

FOMENTO DE LA INTERDISCIPLINARIEDAD Y LA COLABORACIÓN PÚBLICO-PRIVADA A TRAVÉS DE LA DOCENCIA INVESTIGADORA

FOSTERING INTERDISCIPLINARITY AND PUBLIC-PRIVATE COLLABORATION THROUGH RESEARCH-LED TEACHING

Carlos Pérez-Carramiñana⁽¹⁾, José Antonio Huesca Tortosa⁽²⁾, César Daniel Sirvent Pérez⁽³⁾, María Isabel Pérez Millán⁽⁴⁾

¹ Universidad de Alicante, Alicante, España, c.perez@ua.es

² Universidad de Alicante, Alicante, España, ja.huesca@ua.es

³ Universidad de Alicante, Alicante, España, sirvent@ua.es

⁴ Universidad de Alicante, Alicante, España, Isabel.perez@ua.es

RESUMEN

La comunicación explica las nuevas estrategias de aprendizaje desarrolladas en la Universidad de Alicante que utilizan la investigación incorporada a la enseñanza universitaria como método docente en etapas tempranas de la formación académica de los estudiantes de arquitectura y arquitectura técnica. El objetivo de estas investigaciones abarca desde la mejora de las técnicas constructivas y criterios de diseño arquitectónico para la mejor adaptación al cambio climático de los futuros edificios, hasta la mejora de la caracterización de los materiales o el análisis del comportamiento térmico y el estado de degradación y deformaciones en los estudios previos y diagnóstico en el patrimonio edificado. La metodología empleada ha consistido en unificar docencia e investigación en el ámbito universitario, con la participación del alumnado en el desarrollo de investigaciones científicas aplicadas al sector de la edificación tuteladas por los profesores, mediante talleres patrocinados por empresas con premios y becas para los mejores trabajos. La trascendencia de estos nuevos métodos docentes ha consistido en contribuir a la multidisciplinariedad y transversalidad entre áreas de conocimiento en edificación, arqueología, medio ambiente o neuroarquitectura, aproximar al alumno a la realidad laboral, y potenciar la vinculación público-privada entre la universidad y el tejido productivo. Los trabajos desarrollados por alumnos y profesores han dado resultados en forma de contribuciones a congresos internacionales y publicaciones científicas indexadas. Los resultados han demostrado la capacidad del ámbito docente universitario para desarrollar propuestas técnicas que, analizando y reinterpretando investigaciones científicas previas, planteen soluciones novedosas aplicadas a casos de estudio concretos que mejoren la eficiencia energética, el confort térmico y la preservación del patrimonio edificado mediante nuevas soluciones constructivas y arquitectónicas adaptadas al clima.

Palabras clave: Interdisciplinariedad, Docencia Investigadora, Multidisciplinariedad,

ABSTRACT

The communication explains the new learning strategies developed at the University of Alicante that use research incorporated into university teaching as a teaching method in the early stages of the academic training of architecture and technical architecture students. The objective of this research ranges from improving construction techniques and architectural design criteria for better adaptation to climate change in future buildings, to improving the characterisation of materials or the analysis of thermal behaviour and the state of degradation and deformations in preliminary studies and diagnostics in the built heritage. The methodology used has consisted of unifying teaching and research in the university environment, with the participation of students in the development of scientific research applied to the building sector under the supervision of professors, through workshops sponsored by companies with prizes and grants for the best work. The transcendence of these new teaching methods has consisted of contributing to multidisciplinarity and transversality between areas of knowledge in building, archaeology, the environment and

neuroarchitecture, bringing students closer to the reality of work, and strengthening the public-private link between the university and the productive fabric. The work carried out by students and lecturers has yielded results in the form of contributions to international conferences and indexed scientific publications. The results have demonstrated the capacity of the university teaching environment to develop technical proposals which, by analysing and reinterpreting previous scientific research, propose innovative solutions applied to specific case studies that improve energy efficiency, indoor thermal comfort and the preservation of built heritage through new construction and architectural solutions adapted to the climate.

Keywords: Interdisciplinarity, Research-Led Teaching, Multidisciplinarity

1. INTRODUCCIÓN

Los estudios demuestran que las metodologías docentes aplicadas en la educación superior, innovadoras y activas centradas en el estudiantado, en su participación activa y el desarrollo de sus competencias; fomentan el pensamiento crítico, la resolución de problemas y el trabajo en equipo. Con el empleo de estas metodologías innovadoras, el docente actúa como un guía o facilitador del aprendizaje y el estudiantado se convierte en el protagonista de su propio proceso educativo, desarrollando la autonomía, la iniciativa y el pensamiento crítico. En definitiva, metodologías científicas y de investigación empleadas en el ámbito de la educación superior y llevadas a cabo en nuestro departamento. En este sentido, nuestro departamento pretende aunar los conocimientos adquiridos en forma de trabajos basados en problemas y proyectos para así tratarlos y divulgarlos en artículos científicos y de investigación inéditos, a partir de casos reales y de interés comunitario que planteen soluciones útiles para para la sociedad.

Investigaciones anteriores de la Universidad de Alicante han demostrado los beneficios en la eficiencia energética y confort térmico de las casas del uso de las terrazas acristaladas como galerías solares en invierno (Sabatell-Canales et al., 2023; Pérez-Carramiñana et al., 2023a) y la ventilación natural en verano (Pérez-Carramiñana et al., 2022a; González-Avilés et al., 2022), especialmente en climas no excesivamente calurosos ni fríos como la costa mediterránea y climas similares. Otros trabajos, mediante investigaciones multiobjetivo, también han permitido demostrar las ventajas de modificar varios aspectos técnicos y materiales de las envolventes arquitectónicas en lugar de centrarse en la mejora exclusivamente de un componente o sistema constructivo concreto (Pérez-Carramiñana et al., 2022b; Lozoya-Peral et al., 2022). Los resultados y conclusiones de estos estudios ponen en cuestión los beneficios reales de la mayoría de las rehabilitaciones energéticas ejecutadas en los últimos años en España e incluso la correcta adaptación de las normativas de eficiencia energética a determinados climas de la geografía española con elevada insolación anual (Pérez-Carramiñana et al., 2023b). Sin embargo, resulta pertinente que estas investigaciones sean aplicadas y comprobadas en más casos de estudios permitiendo explorar y analizar nuevos patrones de diseño arquitectónico, comparando diferentes soluciones constructivas (Pérez-Carramiñana et al., 2024) e incluso distribuciones funcionales en los edificios (Almagro-Lidón et al., 2024) adaptadas a diferentes tipos de clima y usuarios.

Por otra parte, el notable incremento normativo en los últimos años de las profesiones técnicas reguladas como Arquitectura y Arquitectura Técnica requiere adaptar constantemente los contenidos y métodos de enseñanza de los estudiantes para garantizar que su formación disponga de unos mínimos fundamentos para garantizar los conocimientos y habilidades suficientes para el inicio de la práctica profesional. El objetivo es asegurar que los estudiantes y futuros arquitectos y arquitectos técnicos, concluyan su formación con un manejo sólido de los conocimientos y competencias necesarios para desarrollar y justificar técnicamente un proyecto de ejecución, de acuerdo con los nuevos conceptos y criterios establecidos por la normativa técnica en constante evolución. Y en un actual contexto tecnológico e industrial en constante evolución en el sector de la edificación, es fundamental ir incorporando las capacidades en Investigación + Desarrollo + innovación (I+D+i) como habilidades inherentes a la formación y ejercicio profesional de los futuros egresados.

Para resolver esta necesidad, desde el Departamento de Construcciones Arquitectónicas de la Universidad de Alicante se propuso hace dos años como diseño experimental incorporar nuevas estrategias de aprendizaje que potencien la utilización de metodologías científicas e investigación aplicada en el desarrollo de los trabajos de curso de los alumnos en las asignaturas que imparte el departamento en las titulaciones de Arquitectura y Arquitectura Técnica como método docente en la enseñanza universitaria de los futuros profesionales, no sólo a nivel de máster o doctorado sino también desde etapas tempranas de la formación académica de los títulos de Grado.

La trascendencia de estos nuevos métodos de enseñanza radica en su aportación a la multidisciplinariedad y la transversalidad entre diversas áreas de conocimiento, como la edificación, la arqueología, el medio ambiente o la neuroarquitectura. Además, han acercado al estudiante a la realidad profesional y han fortalecido la colaboración público-privada entre la universidad y el sector productivo. Los proyectos realizados por alumnos y docentes se han materializado en contribuciones a congresos internacionales y en publicaciones científicas indexadas.

2. OBJETIVOS

El objetivo principal de las nuevas estrategias de aprendizaje desarrolladas en la Universidad de Alicante es aplicar la investigación incorporada a la propia enseñanza universitaria como método docente en etapas tempranas de la formación académica de los estudiantes para fomentar los métodos científicos entre los futuros profesionales y la I+D+i en el sector de la edificación en España.

Partiendo de la experiencia de las investigaciones científicas ya existentes sobre metodologías de mejora de la eficiencia energética y confort térmico de los edificios, se propone aplicar las conclusiones de esas investigaciones previas a muchos más casos de estudio, incentivando la creatividad y capacidad propositiva de los estudiantes para, desde el ámbito académico, explorar las nuevas posibilidades constructivas y arquitectónicas que pueden provocar argumentos vinculados a la eficiencia energética, confort térmico, sostenibilidad y preservación del patrimonio edificado.

En consecuencia y coherencia con el objetivo principal, son también objetivos secundarios el conocimiento y aplicación práctica entre el alumnado de los objetivos de desarrollo sostenible (ODS), y la potenciación de los conocimientos y habilidades relacionadas con los actuales objetivos de industrialización, sostenibilidad y digitalización del sector de la construcción promovidos desde el ámbito público y privado.

3. METODOLOGÍA

La actual metodología docente aplicada en las asignaturas de construcción de los estudios de Arquitectura y Arquitectura Técnica en la Universidad de Alicante se basa en dos aspectos fundamentales. El primero consiste en la adaptación constante de las asignaturas a los nuevos conceptos, métodos de cálculo y estructura documental establecidos por la LOE y el CTE como condición imprescindible para formar a los futuros profesionales con los conocimientos y competencias acordes al renovado marco normativo del sector de la edificación en España. El segundo, desarrollado en los últimos dos años, consiste en la aplicación de la investigación incorporada a la enseñanza universitaria en los propios contenidos y metodologías docentes.

Respecto del primero de los aspectos, el Departamento de Construcciones Arquitectónicas de la Universidad de Alicante influyó decisivamente en los planes de estudios de los títulos de grado y másteres en los que participa para la adaptación de la estructura y los conocimientos de las materias de contenido tecnológico a este nuevo contexto técnico y legal. A su vez, los objetivos de las asignaturas que imparte el Departamento se focalizaron en que los estudiantes concluyeran su formación preparados para desarrollar proyectos de edificación con la capacidad de aplicar las normas técnicas y constructivas más actuales cumpliendo los mismos estándares normativos y requisitos documentales que se exigen en los proyectos reales visados por el Colegio de Arquitectos y por el Colegio de Arquitectos Técnicos. Asimismo, se incorporó el trabajo en equipo para reproducir el entorno y las condiciones habituales en los estudios de arquitectura actuales, fomentando la adquisición de competencias sociales y profesionales necesarias para el ejercicio laboral. Además, se impulsó el uso práctico de las mismas metodologías y herramientas digitales que emplean los arquitectos y arquitectos técnicos en su práctica profesional.

Respecto del segundo de los aspectos, las asignaturas han incrementado de forma continua el fomento y reconocimiento de los trabajos de los estudiantes que presentan soluciones constructivas innovadoras, metodologías y contenidos documentales originales, así como propuestas técnicas alternativas a la normativa, siempre con la debida argumentación y justificación. Del mismo modo, se ha impulsado progresivamente el análisis comparativo entre distintas soluciones constructivas y el desarrollo de nuevas propuestas técnicas y arquitectónicas adaptadas a las particularidades de cada clima, con el fin de optimizar la eficiencia energética en la edificación.

Todas estas asignaturas abarcan la integración de todos los sistemas constructivos y las instalaciones en un edificio, desde las de los cursos iniciales de los títulos de grado hasta las del máster habilitante de

Arquitectura que suponen el momento culminante en el que se deben materializarse los conocimientos y habilidades que el alumno ha adquirido a lo largo de toda su trayectoria académica. Pero, además, los alumnos deben demostrar sus conocimientos técnicos aplicándolos a casos de estudio y sin desvincularse del resto de aspectos inherentes a las demás áreas de conocimiento que configuran el cuerpo central de los planes de estudios de estas titulaciones, de forma integral y transversal. En definitiva, el alumno debe poder aplicar sus investigaciones e innovaciones técnicas en sus proyectos documentando y justificando con rigor sus propuestas conforme a la normativa técnica actual, abarcando de forma integral todos los aspectos técnicos necesarios —sistema estructural, instalaciones, detalles constructivos, memorias, entre otros— que permitan la definición técnica suficiente para ejecución de una edificación de forma coherente con el resto de los aspectos formales y funcionales de una edificación.

Para ello se plantean sinergias entre docencia e investigación en las etapas más primarias de las carreras de arquitectura y arquitectura técnica, aunando además la participación de la universidad y de empresas privadas del sector de la edificación. Estas sinergias se desarrollan en varias asignaturas del título de Grado en Fundamentos de la Arquitectura, del título de grado en Arquitectura Técnica, del Máster en Arquitectura, del Máster Universitario en Nuevas Tecnologías y Eficiencia Energética en Edificación y del Máster de Patrimonio Virtual y sus cursos de especialización.

La metodología docente desarrollada en las diferentes asignaturas incluye el desarrollo de trabajos de curso (TdC) basados en casos de estudio y en casos reales. Los objetivos y requisitos de los trabajos se adaptan en función del nivel de formación propio del curso dependiendo si corresponde a título de grado o a máster, pero todos estos trabajos tienen en común un elevado nivel de experimentalidad.

3.1 El caso de los estudios de eficiencia energética en edificación en el Grado en Fundamentos de la Arquitectura

Las investigaciones se han centrado exclusivamente en soluciones pasivas, es decir, en aquellas soluciones constructivas y arquitectónicas que permiten mejorar la eficiencia energética y confort de las viviendas sin necesidad de mejorar las instalaciones de climatización. El objetivo era analizar qué aspectos constructivos, espaciales, funcionales y formales de la arquitectura residencial estudiada pueden influir más en la mejora del comportamiento térmico de los edificios, y cuantificar las mejoras en el consumo energético que provocan las diferentes modificaciones propuestas.

El estudio consiste en analizar 36 proyectos reales de edificios de viviendas construidos en diferentes municipios de la geografía española. Se estudian detalladamente las características constructivas y formales de los casos de estudio analizados conforme a los proyectos realmente ejecutados. al emplazamiento y mediante el uso de simulaciones informáticas.

La metodología se divide en tres fases. En primer lugar, se analiza y calcula el comportamiento térmico y energético de los edificios seleccionados con las características constructivas y emplazamientos actuales mediante simulaciones informáticas. En segundo lugar, se proponen diferentes modificaciones constructivas y arquitectónicas de las viviendas estudiadas y se comprueba su comportamiento térmico y energético en climas cálidos y en climas fríos, aplicando el método comparativo para incentivar la capacidad de análisis de los alumnos. En tercer lugar, se analizan comparativamente los resultados para extraer conclusiones que permitan determinar y justificar las soluciones arquitectónicas más adecuadas a cada tipo de clima.

Para los cálculos correspondientes a climas cálidos, se considera el clima de la costa mediterránea española, y más concretamente en el clima mediterráneo seco, denominado BSHs dentro del clima BSh conforme a la clasificación climática del Köppen-Geiger. Se trata de una zona geográfica que abarca varias de las provincias con más actividad edificatoria de España, siendo zonas densamente pobladas y con gran actividad turística. Pero pese a la importancia de la actividad económica y constructiva de esta zona, las características singulares de su clima han sido escasamente tenidas en cuenta por la normativa de eficiencia energética española. Se trata de un clima cálido con una oscilación térmica anual y diaria muy inferior al resto España, y con una elevada insolación, superando las 3000 horas de sol anuales. Estas características, muy diferentes al resto de climas del país, provoca que el comportamiento térmico de las viviendas sea muy diferente a otros lugares, y que soluciones constructivas de rehabilitación energética o de obra nueva que son adecuadas para la mayoría de las ciudades españolas, no sean las óptimas en esta zona. En consecuencia, todo ello hace muy pertinente el estudio de soluciones constructivas y arquitectónicas específicamente adaptadas a este clima.

Los cálculos del comportamiento térmico y eficiencia energética de las viviendas se han realizado mediante simulaciones informáticas con metodología bim utilizando los programas informáticos IFC Builder para la creación de los modelos IFC de los edificios y Cypetherm HE Plus (Figura 1) y DesignBuilder (Figura 2) con motor de cálculo EnergyPlus.



Figura 1. Simulación informática realizada mediante Cypetherm HE Plus.

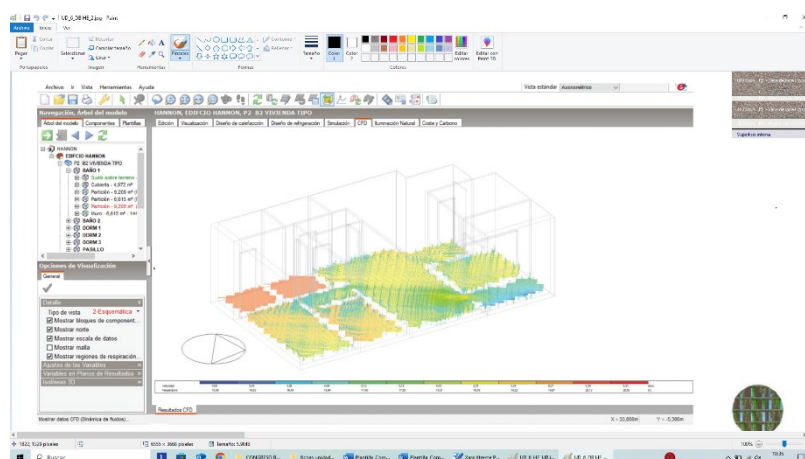


Figura 2. Simulación informática realizada mediante DesignBuilder.

Finalmente, los trabajos son expuestos públicamente en foros de acceso abierto a la sociedad y evaluados por un comité externo formado por arquitectos y especialistas de las empresas participantes en los convenios de colaboración público-privada entre la Universidad de Alicante y empresas del sector de la edificación de ámbito nacional e internacional, como Aedas Homes, C3Systems y Sido Maderas. Los estudiantes autores de los mejores trabajos son galardonados con notables premios económicos y becas de investigación patrocinadas por dichas empresas colaboradoras. En 2024 los trabajos fueron expuestos en la sede del Colegio Territorial de Arquitectos de Alicante, con asistencia de arquitectos, representantes públicos y ciudadanos. En 2025 los trabajos fueron expuestos en la sede de Casa Mediterráneo de Alicante y en la Universidad de Alicante en el 11º International Congress on Architectural Technology Conference (Figura 3).



Figura 3. Exposición pública en el Colegio de Arquitectos de Alicante el 17 de mayo de 2024 (izquierda) y en el 11º International Congress on Architectural Technology Conference los días 15 y 16 de mayo de 2025 en Alicante (derecha).

3.2 El caso de los estudios sobre el patrimonio edificado en el Grado en Fundamentos de la Arquitectura y el Grado de Arquitectura Técnica

Estos casos parten de la colaboración mantenida en la investigación por el grupo GIRA-UA con distintos organismos de referencia (Fundación La Alcadia, Diputación de Alicante, INAPH de la UA, Obispado de Alicante), organismos privados y con la participación en distintos proyectos de investigación. Con esta vinculación se han podido extraer distintas líneas de actuación en el desarrollo de trabajos finales de grado y de tesis doctorales. Además de generar un interés por el alumnado en aplicar sus conocimientos en la realidad y en casos concretos sobre el patrimonio edificado existente en nuestra provincia de Alicante.

Desde las asignaturas de TIPE (Técnicas de Intervención en el Patrimonio Edificado) correspondientes al 5º curso de Fundamentos de Arquitectura y a 3º curso de Arquitectura Técnica, se ha promovido la realización de trabajos de curso (TdC) basados en edificios reales de nuestro patrimonio edificado y en los que el grupo GIRA-UA ha intervenido de alguna forma. Estos TdC, han servido para acercar al estudiantado a observar y conocer el estado de conservación en el que se encuentra nuestro patrimonio (2022 el colegio diocesano Santo Domingo en Orihuela, 2023 el seminario de Orihuela y la ermita de la Salud en Villajoyosa, 2024 la iglesia de Belén en Crevillente, 2025 la finca San Ramón en Elche). Además de promover el interés en la realización de trabajos posteriores de mayor rigor científico como son los TFG y tesis doctorales.

De igual forma a partir de los conocimientos adquiridos en la asignatura de control de calidad en el tercer curso de la titulación de Arquitectura Técnica, se han desarrollado distintos TFG vinculados en la aplicación de la metodología BIM en el control de calidad en la edificación. Y en la línea de investigación del comportamiento del patrimonio edificado frente al riesgo sísmico, vinculado a GIRA-UA, se han desarrollado diferentes TFG en el grado de Arquitectura Técnica.

4. RESULTADOS

4.1 En el ámbito de la construcción y eficiencia energética en la arquitectura

Las modificaciones propuestas en los diferentes proyectos están centradas exclusivamente en soluciones pasivas y abarcan varias soluciones constructivas, espaciales y funcionales: la mejora del aislamiento térmico de las fachadas y acristalamientos de los edificios, la reducción del factor solar de los vidrios y la incorporación de sistemas de protección solar móviles en verano, la modificación de la ratio de acristalamiento de las fachadas en función de la orientación, la adaptación de las terrazas como galerías solares en invierno mediante acristalamientos retráctiles, la incorporación de celosías y de fachadas vegetales con especies naturales caducas según la orientación y las características del edificio, la modificación de la distribución interior de las viviendas para mejorar la ventilación cruzada y hasta la adaptación del programa funcional de los diferentes espacios del edificio en función de las edades y necesidades de los usuarios. Todas estas propuestas tuvieron en cuenta las características constructivas y formales de los proyectos originales analizados para que las nuevas soluciones diseñadas pudieran adaptarse de manera viable y coherente a los edificios estudiados.

Estas modificaciones no sólo suponen mejoras en la reducción del consumo energético de los edificios y la preservación del medio ambiente, sino que también abordan y consiguen la mejora del confort térmico, del confort lumínico y del bienestar general del usuario contemplados en los más recientes estudios sobre neuroarquitectura. Otros trabajos de los realizados abordan el comportamiento térmico de las edificaciones desde su repercusión en la durabilidad y mantenimiento de los materiales, con aplicaciones específicas en la mejora de la preservación de restos arqueológicos.

Los trabajos que han aportado resultados más exitosos han sido las investigaciones multiobjetivo, es decir, aquellas basadas en el cálculo y análisis de múltiples variables técnicas y arquitectónicas. Por ejemplo, la mejora simultánea de los aislamientos térmicos y las protecciones solares fijas, junto con la incorporación de protecciones solares móviles en verano como mallorquinas o celosías móviles y la mejora de la ventilación natural interior de las viviendas, han conseguido reducciones superiores al 70% en la demanda y el consumo energético de las viviendas analizadas (Figura 4).

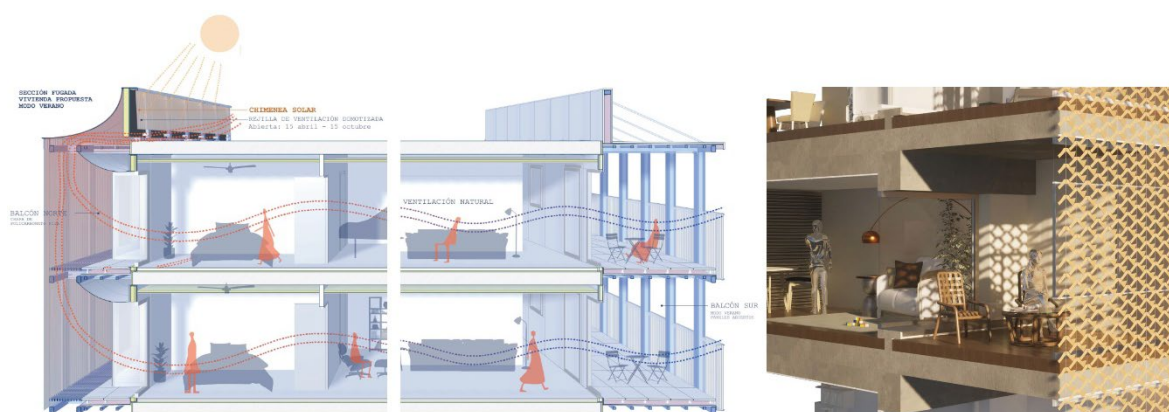


Figura 4. Investigación multiobjetivo para la mejora de eficiencia energética y confort térmico interior mediante el incremento de los aislamientos, las protecciones solares móviles y la ventilación natural cruzada

La adaptación de las terrazas como galerías solares en invierno mediante acristalamientos retráctiles ha obtenido resultados muy positivos, especialmente en climas cálidos y soleados como el mediterráneo español, con reducciones de hasta el 92% de la demanda energética de calefacción. Esto se explica porque la gran insolación anual en estas zonas geográficas, incluido en el invierno, garantiza que las galerías solares capten gratuitamente mucha radiación solar y provoque efecto invernadero en las viviendas que sirve de calefacción gratuita (Figura 5).

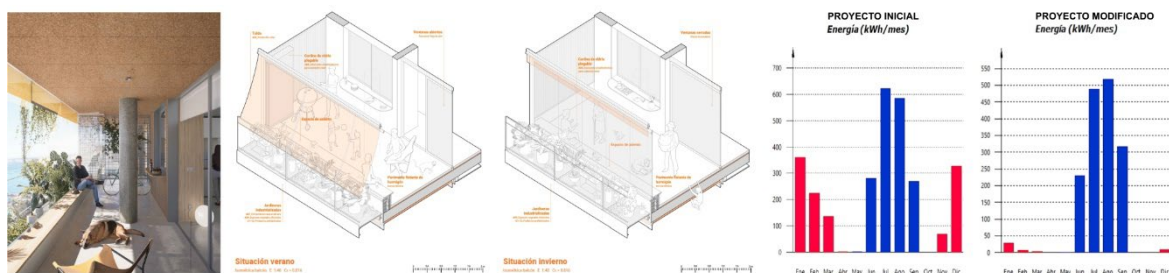


Figura 5. Investigación sobre la mejora de la eficiencia energética mediante la utilización de terrazas con acristalamientos retráctiles como galerías solares

La utilización de fachadas vegetales ha conseguido reducciones en el consumo de refrigeración de hasta el 36%. El estudio detallado de la distribución de las plantas según las orientaciones de las ventanas para arrojar las sombras más adecuadas a cada estancia, y la utilización de especies caducas, permite minimizar la insolación solar en verano, pero mantener las mismas ganancias solares en invierno a través de los acristalamientos. De modo similar, los trabajos que han abordado el estudio de sistemas de protección solar móviles han conseguido notables reducciones en las demandas de refrigeración en verano sin empeorar las demandas de calefacción en invierno gracias a diseños con un detallado estudio de los componentes de ensombrecimiento y sus articulaciones o rodamientos que posibilitan su movimiento en función de las estaciones del año e insolación solar. Los trabajos desarrollados también han permitido demostrar las

interesantes posibilidades de integración arquitectónica que estos tipos de sistemas de protección solar pueden tener en la composición arquitectónicas de las fachadas presentes y futuras (Figura 6).

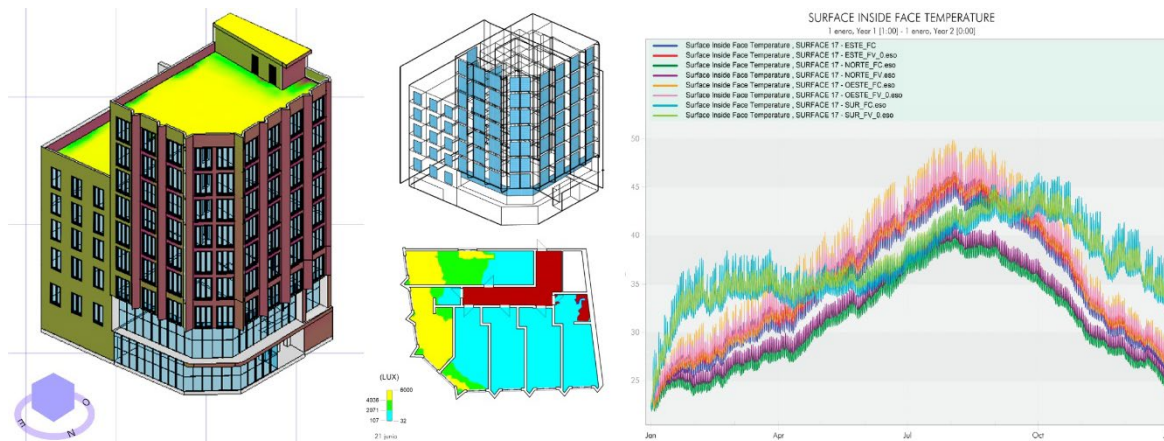


Figura 6. Investigación sobre el uso de fachadas vegetales para la mejora de la eficiencia energética, el confort térmico interior y la iluminación natural interior

La modificación de la distribución interior de las viviendas para mejorar la ventilación cruzada permitió mejorar el confort térmico interior de las viviendas, especialmente en climas con elevada humedad relativa como en las localidades situadas en la franja litoral. Esto es debido a que la mayor velocidad del aire favorece la evapotranspiración del cuerpo humano, y con ello, la sensación de calor corporal. Gracias a ello, se puede garantizar el confort térmico con temperaturas operativas interiores superiores, aumentando las temperaturas de consigna de los sistemas de climatización y reduciendo las horas de funcionamiento de los aparatos, y en consecuencia, disminuyendo el consumo energético en verano. Las propuestas desarrolladas han demostrado la necesidad de adaptar las habituales distribuciones interiores de las viviendas actuales para facilitar el flujo de la corriente de aire entre unas fachadas y otras, con la eliminación de algunos tabiques y la incorporación de estancias multiusos más flexibles que permitan espacios interiores más diáfanos e interconectados.

Por el contrario, las propuestas menos exitosas han sido las que se centran en la modificación de una sola variable. La mejora exclusivamente del aislamiento térmico en fachadas y acristalamientos llega a provocar efectos negativos en el consumo energético anual de los edificios en climas cálidos, reduciendo la demanda energética en invierno, pero aumentando notablemente la demanda energética en verano. Cuando simultáneamente se incorporan también protecciones solares fijas y móviles, la mejora del comportamiento térmico del edificio mejora tanto en invierno como en verano.

Los resultados de algunas de las investigaciones han sido publicados en revistas científicas indexadas en el JCR. También han sido expuestos en congresos internacionales como el 10º y 11º International Congress on Architectural Technology Conference, celebrados respectivamente en Galway en 2024 y en Alicante en 2025. También fueron expuestos en el Congreso Medcity 2024 perteneciente al The Festival of the New European Bauhaus patrocinado por la Comisión Europea, por al Casa Mediterráneo y por el Colegio Territorial de Arquitectos de Alicante.

4.2 En el ámbito del patrimonio edificado en la arquitectura

A raíz de la estrecha colaboración con la Fundación de La Alcudia se está desarrollando una tesis doctoral con el título *“Sistemas constructivos y materiales empleados en las termas occidentales del yacimiento arqueológico de La Alcudia en Elche”* por la doctoranda María del Rosario Pacheco Mateo, y por la ha percibido una ayuda económica para el fomento de la formación de doctorandos promovida por el Consejo General de la Arquitectura Técnica de España en su 7ª edición de 2025. Y que será defendida a inicio del próximo año 2026. Sobre este trabajo de investigación ya se ha publicado un artículo científico en la revista VAR de la UPV en 2024 con el título *“Estudio de deformaciones y degradaciones mediante el uso de nube de puntos en la natatio de las termas occidentales de La Alcudia en Elche (Alicante)”*.

También sobre el mismo yacimiento arqueológico se ha realizado un TFG con el título *“Estudio de elementos arqueológicos de las termas occidentales del yacimiento de La Alcudia. Propuesta de restauración*

preventivas y evaluación de tratamientos de conservación” por el alumno Pablo Otero Puig y dirigido por la profesora Dra. Yolanda Spairani de la que es participante en el proyecto RESCUHE “*Mejora de la resiliencia estructural del Patrimonio Cultural ante eventos hidrometeorológicos direccionales extremos en el marco del cambio climático*”, (proyecto financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación (MCIN/AEI/10.13039/501100011033/)-Convocatoria I+D+i Retos Investigación).

Actualmente, el convenio reciente firmado entre nuestro departamento con la empresa SIDO MADERA contribuirá a un mayor emprendimiento de estas actividades de motivación, desarrollo e investigación por parte de nuestro alumnado y su interés en el ámbito del conocimiento, conservación e intervención sobre nuestro patrimonio edificado.

4.3 Discusión

Las nuevas estrategias de aprendizaje desarrolladas en la Universidad de Alicante han demostrado las profundas implicaciones que pueden tener la correcta adaptación al clima del lugar y la aplicación de los objetivos de defensa del medioambiente en la concepción arquitectónica de los edificios, y su influencia en el confort interior de las viviendas, en la mejora de la calidad de vida de las personas desde la neuroarquitectura, y en la mejora del mantenimiento de los materiales y de los criterios de preservación del patrimonio edificado.

La metodología empleada en las nuevas estrategias de aprendizaje desarrolladas ha demostrado la mayor implicación del alumnado al abordar el desarrollo de trabajos vinculados con casos prácticos reales e investigaciones científicas aplicadas. También ha potenciado la capacidad de adquisición de conocimientos y habilidades en ámbitos técnicos y científicos muy novedosos respecto a los contenidos formativos de los actuales planes de estudio.

El análisis de los resultados obtenidos para clima mediterráneo seco ha permitido constatar que modificar simultáneamente diferentes variables técnicas y arquitectónicas, mejorando el aislamiento, pero también mejorando las protecciones solares móviles y potenciando la ventilación natural, es mucho más fructífero que intervenciones o rehabilitaciones energéticas basadas en un solo sistema constructivo. Esto se explica por la menor oscilación térmica anual de este clima respecto a otras zonas geográficas, con temperaturas suaves en invierno y no excesivamente calurosas en verano, y la elevada radiación solar anual. Ese elevado soleamiento permite calentar gratuitamente las casas en invierno gracias al efecto invernadero provocado por la radiación solar que penetra a través de los acristalamientos. A su vez, al no tener excesivas temperaturas máximas estivales, se puede disipar el calor en verano mediante ventilación natural reduciendo también la humedad relativa. Estos resultados cuestionan la verdadera eficacia u optimización de la mayoría de las rehabilitaciones energéticas realizadas en los últimos años en las zonas costeras del mediterráneo español basadas principalmente en la incorporación de SATE en las fachadas. Esto es porque el incremento del aislamiento de las fachadas, si no va acompañado de la mejora de las protecciones solares y de la ventilación de las viviendas, reduce el gasto de calefacción en invierno, pero aumenta más el consumo de refrigeración en verano al dificultar la disipación térmica e incrementar el efecto invernadero.

Los resultados también han permitido demostrar la eficacia en la mejora del comportamiento térmico de los edificios de recuperar y readaptar soluciones arquitectónicas y constructivas tradicionales mediante los materiales y los sistemas constructivos actuales más avanzados. En el caso de la zona geográfica mediterránea analizada, la utilización de elementos arquitectónicos vernáculos como las pérgolas, las celosías o los patios interiores, reducen las ganancias solares en verano y favorecen la ventilación cruzada mitigando el calor y reduciendo el consumo de refrigeración. En esa misma línea, la utilización de fachadas vegetales no sólo incorpora elementos naturales que contribuyen a la mejora de los aspectos planteados actualmente desde la neuroarquitectura, sino que contribuye a tamizar la luz solar y controlar la radiación solar en función de la época del año. Por su parte, la utilización de las terrazas como galerías solares mediante acristalamientos retráctiles en invierno potencia el efecto invernadero reduciendo notablemente el consumo de calefacción. Los actuales sistemas de acristalamientos retráctiles amplifican al máximo la radiación solar invernal a través de sus vidrios al reducir el tamaño de las perfilierías, pero amplifica al máximo la ventilación natural de la vivienda al posibilitar el máximo repliegue de sus hojas.

En definitiva, los resultados demuestran que, aquellas soluciones arquitectónicas que mejoran el confort térmico interior con soluciones pasivas también son las que más contribuyen a la eficiencia energética de los edificios. Esto corrobora que una arquitectura pensada desde el bienestar y calidad de vida de los usuarios

de forma coherente con los principios de la neuroarquitectura, donde las personas son el centro y el eje vertebrador del diseño arquitectónico, adapta mejor los planteamientos formales y constructivos al clima del lugar y a las necesidades funcionales de sus ocupantes, y optimiza los recursos materiales y energéticos adaptando soluciones tradicionales a la realidad actual.

Las nuevas estrategias docentes explicadas en este trabajo han permitido incorporar de manera práctica y aplicada los objetivos de desarrollo sostenible (ODS) entre los argumentos y principios sobre los que articular los conocimientos y habilidades de los alumnos y futuros profesionales. Con ello, han visibilizado y evidenciado la importancia de las profesiones técnicas en la actualidad y su necesaria readaptación para la consecución de estos objetivos sociales, económicos y medioambientales que tanto influyen y van a influir en las normativas y objetivos estratégicos de nuestro país, de Europa y del mundo entero en las próximas décadas. En consecuencia, estas estrategias de aprendizaje han contribuido a la concienciación de los futuros proyectistas en nuevos aspectos técnicos y arquitectónicos poco contemplados en los actuales planes de estudio y carentes en la inmensa mayoría de edificios actuales.

Por otra parte, las nuevas estrategias docentes aplicadas han mostrado limitaciones en la insuficiente validación de las simulaciones informáticas mediante mediciones in situ reales ante la dificultad de tomar medidas en viviendas ocupadas. Con el fin de superar estas limitaciones, el objetivo para los próximos cursos académicos es complementar los cálculos de ordenador con la realización de prototipos reales a escala y de campañas de toma de datos reales. También han demostrado las notables capacidades de las nuevas generaciones en el manejo y dominio de nuevas herramientas informáticas aplicadas a ámbitos desconocidos por ellos hasta ahora, pero han evidenciado la enorme utilidad y necesidad de la tutela por parte del profesorado para garantizar el adecuado análisis de los resultados obtenidos para la correcta consecución de las propuestas arquitectónicas finales.

5. CONCLUSIONES

1. La vinculación de la actividad docente con la actividad productiva científica ha provocado mayor motivación e implicación del alumnado al desarrollar trabajos sobre casos prácticos reales e investigaciones científicas aplicadas, además de generar vínculos con entidades públicas y privadas para desarrollar propuestas reales en el ámbito de la construcción y la arquitectura.

2. Los resultados demuestran la eficacia de utilizar soluciones constructivas actuales, como fachadas vegetales y “cortinas de cristal”, y de recuperar y readaptar soluciones arquitectónicas y constructivas tradicionales vernáculas para mejorar la eficiencia energética y el confort térmico de las viviendas.

3. El análisis de los resultados demuestra que, aquellas soluciones arquitectónicas que mejoran el confort térmico interior con soluciones pasivas son las que más contribuyen a la eficiencia energética de los edificios.

4. Las estrategias de aprendizaje desarrolladas han demostrado la capacidad de las nuevas generaciones en el dominio de nuevas herramientas informáticas aplicadas a ámbitos técnicos y científicos específicos, pero evidencian la necesidad de una tutela personalizada para el adecuado análisis de los resultados.

5. Las nuevas estrategias de aprendizaje que utilizan la investigación incorporada a la enseñanza universitaria como método docente han permitido aplicar de forma práctica los objetivos de desarrollo sostenible (ODS), evidenciando la necesaria readaptación de las profesiones técnicas y concienciando a los futuros arquitectos y arquitectos técnicos en los nuevos aspectos técnicos a considerar para dichos objetivos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almagro-Lidón, M., Pérez-Carramiñana, C., Galiano-Garrigós, A., Emmitt, S. (2024). Thermal comfort in school children: Testing the validity of the Fanger method for a Mediterranean climate. *Building and Environment*, 253, 111305. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2024.111305>
- González-Avilés, Á.B., Pérez-Carramiñana, C., Galiano-Garrigós, A., Ibarra-Coves, F. y Lozano-Romero, C. (2022). Analysis of the Energy Efficiency of Le Corbusier's Dwellings: The Cité Frugès, an Opportunity to Reuse Garden Cities Designed for Healthy and Working Life. *Sustainability*, 14, 4537. <https://doi.org/10.3390/su14084537>

- Huesca-Tortosa, J. A., Pacheco-Mateo, M. del R., Tendero-Porras, M., Torregrosa-Fuentes, D., & Spairani-Berrio, Y. (2024). Deformation and degradation study using point clouds in natatio of the Western Baths at La Alcudia in Elche (Alicante). *Virtual Archaeology Review*, 15(30), 35–55. <https://doi.org/10.4995/var.2024.20417>
- Lozoya-Peral, A., Pérez-Carramiñana, C., Galiano-Garrigós, A., González-Avilés, Á.B. y Emmitt, S. (2023). Exploring Energy Retrofitting Strategies and Their Effect on Comfort in a Vernacular Building in a Dry Mediterranean Climate. *Buildings*, 13, 1381. <https://doi.org/10.3390/buildings13061381>
- Otero Puig, P. (2024). Estudio de elementos arqueológicos de las termas occidentales del yacimiento de La Alcudia. Propuesta de restauración preventivas y evaluación de tratamientos de conservación. TFG de Fundamentos de Arquitectura en la Universidad de Alicante, dirigido por la profesora Dra. Yolanda Spairani Berrio. Universidad de Alicante
- Pérez-Carramiñana, C., Maciá-Mateu, A., Sirvent-García, G. y Lledó-Llorca, I. (2022a). Study of Natural Ventilation and Solar Control Strategies to Improve Energy Efficiency and Environmental Quality in Glazed Heated Swimming Pools in a Dry Mediterranean Climate. *Sustainability*, 14, 8243. <https://doi.org/10.3390/su14148243>
- Pérez-Carramiñana, C., González-Avilés, Á.B., Galiano-Garrigós, A. y Lozoya-Peral, A. (2022b). Optimization of Architectural Thermal Envelope Parameters in Modern Single-Family House Typologies in Southeastern Spain to Improve Energy Efficiency in a Dry Mediterranean Climate. *Sustainability*, 14, 3910. <https://doi.org/10.3390/su14073910>
- Pérez-Carramiñana, C., Sabatell-Canales, S., González-Avilés, Á.B. y Galiano-Garrigós, A. (2023a). Use of “Glass Curtain” Systems to Improve the Energy Efficiency and Thermal Comfort of Dwellings in a Warm Semi-Arid Mediterranean Climate. *Appl. Sci.*, 13, 13082. <https://doi.org/10.3390/app132413082>
- Pérez-Carramiñana, C., Sabatell-Canales, S., González-Avilés, Á.B., Galiano-Garrigós, A. (2023b). Influence of Spanish Energy-Saving Standard on Thermal Comfort and Energy Efficiency Owing to the War in Ukraine: Case Study of an Office Building in a Dry Mediterranean Climate. *Buildings*, 13, 2102. <https://doi.org/10.3390/buildings13082102>
- Perez-Carraminana, C., de la Morena-Marques, A., Gonzalez-Aviles, A.B., Castilla, N., Galiano-Garrigos, A. (2024). Influence of Balcony Thermal Bridges on Energy Efficiency of Dwellings in a Warm Semi-Arid Dry Mediterranean Climate. *Buildings*, 14, 703. <https://doi.org/10.3390/buildings14030703>
- Sabatell-Canales, S., Pérez-Carramiñana, C., González-Avilés, Á.B. y Galiano-Garrigós, A. (2023). Influence of Balcony Glazing on Energy Efficiency and Thermal Comfort of Dwellings in a Dry Mediterranean Climate within a Warm Semi-Arid Climate. *Buildings*, 13, 1741, <https://doi.org/10.3390/buildings13071741>