

## PROYECTOS DE ILUMINACIÓN EN LA EDIFICACIÓN

M. González Redondo <sup>1\*</sup>, A. García García <sup>1</sup>, R. Álvarez Rodríguez <sup>2</sup>, P. Dávila <sup>2</sup>,  
O. de Abril <sup>2</sup> y V. Pascual <sup>2</sup>

1: GIE Física Aplicada a la Edificación  
ETS Arquitectura y ETS Edificación  
Universidad Politécnica de Madrid

e-mail: [mer.gonzalez@upm.es](mailto:mer.gonzalez@upm.es), [alfonso.garcia@upm.es](mailto:alfonso.garcia@upm.es)

2: Departamento de Estructuras y Física de Edificación  
ETS Arquitectura  
Universidad Politécnica de Madrid

e-mail: [raquel.alvarez@upm.es](mailto:raquel.alvarez@upm.es), [pedro.davila@upm.es](mailto:pedro.davila@upm.es), [oscar.deabril@upm.es](mailto:oscar.deabril@upm.es),  
[valero.pascual@upm.es](mailto:valero.pascual@upm.es),

**Resumen.** Se presenta una propuesta didáctica sobre iluminación natural para estudiantes de Arquitectura y Edificación basada en el concepto de Hands-on Activity, con la idea de que aprendan de manera totalmente experimental. Con este curso se pretende enseñar las bases fundamentales para aprovechar al máximo la luz natural en la edificación y así conseguir reducir el gasto en luz artificial, con el consiguiente ahorro energético. Los estudiantes han realizado un estudio cualitativo y cuantitativo de la luz natural en distintos edificios construyendo una maqueta de los mismos. Han utilizado sensores fotométricos LI-210 para medir iluminancias en las maquetas. Posteriormente han realizado algún cambio en los huecos del edificio que mejore el aprovechamiento de la luz natural en su interior y han cuantificado el aumento de iluminación natural conseguido con dicho cambio.

**Palabras clave:** Aprendizaje activo, metodología aprendizaje orientado a proyectos, aprendizaje experiencial, investigación educativa y metodología trabajo en equipo/grupo.

### 1. Introducción

Partiendo de la idea del arquitecto Alberto Campo Baeza de que "la luz es el tema central de la Arquitectura" [1], se ha preparado una nueva forma de enseñar a los estudiantes de la ETS de Arquitectura de la UPM las nociones fundamentales sobre iluminación natural de manera totalmente experimental. Se ha puesto en práctica durante el segundo semestre del curso 2016/17 en la asignatura Taller Experimental II de 4º curso de Grado en Fundamentos de Arquitectura del Plan 2010 ofertado como el taller de "Proyectos de Iluminación en la Edificación".

### 2. Objetivos

El objetivo principal de este proyecto de innovación educativa es iniciar al alumno en teoría y cálculo de la Iluminación.

Después de esta actividad, los alumnos tienen que ser capaces de:

- Medir y registrar iluminancias globales en cualquier local.
- Determinar experimentalmente la distribución de iluminancias en un local.
- Determinar el aprovechamiento de la luz natural en un local.

- d) Manejar los programas Excel y Grapher (disponibles en la ETSAM).
- e) Manejar el software libre de iluminación DIALUX.
- f) Calcular el aporte de la iluminación artificial que necesita el local para cumplir las especificaciones del Código Técnico de la Edificación (CTE) [2] [3].

### 3. Metodología

Las actividades que tienen que realizar los estudiantes durante este taller experimental son:

#### 3.1. Diseño y construcción de los modelos a escala

Esta actividad se realiza en el laboratorio de maquetas de la ETSAM (Fig.1). Si la maqueta es de poliestireno, para evitar que la luz pase a través de las fachadas, todo el modelo se cubre con cinta opaca; si es de cartón pluma, no es necesario, aunque también se suele cubrir para protegerla de la lluvia dado que va a estar expuesta al aire libre.

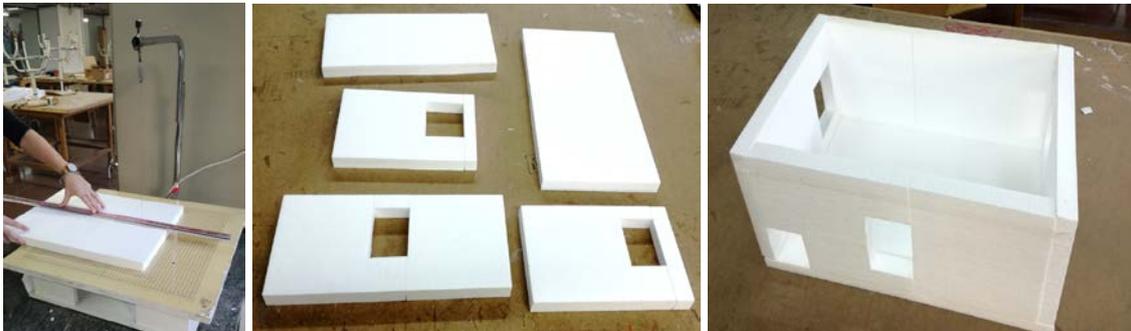


Figura 1. Etapas de la construcción de la maqueta

#### 3.2. Puesta a punto de los sensores y su colocación en los modelos

Para esta actividad se dispone de 25 sensores fotométricos Li-210 que se colocarán en las distintas maquetas (Fig. 2). Se desarrollará en el laboratorio de Física. Realizarán pruebas del manejo de los aparatos y posteriormente colocarán los sensores en las zonas del modelo donde se quiera medir.



Figura 2. Sensores fotométricos en las maquetas

Además, en la terraza del ala norte de la ETSAM se dispone de una torreta metálica en la que se pueden colocar cinco sensores; cuatro de ellos orientados a cada uno de los cuatros puntos cardinales, Norte, Sur, Este y Oeste; que miden iluminancias globales verticales, y el quinto en posición cenital que mide iluminancia global horizontal (Fig. 3).



**Figura 3.** Sensores exteriores

### **3.3. Registro de iluminancias globales horizontales en los modelos y exterior**

La tercera actividad consiste en el registro de medidas de iluminancias, que se realizará en la terraza del ala norte de la ETSAM donde se colocarán los modelos. Para ello se dispone de varios dataloggers a los que se pueden conectar un máximo de 8 sensores de iluminación a cada uno. Se configuran para que el registro de datos se realice los días, las horas y con la frecuencia deseada (1 min, 5 min, 15 min...).

### **3.4. Tratamiento de datos y análisis de resultados**

Para realizar esta actividad se darán unas clases básicas de manejo de Excell y de Grapher y los estudiantes tendrán que analizar los datos registrados y elaborar las gráficas correspondientes, así como cuantificar los resultados obtenidos.

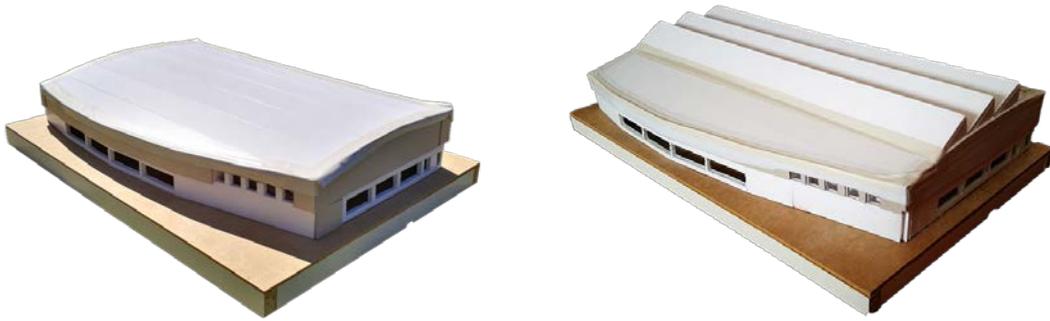
### **3.5. Entrega del Proyecto**

A final de curso, los estudiantes tendrán que presentar una memoria escrita y exponer oralmente el proyecto realizado.

## **4. Resultados**

Durante este semestre se han estudiado diversos lugares en los cuales se ha introducido algún tipo de mejora desde el punto de vista lumínico. Se van a mencionar algunos de ellos. Uno ha sido el recinto de piscinas del polideportivo El Espinillo (Villaverde) en el que se han creado tres lucernarios en la cubierta apoyados sobre las vigas existentes y orientados al norte para evitar la entrada directa del sol (Fig. 4). En este proyecto se ha obtenido un aumento muy considerable de la luz natural pasando de ser de aproximadamente 450 lux de media diaria a unos 5600 lux.

Otro caso de estudio ha sido la academia de baile “Danzas” (Madrid) en la que se ha ampliado el tamaño de las ventanas (Fig. 5). Con esta modificación se ha mejorado la iluminación interior en un 300% aproximadamente.



**Figura 4.** Maquetas del polideportivo *El Espinillo* actual (izda) y del modificado (dcha)



**Figura 5.** Maquetas de la escuela de baile *Danzas* actual (izda) y de la modificada (dcha)

## 5. Conclusiones

Esta propuesta didáctica ha sido muy positiva. Todos los estudiantes han seguido la asignatura con interés y participación y los resultados han sido muy buenos. Se seguirá ofertando en los siguientes cursos académicos. Se debe mencionar que varios alumnos del TFG han solicitado poder hacer medidas de iluminación para el desarrollo de su trabajo.

## REFERENCIAS

- [1] A. Campo Baeza. *La idea construida*. Colegio Oficial de Arquitectos (1996).
- [2] Código Técnico de la Edificación, Sección HE 3: Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación.
- [3] Guía Técnica de Aprovechamiento de la luz natural en la iluminación de edificios. IDAE (Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía). ISBN: 84-86850-92-4
- [4] Instruction Manual Li-1000 Datalogger. Li-cor, inc. Recuperado de <https://www.licor.com/documents/wa81wtaz5pg2l9p26xhl>