

Las otras materias de la arquitectura. La mirada a los aspectos termodinámicos desde la enseñanza

The other subjects of architecture. Examining thermodynamic aspects from the perspective of education

David García-Asenjo Llana

Recibido: 2023.09.30

Aprobado: 2023.10.02

David García-Asenjo Llana

Universidad Central de Venezuela
david.garciaasenjo@urjc.es
Arquitecto por la ETSAM (2002) y
Doctor en Proyectos Arquitectónicos
Avanzados por la UPM (2016), con la
tesis "Estrategias de proyecto en la
arquitectura sacra contemporánea
española". Profesor Asociado en
el grado en Fundamentos de la
Arquitectura de la Universidad Rey
Juan Carlos de Madrid. Mentor de
docencia de Proyectos Arquitectónicos
en la ETSAM entre los años 2009 y
2012. Colabora como divulgador de
arquitectura contemporánea en el
programa de radio Julia en la Onda,
con Julia Otero, dentro de la sección
Territorio Comanche. Escribe crítica
y análisis de arquitectura en medios
escritos como CTXT y El Orden
Mundial.

Resumen

La evolución de los sistemas constructivos ha derivado en una nueva concepción de la belleza en arquitectura, cuyo factor determinante se ha trasladado desde la tectónica y la tradición hacia los aspectos que vienen dados por la transmisión de energía de los espacios que se generan con su entorno.

Esta nueva mirada sobre los edificios, entendidos como ambientes en lugar de como espacios limitados, no puede olvidar el contexto en el que se produce la arquitectura, condicionado por la crisis energética y la situación de emergencia climática.

Por eso en este texto se pretende señalar la necesidad de considerar las materias técnicas de la enseñanza de la arquitectura como una herramienta imprescindible para conseguir una arquitectura eficaz. Una arquitectura que consiga integrar de un modo transversal todas las áreas de conocimiento será el modo de alcanzar esa belleza termodinámica.

Palabras clave: termodinámica, docencia, instalaciones, Sáenz de Oíza, Iñaki Ábalos.

Abstract

The evolution of construction systems has led to a new conception of beauty in architecture, the determining factor of which has shifted from tectonics and tradition to aspects that come from the transmission of energy between the built space and their surroundings.

This new look at buildings understood as environments rather than limited spaces cannot forget the context in which architecture is produced, conditioned by the energy crisis and the climate emergency situation.

For this reason, this text aims to point out the need to consider the technical subjects of architectural education as an essential tool for achieving an effective architecture. An architecture that integrating all areas of knowledge in a transversal way will be the way to achieve this thermodynamic beauty

Key words: thermodynamic, teaching, facilities, Sáenz de Oíza, Iñaki Ábalos

Introducción

El vidrio aporta a la arquitectura una nueva calidad y una nueva plástica: la calidad de piel liviana, sensible, ligera; la plástica de una nueva concepción espacial basada en una mutua interrelación de ambientes, donde la forma es no sólo el volumen interior limitado, sino también, como ya sintieron pintores y escultores, el entorno abierto delimitante. Una arquitectura tersa e ingravida, con la misma ingravidez y perfección de un cristal perfecto, que en su interior perfección no conoce la constante de un apoyo.¹

El artículo "El vidrio y la arquitectura" de Oíza fue el resultado de la experiencia de su viaje de un año en Estados Unidos,² durante el cual pudo tomar contacto con la arquitectura que allí se realizaba y con las nuevas técnicas de construcción y sus tecnologías aplicadas. Destacaba entonces la nueva dimensión plástica de la arquitectura del vidrio, y abogaba por una concepción del espacio que superara la limitación de sus volúmenes construidos y pasara a configurar espacios abiertos. (Fig.1)



1 Francisco Javier Sáenz de Oíza, "El vidrio y la arquitectura", *Revista Nacional de Arquitectura* 129-130. Sep.-Oct. (1952): 15.

2 Este artículo se corresponde con la memoria que tenía que presentar para justificar la Beca Conde de Cartagena de la Real Academia de Bellas Artes de San Fernando "Probablemente la memoria o trabajo final sería más valiosa y podría profundizar más en los temas si me concretara expresamente a una sola materia, pero creo que para mi formación es fundamental una visión completa de todos los problemas de aplicación a nuestra arquitectura." Carta de Oíza a la Academia para informar del estado de sus estudios, 1948. En, María del Pilar Salazar Lozano, Pablo Rodríguez Rodríguez, y Zaida García-Requejo, "Los comienzos de un arquitecto. Crónica del viaje de Sáenz de Oíza por Estados Unidos y México", *Estoa. Journal of the Faculty of Architecture and Urbanism* 11, n.º. 21 (2022): 98.

Figura 1. Portada del artículo "El vidrio y la arquitectura". Fuente: *Revista Nacional de Arquitectura*. 129-130 (1952), 11

Varias décadas después, Iñaki Ábalos señalaba en su artículo “Bartleby, el arquitecto”³ la importancia de considerar la variable termodinámica de la arquitectura para configurar un nuevo modo de acometer el diseño de espacios, evitando la tecnificación del concepto de sostenibilidad y la banalización de su significado profundo.

- 3 Iñaki Ábalos, “Bartleby, el arquitecto”, *El País*, 10 de marzo de 2007. Disponible en https://elpais.com/diario/2007/03/10/babelia/1173485179_850215.html (Última consulta diciembre 2023)

Los años de diferencia entre ambos artículos también muestran un cambio de mentalidad en el manejo de los recursos que afectan a la construcción y mantenimiento de los edificios. Un joven Sáenz de Oíza había reprochado a Luis Gutiérrez Soto su aparente despreocupación por las tecnologías de acondicionamiento de los edificios con una frase que adquirió un cierto carácter mítico:

*Menos piedras y más frigorías.*⁴

- 4 Relato de Carlos de Miguel del encuentro entre Gutiérrez Soto y Oíza en la Sesión Crítica celebrada para analizar el Ministerio del Aire. En la transcripción de la sesión que se publicó en el número 112 de la *Revista Nacional de Arquitectura* solo figura la pregunta de Oíza, “¿Se han previsto en el ministerio del Aire todas las modernas instalaciones? Por ejemplo, la de refrigeración, tan importante en un clima tan caluroso como el nuestro”. Carlos de Miguel, “Número 112. Abril 1951”, *Revista Nacional de Arquitectura* 169-170. Febrero. (1973): 18.

Ábalos aboga en cambio por emplear las estrategias que eviten confiar la eficacia energética a la tecnificación de los edificios. Oíza hablaba desde una visión optimista de la energía, mientras que Ábalos lo hace consciente de que los recursos naturales son finitos y que la situación de cambio climático y emergencia energética nos interpelan para diseñar edificios con el menor consumo posible. Frente a la reclamación de más frigorías para el Ministerio del Aire (construido, como contestó Gutiérrez Soto, en unas condiciones de precariedad de medios técnicos), Ábalos destaca que uno de los proyectos que ha construido ha funcionado durante tres años sin encender la maquinaria de climatización. En el proyecto, toda una serie de estrategias pasivas planteadas desde la forma del edificio y su configuración permiten un bajo consumo de energía. Oíza irrumpía como un torrente de energía en el arranque de su carrera, tras su experiencia de formación a través de la observación de la arquitectura de Estados Unidos, sin contacto con los centros de formación, pero con la intención de transmitir estos conocimientos desde la Escuela de Arquitectura de Madrid.

Por su parte, Iñaki Ábalos reflexiona desde una cierta madurez, con un discurso que ha desarrollado a lo largo del tiempo y que también está relacionado con las corrientes académicas de las instituciones de las que forma parte. Sus reflexiones sobre la termodinámica han ido en paralelo a su carrera docente en Estados Unidos, donde ha asumido distintos roles hasta alcanzar el cargo de *Chair of Architecture* en la Graduate School of Design de la Universidad de Harvard. Es interesante destacar que ambas posiciones estén vinculadas a la enseñanza, lo que les dota de un particular interés que trataremos de desentrañar en este texto.

Los apuntes de Salubridad de Oíza

- 5 María del Pilar Salazar Lozano, Pablo Rodríguez Rodríguez, y Zaida García-Requejo, “Los comienzos de un arquitecto. Crónica del viaje de Sáenz de Oíza por Estados Unidos y México”, *Estoa. Journal of the Faculty of Architecture and Urbanism* 11, n.º. 21 (2022): 94.

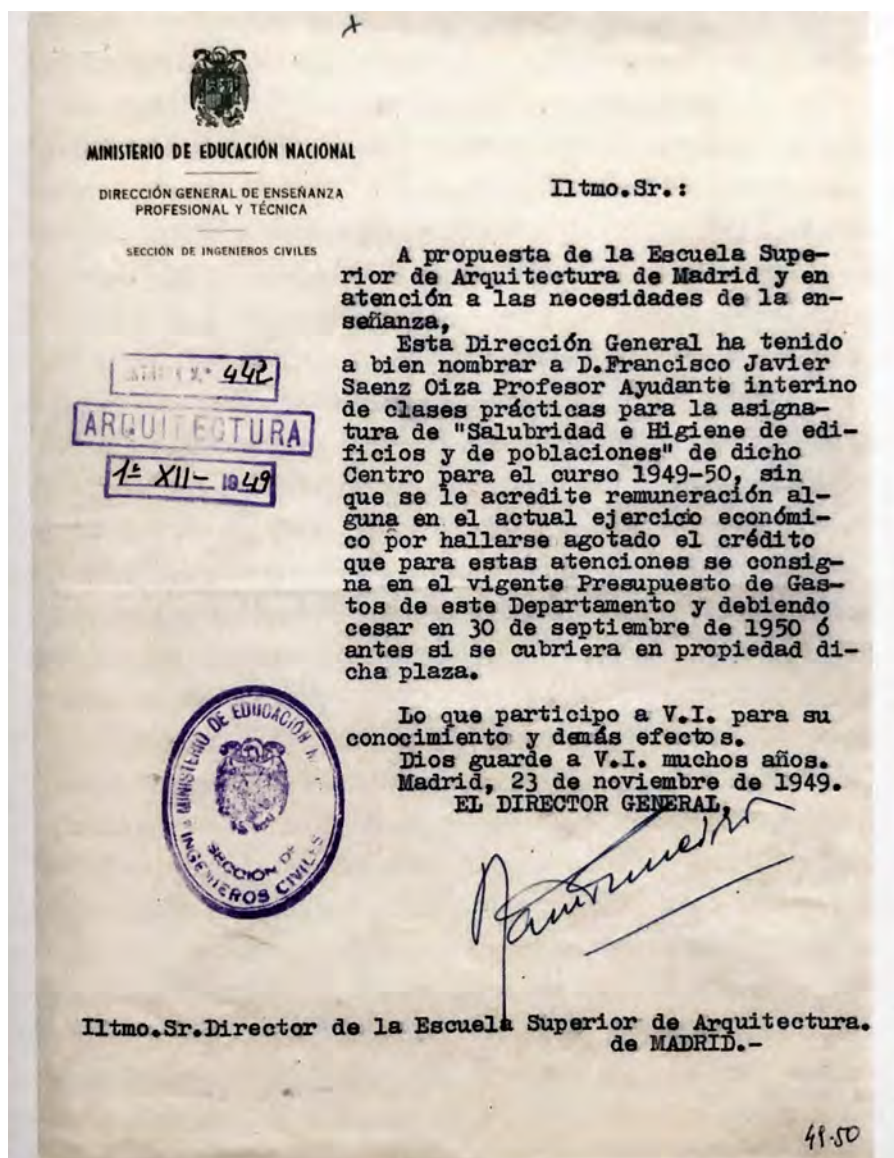
Gracias a la beca Conde de Cartagena de la Real Academia de Bellas Artes de San Fernando que le fue concedida en 1947, Oíza viajó durante 1948 por Estados Unidos y se interesó por lo que le había señalado Modesto López Otero,

*El empleo de nuevas formas y materiales y los perfeccionamientos en los servicios e instalaciones complementarias de los edificios.*⁵

Dedicó gran parte de su estancia a visitar edificios, que le abruman por la complejidad y perfección técnica de sus sistemas de instalaciones.⁶ Su curiosidad innata le llevó a prestar especial atención al estudio de este aspecto de los edificios que conoció de primera mano y esto se tradujo en un cambio en su actitud hacia la arquitectura y su docencia, como señalan Salazar, Rodríguez y García:

Sería más destacable el punto de inflexión que supuso en su trayectoria la pregunta por el cómo, por lo que hace que las cosas funcionen, su afición por la tecnología y por entender los sistemas que componen un edificio, que como hemos explicado, se reflejó en su docencia como profesor de la Escuela de Arquitectura.⁷

Tras este periodo estadounidense Oíza se incorporó en 1949 a la docencia en la Escuela de Arquitectura de Madrid, en la asignatura de "Salubridad e Higiene de edificios y de poblaciones", en una oportunidad que surge de la necesidad de la Escuela de cubrir una vacante⁸ y del interés de Oíza⁹ por una materia que apenas estaba desarrollada en España, tanto a nivel académico como en el campo de la construcción. (Fig.2)



6 *Ibidem*, 94.

7 *Ibidem*, 100.

8 Fullaondo señala que sustituyó a Pedro Muguruza. Juan Daniel Fullaondo Errazu, *La bicicleta aproximativa: conversaciones en torno a Sáenz de Oíza* (Madrid: Kain, 1991), 21.

9 "Entonces yo que entré en la Escuela de profesor, primero sin sueldo, supliendo en la cátedra de salubridad e higiene, entré podríamos decir en una unidad modesta para la profesión del arquitecto. Entré en la Escuela probablemente a suplir aspectos técnicos de la docencia que no me parecía que funcionaran perfectamente en la calle, por ejemplo, los problemas que se daban en la asignatura de salubridad e higiene, de la recogida de las aguas de lluvia, y del saneamiento, y del alcantarillado y de la conservación del medio, del aire, del agua y del suelo. Y realmente mi paso por la docencia no ha dado origen a nada fecundo. Y por lo tanto, conociéndolo, mi historial, pues hoy no voy a poder ofrecer nada que a ustedes les sea valioso." Francisco Javier Sáenz de Oíza, "Torres Blancas, Madrid 1969, Banco Bilbao, Madrid 1972", *El arquitecto enseña su obra 1* (Madrid: Fundación COAM, 2000). Minuto 19:25.

Figura 2. Nombramiento como profesor ayudante interino de la asignatura de Salubridad e higiene de edificios y de poblaciones. 1949 (Archivo Biblioteca ETSAM).

Fuente: Varios autores, *Oíza. 100 años*, (Madrid: Ediciones Asimétricas, 2018), 37.

Como hemos visto anteriormente, su periplo norteamericano le permitió adquirir los conocimientos necesarios que le hacían el candidato perfecto.

La asignatura se incorporó en el plan de estudios de 1914, escindida de las asignaturas de ciencias físico-naturales, y se mantuvo en el de 1932, aunque en este momento se introduce la asignatura de "Electrotecnia, máquinas e instalaciones", centradas en las instalaciones eléctricas. Pese a su presencia en el currículo docente, el tratamiento que reciben las instalaciones en el proceso de proyecto sigue siendo secundario. La industria de la construcción se estaba recuperando de las consecuencias de la guerra en una economía de carestía generalizada.

10 Santiago de Molina, "Profesor de retretes", *Múltiples Estrategias de Arquitectura*, 8 de abril de 2013. Disponible en <https://www.santiagodemolina.com/2013/04/profesor-de-retretes.html> (Última consulta diciembre 2023)

En el momento en el que Oíza comienza su carrera docente había destacado como un alumno brillante, habiendo conseguido el premio Aníbal Álvarez al mejor expediente de la Escuela y luego las becas Carmen del Río y Conde de Cartagena de la Real Academia de Bellas Artes de San Fernando. Era un profesional prometedor, como demuestra que ganara el Premio Nacional de Arquitectura junto a Luis Laorga en 1946, y los concursos para las basílicas Hispanoamericana y de Aránzazu en 1949 y 1950. Podría parecer que la materia que comenzara a impartir en 1949 quedaba por debajo de las expectativas que estaban puestas en él. Aunque Oíza se refería en ocasiones a sí mismo como un "profesor de retretes",¹⁰ en una actitud de falsa modestia que fue constante a lo largo de su carrera, los testigos de su labor docente suelen destacar esa etapa como una de las más brillantes dentro de su larga carrera académica. Rafael Moneo señalaba que era una asignatura que justificaba por sí sola un año académico y que demostraba que Oíza era un profesor extraordinario.¹¹

11 José Rafael Moneo. Perfil de Oíza joven En, *Francisco Javier Sáenz de Oíza 1947-1988, El Croquis* 32/33 (Madrid: El Croquis, 2002), 192.

Tras el artículo "El vidrio y la arquitectura", Oíza se centró en la redacción de los *Apuntes de Salubridad*, la compilación de información y la redacción del material con el que impartía las clases de la materia. (Fig.3)

Juan Daniel Fullaondo relataba que Oíza se tomó en serio el desarrollo de la materia y que la necesidad de concreción para transmitirla correctamente le ayudaba a no divagar. Planteó un recorrido por las instalaciones y sistemas de cálculo, pero lo enfocó de un modo transversal, en el que la arquitectura de su tiempo estaba presente, desde el diseño de la ciudad hasta el cuidado en el detalle del último mecanismo de una instalación de fontanería. Se estructuraban en cuatro grandes bloques (Cartas Solares, Calor Solar, Iluminación Natural y Aire) e incorporaban tablas de cálculo, interpretaciones de textos ya existentes para adaptarlos a la realidad española o esquemas de ventilación e iluminación natural de espacios, y las explicaciones necesarias para aplicar las herramientas que allí se presentaban. No eran un reflejo de las clases que impartía Oíza, sino solo las bases técnicas que las apoyaban.



Figura 3. Portada de uno de los dos ejemplares que permanecen en la biblioteca de la ETSAM de los *Apuntes de Salubridad de Oíza*. 1957 (Archivo Biblioteca ETSAM)

Unos documentos que alternaban pequeños textos, escritos de su puño y letra o a máquina, con dibujos, esquemas y tablas realizados a mano alzada que no llegaron a editarse como publicación académica. (Fig.4)

Su circulación durante años en forma de fotocopias hizo que se revistieran de un halo mítico similar al de su encuentro con Gutiérrez Soto. Este trabajo podría haber servido como tesis doctoral de su autor, un texto intenso y bien armado. Una sólida base con la que Oíza hubiera apuntalado su labor docente en una materia para la que había elaborado una investigación teórica innovadora en un país que la necesitaba.

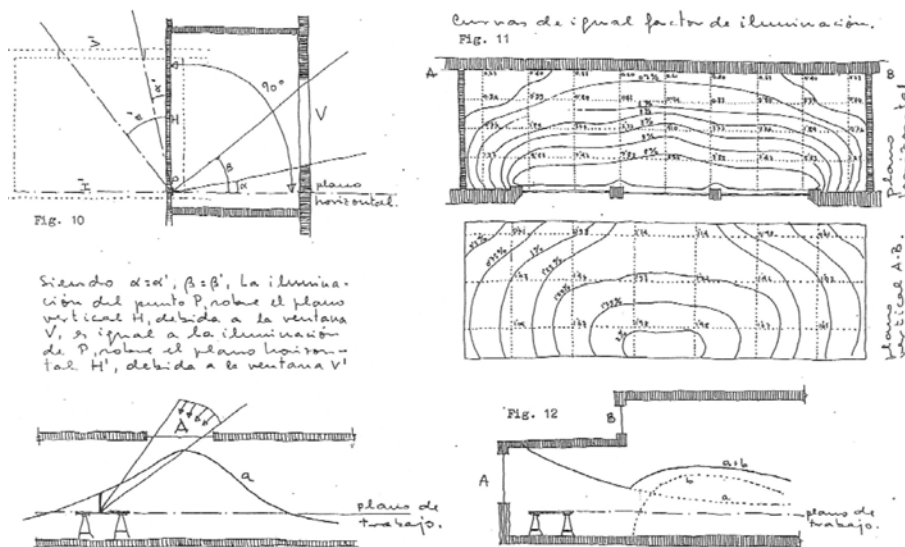


Figura 4. Página 56 de los Apuntes de Salubridad de Oíza. Estudio de iluminación natural en un espacio interior, 1957.

Fuente: César Martín Gómez, *Los apuntes de salubridad e higiene de Francisco Javier Sáenz de Oíza*. (Pamplona: T6 Ediciones, 2010), 26.

Fullaondo lamentaba que el trabajo con el que obtuvo finalmente Oíza su doctorado fuera el proyecto de la vivienda Moro en Talavera. Entendía así que este era un modo de prepararse para dar el salto a la disciplina de proyectos dentro de la Escuela, pero coincide con Eduardo Mangada en que el alumno adquiría en sus clases los conocimientos necesarios para desenvolverse en su vida profesional. Quizá esto estaba justificado por su interés en impartir docencia en el área de Proyectos, en cierto modo el ámbito más prestigioso de la Escuela de Arquitectura de Madrid, pero la talla intelectual y docente de Oíza estaba en sus apuntes de Salubridad o, incluso, en su texto sobre el vidrio.¹² Queremos destacar en este texto este compromiso con la docencia y, más concretamente, con la parte que implica el cálculo de los sistemas de instalaciones. Pese a que existen una serie de intuiciones y aproximaciones a la adecuación climática de los edificios desde factores como la orientación y la ventilación, es necesaria esa comprobación que señale si las ventajas que se suponen, derivadas del diseño y de la elección de los materiales, son las correctas.

*Uno de los mayores avances de la arquitectura actual es precisamente esta compleja red de servicios mecánicos e instalaciones que la complementan. Casi nos atreveríamos a decir que la dan vida. Suponed un edificio verdaderamente moderno donde fallen las instalaciones. Se hunde. Muere.*¹³

El entusiasmo de Oíza por las instalaciones y su fe en ellas como solución, por encima de cuestiones de diseño, a los requerimientos higrotérmicos de los edificios se encontraba dentro del espíritu de la época. Si se consulta el ejemplar de la Revista Nacional de Arquitectura en la que se transcribió la Sesión Crítica sobre el Ministerio del Aire se puede apreciar el interés que existía entre los arquitectos en esos años por las condiciones térmicas de los edificios, más allá de la exhortación de Oíza a Gutiérrez Soto. El siguiente artículo "Notas sobre calefacción", de Damián Galmés y Enrique Lantero pertenece a una serie de textos que, bajo la etiqueta de "Temas Técnicos", trataban el cálculo de los sistemas de calefacción y refrigeración. Los autores señalaban que los criterios para la selección de los materiales y sistemas constructivos eran

*Mecánicos, estéticos, económicos, etc., pero casi nunca térmicos.*¹⁴

¹² Fullaondo, *La bicicleta aproximativa*, 59

¹³ Intervención de Oíza en la "Sesión Crítica de Arquitectura. Funcionalismo y ladrillismo", *Revista Nacional de Arquitectura*, 119, Noviembre (1951): 48.

¹⁴ Damián Galmés y Enrique Lantero. "Notas sobre calefacción I", *Revista Nacional de Arquitectura* 112, Abril (1951): 44,

Indicaban también que el cálculo de los sistemas térmicos se realizaba a posteriori, sin que las características térmicas de los materiales se hubieran tenido en cuenta en el momento de elegirlos. Es decir, el sistema se aplicaba sobre un edificio proyectado sin prever el comportamiento térmico de sus componentes, y si estos eran adecuados para aprovechar del mejor modo los medios empleados en el acondicionamiento de los espacios. Estos artículos incluían los métodos de cálculo de coeficientes de transmisión K para distintos materiales y sistemas constructivos y valores de infiltración para carpinterías. Es decir, se buscaba una metodología que tuviera en cuenta las condiciones térmicas de los elementos constructivos del inmueble en el proceso de diseño.

En ese mismo número de la revista, las primeras páginas de publicidad del número reseñan las empresas que intervinieron en la construcción del Ministerio del Aire. En un anuncio a página completa la empresa Vitrofib señala que se emplearon 3.270 m² de su fieltro C, de fibra de vidrio, en las terrazas del Ministerio. Entre las virtudes de sus sistemas de aislamiento destaca que “en invierno impide la inútil fuga de calorías al exterior” y que su instalación permite ahorrar en consumo de combustible, con una amortización breve del importe del material. No solo había piedra en el edificio de Gutiérrez Soto, sino que se habían empleado materiales para resolver las situaciones climáticas que señalaba Oíza.

15 “Esta reducción de todas las materias a poco más que asistentes de las necesidades de los talleres de proyectos resultaba, en parte, reduccionista, puesto que no parecía que la estructura propiciase la posibilidad de arquitectos que se especializasen en historia, construcción, estructuras o economía, o, por ser más específicos, en cualquiera de las intensificaciones que el plan de 1957 había contemplado y que el de 1964 redujo a dos. La labor de estos departamentos se transformaba en “el asesoramiento –en régimen de consulta– _de los distintos departamentos que en la carrera existen y que inciden en la práctica de taller”, esto es, ni siquiera en sus respectivos campos la participación horizontal de los departamentos tenía relevancia, sino que se consideraba exclusivamente consultiva”. Jose María Echarte Ramos, “Estructura laboral de la arquitectura en España (1211-2010): del taller gremial al taller horizontal”, Tesis Doctoral (Madrid: UPM, 2023), 371.

La profesión estaba atenta a estos requerimientos, pero los medios eran muy limitados. Esto se reflejaba también en los planes de estudios, que incluían materias para avanzar en estos aspectos de la profesión.

En los sucesivos cambios del modelo formativo se consolidaron las materias que abordaban el cálculo y diseño de las instalaciones y condiciones térmicas de los edificios. Sin embargo, también se iba estableciendo un sistema que situaba a las asignaturas de proyecto sobre el resto de las materias, que pasaban a tener una participación meramente consultiva dentro de la práctica proyectual.¹⁵

Únicamente el plan de 1957 pareció apostar decididamente por la especialización del trabajo de los arquitectos en aspectos que están dentro de la formación, pero que quedan ocultos tras la prevalencia de la práctica profesional del proyecto y obra. En este plan se establecieron cinco secciones, denominadas Urbanismo, Economía y Técnicas de Obra, Estructuras, Acondicionamiento, y Restauración de Monumentos, y la que nos ocupa en este texto, Instalaciones de los Edificios.

La reducción a dos, Edificación y Urbanismo, aplicaba una mirada más restrictiva sobre la profesión y limitaba a un papel de comparsa a las materias dedicadas al diseño y la cuantificación de los sistemas que construyen el edificio, las asignaturas que verifican las cualidades de la materia con la que está constituida la arquitectura.

La belleza de la Termodinámica

A lo largo de las décadas siguientes se comenzó a aplicar una nueva mirada sobre la arquitectura de la modernidad. Esa cualidad del vidrio que destacaba Oíza como generador de una nueva espacialidad comenzó a estudiarse, al tiempo que se analizaba el papel que habían tenido las instalaciones en su desarrollo.

Mechanization takes Command (1948) de Sigfried Giedion analizaba la transformación que sufrieron los espacios y los modos de habitarlos al incorporar los elementos técnicos y Reyner Banham reflexionó sobre los ambientes que se crean gracias al diálogo entre los sistemas de calefacción y el cerramiento de vidrio en la Glass House de Philip Johnson en *A Home is not a House* (1965), y de un modo más extenso posteriormente sobre la influencia de las máquinas de climatización en la estética de los edificios del siglo XX en *The Architecture of the Well Tempered Environment* (1969).

Otros investigadores incidieron en cuestiones que ya tratara Oíza en sus apuntes, pero vinculándolas a nuevas estrategias que condujeran a un ahorro de la energía consumida por los edificios. Las cartas solares, tablas y esquemas que explicaba Oíza en sus apuntes eran copias o reinterpretaciones de textos anteriores, recodifican textos anteriores (algunos de ellos recogidos ya en el Neufert), es decir recogían conocimientos y prácticas existentes, fruto de la época en la que viajó a Estados Unidos.

Unos años más tarde los trabajos de Victor Olgay¹⁶ o Baruch Givoni¹⁷ emplean esos análisis, como el estudio de la orientación de los edificios y de las cartas solares, para establecer una serie de estrategias de diseño pasivo que anticiparán el modo de aproximarse a la disciplina tras la crisis del petróleo de 1973. Los cálculos siguen siendo importantes para determinar los consumos energéticos, pero primarán las condiciones que permitan reducir este al máximo.

Una figura tan relevante como Le Corbusier empleó sistemas similares para diseñar de un modo eficaz sus edificios en Chandigarh. Proyectó fachadas de vidrio combinadas con brise soleils de hormigón para controlar la iluminación y la protección solar para evitar el excesivo soleamiento. También para asegurar la correcta ventilación de los espacios, tan importante en un clima como el de Chandigarh, confió en estrategias pasivas que debían ser adaptables a los ciclos de las estaciones, frente a instalaciones de climatización que supondrían un coste económico superior. (Fig. 5)

16 V. Olgay, *Design with Climate*, 1963. Versión en español: *Arquitectura y clima* (Barcelona: Gustavo Gili, 1998).

17 B. A. Givoni, *Man, Climate and Architecture*, (Elsevier Architectural Science Series, University of Sydney: 1969).

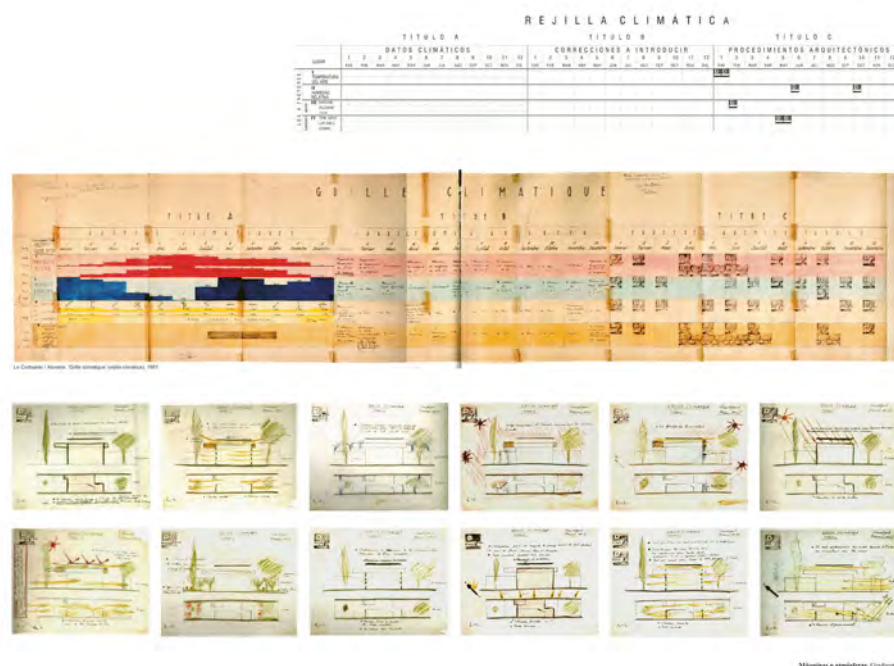


Figura 5. Le Corbusier / Xenakis, 'Grille climatique' (rejilla climática), 1951 Fuente: Eduardo Antonio Prieto González, "Máquinas o atmósferas: la estética de la energía en la arquitectura, 1750-2000", Tesis doctoral (Madrid: UPM, 2014) <https://doi.org/10.20868/UPM.thesis.32610>

Para ello confió en Iannis Xenakis para crear un sistema, denominado “rejilla climática”, que proponía una solución arquitectónica a la combinación de los factores que se consideraban relevantes: temperatura, humedad, vientos y radiación. Xenakis diseñó la tabla con las variables climáticas y dibujó las configuraciones arquitectónicas que de forma pasiva resolvían cada situación concreta.

Como los ciclos económicos se suceden, a la depresión de los años 70 le sucedió el optimismo de las dos décadas finales del siglo XX, y a este la vuelta a la preocupación por la sostenibilidad tras combinación de crisis económica y situación de emergencia medioambiental del arranque del siglo XXI. La sostenibilidad, concepto acuñado en los años 60, vuelve a irrumpir en la práctica arquitectónica.

Iñaki Ábalos publicó en el diario *El País*, en 2007, el artículo “Bartleby, el arquitecto” en el que explica cómo la sostenibilidad ha vuelto a ser el término de moda en la arquitectura, y cómo ha traspasado los límites de la disciplina para introducirse en el discurso político, con las consecuencias que esta traslación conlleva. Lo sostenible pasa ser una demanda que se establece sobre la práctica arquitectónica por parte de una industria de la construcción que busca resolver la sostenibilidad como una capa añadida a la del diseño de los edificios. Frente a esta vulgarización del término en beneficio de un sector de la economía que busca el crecimiento continuo y la explotación de recursos bajo el disfraz de una tecnología sostenible, Ábalos señala las prácticas del no hacer, de las que pone como ejemplo a Lacaton y Vassal.

Figura 6. Iñaki Ábalos, “La belleza termodinámica”. *Circo, La casa del aire*. 2008. 157 (CIRCO M.R.T. Coop, 2009).

2008. 157
LA CASA DEL AIRE

CIRCO

LA BELLEZA TERMODINÁMICA
IÑAKI ÁBALOS



El artículo “La belleza termodinámica”, publicado dos años y medio después en la revista *Circo* (Fig.6), sirve a Ábalos para desarrollar un análisis más pormenorizado y reflexivo, propio por otra parte de un entorno académico, de un nuevo modo de aproximarse a los edificios como organismos vivos,

*entidades con intercambios energéticos permanentes con su entorno, (...) una idea que a pesar de su tono mesiánico suscita cierta unanimidad al menos en los ambientes académicos (...) (el avance de esta idea en las universidades americanas es ahora mismo arrasador).*¹⁸

Josep María Montaner había defendido una postura similar en otro artículo para *El País*, donde hablaba de una arquitectura del ambiente, que se entendería como

*Estrategias y procesos, como sistemas de relaciones, como formas cuya materia esencial es la energía, como ambientes para los sentidos y la percepción.*¹⁹

18 Ábalo, “Bartleby, el arquitecto”.

19 Josep Maria Montaner, “Por una arquitectura ambiental”, *El País*, 22 de enero de 2006. Disponible en https://elpais.com/diario/2006/01/22/catalunya/1137895647_850215.html. (Última consulta en diciembre 2023)

Montaner incidía en las nuevas posibilidades que ofrecía la tecnología para “crear microclimas delimitados por velos de cristal”. Esto era más desarrollado por el autor en su obra “Sistemas arquitectónicos contemporáneos”:

Existe, por último, una variante posible y espléndida de la arquitectura entendida como condensadora de energía, que propone síntesis que se proyectan hacia el futuro.

Son los edificios conformados como entorno, que se desmaterializan fusionándose realmente con la vitalidad del espacio público y con la frondosidad del paisaje, que interactúan con el medio social, que asumen de manera auténtica la vitalidad de la naturaleza, que desarrollan las formas translúcidas y livianas potenciadas por las nuevas tecnologías y materiales, que se basan en potenciar experiencias en el ambiente.²⁰

Su defensa del diagrama como herramienta de proyecto está relacionada también con la capacidad de funcionar de un modo abierto y acoger variables como los aspectos medioambientales y energéticos, de modo que se produzca una nueva arquitectura.²¹

El tiempo transcurrido sirvió a Ábalos para realizar un interesante recorrido por la evolución de las soluciones arquitectónicas aplicadas a la sostenibilidad, y el cambio de rumbo que se ha producido al entender la primacía que tiene la forma del edificio en la determinación de su mejor comportamiento termodinámico, frente a las estrategias que buscan en la tecnificación la solución.

Muestra así que existe un cambio desde la concepción tectónica de los edificios hacia una aproximación termodinámica, que requiere de una nueva idea de belleza que integre

La existencia de diversas corrientes de aproximarse a la arquitectura desde esta nueva mirada sobre lo termodinámico y señala su preferencia por las nuevas técnicas proyectuales, a la organización de los sistemas constructivo-tipológicos y a las filiaciones estéticas.²²

Resuena el texto de Oíza, donde señalaba

Que si una conquista es tecnológica, ha de buscarse en la tecnología su fuerza y su defensa, y no en la estética su derrota.²³

Ábalos entiende que es necesario “trabajar sobre el paradigma termodinámico que lo haga fructífero en el plano técnico, en el crítico y en el estético”²⁴ y que se establece una oportunidad en

Los cambios radicales que la enseñanza de la Arquitectura está experimentando.²⁵

Es importante esta reivindicación de las oportunidades que pueden surgir del ámbito académico, y por tanto de la tarea que puede tener el docente de las materias técnicas. En el artículo para *El País* Ábalos introducía un elemento que era relevante para entender parte de los cambios en la disciplina, la aparición de nuevos marcos normativos, que suponen una modificación en las formas de trabajo.

La aprobación del Código Técnico de la Edificación permite aproximarse al proceso de proyecto y construcción desde la incorporación de nuevos asesores técnicos que diseñen y calculen modelizaciones de los ambientes, en una transición natural como la que supuso la presencia de calculistas de estructuras e instalaciones.²⁶

20 Josep Maria Montaner, *Sistemas arquitectónicos contemporáneos* (Barcelona: Gustavo Gili, 2008). 107

21 “Los diagramas son adecuados para proyectar abiertamente el futuro y para responder a los nuevos impulsos sociales, culturales, energéticos y medioambientales. Unos tiempos de cambio necesitan instrumentos de proyectos abiertos y versátiles, no cerrados y delimitados en un mundo de formas y estructuras; exigen que no se parta de un a priori, sino que se creen diagramas específicos para cada contexto y conjunto de requerimientos”. Josep Maria Montaner, *Del diagrama a las experiencias: hacia una arquitectura de la acción* (Barcelona: Gustavo Gili, 2014).12.

22 Iñaki Ábalos. “La belleza termodinámica”. *Circo, La casa del aire*, 2008. 157 (CIRCO M.R.T. Coop, 2009): 10.

23 Saénz de Oíza, “El vidrio y la arquitectura”, 16.

24 Ábalos, “La belleza termodinámica”, 10.

25 *Ibidem*, 12.

26 “Ahora puedes modelar y monitorizar el comportamiento térmico de un edificio y eso te da unas pistas tremendas, hay unos programas bárbaros, puedes saber exactamente como es el comportamiento de ese edificio en el entorno porque tenemos todos los datos climáticos y todos los comportamientos de los materiales.” Entrevista a César Ruiz Larrea en, Sarah Gutiérrez González, “Estrategias bioclimáticas en la arquitectura de Ruiz-Larrea”, Trabajo Fin de Grado, (Madrid: UPM, 2023), 81.

El correcto cálculo de estos ambientes, tanto en su eficiencia energética como en su ajuste presupuestario no debería ser un factor menor, en un contexto de varias crisis superpuestas que afectan a la disciplina, entre ellas la energética y la ambiental (que exigen un ajustado comportamiento termodinámico del edificio) y la de suministro de materiales (que requiere de una adecuada selección de los sistemas constructivos empleados, tanto por sus características técnicas como por su coste, incluido el de transporte e instalación).

Se suele citar la práctica arquitectónica de Lacaton y Vassal como ejemplo de nueva mirada hacia la sostenibilidad y hacia la definición de los espacios como elementos que intercambian energía más allá de su concepción matérica. Este ejemplo, no obstante, no sería posible sin una serie de estrategias que vienen trazadas por un estudio pormenorizado de costes, procedimientos de gestión y oportunidades de actuación. Las operaciones que realizan los arquitectos franceses parten desde una aproximación proyectual que introduce unos campos de interés que se salen de los procesos habituales pero que tienen un firme anclaje en la práctica profesional vinculada al cálculo de los presupuestos que permiten abordarlas. Es importante, por tanto, la existencia de una serie de materias que introduzcan a los estudiantes de arquitectura en estas tareas propias del trabajo diario, necesarias para conseguir que los procesos proyectuales sean una realidad construida. Las materias que, como señala Montaner, estudian los intercambios de energía y sus flujos y su relación con la arquitectura.²⁷

27 “En definitiva, las ciencias y la física, las artes y la arquitectura nos demuestran que todo es energía, todo es flujo y todos los procesos de la vida se basan en el gasto de energía.” Josep María Montaner, “Diagramas de Energía Fuerza y Materia = Diagrams of Energy, Force and Matter”, *Cuadernos de Proyectos Arquitectónicos*, nº 4 (2013): 40.

Hacia una enseñanza transversal

28 Directiva 85/384/CEE del Consejo, de 10 de junio de 1985, para el reconocimiento mutuo de diplomas, certificados y otros títulos en el sector de la arquitectura, y que incluye medidas destinadas a facilitar el ejercicio efectivo del derecho de establecimiento y de la libre prestación de servicios (OJ L 223 21.08.1985, 12-13, ELI: <http://data.europa.eu/eli/dir/1985/384/oj>

La Directiva 85/384/CEE de la Unión Europea establece que la arquitectura y sus actividades revisten un interés público. Entre las competencias que deben adquirir los estudiantes señala, en lo relativo a la termodinámica y comportamiento energético de los edificios lo siguiente:

9. un conocimiento adecuado de los problemas físicos y de distintas tecnologías, así como de la función de los edificios, de forma que se dote a éstos de todos los elementos para hacerlos internamente confortables y para protegerlos de los factores climáticos;

10. una capacidad técnica que le permita concebir edificios que cumplan las exigencias de los usuarios, respetando los trámites impuestos con los factores del c Los apuntes de Salubridad de Oíza oste y las regulaciones en materia de construcción.²⁸

Estas exigencias se han trasladado a las normativas nacionales que establecen las condiciones que tienen que cumplir los planes de estudios que habiliten a quienes los cursen para ejercer la profesión de arquitecto.²⁹

29 ORDEN ECI/3856/2007, de 27 de diciembre, por la que se establecen los requisitos para la verificación de los títulos universitarios oficiales que habiliten para el ejercicio de la profesión de Arquitecto.

Por lo tanto esas competencias figuran en los planes de las escuelas de arquitectura de España y en sus sucesivas modificaciones. *El Libro Blanco del Título de Grado de Arquitecto* elaborado por la ANECA señala que los arquitectos españoles están mejor formados técnicamente que los europeos,³⁰ ya que heredan la concepción del arquitecto como constructor, que necesitaba de unas enseñanzas con contenidos próximos a los de las ingenierías.

A raíz de la incorporación de España a la Comunidad Económica Europea primero y posteriormente a la Unión Europea, existe todo un marco normativo que establece las prestaciones mínimas que deberán cumplir los edificios. Uno de los aspectos que se regula es su comportamiento en materia de eficiencia energética.

El diseño del edificio determinará una serie de condiciones de partida que el cálculo cuantificará y validará en el proyecto técnico,³¹ el documento que exige la administración para que el edificio disponga de la necesaria licencia de edificación.

La Ley de Ordenación de la Edificación establece que la seguridad, la funcionalidad y la habitabilidad serán requisitos básicos exigibles para un edificio. Dentro de los relativos a la habitabilidad hace mención a la

“higiene, salud, (...) de tal forma que se alcancen condiciones aceptables de salubridad y estanciedad en el ambiente interior y al ahorro de la energía y aislamiento térmico, de tal forma que se consiga un uso racional de la energía necesaria para la adecuada utilización del edificio”.

Para garantizar la calidad exigible el proyecto deberá recoger los documentos necesarios para satisfacer las exigencias técnicas y las soluciones adoptadas se deberán justificar en base a la normativa vigente.

Para esto, la academia dispone de una trayectoria curricular que introduce al alumnado en las atribuciones profesionales que dispone la ley y por lo tanto se le transmite el conocimiento necesario para poder aplicar las herramientas necesarias para el desarrollo de su profesión. Estas quedan configuradas en una serie de áreas de conocimiento y de materias con las que se permitirá al alumnado adquirir los conocimientos adecuados.

Frente a concepciones estáticas de la enseñanza, existen otras vías de mostrar la complejidad de la disciplina, desde miradas tangenciales que aprovechen la transversalidad de los conocimientos adquiridos a lo largo de la formación. Existen investigaciones interesantes sobre las nuevas materialidades de la arquitectura y sobre la configuración de esta como una respuesta a las exigencias termodinámicas que tiene que resolver el edificio insertado en un entorno concreto, con unas condiciones climáticas determinadas y con unas prestaciones de confort específicas para sus usuarios.

El trabajo de Eduardo Prieto muestra, desde el área de Composición, un interesante recorrido sobre la historia de las metáforas que han vinculado a la arquitectura con la energía. Una aproximación desde la forma arquitectónica y desde el estudio de la tradición y de las tipologías como factor relevante de las justificaciones de la arquitectura desde planteamientos externos a la disciplina.³²

Iñaki Ábalos se enfrenta a la cuestión tanto desde una posición teórica, desde el área de conocimientos de Proyectos Arquitectónicos, como desde su práctica profesional, donde aplica las estrategias de optimización de la envolvente térmica que desarrollara en textos como “La belleza termodinámica”. (Fig.7)

31 “El proyecto es el conjunto de documentos mediante los cuales se definen y determinan las exigencias técnicas de las obras contempladas en el artículo 2. El proyecto habrá de justificar técnicamente las soluciones propuestas de acuerdo con las especificaciones requeridas por la normativa técnica aplicable”, España, Jefatura del Estado, Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación, aprobado en BOE» núm. 266, de 06/11/1999, art.4. Disponible en <https://www.boe.es/eli/es/l/1999/11/05/38/con>

32 Eduardo Antonio Prieto González, “Máquinas o atmósferas: la estética de la energía en la arquitectura, 1750-2000”, Tesis doctoral (Madrid: UPM, 2014), 9. <https://doi.org/10.20868/UPM.thesis.32610>

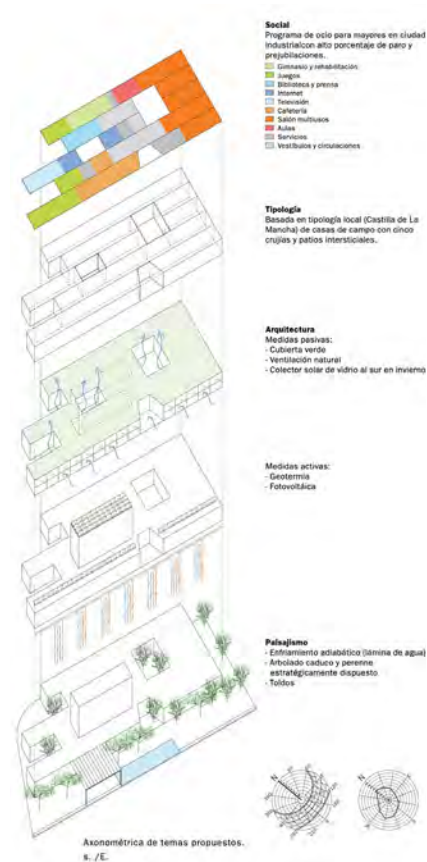


Figura 7. Ábalos + Sentkiewicz. Esquemas de comportamiento pasivo del Centro de ocio en Azuqueca de Henares. 2011. Fuente: Revista ARQ, 86 (Santiago de Chile, 2014): 74.

Hay que destacar que desde el Área de Construcciones Arquitectónicas hay iniciativas docentes que plantean esta mirada transversal a sus materias, conectando la enseñanza de los mecanismos teóricos y de cálculo con proyectos que incorporan nuevas aproximaciones a lo arquitectónico desde lo termodinámico.

Experiencias en las aulas que ayudan a entender el comportamiento energético de los edificios de la modernidad y que establecen los cauces desde los que diseñar, cuantificar y controlar los aspectos termodinámicos de los proyectos.³³ Esto se refleja en publicaciones como *Máquinas de habitar. Hacer arquitectura con las instalaciones*, una recopilación de distintos trabajos realizados desde el Departamento de Construcción y Tecnología Arquitectónica de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid, donde se pone de relieve la importancia del diseño de las instalaciones en la concepción global de la obra arquitectónica, y cómo en muchas ocasiones son responsables directas la propia emoción estética que el edificio transmite.

33 Esto se ha materializado en diversas propuestas de innovación docente como las presentadas desde las materias de instalaciones de la ETSAM en, Jorge Gallego Sánchez-Torija, Jesús García Herrero, y César Bedoya Frutos, «El aprendizaje basado en retos frente a la enseñanza tradicional de las instalaciones en Arquitectura», *Innovación educativa*, n.o 31 (2 de diciembre de 2021), y Jorge Gallego Sánchez Torija, Jesús García Herrero, y César Bedoya Frutos, “Mejora del desempeño energético para entidades sociales desde el aprendizaje y el servicio = Improvement of energy performance for social entities from learning and service”, *Advances in Building Education* 3, n.o 3 (2019): 9-19.

El compromiso con una práctica arquitectónica responsable con su entorno y sus habitantes, y decidida a incorporar un nuevo modelo de belleza termodinámica, tiene que partir de una aproximación transversal a la docencia de la disciplina, que incluya el conocimiento de los mecanismos de proyecto y de las herramientas de cálculo que verifiquen las intuiciones que con aquellos se plantean.

El impulso inicial que Oíza aportó a la enseñanza de estas materias nos recuerda que la práctica profesional requiere de la comprensión íntima de que todas las áreas de conocimiento deben estar interrelacionadas.

Si Oíza dirigió finalmente su docencia al área de Proyectos Arquitectónicos, dejando de integrar muchos de los aspectos de sus enseñanzas previas, es relevante la mirada de Iñaki Ábalos a las cuestiones de la termodinámica desde ese campo. La integra dentro de sus prácticas académicas asimilando una nueva conciencia sobre la sostenibilidad y aplica sobre las estrategias proyectuales las herramientas que permiten modelizar y cuantificar el comportamiento de los edificios. Frente a los ábacos manuales, la parametrización de los modelos energéticos. Todo esto en colaboración con los docentes que imparten las materias específicas que estudian estas cuestiones. La universidad como campo de trabajo de un nuevo modelo de aproximación a la vida dentro de los edificios.



Figura 8. Imagen de la portada de la Revista Nacional de Arquitectura 129-130. Sep.-Oct. (1952)

Bibliografía

- Ábalos, Iñaki. "Bartleby, el arquitecto". *El País*, 10 de marzo de 2007, sec. Babelia. Disponible en https://elpais.com/diario/2007/03/10/babelia/1173485179_850215.html (Última consulta diciembre 2023).
- Ábalos, Iñaki. "La belleza termodinámica". *Circo, La casa del aire*. 2008. 157, CIRCO M.R.T. Coop, 2009.
- Ábalos, Iñaki, y Sentkiewicz, Renata. "Centro de ocio, Azuqueca de Henares, Guadalajara, España: Ábalos + Sentkiewicz Arquitectos, 2011." *ARQ (Santiago)*, nº 86 (2014): 70-73. <https://doi.org/10.4067/S0717-69962014000100010>.
- Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación. *Libro Blanco. Título de Grado en Arquitectura*. Madrid, 2005
- Directiva 85/384/CEE del Consejo, de 10 de junio de 1985, para el reconocimiento mutuo de diplomas, certificados y otros títulos en el sector de la arquitectura, y que incluye medidas destinadas a facilitar el ejercicio efectivo del derecho de establecimiento y de la libre prestación de servicios (OJ L 223 21.08.1985, p. 9, ELI: <http://data.europa.eu/eli/dir/1985/384/oj>)
- Echarte Ramos, Jose María. "Estructura laboral de la arquitectura en España (1211-2010): del taller gremial al taller horizontal". Tesis doctoral. Madrid: UPM, 2023. <https://oa.upm.es/73222/>.
- Fullaondo Errazu, Juan Daniel. *La bicicleta aproximativa: conversaciones en torno a Sáenz de Oiza*. Madrid: Kain, 1991.
- Galmés, Damián y Lantero, Enrique. "Notas sobre calefacción I", *Revista Nacional de Arquitectura* 112. Abril (1951): 44-46
- Gallego Sánchez-Torija, Jorge (coord.). *Máquinas de habitar: hacer arquitectura con las instalaciones*. Madrid: Ediciones Asimétricas, 2022.
- García Gener, Paloma. "La docencia de la ETSAM en su contexto histórico: 1844-2015". Trabajo Fin de Grado. Madrid: UPM, 2016. <https://oa.upm.es/39184/>.
- Gutiérrez González, Sarah. "Estrategias bioclimáticas en la arquitectura de Ruiz-Larrea". Trabajo Fin de Grado. Madrid: UPM, 2023. <https://oa.upm.es/72548/>.
- España, Jefatura del Estado, Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación, aprobado en BOE» núm. 266, de 06/11/1999. Disponible en <https://www.boe.es/eli/es/l/1999/11/05/38/con>.
- Lozano, María del Pilar Salazar, Pablo Rodríguez Rodríguez, y Zaida García-Requejo. "Los comienzos de un arquitecto. Crónica del viaje de Sáenz de Oiza por Estados Unidos y México". *Estoa. Journal of the Faculty of Architecture and Urbanism* 11, nº 21, 2022. <https://doi.org/10.18537/est.v011.n021.a08>
- Martín Gómez, César. *Los apuntes de salubridad e higiene de Francisco Javier Sáenz de Oiza*. Pamplona: T6, 2010.
- Miguel, Carlos de. "Número 112. Abril 1951" *Revista Nacional de Arquitectura* 169-170. Febrero. (1973): 18
- Molina, Santiago de. "Profesor de retretes", *Múltiples Estrategias de Arquitectura*. 8 de abril de 2013. Disponible en <https://www.santiagodemolina.com/2013/04/profesor-de-retretes.html> (Última consulta diciembre 2023)
- Moneo, Rafael. "Perfil de Oiza joven ", *El Croquis*. Vol.7. 32-33 (1988): 192-195.
- Montaner, Josep Maria. *Del diagrama a las experiencias: hacia una arquitectura de la acción*. Barcelona: Gustavo Gili, 2014.

- Montaner, Josep Maria. "Diagramas de Energía Fuerza y Materia = Diagrams of Energy, Force and Matter". *Cuadernos de Proyectos Arquitectónicos*, nº 4 (2013): 38-43.
- - -. "Por una arquitectura ambiental". *El País*, 22 de enero de 2006. Disponible en https://elpais.com/diario/2006/01/22/catalunya/1137895647_850215.html. (Última consulta diciembre 2023)
- - -. *Sistemas arquitectónicos contemporáneos*. Barcelona: Gustavo Gili, 2008.
- ORDEN ECI/3856/2007, de 27 de diciembre, por la que se establecen los requisitos para la verificación de los títulos universitarios oficiales que habiliten para el ejercicio de la profesión de Arquitecto. 2007
- Prieto González, Eduardo Antonio. "Máquinas o atmósferas: la estética de la energía en la arquitectura, 1750-2000". Tesis doctoral. Madrid: UPM, 2014. <https://oa.upm.es/32610/>.
- Sáenz de Oíza, Francisco Javier. *Salubridad e higiene: apuntes*. Madrid: Universidad Politécnica. E.T.S. de Arquitectura, 1957.
- - -. "El vidrio y la arquitectura". *Revista Nacional de Arquitectura* 129-130. Sep.-Oct. (1952): 11-67.
- - -. "Torres Blancas, Madrid 1969, Banco Bilbao, Madrid 1972". *El arquitecto enseña su obra*, 1. Fundación COAM, 2000.
- "Sesión Crítica de Arquitectura. El Ministerio del Aire". *Revista Nacional de Arquitectura* 112. Abril. (1951): 28-43.
- "Sesión Crítica de Arquitectura. Funcionalismo y ladrillismo". *Revista Nacional de Arquitectura* 119. Noviembre. (1951): 34-48.