

JORNADAS “ESTRUCTURAS EN ARQUITECTURA” - 2022

Docencia

Desplegando experiencias recíprocas: un caso de articulación entre la investigación y la enseñanza de estructuras innovadoras.

Arq. Piñeyro Rodríguez, Marina – Dr. Arq. Fontana Cabezas, Juan José
Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo (FADU), Universidad de la República (Udelar)
Montevideo – Uruguay.
mpineyro@fadu.edu.uy

PALABRAS CLAVES: estructuras laminares, cursos opcionales, enseñanza

RESUMEN

Este trabajo tiene como objetivo exponer las experiencias realizadas en actividades educativas vinculadas con el proyecto de investigación “Cubiertas laminares con productos derivados de la madera, modeladas y fabricadas con procesos asistidos por computadora. Su aplicación en edificios educativos” financiado por CSIC a través del llamado a Proyectos I+D 2018.

Estas actividades consistieron en trasladar algunas de las hipótesis de la investigación a ejercicios prácticos en dos cursos optativos de grado de la carrera de Arquitectura en la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo (FADU): “Proyecto de Tema Específico: Exploraciones holísticas – madera” y “Laboratorio de morfologías estructurales”. Una de estas experiencias derivó en la materialización de un prototipo en el marco del proyecto de extensión “Raíces en los muros: Huertas comunitarias en vacíos urbanos para la transición ecológica”. En estos cursos se hizo énfasis en la exploración de la forma resistente a partir de dos tipologías estructurales, las estructuras plegadas y las estructuras recíprocas, así como en su materialización con productos de ingeniería de la madera. Para esto se utilizaron experimentos de form-finding analógicos y digitales. También se realizaron aproximaciones al diseño paramétrico y la fabricación digital.

Se entiende que una buena articulación entre la investigación y la enseñanza constituye una excelente herramienta para retroalimentar los resultados de la investigación y enriquecer el aprendizaje en el diseño de estructuras innovadoras aplicadas a la arquitectura. Dado que por un lado, permite la interacción con el actual desarrollo tecnológico, de materiales y constructivo del país; y por otro, la integración entre equipos docentes del área tecnológica y de proyecto, e integrar herramientas de diseño y fabricación digital pertenecientes al Laboratorio de Fabricación digital (FADU).

Finalmente, se extraen conclusiones para aplicar en futuras experiencias.

INTRODUCCIÓN

En el marco del proyecto de investigación “*Cubiertas laminares con productos derivados de la madera, modeladas y fabricadas con procesos asistidos por computadora. Su aplicación en edificios educativos*”, se exploró el potencial arquitectónico de las cubiertas de madera como solución de medianas o grandes luces en edificios educativos. Para esto, fueron trasladadas algunas de las hipótesis de la investigación a ejercicios prácticos en dos cursos optativos de la carrera de grado de Arquitectura en la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo (FADU) de la Universidad de la República (Udelar).

Durante el primer semestre de 2019 y los dos semestres de 2020 se trabajó en colaboración con un equipo de docentes del Taller Danza integrado por Inés Artecona, Miguel Fascioli, Bernardo Monteverde, en el dictado del curso Proyecto de Tema Específico: Exploraciones holísticas – madera. A principios de 2022 se retomaron las propuestas realizadas por los estudiantes del curso del segundo semestre de 2020 para su materialización en el transcurso del proyecto de extensión “Raíces en los muros: Huertas comunitarias en vacíos urbanos para la transición ecológica”.

Además, en los segundos semestres de 2019, 2020 y 2021 se trabajó en colaboración con los docentes del Área tecnológica: Virginia Vila, Iliana Rodríguez, Carla Denino, en el dictado del curso Laboratorio de morfologías estructurales. Este curso tenía como objetivo promover el diseño estructural como una disciplina innovadora, estimular la creatividad en el campo morfológico de las estructuras arquitectónicas e introducir a los estudiantes en metodologías contemporáneas para el diseño estructural.

En todos estos cursos se hizo énfasis en la exploración de la forma resistente a partir de dos tipologías estructurales, las estructuras plegadas y las estructuras recíprocas, así como en la materialización de las mismas con productos de ingeniería de la madera. Para la exploración de la forma se realizaron experimentos de form-finding de manera analógica y digital y, finalmente, aproximaciones al diseño paramétrico y la fabricación digital.

A continuación se detallan las experiencias realizadas, ordenadas de acuerdo a las tipologías estructurales trabajadas.

2 EXPERIENCIAS DE ENSEÑANZA

2.1 EXPERIENCIAS CON ESTRUCTURAS PLEGADAS

La edición del primer semestre de 2019 del curso “Proyecto de Tema Específico: Exploraciones holísticas – madera” se estructuró a partir de dos actividades curriculares que se complementaban entre sí: por un lado, el desarrollo de un programa que complementara las actividades educativas que hoy se desempeñan en las estructuras existentes en el Parque Tecnológico Industrial (PTI) del Cerro, por otro, el diseño de estructuras plegadas con paneles derivados de la madera, capaces de salvar luces medianas y grandes.

Se partió de la hipótesis de incorporar al complejo educativo del PTI-Cerro un programa que indague en su espacialidad a partir de la resolución de una cubierta en madera, diseñada y

fabricada con tecnología apropiada a nuestro medio. Con esta incorporación, se pretendía reestructurar los programas que hoy se desempeñan en el sitio y explorar un nuevo perfil para el centro educativo.

Los objetivos específicos eran encontrar formas factibles de ser aplicadas en el diseño de cubiertas laminares con paneles derivados de la madera, diseñar un sistema constructivo optimizado estructuralmente, utilizando productos nacionales y tecnología disponible en nuestro país, y definir un procedimiento de modelado digital y de fabricación asistida por computadora del sistema constructivo desarrollado.

Para la exploración de la forma se utilizaron técnicas de plegado de papel derivadas del origami, Se identificaron distintos tipos de teselados o patrones, y se observó como la manipulación de los mismos insidía en su resistencia estructural y en su calidad espacial.

Se tomaron como referentes las experiencias realizadas en la escuela Bauhaus por Josef Albers, y otras más contemporáneas como las expuestas por: Sofia Vyzoviti en su libro “Folding architecture: Spatial, structural and organization diagrams”, Paul Jackson en “Técnicas de plegado para diseñadores” y arquitectos, entre otras. Particularmente las llevadas adelante en el Laboratorio para las Construcciones en Madera (IBOIS) de la Escuela Politécnica Federal de Lausana.

Finalmente, los estudiantes elaboraron maquetas de las cubiertas diseñadas con las herramientas de fabricación digital del FabLab – FADU (figura1), lo cual permitió demostrar la viabilidad de las mismas, enfrentarse a las complejidades del sistema, condicionantes de uniones entre las distintas partes y su montaje, y comprender las posibilidades y limitaciones de las herramientas disponibles. En las figuras 2, 3 y 4 se presentan entregas de los anteproyectos desarrollados en el curso.



Figura1. Algunas maquetas fabricadas por estudiantes del curso.

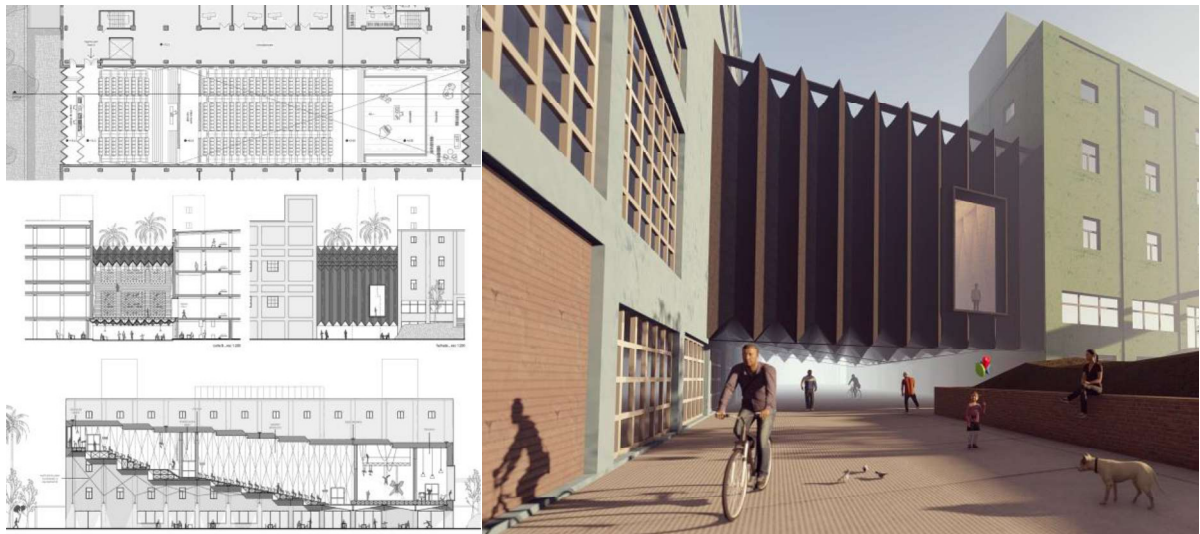


Figura 2: Auditorio PTI-Cerro de los estudiantes Agustín Dellepiane y Victoria De Vida.



Figura 3: Cubierta sobre Hall de acceso, cancha, circulación vehicular y terraza-comedor, de los estudiantes Gonzalo Castelló y Lorena Tovagliares. Figura 4: Centro de Investigación de los estudiantes Giuliana Rodríguez y Joaquín Roybal.

El diseño de estructuras laminares con paneles derivados de la madera también fue premisa del curso opcional “Laboratorio de Morfologías Estructurales” durante los segundos semestres de 2019 y 2021. Se plantearon, en ambas ediciones de dicho curso, ejercicios que promovían la experimentación con técnicas de plegado de papel con el objetivo de encontrar formas apropiadas para la resolución de problemáticas arquitectónico-estructurales.

El tema propuesto fue el de estructuras plegadas, simples o combinadas con otras tipologías, como solución de equipamiento arquitectónico de ocio en parques y espacios públicos.

Los objetivos específicos eran explorar el potencial plástico y constructivo de las superficies plegadas, realizar experimentos de form finding a efectos de encontrar formas apropiadas para la resolución de problemáticas arquitectónico-estructurales, experimentar con modelos de superficies plegadas, tanto en entornos analógicos como digitales y aplicar los resultados obtenidos a la resolución de un proyecto original a escala arquitectónica.

Se adjuntan imágenes de algunos de los trabajos realizados por los estudiantes del curso (Figuras 5, 6 y 7).

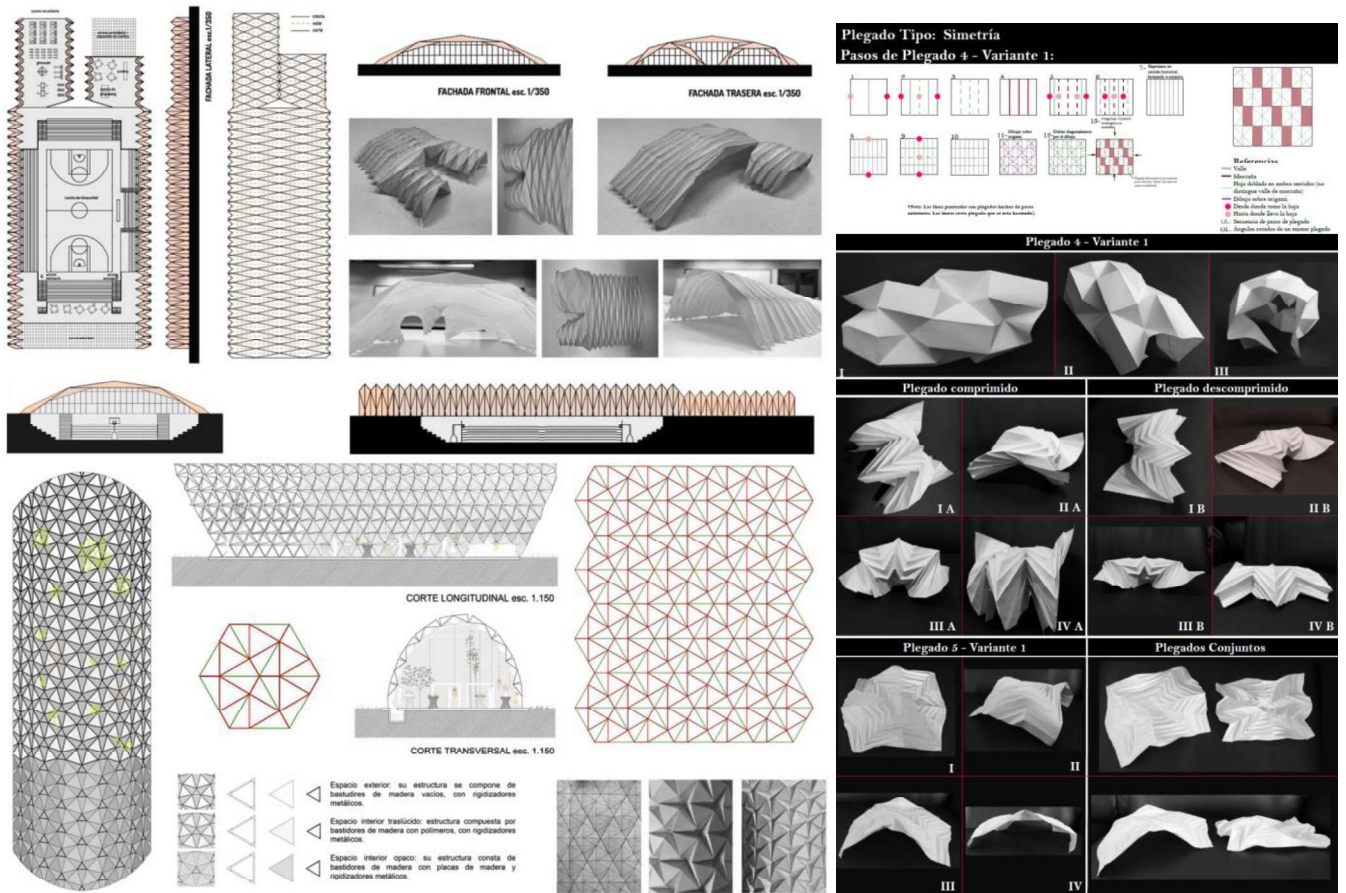


Figura 5. Centro deportivo de los estudiantes Martín Barizzo y Bruno Dutra.

Figura 6. Invernadero de las estudiantes María Cabrera, María Clara Puppo y Lucía Reolón.

Figura 7. Experimentaciones con técnicas de origami de los estudiantes Laura Gavilanes, Julieta Ferreiro y Valentín Pico.

2.2 EXPERIENCIAS CON ESTRUCTURAS RECÍPROCAS

En el 2020 se vuelve a trabajar en conjunto con el curso optativo Proyecto de Tema Específico, Exploraciones Holísticas del Taller Danza abordando la temática del diseño de estructuras recíprocas con paneles derivados de la madera, factibles de ser construidas mediante fabricación digital.

En el primer semestre se realizó un ejercicio a partir del análisis estructural y espacial de una serie de estructuras recíprocas, donde se procedió a una deconstrucción y reconstrucción a través de maquetas de fabricación digital. Los ejemplos utilizados, extraídos del libro "Reciprocal Frameworks. Tradition and Innovation" de Udo Thonissen, fueron el domo de la Biblioteca Werner Oechslin y una serie de estructuras de la ETH de Zurich: el Pabellón Hil, la Pérgola Science City, la Pérgola Villa Hatt y el Pabellón Piazza. Debido a la emergencia sanitaria del país, declarada en marzo de 2020, los entregables fueron finalmente modificados a un juego de caja con instrucciones para el armado de una maqueta (figuras 8 y 9), una plantilla para el corte de las piezas y un tablero que sirve de base para el armado del modelo. En la etapa análisis de los distintos ejemplos, los estudiantes se valieron de herramientas caseras para poder modelar y entender las estructuras.

Desplegando experiencias recíprocas: un caso de articulación entre la investigación y la enseñanza de estructuras innovadoras.

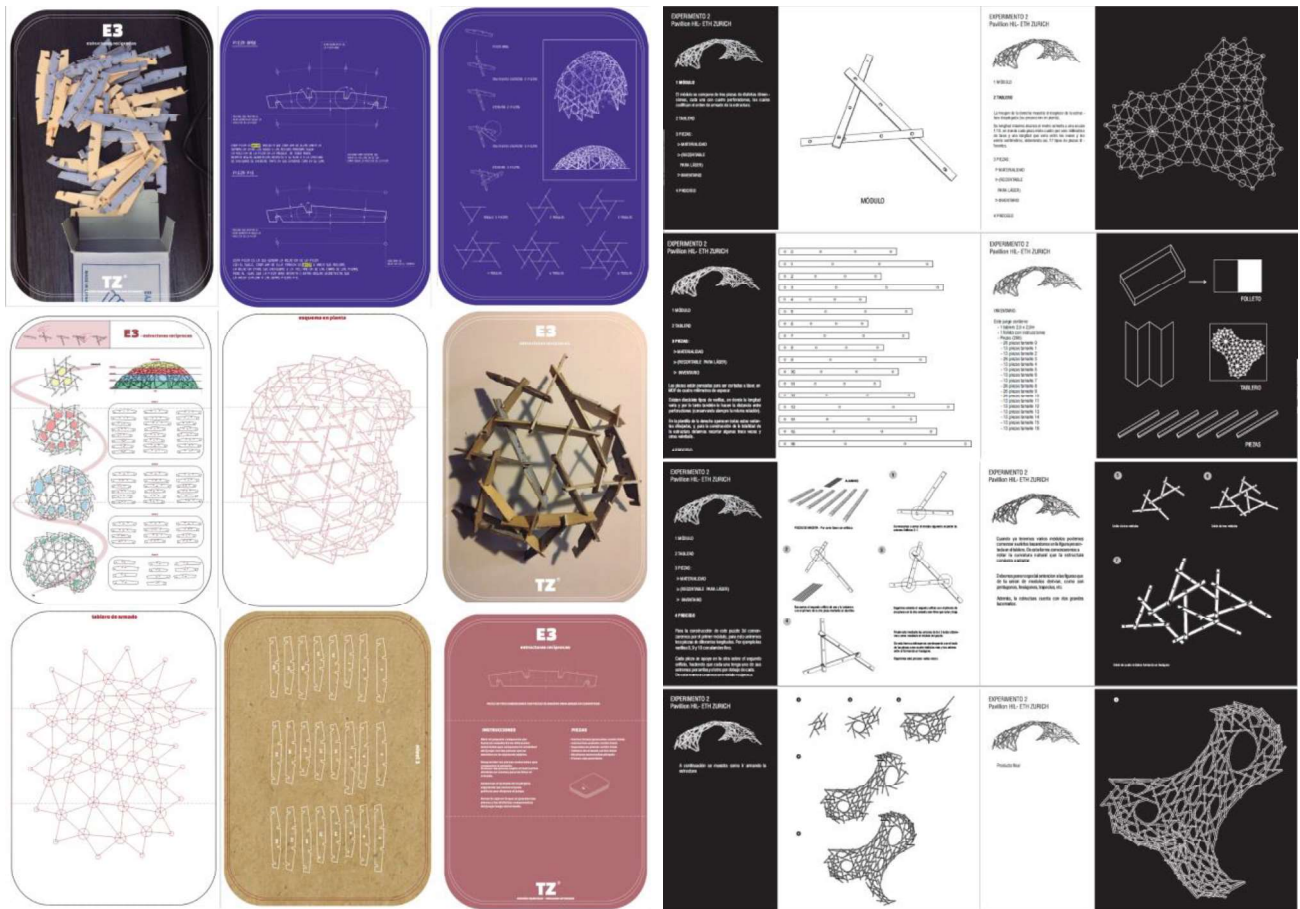


Figura 8. Pérgola Science City, de los estudiantes Andrés Ramenghi y Emiliano Geymonat.

Figura 9. Pavilion HIL, de las estudiantes Sofia Lamas y Stephanie Techera.

En el segundo semestre se trabajó en conjunto con la huerta comunitaria Piedras, ubicada en el terreno de la cooperativa de viviendas CoviPedro en Ciudad Vieja. Los estudiantes realizaron propuestas de equipamientos temporales utilizando estructuras recíprocas como respuesta a las distintas problemáticas y requerimientos de la huerta urbana. Se buscaban soluciones económicas, que pudieran ser autoconstruidas por el colectivo.

Las propuestas fueron retomados en el proyecto de extensión “Raíces en los muros: Huertas comunitarias en vacíos urbanos para la transición ecológica” y se materializó una de ellas. En el trabajo en conjunto entre el colectivo, participantes, estudiantes y docentes se seleccionó una de las propuestas para ser construida, “Captadores urbanos”, de las estudiantes Clara Cardoso y Graciana Castaindebat (figura10) La misma consiste en un árbol recíproco de madera aserrada que capta el agua de lluvia. Para la autoconstrucción se realizaron algunos ajustes a la estructura (figura 11), pero se dejaron libradas al debate las uniones entre las distintas barras.

Desplegando experiencias recíprocas: un caso de articulación entre la investigación y la enseñanza de estructuras innovadoras.

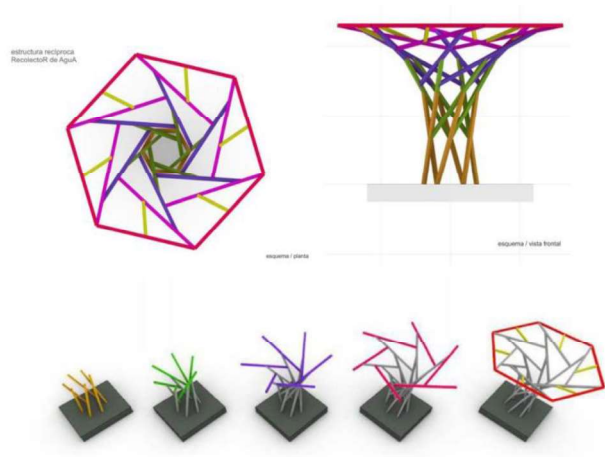
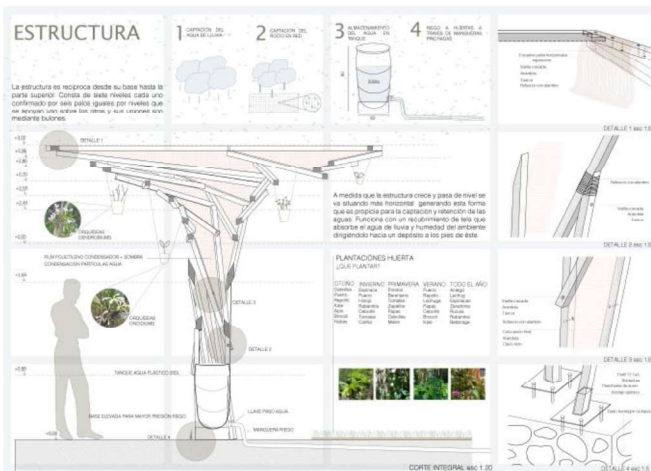
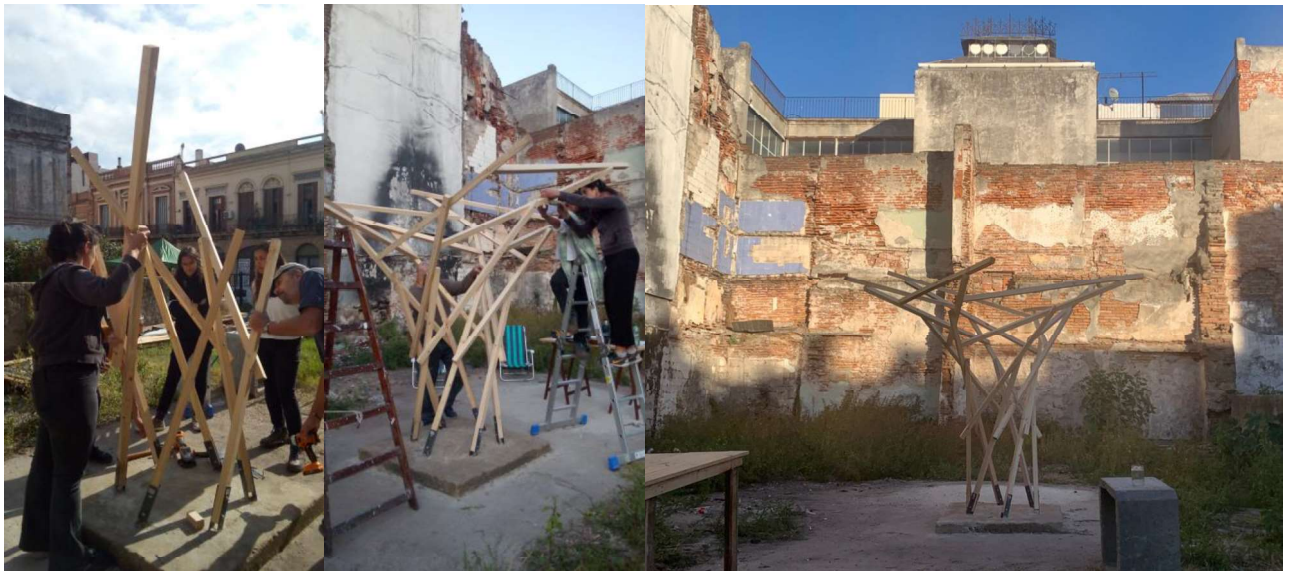


Figura 10. Captadores urbanos, de las estudiantes Clara Cardoso y Graciana Castaindebat.
Figura 11. Ajuste de la estructura recíproca para su construcción.



Figuras 12, 13 y 14. Segunda jornada de construcción del proyecto de extensión, estructura recíproca.

Esta temática también fue abordada en la unidad curricular optativa Laboratorio de Morfologías estructurales en el segundo semestre de 2020. Los objetivos generales del curso fueron analizar el funcionamiento teórico de esta tipología estructural a partir de la experimentación con modelos físicos - materiales y estimular la creatividad en el diseño de estructuras de barras aplicables a la arquitectura. Se partió del análisis de la conformación de las mallas recíprocas, la configuración de sus distintos módulos y uniones, experimentando tanto en modelos analógicos como digitales. La experimentación a partir de maquetas fue vital para comprender como variar la malla y optimizar la estructura.

En esta edición, dada la coyuntura de emergencia sanitaria, se propuso el diseño de equipamientos efímeros en espacios urbanos públicos, se adjuntan dos anteproyectos realizados por los estudiantes (figuras 14 y 15).

Desplegando experiencias recíprocas: un caso de articulación entre la investigación y la enseñanza de estructuras innovadoras.

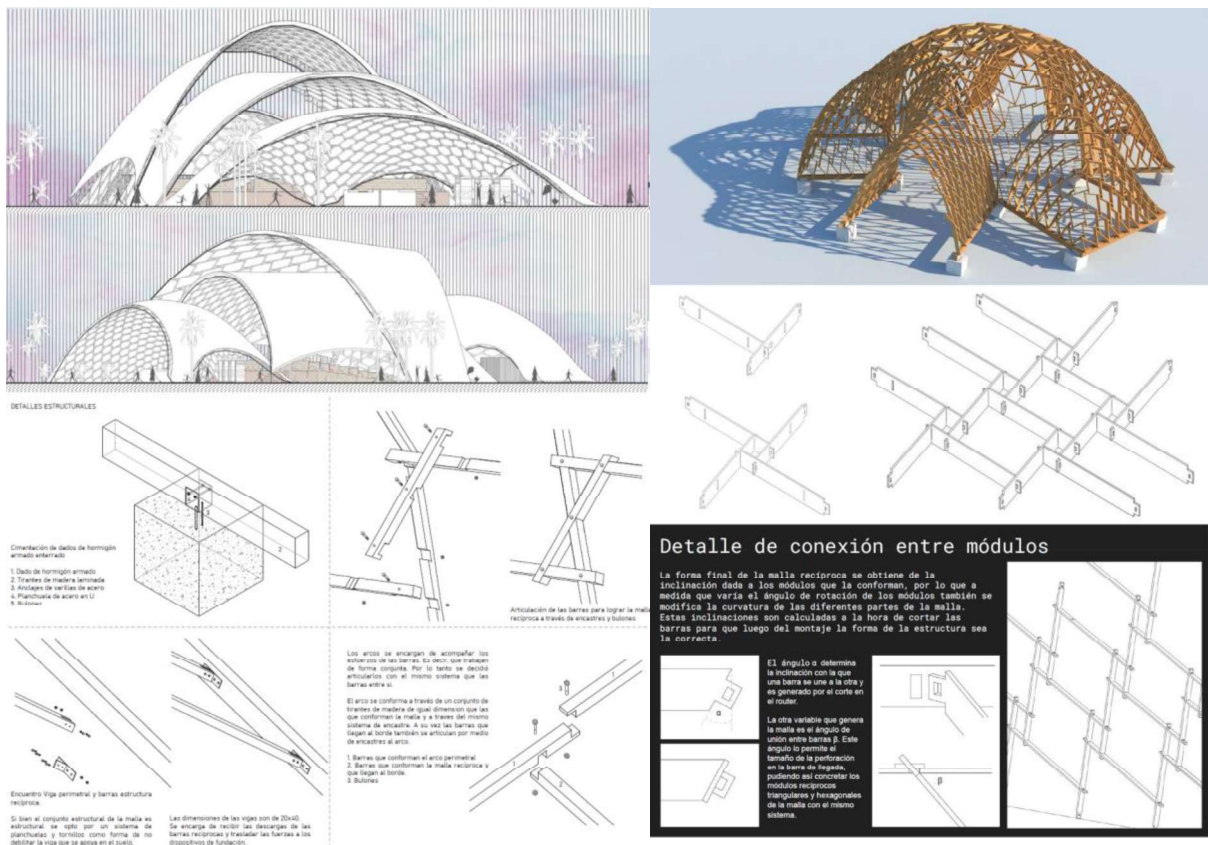


Figura 14. Anfiteatro en la rambla de Montevideo, de las estudiantes Faustina Cabrera, Karen Ferreira y Lucía Lempesi
 Figura 15. Feria en el Parque Batlle, de los estudiantes Felipe Berio, Rafael Cavaliere, Nicolás López y Mateo Sallés.

CONCLUSIONES

Trasladar las hipótesis de la investigación a cursos de enseñanza permitió visualizar el gran potencial arquitectónico de estas soluciones constructivas basadas en estructuras recíprocas y plegadas enmarcadas en el contexto actual de desarrollo de materiales y de tecnologías del país.

El trabajo en conjunto con docentes de distintos campos disciplinares de la carrera de grado y estudiantes, amplió las exploraciones y reflexiones en relación a las interrogantes de la investigación, confirmando que esta forma de trabajo promueve la transversalidad entre las diferentes áreas de formación, que es uno de los objetivos del plan de estudios 2015 de la carrera de grado en Arquitectura. Esta interacción contribuyó a desplegar experiencias y fomentar un entorno de reciprocidad entre la investigación y la enseñanza, abordando el diseño arquitectónico con tipologías estructurales innovadoras.

En conclusión, una buena articulación entre la investigación y la enseñanza constituye un excelente método para retroalimentar y enriquecer los procesos académicos de generación y transmisión de nuevos conocimientos.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la Comisión Sectorial de Investigación Científica (CSIC) de la Udelar, Uruguay, por la financiación del proyecto de investigación “Cubiertas laminadas con productos derivados de la madera, modeladas y fabricadas con procesos asistidos por computadora. Su aplicación en edificios educativos” a través del llamado a Proyectos I+D 2018.

Asimismo, al equipo de investigación, todos los docentes involucrados de los distintos cursos, a los estudiantes y al Laboratorio de Fabricación digital (Fab lab FADU).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FADU (2015). Plan de estudios 2015 de la carrera de grado en Arquitectura.

Recuperado desde: <http://www.fadu.edu.uy/bedelia/files/2019/10/Plan-de-estudios-de-la-carrera-de-arquitectura-2015.pdf>

Jackson, P. (2013). Técnicas de plegado para diseñadores y arquitectos. Promopress, Barcelona. ISBN: 978-84-92810-21-5.

Thönnissen, Udo (2015). Reciprocal frameworks. Tradition and innovation. Instituto GTA. ISBN: 978-3-85676-344-2

Vyzoviti, S. (2012). Folding Architecture: Spatial, structural and organizational diagrams. Bis Publishers.

Weinand, Y. (Ed.). (2016). Advanced timber structures. Basel: Birkhäuser.