planas de castaño.

4.1. El cilindro

Es una forma geométrica que sirve de base para muchas otras formas. Es muy fácil crear la forma del cilindro doblando una trama cuadrada tomando como referencia un eje. Los dos bordes del rectángulo tejido creado en un plano horizontal requieren la conexión de sus tramas, sargas y patrones de colores. Esto requiere atención, pero no es un trabajo muy complejo. Aunque las series que componen la trama sean materiales diferentes, no importa, porque cada material se conecta consigo mismo al crear la forma del cilindro. La forma de trazado más lógica y simple se crea cuando los ejes son verticales y horizontales, aunque se han probado otros trazados más complejos. Las tramas triangulares (kagome y anyam gila) se pueden adaptar al cilindro y también se pueden girar. Una de las series se puede construir con una sola cinta en espiral, o con dos, o con tres, como se ha hecho con la trama cuadrada. Kagome y anyam gila son más rígidas que la trama cuadrada, no permiten cambios en el ancho de las cintas, huecos y agujeros. La adaptación de las tramas a otras formas geométricas genera más problemas, como en el caso de los conos, aunque la creación de la trama comienza desde el plano, luego para obtener la forma del cono, la trama debe cumplir características geométricas más específicas y limitadas.

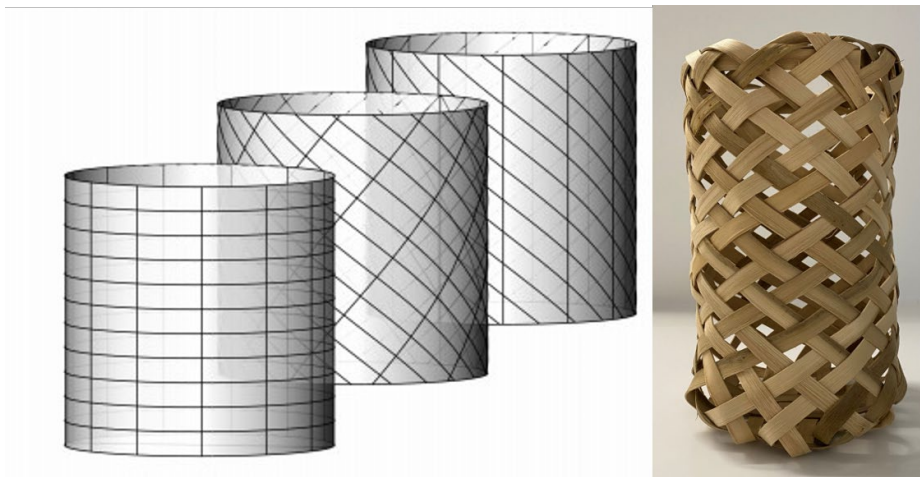


Fig. 4 Modelos digitales esquemáticos del cilindro. Desarrollo del cilindro con trama diagonal. Fuente: Autores

4.2. El Cono

Se genera con un sector circular de la trama, por lo que serie, sarga y patrones están bien conectados. El cono se utiliza mucho en la fabricación de cestas. Cada cuadro tiene sus posibilidades a la hora de generar conos. El marco cuadrado admite sectores circulares de 90° , 180° y 270° que son el desarrollo de los posibles conos. Los marcos triangulares admiten cinco posibilidades: 60° , 120° , 180° , 240° , 300° y 360° . Al igual que los marcos cuadrados, los triangulares pueden generar superficies cónicas con desarrollo superior a 360° (cono plano), los

sectores circulares sumarán: 60° , 120° , 180° , etc. Como las tramas triangulares suelen utilizar el mismo material para las tres series, no surgen problemas en las juntas de urdimbre-trama. Por otro lado, la combinación entre el cono y el cilindro ha sido probada en el modelado de formas geométricas. El cilindro de la cesta se combina mal con otros cilindros; sin embargo, el cono combina bien con otros conos y con cilindros, es una superficie más útil a la hora de crear formas.

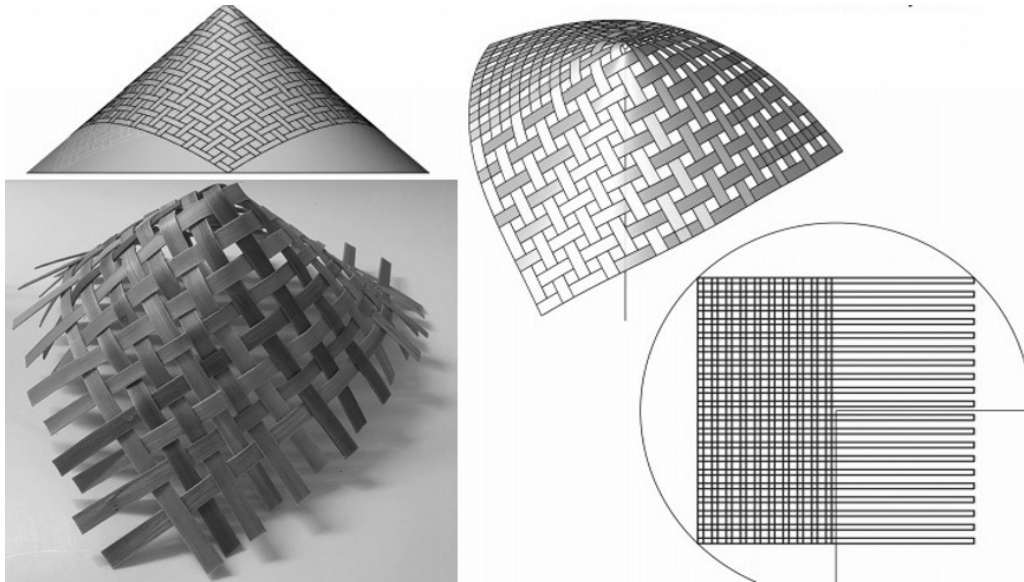


Fig. 5 Desarrollo del cono con sector de 270° . Fuente: Autores.

4.3. Los poliedros- El cubo

Los poliedros se construyen mediante conos, pero todos tienen una versión diferente que se ha trabajado con caras planas. Dentro de los poliedros, este estudio se ocupa del cubo. El tejido de cestas es la forma básica más común en el tejido. Los cubos y los prismas tienen el mismo origen. Los marcos de series planas en dos series se convierten en una de las tres series de cubos tridimensionales (Tarnai, 2012). En cuanto a los patrones de sarga y color, las opciones son infinitas en el marco cuadrado, se puede aplicar al cubo, pero tendrá más límites para que coincida con los marcos, giros y patrones.

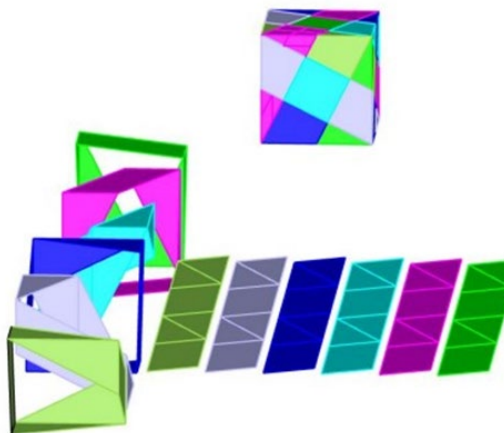


Fig. 6 Desarrollo del cubo mediante pruebas de color. Fuente: Autores

5. Conclusiones

Los resultados obtenidos en la investigación en las asignaturas de Geometría de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura son muy positivos. Con la fabricación de maquetas a escala realizadas hay evidencias de que el alumnado aprende a controlar las formas geométricas, y se cumple con las competencias básicas de la asignatura. Además, esta innovación educativa está permitiendo desarrollar otras habilidades que permiten mejorar las capacidades del alumnado. Sin dejar de lado el conocimiento de las últimas tecnologías, se experimentan recursos que ya habían dejado de utilizarse como la fabricación de modelos físicos únicamente con sus propias manos, utilizando un único material, sin colas, grapas o elementos adicionales. El conocimiento de técnicas tradicionales permite experimentar y adentrarse al alumnado en el oficio de la artesanía, tan importante para comprender otro tipo de aspectos psicosociales de gran importancia en la materialización de la Arquitectura.

6. Bibliografía

- ADOVASIO, J. M. (2021). "Fifty years with baskets". *North American Archaeologist*, 42(2), p.119-139.
- AMOROS, X. (1998). *La cestería del castaño en Duralgaldea. Juan Unzueta*. Arbaso, Durango, Bizkaia.
- BUNN, S. (2020). "Basket-work, well-being and recovery: the story from Scotland". *Craft Research*, 11, p. 39-56.
- EZQUERRA, A.S. y GORBEA, M.J.T. (1995). "Caserío Igartubeiti (Ezkió-Itsaso)". *Arkeoikuska: Investigación arqueológica*, p. 460-468.
- FERNÁNDEZ, Á.T. (1983a). *Geometría Descriptiva T1*. Editorial Tebar, Madrid.
- FERNÁNDEZ, Á.T. (1983b). *Geometría Descriptiva T2*. Editorial Tebar, Madrid.
- GAILIUNAS, P. (2011). *A Mad Weave Tetrahedron*. Bridges Coimbra Proc., Tessellations Publishing, Phoenix, 39-44.
- HARNOMO, F. I. e INDRAPRASTHA, A. (2016). "Computational Weaving Grammar of Traditional Woven Pattern". En *Parametricism Vs. Materialism: Evolution of Digital Technologies for Development, in 8th ASCAAD Conference Proceedings*, London, 75-84.
- IZQUIERDO, F. (1997a). *Geometría descriptiva superior y aplicada*. Editor: Izquierdo Ruiz de la Peña, FJ, Madrid, 1996.
- IZQUIERDO, F. (1997b). *Geometría descriptiva*. Editor: Izquierdo Ruiz de la Peña, FJ, Madrid, 1997.
- KVAVADZE, E et al. (2009). "30,000-year-old wild flax fibers". *Science*, 325 (5946), p. 1359-1359.
- MALLOW, J. M. (1996). *Pine Needle Basketry: From Forest Floor to Finished Project*. Lark Books, N.C.
- MARTIN, A. G. (2015). "A basketmaker's approach to structural morphology". En *Proceedings of IASS Annual Symposia, International Association for Shell and Spatial Structures (IASS)*, 29, 1-8.
- MUSLIMIN, R. (2010). Learning from weaving for digital fabrication in architecture. *Leonardo*, 43(4), 340-349.
- PALLASMAA, J. (2020). *Animales arquitectos*. Gustavo Gili, Barcelona.
- QUESADA, C. et al. (1996). "La cestería decorada de la Cueva de los Murciélagos (Albuñol, Granada)". *Complutum*, 6, p. 105-122.
- ROMERO, S.; HUERTA, R. y HERRERO, M. (2021). "The basketry at the early Neolithic site of La Draga (Banyoles, Spain)". *Journal of Archaeological Science: Reports*, 35, 102692.

SUDDUTH, B. R. (1999). *Baskets: a book for makers and collectors*. Hand Books Press, Gloucester.

TARNAI, T. et al. (2012). "Wrapping the cube and other polyhedral". En *Proceedings of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 468(2145), 2652-2666.

ZORAN, A. (2013). "Hybrid basketry: interweaving digital practice within contemporary craft". En *ACM SIGGRAPH 2013 Art Gallery*, 324-331.