



POLITÉCNICA

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

## Memoria de Proyecto de Innovación Educativa Curso 2023-2024

### Del material a la arquitectura: estrategias de continuidad y redes interdisciplinares

Creada por ALEJANDRO JESUS GONZALEZ CRUZ

#### DATOS DEL PIE

**Coordinador:** ALEJANDRO JESUS GONZALEZ CRUZ

**Centro:** E.T.S. DE ARQUITECTURA

**Nivel:** Otros

**Línea:** E4. Aprendizaje Basado en Investigación

**Código:** IE24.0302

#### DESTINATARIOS SOBRE LOS QUE HA REPERCUTIDO EL PROYECTO

**Número de alumnos UPM:** 185

**Número de asignaturas:** 6

**Titulaciones Máster:**

MASTER UNIVERSITARIO EN ARQUITECTURA

**Titulaciones grado:**

GRADO EN FUNDAMENTOS DE LA ARQUITECTURA

**Centros de la UPM:**

E.T.S. DE ARQUITECTURA

#### COLABORACIÓN INTERNA Y EXTERNA A LA UPM

¿Ha colaborado con otros proyectos, grupos, órganos, de su centro, de otros centros y de Servicios centrales de la UPM?

Si

Tipo	Nombre	Descripción
Otro	Asignaturas de Grado en Fundamentos de Arquitectura (Materiales de Construcción, Construcción I, Proyectos I y II, Dibujo I) y Master Habilitante de Arquitectura (Nuevos Materiales de Construcción)	Acuerdos y estrategias de continuidad entre contenidos programáticos. Debates y Sesiones críticas conjuntas

## En el marco del proyecto, ¿han desarrollado acciones de cooperación inter-institucional, ya sean de ámbito nacional o internacional (participación en proyectos externos, concursos, foros...)

Si

Tipo	Nombre	Descripción
Otro	Centros Públicos de Educación Secundaria Obligatoria	Programa educativo de la Comunidad de Madrid dirigido a alumnos que cursan 4º de Enseñanza Secundaria en los centros inscritos en el citado programa, en el que la ETSAM (UPM) forma parte

## OBJETIVOS Y ACTUACIONES

### De los objetivos, fases y actuaciones previstos en la solicitud del proyecto, describa brevemente cómo ha sido el desarrollo y consecución de los mismos

El proyecto de innovación en educación “del material a la arquitectura” alcanzó los diferentes objetivos propuestos en la solicitud:

1. Se ha construido una red de profesores multidisciplinar que promueven actividades conjuntas entre diferentes departamentos, participando en nuevas propuestas de PIEs y contribuyendo a la gestación de un nuevo grupo de investigación GIE-ACDC, actualmente en proceso de aprobación.
2. Mediante estrategias de continuidad, basadas en ejercicios experimentales de investigación, se ha conseguido desarrollar conexiones programáticas entre asignaturas como Materiales de construcción, Construcción I, Proyectos I y II y Nuevos materiales, donde la preocupación por los recursos materiales y su aplicación en la arquitectura, han sido el tema principal de las actividades realizadas en las diferentes asignaturas y su nexo de unión.
3. Los estudiantes han fortalecido sus competencias y habilidades desarrollando un aprendizaje basado en la investigación experimental del material. Proyectos individuales y en equipo, guiados por sus profesores, que fomentan la práctica de aula invertida, en paralelo a un conocimiento adquirido a través de las lecciones impartidas en clase.
- 4 y 5. El desarrollo de ejercicios de investigación en las diferentes áreas del conocimiento les ha permitido adquirir herramientas necesarias para su autoaprendizaje y la resolución de retos o problemas y, al mismo tiempo, potenciar su interés, motivación, experiencia sensorial-sensibilidad y pensamiento crítico.
6. La difusión del conocimiento se ha realizado mediante ponencia en el congreso CIDICO y la publicación de 2 capítulos de libro en la editorial DIKINSON (Q1-SPI), favoreciendo un alcance compartido y colectivo mayor.

En referencia a las fases:

Fase 1. Los resultados obtenidos en la asignatura de Materiales de Construcción del semestre de otoño de 2023-24 fueron muy satisfactorios. Todos aquellos estudiantes que realizaron los ejercicios de investigación, propuestos como actividades estratégicas del proyecto de innovación, aprobaron la asignatura con mejores calificaciones. Las líneas de investigación iniciadas y abiertas han servido como punto de arranque para los nuevos estudiantes de Materiales de construcción del semestre de otoño de 2024-25, enriqueciendo los procesos y alcanzando un nivel de profundización mayor.

Fase 2. Se coordinaron sesiones críticas conjuntas entre los profesores de las asignaturas participantes (Materiales de Construcción, Proyectos I y II, Construcción I, Dibujo I y Nuevos Materiales), enriqueciendo los trabajos y favoreciendo las sinergias entre asignaturas. Algunas de las actividades, propuestas desde una de las asignaturas (Construcción I), tuvieron un impacto positivo externo a la universidad, llegando a participar una selección de 40 estudiantes de secundaria (4ºESO) de diferentes instituciones públicas de enseñanza. Las conexiones verticales y horizontales entre asignaturas de grado y master contribuyeron a redefinir y completar los contenidos de las materias, poniendo el foco en los materiales reciclados.

Fase 3. Se realizaron varias exposiciones por cada una de las asignaturas, abiertas al público, que tuvieron gran interés entre los asistentes. Todo ello quedó registrado en dos publicaciones y una ponencia.

### ¿Ha realizado evaluación de resultados del proyecto? Si

#### Describa brevemente la metodología de evaluación del proyecto (indicadores, instrumentos, fases...)

La metodología de evaluación del proyecto está íntimamente relacionada con la metodología de evaluación de las asignaturas de grado (obligatorias) y del master (libre elección). Se evaluaron las diferentes actividades de investigación aplicada realizadas durante el curso 2023-2024, consiguiendo que formaran parte de un porcentaje (20%) de la nota final en las diferentes asignaturas. Todos los estudiantes que formaron parte de la iniciativa superaron las asignaturas con buenas calificaciones. El papel de la investigación aplicada al aprendizaje, no sólo alimenta el interés de los alumnos sino que les otorga herramientas críticas necesarias para la comprensión de todo

conocimiento. La implicación y el entusiasmo demostrados en la realización de las actividades favoreció un mayor esfuerzo en el aprendizaje de los contenidos obligatorios de las asignaturas, algunas teóricas y otras prácticas.

Las actividades estratégicas implementadas en las asignaturas, como parte del proyecto de innovación en educación, han sido evaluadas. Y, en el caso particular de Construcción I, donde se desarrollaron talleres infantiles en torno a los juegos de construcción, iniciativa que se pretende desarrollar con mayor profundidad y mayor impacto en futuros PIEs, introdujo como instrumento para recoger evidencias de logros de actuación un cuestionario que pudieron rellenar los 40 estudiantes de secundaria (4ºESO) invitados a la universidad.

## DIFUSIÓN Y DIVULGACIÓN

**Relacione las acciones y el material elaborado para la divulgación y difusión del proyecto (publicaciones, talleres, ...)**

Publicación	Título	Nombre del congreso / revista	Evidencia
Ponencia congreso nacional	Estrategias de continuidad en el aprendizaje de la arquitectura	CIDICO VI	<a href="#">Enlace</a>
Capítulo libro	Del material al proyecto: Estrategias de continuidad en la enseñanza de la arquitectura	DIKINSON (Q1-SPI)	<a href="#">Enlace</a>
Capítulo libro	Juegos de construcción: Componentes y conexiones. Herramientas de aprendizaje en Arquitectura	DIKINSON (Q1-SPI)	<a href="#">Enlace</a>

**Otras acciones de difusión/divulgación:**

Tipo	Título	Descripción	Evidencia
Cursos o talleres impartidos	Talleres 4ºESO+ETSAM	Programa 4ºESO+EMPRESAS dentro de Educa Madrid impulsado por la Comunidad de Madrid	
Exposición	From material to Architecture	Ensayos de investigación en torno a Materiales de construcción	

**¿Han utilizado medios internos de UPM para difusión del PIE? En caso afirmativo, indique cuál o cuáles**

----

## FORMACIÓN RECIBIDA EN EL MARCO DEL PROYECTO

**¿Los integrantes del proyecto han recibido formación sobre innovación y docencia?**

Tipo de formación	Nombre de la acción formativa	Horas	Institución que lo imparte	Asistentes
Cursos de UPM (ICE...)	Solución de retos de manera creativa e innovadora con Design Thinking y Lego Serious Play	6	ICE	1

## RESULTADOS E IMPACTO EN LA CALIDAD EDUCATIVA

**Relacione los productos concretos y tangibles desarrollados en el proyecto**

Tipo de producto desarrollado	Título	¿Publicado en abierto?	Evidencia
Material Didáctico	Del material al proyecto: Estrategias de continuidad en la enseñanza de la arquitectura	Si	<a href="#">Enlace</a>
Material Didáctico	Juegos de construcción: Componentes y conexiones. Herramientas de aprendizaje en Arquitectura	Si	<a href="#">Enlace</a>

**Impacto de resultados en la mejora de la calidad educativa**

## **Aportación**

Aportación 1: La implementación de 12 ensayos de investigación como parte metodológica de la enseñanza de Materiales de construcción en la ETSAM, fomentando el autoaprendizaje basado en la investigación, la experimentación sensorial y la aproximación al proyecto a partir del estudio de las propiedades de los materiales.

Aportación 2: La implementación de herramientas de la enseñanza de Construcción I basadas en la investigación, innovación y testeo de juegos de construcción, fomentando el desarrollo competencias y habilidades del estudiante en el estudio de los principios fundamentales de la construcción industrial sostenible. Y, al mismo tiempo, convirtiendo los juegos en una herramienta de aprendizaje de la arquitectura para las futuras generaciones que deben decidir la carrera que definirá sus vidas.

## **Relacione de manera breve las principales conclusiones que se han podido extraer del desarrollo del proyecto**

Las conclusiones principales que se presentan a continuación destacan las estrategias implementadas en asignaturas distintas pero complementarias:

Materiales de Construcción es una de las asignaturas más interdisciplinarias del grado de Fundamentos de Arquitectura 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 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. 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. 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.

En Construcción I, la implementación de juegos de construcción demostró ser una herramienta útil para el aprendizaje de la arquitectura y, al mismo tiempo, una herramienta capaz de ser productiva en todo proceso de diseño. Esta iniciativa presenta dos acercamientos distintos a los juegos de construcción, relacionando la acción de jugar, construir y proyectar: la de los estudiantes de grado, autores de los juegos, quienes proyectan jugando, y la de los estudiantes de secundaria que juegan proyectando. Mientras los primeros debían diseñar un juego con el que poder jugar, participando en la aplicación de sus reglas, desde su concepción a su testeo, los segundos, aun contando con un manual de instrucciones, testaban los juegos liberados de cualquier restricción previa, introduciendo nuevas reglas y convirtiendo cada creación en una nueva tentativa de proyecto.

Los manuales de instrucciones incluían una descripción de los componentes y conexiones, junto a las reglas de juego, el número de jugadores y la edad mínima posible. Además, aportaban un registro del proceso de fabricación y su presupuesto, la mejora respecto a los juegos de referencia, y combinaciones posibles entre sus componentes. Los costes mínimos de fabricación de los juegos de construcción fueron uno de los aspectos más determinantes, simplificando los procesos, componentes y conexiones. El ejercicio consistía en hacer el esfuerzo de obtener un producto de calidad, bien ejecutado, que funcionara, divertido, didáctico y de bajo coste. Y se completaba con la valoración por parte de los compañeros de grado y los participantes de secundaria, como representación de consumidores del juego dentro. Desde la propia asignatura, el sistema de calificación valoraba, especialmente, la capacidad de mejora o innovación que se había producido respecto al juego de partida.

La flexibilidad, intercambiabilidad y reversibilidad, presentes en los juegos de construcción, permiten la formalización de múltiples opciones posibles a partir de un mismo número de elementos. Las semejanzas o similitudes entre los juegos de construcción y la construcción industrializada se manifestaban a través del uso de los componentes y las conexiones. Ambos son sistemas reversibles compuestos por elementos prefabricados que facilitan el montaje y desmontaje de sus piezas, en una construcción rápida, económica y eficaz. La transformación, variación y crecimiento de estos sistemas los hacen adaptables a los cambios de necesidad que puedan producirse en el tiempo. Esta relación intuitiva entre el ejercicio de los juegos de construcción y el proyecto de construcción de las casas industrializada permitió dar unidad al contenido práctico de la asignatura, enriqueciendo el conocimiento teórico que se iba aprendiendo en paralelo.

Finalmente, en Proyectos I y II, el proyecto que se propone a los estudiantes, tiene un arranque en la construcción física y resistente, de una estructura que debe sujetarse sobre varios puntos de apoyo y volar entre ellos. Como punto de apoyo se propone la cabeza de varios estudiantes, lo que permite definir distancias concretas entre los apoyos y la forma de la base. Así mismo, se incluye la posibilidad de desplazamiento de los puntos de apoyo lo que requiere una estructura con suficiente consistencia.

La forma no tiene restricción más que las que imponga el material seleccionado y su resistencia, el material se reduce a una sola elección y las uniones entre parte no deben recurrir al pegamento. Se puede recurrir a anudar, coser, plegar, entrelazar, estirar.

Construir un objeto y adaptarlo al cuerpo implica entrar en contacto con las medidas del usuario de la arquitectura, una condición básica

para un estudiante que se inicia en el conocimiento del espacio físico. Obligar, como necesidad del proyecto, a establecer distancias entre los cuerpos marcadas por la resistencia de la forma material que colocan sobre sus cabezas provoca un reconocimiento del material y sus cualidades, así como de las distancias que se permiten los estudiantes entre sus cuerpos. Experimentar el peso y el equilibrio sobre ellos les ofrece intuiciones aprendidas desde su entendimiento físico real.

La forma y el material puede ser cualquiera que ofrezca la resistencia necesaria. La primera condición para construir su proyecto no es la elección de una forma, hay condiciones previas y limitantes como la resistencia, la disponibilidad y la capacidad para ser construido, que pasan a un primer plano previo a la forma.

La forma construida es una “testa estructura” que genera un espacio en su entorno y que no tiene programa y que, en el siguiente ejercicio, se transforma en su en un objeto a escala: 1/10 de un espacio habitable. Esta transformación implica nuevos requerimientos sobre la estructura material que obligan a realizar modificaciones sobre le objeto: accesos, huecos, protecciones, alturas, iluminación, etc. El nuevo espacio se multiplica, ampliando y reduciendo los tamaños del objeto y su capacidad y se convierte en un nuevo organismo de espacios conectados.

El proyecto como condición de atracción y gusto se encuentra sometido a requerimientos técnicos que ofrecen solución a problemas que limitan las elecciones. El entendimiento de la arquitectura no como producto de un sueño sino como el resultado de la solución adecuada de problemas es un aprendizaje implícito en este ejercicio.

Las aproximaciones al material, la construcción y el proyecto desde las asignaturas participantes en este PIE, han permitido enriquecer el debate crítico colectivo de la arquitectura, fomentando un trabajo colaborativo sustentado en estrategias de continuidad y redes interdisciplinarias.

## **VALORACIÓN DEL PROYECTO**

**Grado de cumplimiento del proyecto respecto a lo previsto: 9**

**Interés por continuar desarrollando y profundizando en los objetivos del proyecto: 10**

**El proyecto ha servido para reforzarse (o constituirse) como GIE-Grupo de Innovación Educativa: 10**

**Valoración de la experiencia de trabajo en equipo entre docentes: 8**

**Grado de transferencia de la innovación del proyecto (hay profesores, colegas o líderes interesados o que puedan adaptar los métodos o resultados del proyecto): 10**

**Satisfacción general por los resultados obtenidos: 10**

## **OTRAS OBSERVACIONES Y SUGERENCIAS**

Este PIE ha instaurado la semilla de la investigación en la docencia de cada una de las asignaturas en las que se ha desarrollado, desencadenando en autoaprendizajes de los estudiantes, nuevas competencias y habilidades, metodologías docentes, debates colectivos, GIE y nuevos proyectos de innovación futuros, con la intención de seguir explorando, enriqueciendo y evolucionando las estrategias de continuidad y las redes interdisciplinarias.