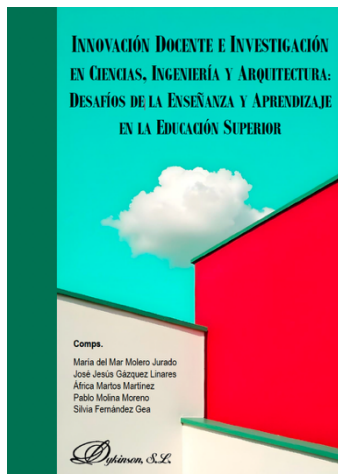


This document is the pre-print version of:



2024

Del material al proyecto. Estrategias de continuidad en la enseñanza de la arquitectura

Alejandro Jesús González Cruz & Federico Luis del Blanco García

published in:

Innovación Docente e Investigación en Ciencias, Ingeniería y Arquitectura: Desafíos de la Enseñanza y Aprendizaje en la Educación Superior.

Please cite this document as:

González Cruz, Alejandro Jesús; del Blanco García, Federico Luis (2024).

“Del material al proyecto: estrategias de continuidad en la enseñanza de la arquitectura”, en Innovación docente e investigación en ciencias, ingeniería y arquitectura.

Madrid: Dykinson. ISBN: 978-84-1070-925-6. DOI: 10.14679/3760.

Link to the document:

DOI: <https://doi.org/10.14679/3760>

The following document has been archived according to the publisher's default policies as a PRE-PRINT version on the repository of the Universidad Politécnica de Madrid.

DEL MATERIAL AL PROYECTO: ESTRATEGIAS DE CONTINUIDAD EN LA ENSEÑANZA DE LA ARQUITECTURA

ALEJANDRO JESÚS GONZÁLEZ CRUZ Y FEDERICO LUIS DEL BLANCO GARCÍA
Universidad Politécnica de Madrid

INTRODUCCIÓN: DEL MATERIAL A LA ARQUITECTURA

La adaptación de los programas educativos españoles al Plan de Bolonia, o Espacio Europeo de Educación Superior (EEES), supuso un cambio estructural integral, un ajuste en los contenidos programáticos de las asignaturas y una merma en los tiempos necesarios para su comprensión. En la carrera de Arquitectura de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura (ETSAM) de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM), transformada hoy en un Grado en Fundamentos de la Arquitectura y un Máster Habilitante, la asignatura de Materiales de Construcción, antes impartida en varios semestres, sufrió un proceso de compartimentación, y su especificidad ha conducido a una desconexión programática respecto a otras asignaturas vinculantes. La preexistencia de cátedras que relacionaban diferentes áreas y niveles dentro de la propia disciplina, ha dado paso a departamentos estancos, que conducen al distanciamiento entre profesores y asignaturas de áreas distintas, pero necesariamente complementarias.

La iniciativa que se presenta en este texto se enmarca en un Proyecto de Innovación en Educación (PIE), aprobado en la convocatoria 2023-2024 de la UPM, titulado Del material a la arquitectura. Estrategias de continuidad y redes interdisciplinares, y cuyo objetivo principal es comenzar a disolver los límites preexistentes entre Materiales de Construcción y asignaturas colindantes de la carrera de Arquitectura (Proyectos I y II, Dibujo I y Construcción I); construyendo una red de profesores capaz de colaborar en actividades conjuntas, hacia una continuidad entre sus programas docentes, enriqueciendo las competencias y habilidades de los estudiantes, y fortaleciendo una mayor participación e interés en su autoaprendizaje.

La inserción de estrategias de continuidad en cada una de las asignaturas aboga por un modelo de docencia sustentado en la investigación basada en la experimentación, es decir, un modelo de educación basado en la generación de conocimiento compartido entre profesor y alumnado, en lugar de modelos exclusivamente orientados a la transmisión de un conocimiento cerrado aprendido e impartido. Un modelo de aula invertida, abierta, en el que poder enseñar a aprender y aprender a aprender, en un proceso colectivo de aprendizaje continuo y progresivo.

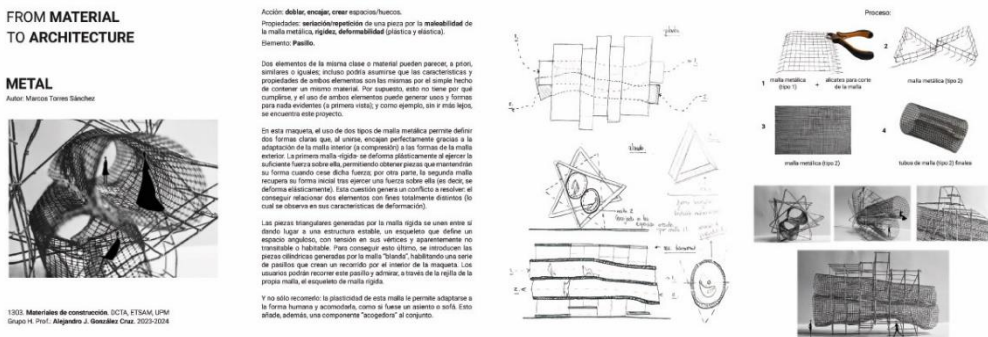
Durante los años 1925-1930, la Escuela de la Bauhaus en Dessau publicó una serie de 14 libros, editados por profesores y amigos: W. Gropius, P. Klee, P. Mondrian, T. Van Doesburg, Kandinsky, K. Malewitsch, L. Moholy-Nagy, ..., que recogían las principales ideas de la Bauhaus en torno al arte, diseño y arquitectura, representadas en una muestra

seleccionada de los trabajos de sus estudiantes. El último volumen de la serie, titulado *From material to architecture* de L. Moholy-Nahy (2021), se centra en los trabajos realizados en el curso preliminar, o formación elemental, donde los estudiantes se aproximaban por primera vez a los materiales, desde ejercicios de experimentación manual de la forma a la definición y percepción del espacio.

En el semestre de otoño de 2023-2024, en la asignatura de Materiales de Construcción, se realizaron una serie de 12 ejercicios prácticos de investigación (Fig. 1) a través del estudio de las propiedades intrínsecas de los materiales. Cada investigación suponía un proceso de transformación desde el material hacia el proyecto. Estos ejercicios, que fomentaban el principio educativo de la Bauhaus ("Jedermann ist begabt" = todo el mundo tiene talento), no pretendían sustituir al conocimiento que el estudiante adquiere gracias a las clases teóricas y las prácticas de laboratorio, sino ser actividades complementarias que contribuyan al proceso de su autoaprendizaje, vinculando los contenidos entre asignaturas correlativas.

Los objetivos específicos de la investigación proponen profundizar en el conocimiento de los materiales de construcción a través del estudio experimental de sus propiedades; desarrollar nuevas técnicas, procesos y herramientas dirigidas a la conceptualización y desarrollo del proyecto; y mejorar la metodología de enseñanza de la arquitectura mediante la aplicación de estrategias de continuidad entre aulas abiertas.

Figura 1. Muestra A5 de un ejercicio de investigación material (metales) del estudiante Marcos Torres. Taller Alejandro González, Materiales de construcción, curso 2023-2024, ETSAM, UPM



METODOLOGÍA: EL ENSAYO COMO HERRAMIENTA

Todos los materiales poseen un conjunto de propiedades intrínsecas mecánicas, físicas, químicas, térmicas, magnéticas, organolépticas, que los hacen diferenciarse los unos de los otros. Estas propiedades pueden ser percibidas, medidas y testadas, determinando la adecuación e idoneidad de un material para un uso concreto y/o

aplicación específica. Las propiedades de los materiales son factores o características que influyen cualitativa o cuantitativamente en la respuesta de un material a estímulos externos, es decir, son reacciones del material a determinadas acciones a las que se le somete.

Como metodología de esta investigación, aplicada y dirigida a la enseñanza de la asignatura de Materiales de Construcción en la ETSAM, se propuso a cada estudiante aproximarse al material mediante un proceso de experimentación manual, observación crítica y representación proyectual. El proceso debía seguir tres pasos: 1) la elección de una propiedad del material para su profundización, 2) la implementación de una acción o conjunto de acciones sobre el material en torno a esa propiedad, registrando su reacción y comportamiento; 3) la sistematización constructiva del material a través de la elección de un elemento arquitectónico (muro, techo, suelo, ventana, puerta, escalera, rampa, ...) entre los 15 elementos propuestos por Koolhaas (2014) capaces de definir la estructura del espacio.

Con la intención de fomentar el uso de una economía circular en la enseñanza de la arquitectura, objetivo propuesto desde las comunidades EELISAA donde esta iniciativa se inscribe, las investigaciones debían utilizar materiales sostenibles desde el estudio de su ciclo de vida. Materiales reciclados de otras maquetas, materiales desechados del laboratorio, materiales encontrados, reutilizados e reinterpretados, es decir, cualquier recurso material al que se le pudiera dar una segunda oportunidad. Cada proceso de exploración material se aproximaba en paralelo al tema que se estaba impartiendo en cada momento del curso: piedras naturales, tierra, cerámica, madera, yeso-cal, cemento, hormigón, metal, vidrio y plástico; utilizando como herramientas de trabajo, pensamiento crítico y representación: el texto, la fotografía, el dibujo y la maqueta.

Para homogeneizar la muestra de estudio, cada estudiante realizaba una investigación por material, con un total de 12 materiales explorados, incluyendo el papel y el cartón como primeros tanteos. Se restringieron las medidas (Juárez-Chicote, 2016) de las maquetas (10x10x10cm) y se les compartió una plantilla en formato A5 (un A4 doblado por la mitad) para la presentación de sus trabajos. Las plantillas estaban compuestas por una portada (nombre del ejercicio, material y autor, y una fotografía en blanco y negro de su maqueta), un texto descriptivo de la investigación (nombre de la propiedad, acción/es y elemento), un dibujo en planta y sección a escala, y una contraportada con el registro fotográfico del proceso de experimentación, paso a paso. La incorporación de personas a escala en las maquetas permitía transformar los objetos en espacios (Fujimoto, 2015)

Durante el curso se tuvo acceso permanente al Laboratorio de materiales de la ETSAM para la realización de ensayos mecánicos, físicos y químicos, así como a la Materioteca, una biblioteca-museo de materiales de construcción. Se invitaron a docentes de distintos departamentos a sesiones críticas conjuntas (Fig. 2), llevando un seguimiento periódico y colectivo de los avances del trabajo. Se realizaron muestras expositivas y públicas de los resultados obtenidos. Y, finalmente, se construyó una base de datos

compartida como punto de partida para la formulación de nuevas estrategias de continuidad.

Figura 2. Sesiones Críticas. Prof. invitados: David Sanz (Materiales de Construcción) y Nicolás Maruri (Proyectos I y II). Taller A. González, Materiales de Construcción, ETSAM, otoño 2023-2024



RESULTADOS: APRENDER A TRAVÉS DE LOS SENTIDOS

Materiales de Construcción es la primera asignatura con la que el estudiante se aproxima al área de conocimiento de la Construcción y Tecnologías Arquitectónicas, en el Grado en Fundamentos de Diseño de la ETSAM. Es una materia obligatoria, impartida en 2º curso, con un total de 8 grupos docentes, de 60-70 estudiantes por profesor, distribuidos en dos semestres (7 grupos en otoño y 1 en primavera), y una carga lectiva de 6 créditos ECTS, equivalentes a 180h, 25-30h de trabajo de estudiante por crédito, repartidas en 15 semanas por semestre.

Durante los últimos años, Materiales de Construcción ha tenido que reajustar los contenidos y tiempos sin reducir las competencias y los resultados de aprendizaje necesarios en la formación de la Arquitectura. Sin embargo, los objetivos alcanzados dan síntomas de manifestar un nivel de exigencia elevado, con una metodología de enseñanza excesivamente teórica, a pesar de las prácticas de laboratorio, basada en un modelo de clase magistral o charla, y un sistema de evaluación sustentado en la memorización. Este sistema de evaluación otorgaba un 80-90% de la calificación de la asignatura a los resultados obtenidos en exámenes teóricos (parciales, finales y pruebas test) y un 10-20% a las prácticas de laboratorio y un puntual reconocimiento de materiales. Esta situación ha derivado en una tasa de abandono del 20-30% por curso y una tasa de suspenso del 30-40% de los presentados.

En el curso 2023-2024, se introdujeron algunos cambios en el sistema de evaluación, destinando un 60% a exámenes basados en casos prácticos, un 20% en prácticas del laboratorio y un nuevo 20% destinado a actividades complementarias y voluntarias, donde se enmarca esta iniciativa de innovación en educación. Los resultados obtenidos en la asignatura, han comenzado a ver sus frutos, si bien las tasas de abandono (25%) y de suspensos (25%), siguen siendo elevadas, –probablemente por la carga teórica impartida-

requerida y la exigencia excesiva de un examen elaborado y evaluado entre todos los profesores de la asignatura en aras de una mayor objetividad–, se ha conseguido mejorar la tasa de aprobados al 65-75% de los presentados. La participación en clase y el interés de los estudiantes por la asignatura han aumentado, fomentando un conocimiento basado en la experimentación racional y sensorial con los materiales de construcción. Todos los estudiantes que siguieron el curso, realizando los ejercicios de experimentación material aprobaron el examen, requisito indispensable para hacer media con las actividades complementaria y aprobar por curso.

La aproximación sensorial al material a través de su manipulación y transformación abre nuevos caminos en el aprendizaje de la arquitectura (Sánchez Lampreave, 2001), sumando al conocimiento adquirido a través de la razón, o inteligencia, un conocimiento o reconocimiento adquirido a través de los sentidos, o percepción. Los sentidos enriquecen la experiencia de la arquitectura, y el contacto directo con el material fortalece el vínculo con las emociones.

Del mismo modo que los primeros ejercicios del curso preliminar de la Bauhaus fomentaban la percepción táctil de los materiales, los primeros pasos en la experimentación con el material, propuestos en Materiales de Construcción de la ETSAM, son acciones manuales, táctiles, exploraciones materiales que ponen en valor el sentido del tacto, a través de la percepción de sus texturas, consistencias o temperaturas. La experimentación sensorial del material canaliza la comprensión de los procesos de fabricación o manufacturación. Un terreno fértil para el aprendizaje de la arquitectura que relaciona los materiales, la construcción y el proyecto, en la producción de nuevos significados (Gausa, 2000).

Se desarrollaron aproximadamente 475 ensayos de investigación material durante el curso. Si bien, estos ejercicios eran voluntarios, y suponían un 20% sobre la nota final, la mayoría de los estudiantes los iniciaron, pero no todos pudieron completarlo, reduciéndose progresivamente hasta la mitad la participación en las actividades complementarias durante el curso, desde los 55 ensayos de investigación sobre papel o 50 ensayos sobre el cartón, a los 26 ensayos de investigación sobre plásticos o 25 ensayos sobre vidrios. Este suceso tiene lugar no sólo por el nivel de exigencia y la cantidad de trabajo que aumenta durante el curso, sino también por la dificultad que supone el aproximarse a determinados materiales con los que los estudiantes no están acostumbrados a trabajar.

Figura 3. Ejercicios de papel. A. González, 2024

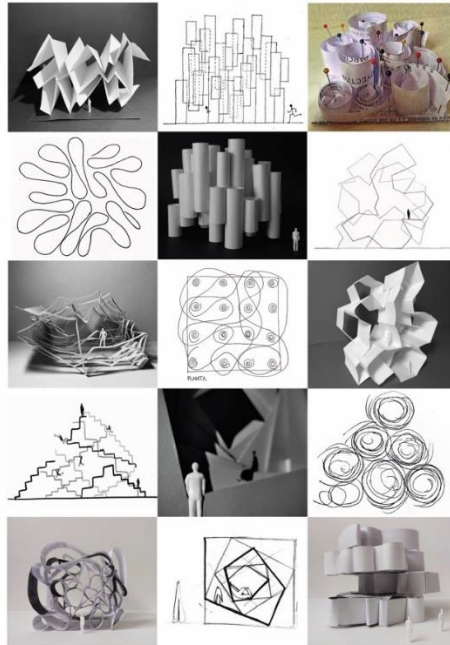


Figura 4. Ejercicios de cartón. A. González, 2024

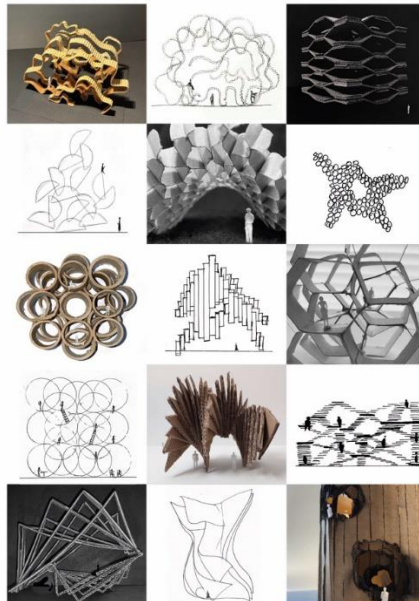


Figura 5. Fig.05. Ejercicios de piedras. A. González, 2024

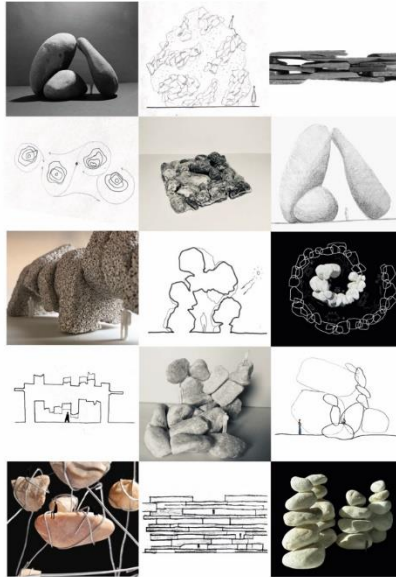
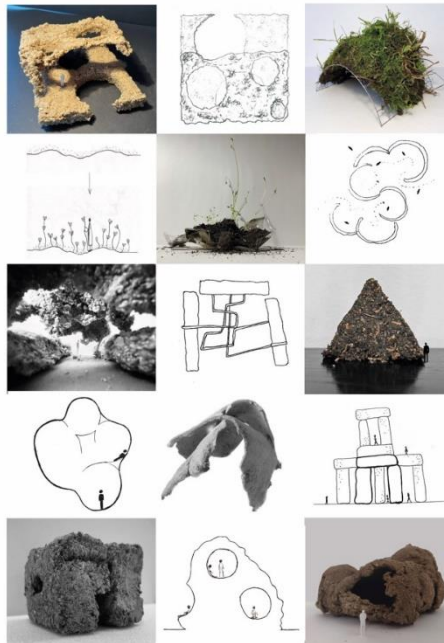


Figura 6. Ejercicios de tierra. A. González, 2024



El curso de experimentación en Materiales de Construcción comenzó con el estudio del papel y del cartón, como materiales disponibles, accesibles y sencillos de manipular y

transformar. Con el papel (Fig. 3) y el cartón ((Fig. 4) estudiaron propiedades como la elasticidad, rigidez, resistencia a compresión y flexión, torsión, tensión y deformación, color, homogeneidad y heterogeneidad, equilibrio y estabilidad, flexibilidad o ligereza. El papel, al igual que el cartón, están compuestos por celulosa, un biopolímero procedente de la madera, el bambú o el algodón. Mediante acciones como plegar, superponer, cortar y pegar, doblar, unir, arrugar, quemar, mojar, romper, modelar, enrollar, encajar, maclar, repetir, ordenar, montar, rasgar, apilar, ensamblar, agrupar, o el uso de técnicas como el origami o la papiroflexia, los estudiantes profundizaban en sus propiedades.

Uno de los primeros hallazgos aprendidos a través de estos ejercicios fue que el origen del proyecto, su conceptualización, surgía de las investigaciones de las propiedades del material, es decir, los proyectos comenzaban desde el material (Desplades, 2010), y no al revés, como normalmente sucede en la enseñanza de proyectos desde los talleres de las Escuelas de Arquitectura. Cada investigación comenzaba con un testeo, pruebas previas, intuitivas, que permitían el desarrollo de versiones y/o variaciones. Las descripciones del proceso de experimentación en el tiempo, paso a paso, y la presentación de las herramientas utilizadas permitían identificar errores y aciertos, aplicando rectificaciones y sistematizando los procedimientos de investigación. La importancia de la medida, la modulación, el peso, el espesor, la textura, consistencia, propias del tipo de material elegido, o la forma de partida del material reciclado seleccionado, determinaban su operatividad y el camino de su transformación.

En los ensayos de las piedras naturales (Fig. 5) se dio inicio a los contenidos teóricos específicos, temas, propios de la asignatura, tras dos semanas de introducción generalizada a las propiedades de todos los materiales. Esta condición de aprendizaje paralelo, donde se imparte un conocimiento teórico de las propiedades específicas de cada material, enriquecía la experimentación. Acciones como equilibrar, comprimir, atar, partir, agujerear, pretensar, tallar, pulir, sujetar, amarrar, clavar, apoyar, encajar, encofrar, romper, golpear, oradar, permitían trabajar la piedra, estudiando propiedades como la resistencia mecánica, la fisilidad, la densidad, la dureza o la isotropía. El trabajo con las piedras requería herramientas distintas a las empleadas con el papel o el cartón, desde martillos y destornilladores, a pernos o cables que funcionaban a tracción para pretensar o post-tensar a compresión las piedras que estaban estudiando.

Frente a la continuidad y regularidad del papel, la piedra natural es un material discontinuo e irregular. Al trabajar con elementos independiente surgía la oportunidad de utilizar estructuras desmontables, más adaptables y flexibles. Pero las imperfecciones formales de la piedra dificultaban su ejecución recurriendo en ocasiones al uso del pegamento, en lugar del atado, el apilado, o incluso de alianzas con otros materiales como la tierra o el cemento. El recurso del pegamento fue eliminándose progresivamente para favorecer el comportamiento lógico constructivo de cada material. La representación del material pétreo fue un camino de exploración en sus ejercicios ¿cómo se dibujan las piedras?, ¿de forma abstracta o figurativa?, técnica o artística?; algunos dibujaban las

pedras diferenciando tipos de línea, otros introducían luces y sombras, y otros recurrían a la representación mixta entre dibujo y fotografía de maqueta para responder la cuestión.

Los posteriores ensayos con la tierra (Fig. 6) y la cerámica (Fig. 7) permitieron a los estudiantes continuar acercándose a materiales naturales primarios, presentes desde los inicios de la historia de la construcción. La tierra es un material sin forma, capaz de adaptarse a cualquier molde. Es un material formado por un conjunto de discontinuidades que pueden constituir una unidad. Las arcillas tienen la capacidad, en su vínculo con el agua, al humedecerse, de compactarse, son empleadas en la fabricación del adobe o en la construcción de muros mediante la técnica del tapial. Al mismo tiempo, la tierra es un sustrato donde la vida puede darse, transformando su materialidad con el paso del tiempo. La compacidad, consistencia, resistencia mecánica, porosidad, densidad, plasticidad son algunas de las propiedades exploradas por los estudiantes a través de acciones como mezclar, moldear, llenar y vaciar, humedecer, secar, plantar, sembrar, amasar, mojar, prensar, excavar, comprimir, aplastar, congelar, fragmentar, filtrar o tamizar, aglomerar, apelmazar, ..., utilizando herramientas como moldes y contra-moldes para dar forma. Cuando la tierra no era rica en arcillas utilizaban cola blanca como aglutinante.

Con la cerámica, algunos estudiantes exploraron la técnica del ready made, partiendo de objetos con forma predefinida y reinterpretándolos. Sin ser un proceso de fabricación material en sí mismo, podían reflexionar sobre la condición sine qua non de reutilizar productos materiales cotidianos y en desuso. En ciertos casos, el proceso era mal interpretado, destruyendo objetos útiles y en buen estado para repensarlos. Sin embargo, otros ensayos con la cerámica aprovechaban los desechos materiales aplicando acciones como fragmentar y unir, romper y recomponer, desconfigurar y configurar. El proceso de fabricación de la cerámica, permitía entender la necesidad de calentar u hornear a altas temperaturas las arcillas, o materia prima, mejorando sus propiedades, transformando su estructura interna gracias a los procesos de sinterización y vitrificación, que conseguían mejorar su conductividad, durabilidad, resistencia e impermeabilidad, consiguiendo que su plasticidad fuera irreversible.

Figura 7. Ejercicios de cerámica. A. González, 2024

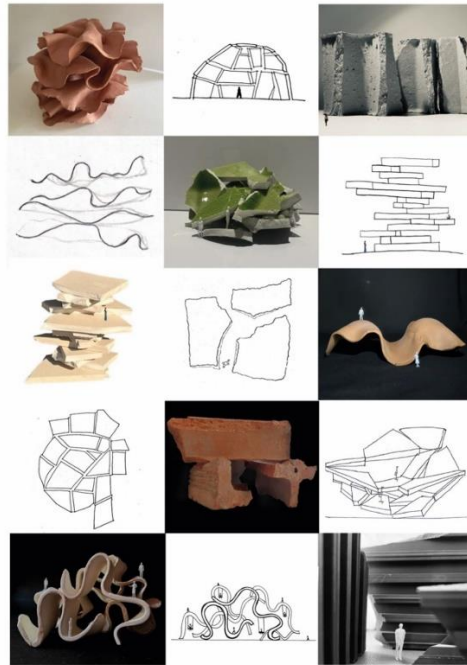


Figura 8. Ejercicios de madera. A. González, 2024

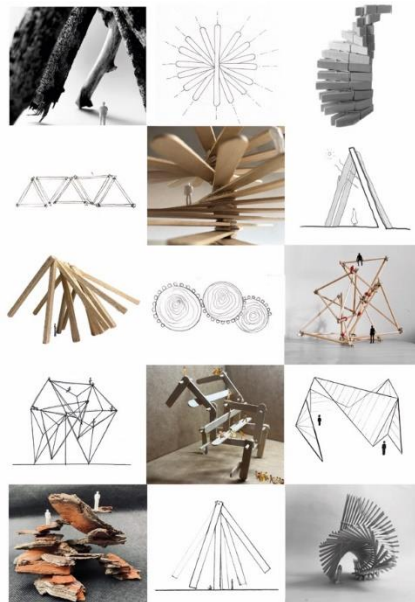


Figura 9. Ejercicios de yeso. A. González, 2024

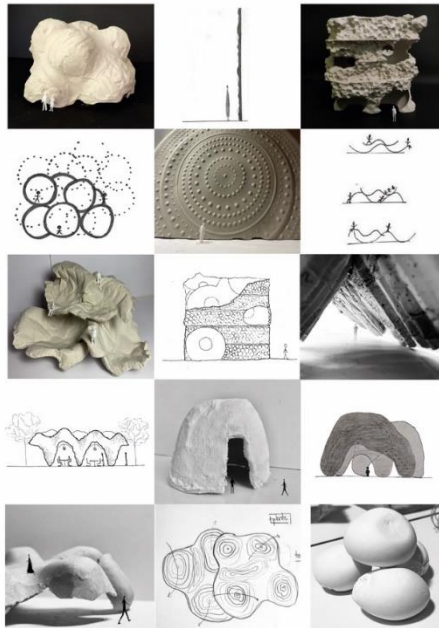


Figura 10. Ejercicios de cemento. A. González, 2024



Los ensayos con materiales primarios presentes en los inicios de la historia de la construcción continuaron con la madera (Fig. 8). Entre sus propiedades investigadas destacan la anisotropía, flexibilidad, dureza, resistencia mecánica, ligereza, durabilidad, flotabilidad, consistencia, hidrocopiscidad, estabilidad, conductividad, o su vulnerabilidad a la combustibilidad y biodegradabilidad, mermando su eficacia. La madera está presente en toda la formación del estudiante de arquitectura como material recurrente para maquetas, lo que favorece su manipulación, el estudiante se identifica con el material, siendo capaz de construir estructuras con mayor facilidad. Muchos objetos cotidianos, hechos en madera, han sido utilizados en la experimentación material por su capacidad sorpresiva en la construcción de estructuras formales. Los ejemplos estudiados mostraban que las estructuras formales debían ser abiertas y abstractas, y no formas cerradas, concretas y muy definidas, lo que reducía su flexibilidad y su capacidad de adaptación o transformación. El punto clave en el uso de la madera se detectó en las uniones de sus elementos, derivando en algunos casos esta responsabilidad a otros materiales como los metales o los textiles.

Los yesos (Fig. 9), cementos (Fig. 10) y hormigones (Fig. 11) permitieron investigar cambios de estado de un material en el tiempo, registrando los procesos de transformación iniciados al combinarlos con el agua. Mientras los ensayos con los yesos debían considerar un fraguado rápido (15-30min), las exploraciones con el cemento y el hormigón debían esperar entre 24 y 48h para completar su fraguado. La fluidez inicial de estos materiales permitía adaptarse a cualquier molde, sin embargo, algunas exploraciones mantenían la forma adoptiva de sus moldes, en ocasiones objetos cotidianos (globo, papel, tapones de botella, piezas xps,...), en lugar de hacer desaparecer durante el proceso cualquier rastro literal de los mismos. Las investigaciones iniciadas en los cementos podían tener su continuidad en los hormigones, o explorar otras propiedades. Los hormigones son materiales compuestos, donde el cemento se combina con áridos finos y gruesos, formando diferentes recetas. Las posibilidades se multiplican cuando la piedra es sustituida por otros materiales, o por residuos del propio hormigón.

La versatilidad y capacidad de manipulación de estos materiales motivaron a los estudiantes a documentar variaciones o alternativas, en ocasiones azarosas, generadas durante el proceso (Moneo, 2005). En estos ejercicios, el proceso de experimentación condujo a los estudiantes a explorar varias técnicas o estrategias de transformación del material, pudiendo obtener una reflexión más profunda de la propiedad estudiada. Propiedades como higroscopicidad, aislamiento acústico, resistencia al fuego, porosidad, maleabilidad y rigidez, dureza, consistencia, plasticidad, fluidez, adaptabilidad, deformación, fluidez, impermeabilidad, resistencia térmica, rotura, resistencia a compresión, eran exploradas a través de acciones como mezclar, fabricar, forrar, moldear, recubrir, encofrar, verter, humedecer, amasar, fraguar, endurecer, secar, sustraer, desencofrar, agujerear, cortar, atornillar, inflar, esterificar, esculpir, excavar, aglutinar,

amontonar, apoyar, romper. Cada experimentación de una propiedad se convertía en una posible línea de investigación para el proyecto (Fujimoto, 2008).

La capacidad de trabajar con elementos prefabricados facilita la construcción de estructuras formales, pero se pierde libertad de experimentación material. La investigación de las propiedades de los metales (Fig. 12) como maleabilidad, resistencia a tracción, tenacidad, ductilidad o ligereza, se desarrollaron a través de acciones como doblar, cortar, unir, soldar, coser, grapar, atar, modular, montar, atornillar, recortar o entrelazar, pero sin alterar sustancialmente sus formatos iniciales. Debido a la dificultad técnica que supone el procesado del metal, los estudiantes realizaron sus ejercicios a través de elementos o componentes prefabricados, disponibles en sus casas o en el propio material académico utilizado en la escuela. La relación de coherencia escalar entre el uso del material y el rol que desarrolla en la construcción real de la arquitectura añade valor al proceso de experimentación.

Los últimos ejercicios de experimentación con el material supusieron una reducción en la participación de los estudiantes, dada la exigencia conjunta de las asignaturas. Quizás si el orden de experimentación de los materiales hubiera sido otro las aproximaciones a los vidrios (Fig. 13) y plásticos (Fig. 14) hubieran sido más numerosas, ofreciendo una lectura más diversa. Los ensayos al vidrio incentivaron, en la mayoría de los casos, la acción de romper en pedazos objetos cotidianos de partida, para ser pegados, apilados, hincados o maclados, posteriormente, mediante siliconas, alambres o mallas. Se incorporaron al desarrollo de experimentación material, voluntariamente, nuevas herramientas de comunicación como el video, grabados y subidos a internet a través de Youtube, y representados en el A5 mediante código QR. Un medio de difusión de mayor alcance. La imagen y el sonido eran percibidos simultáneamente, analizando propiedades como la transparencia, fragilidad, resistencia mecánica. Con los plásticos se introdujeron nuevas herramientas de transformación como la máquina de hilo caliente, el mechero, la grapadora o la máquina de aire. Acciones como el cortar, doblar con calor, disolver o quemar, grapar, hilar o inflar, permitieron estudiar propiedades del material como aislamiento térmico, maleabilidad, impermeabilidad, flexibilidad, elasticidad, deformación plástica y transparencia.

Figura 11. Ejercicios de hormigón. A. González, 2024



Figura 12. Ejercicios de metales. A. González, 2024



Figura 13. Ejercicios de vidrio. A. González, 2024

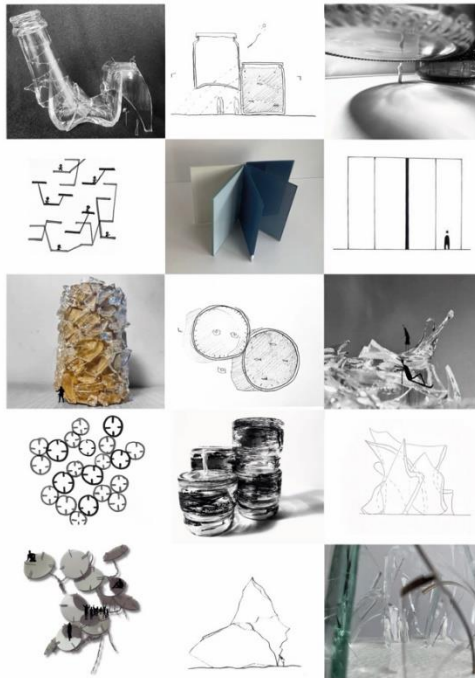
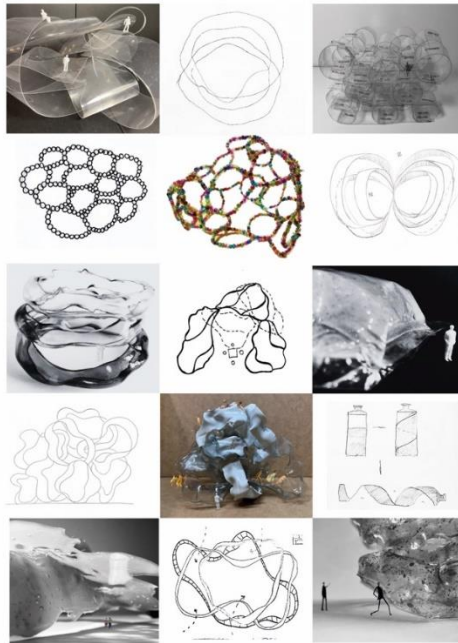


Figura 14. Ejercicios de plástico. A. González, 2024



CONCLUSIONES: ESTRATEGIAS DE CONTINUIDAD

Materiales de Construcción es una de las asignaturas más interdisciplinarias del grado de Fundamentos de Diseño en la ETSAM, no sólo por el conocimiento que requiere, sino por el perfil de los profesores que la imparten (químicos, geólogos, ingenieros y arquitectos). Sin embargo, esta condición no ha evitado su desconexión respecto a las otras asignaturas de la carrera. Este proyecto de innovación en educación recupera la conexión interdepartamental mediante estrategias de continuidad. Su implementación en el aprendizaje de los materiales, ha permitido a los estudiantes entender su vínculo con la construcción, con los proyectos, con la historia o incluso con el dibujo.

La experiencia sensorial adquirida a través de la experimentación material complementa al conocimiento racional aprendido con el estudio de sus contenidos teóricos. En la docencia de la arquitectura la práctica enriquece y asienta el conocimiento, fortaleciendo los vínculos entre profesor-alumno y favoreciendo el autoaprendizaje. Al romper, en cierto modo, el modelo metodológico basado en la consecución semanal de charlas magistrales, la motivación y el interés del alumnado aumentan quedando reflejado en la asistencia y participación en clase, y en sus resultados. Esta iniciativa presenta la docencia como construcción de conocimiento, más allá de su mera transmisión, siendo la investigación y la crítica herramientas fértiles para el autoaprendizaje. La apertura pública de los resultados obtenidos, o del conocimiento nuevo generado, a través de exposiciones (Fig. 15) contribuyó a su difusión.

Los 12 ejercicios de aproximación a los materiales desvelaron un conjunto de acciones, herramientas, técnicas y procesos de transformación asociados a las propiedades de cada material (Mansilla y Tuñón, 2005). Las propiedades de los materiales eran estudiadas como reacciones del material al ser sometido a estímulos externos. El registro de los procesos de experimentación material permitió su sistematización, construyendo un conjunto de estrategias operativas útiles para el proyecto (González Cruz, 2021). Durante los ensayos se comprendían las diferencias entre materias primas, materiales y productos, relacionándolas directamente con la cantidad de energía invertida y el momento en el que se encontraban dentro de su ciclo de vida. Si bien, los productos podían interpretarse con el objetivo último de transformación de sus materias primas extraídas, estos ejercicios abogaban por una economía circular donde el final de un proceso puede convertirse en el inicio de otro nuevo.

Figura 15. Entrega final y Exposición pública. Taller A. González, Materiales de Construcción, ETSAM, otoño 2023-2024



REFERENCIAS

Desplazes, A. (2010). *Construir la arquitectura: Del material en bruto al edificio*. Barcelona: Gustavo Gili.

Fujimoto, S. (2008). *Sou Fujimoto: Primitive Future: Contemporary architect's concept series #1*. Inax-Shuppan.

Fujimoto, S. (2015). *Architecture is everywhere*. New York: MoMA.

Gausa, M., Guallart, V., Muller, W., Soriano, F., Porras, F., y Morales, J. (2000). *Diccionario metápolis de arquitectura avanzada: Ciudad y tecnología en la sociedad de la información*. Barcelona: Actar.

González Cruz, A.J. (2021). *Reglas de juego y grados de libertad: una aproximación al origen de la forma en los proyectos de arquitectura de Mansilla + Tuñón [1992-2012]* [Tesis de doctorado, Universidad Politécnica de Madrid]. Archivo digital UPM. <https://doi.org/10.20868/UPM.thesis.69177>.

Juárez-Chicote, A. (2016). *Dimensión mínima, apertura máxima. Hacia un alfabeto del proyecto arquitectónico*. En JIDA'16. IV Jornadas sobre Innovación Docente en Arquitectura, 174-190.

Koolhaas, R. (2014). *Elements of Architecture*. Venice: Marsilio; BOX edición

Moholy-Nagy, L. (2021). *From material to architecture*. *Bauhausbücher* 14. (K. Schamun & J. DeStone, Trad.). Zurich: Lars Müller. (Obra original publicada en 1929).

Moneo, R. (2005). *Sobre el concepto de arbitrariedad en la arquitectura*. *Discurso de ingreso a la Real Academia de Bellas Artes de San Fernando*.

Moreno Mansilla, L. y Tuñón, E. (2005). La sorprendente presencia de lo posible. *Circo. Jaia Lore Artea*, 127(6), 1-2.

Sánchez Lampreave, R. (2001). Trabajos manuales. *Arquitectura: Revista del Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid (COAM)*, 323, 72-83.