

## ARTEFACTOS PARA ILUMINACIÓN NATURAL INTEGRADOS A LA ARQUITECTURA. ESTRATEGIAS DE OPTIMIZACIÓN DE LAS CONDICIONES LUMÍNICAS EN LA ENVOLVENTE DE UN TALLER DE LA FADU - UBA

Eduardo Aguaviva, Gabriela Casabianca, Susana Eguía, María A. Valerio, \*  
Julian Evans+, Gustavo Vence ++

Centro de Investigación Hábitat y Energía (CIHE), SICyT  
Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo, Universidad de Buenos Aires  
CC 1765, Correo Central (1000), Capital Federal, Tel/Fax (011) 4789-6274  
Email: CIHE@fadu.uba.ar

**RESUMEN:** Se presentan aquí los resultados del trabajo realizado en el marco del Seminario NuevaTec Diseño de Artefactos para Iluminación Natural, dictado por la D.I. Andrea Pattini. El objetivo del trabajo es integrar a un hecho arquitectónico existente un dispositivo que permita mejorar las condiciones de iluminación natural dentro de los locales. El desarrollo del estudio comprende el relevamiento de las condiciones existentes, la propuesta de dos dispositivos, un estante de luz sencillo y un captador con un funcionamiento semejante a un lumiducto horizontal, su verificación mediante ensayos con maquetas en el Cielo Artificial y el Heliodón y las conclusiones del trabajo realizado, que comprenden una comparación entre la situación existente y los dispositivos ensayados.

**Palabras clave:** iluminación natural, modelos a escala, cielo artificial, ensayos.

### INTRODUCCIÓN Y OBJETIVO DEL ESTUDIO

La posibilidad de utilizar la luz natural de modo sustentable permite reducir el consumo de energía destinado a proveer iluminación artificial, con beneficios adicionales considerando la salubridad ambiental para los ocupantes, además de beneficios estéticos, etc., incluyendo aquellos beneficios ecológicos derivados de la reducción de la demanda de energía para iluminación. El desarrollo del trabajo práctico del Seminario NuevaTec Diseño de Artefactos para Iluminación Natural, dictado por la DI Andrea Pattini del LAHV - CRICyT, toma como objeto de estudio un taller del 2º piso de la FADU. A partir del estudio lumínico del taller, se propone desarrollar propuestas que posibiliten distribuir la luz solar directa incidente, desde el área vidriada, hacia las zonas que presenten condiciones lumínicas deficientes para los requerimientos de uso del espacio, y, al mismo tiempo, disminuir los efectos de desconfort visual producidos por la incidencia solar directa en las zonas próximas a las ventanas.

#### *Objetivos específicos*

- Determinar el rango de niveles de reflectancia admisible en los planos que conforman la envolvente del espacio a partir de la modelización a escala del mismo.
- Desarrollo de un elemento lumínico, modelizado a escala, destinado a redirigir, conducir y distribuir la luz natural disponible, en áreas con condiciones lumínicas deficientes.
- Estudio de accesorios exteriores o interiores para la protección solar y redireccionalizar la luz solar directa en el área adyacente a ventanas.

### DESARROLLO DEL TRABAJO

#### *Análisis de las características generales del taller.*

El edificio de la FADU se halla situado en un área abierta sin obstrucciones en la orientación NO, a una distancia variable entre 500 y 1000 m del Río de la Plata. En esta orientación, las visuales desde el taller abarcan parte del río y de la masa de vegetación que crece en la zona costera. El espacio seleccionado para el estudio y propuesta de diseño es el Taller 206, de la FADU, UBA, ubicado en el segundo nivel del Pabellón tres de la Ciudad Universitaria. Se halla orientado al NO y sus dimensiones son 12 m de ancho, 20 m de profundidad, 3.37 m de altura hasta el casetonado, cuyas vigas tienen 1.30 m de altura. El Taller, por encontrarse en la parte media de la planta, es representativo de las condiciones medias de la mayor parte de los espacios destinados a la actividad práctica de los alumnos de la Facultad, en el sector NO del edificio.

\* Arquitectos, + Estudiante de arquitectura, ++ Diseñador Industrial

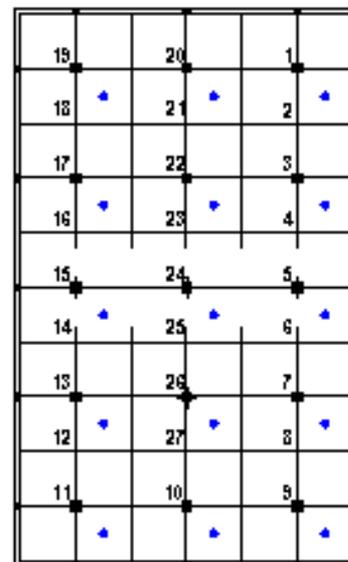
El taller presenta dos frentes vidriados y, uno hacia el exterior al NO y el otro hacia la circulación de la planta. El frente exterior presenta seis paños subdivididos en un paño superior y uno inferior móviles y uno central fijo, los tres transparentes incoloros. Por encima de los módulos vidriados se extiende el casetón de hormigón armado. Los laterales son muros de ladrillo visto, en su color original hasta una altura de 2.40m, y luego cerrados con paños en cristal transparente hasta el casetón, que se halla a partir de los 4.50 m de altura. Ambas paredes cuentan con una puerta de madera central de doble hoja y superficies en terminación laminado plástico color blanco semimate que cubren un 70% de su superficie. La cubierta del taller está constituida por un casetonado de hormigón modulado de 2.00 x 2.00 m y 1.50 m de altura, en su color original, con huecos previstos para el paso de conductos de Aire Acondicionado.

*Evaluación de las condiciones de las condiciones lumínicas existentes*

El estudio del espacio se realizó sobre la base de relevamientos visuales y mediciones llevadas a cabo en cuatro horarios diurnos, para las condiciones de cielo claro con sol y cielo nublado. Se midieron 27 puntos distribuidos según la Figura 1, que corresponden a la altura del plano de trabajo, es decir sobre las mesas existentes. Los puntos considerados coinciden con la intersección determinada por el cruce de los casetones. Las mediciones se llevaron a cabo con cielo nublado, en los siguientes horarios: 12.00, 14.00, 16.00, y 18.00 hs. Durante las mediciones, las luces del taller permanecieron encendidas ya que son de encendido automático.

Punto PV	Horario			
	12.00	14.00	16.00	18.00
1	330	1370		
2	156	870		
3	113	361		
4	96	270		
5	118	177		
6	138	150		
7	123	130		
8	107	145		
9	122	178		
10	121	150		
11	91	145		
12	98	141		
13	102	135		
14	101	134		
15	114	226		
16	100	318		
17	127	450		
18	160	595		
19	258	1590		
20	144	2580		
21	140	2537		
22	142	1380		
23	135	215		
24	128	490		
25	137	168		
26	134	176		
27	126	184		

Ubicación en planta



- 8. ■ Ubicación de puntos de medición
- Ubicación de luminarias

Tabla 1. Mediciones de iluminación sobre plano horizontal.

Las irregularidades en el trazado de las líneas de isolux se deben a la influencia de la iluminación artificial. Para tener una referencia de las condiciones de iluminación natural sin influencia de la luz artificial, se realizó una simulación utilizando el programa Daylight, obteniendo como resultado la distribución de iluminación bajo condiciones de cielo cubierto. Para realizar estas simulaciones se consideraron dos situaciones básicas de referencia, calculandose las ventanas sin aleros y con un alero mínimo de 0,50 m. La mayor parte del taller presenta un nivel de iluminación por debajo de los 200 lux.

El siguiente paso fue la verificación con maqueta en el cielo artificial. A continuación se verificaron las condiciones de asoleamiento utilizando la misma maqueta en el Heliodón del CIHE.

En días nublados los valores de las mediciones resultaron inferiores a los mínimos aceptables para el confort lumínico necesario en las actividades del taller. Durante las mediciones la iluminación artificial permaneció encendida, ya que se activa con la ocupación. Los valores medidos son inferiores al 30% del mínimo necesario de 500 lux en un 70% del taller. La iluminación artificial no incide favorablemente aportando solamente un promedio de 100 lux.

En días claros la incidencia solar directa en un día claro con sol, en horas de la tarde desde el NO, alcanza al primer cuarto del espacio desde la ventana, generando un reflejo importante en el piso de cerámicos color rojo semi mate. Desde el exterior, la incidencia del sol sobre la superficie del río a una distancia aproximada de 1000 m, produce un importante discomfort visual en las personas que se sientan orientadas hacia las ventanas. Este efecto se prolonga hasta las 17.00 hs aproximadamente.

Según estas observaciones, se puede definir el problema que servirá para establecer los límites en los que deberá moverse el proyecto. Por los datos observados el Taller 206 no recibe luz lateral homogénea desde el exterior, siendo también deficiente la iluminación artificial. La heterogeneidad afecta el confort necesario en los planos de trabajo y en las áreas verticales que son utilizadas como pizarrones y zonas de exposición de la producción gráficos.

Sobre la base de estas observaciones fue necesario considerar la iluminación mínima necesaria a proveer en el espacio del Taller, la eficiencia del sistema de iluminación artificial, el alcance máximo de la iluminación natural incidente, la protección solar y la incidencia de colores, materiales y texturas en las superficies horizontales y verticales.

*Hipótesis de trabajo*

Las condiciones lumínicas analizadas y sus efectos requieren de las siguientes soluciones de diseño integradas:

- La modificación de los coeficientes de reflectancia de la envolvente, necesaria como primer paso a fin de optimizar la distribución de la luz natural bajo las actuales características. Adicionalmente, el área de ventanas requiere de elementos horizontales y verticales, para reducir la incidencia solar en determinadas horas, durante todo el año.
- Una vez solucionados los problemas de exceso de reflexión e incidencia solar directa, la incorporación de un artefacto lumínico de desarrollo horizontal posibilitará distribuir la luz natural en forma selectiva, mejorando las condiciones de las áreas del taller que presentan condiciones lumínicas deficientes.

*Propuestas y ensayos realizados*

Se proponen dos opciones de dispositivos para mejorar las condiciones de iluminación natural. Estas son:

1. una bandeja o estante de luz de 1 m de ancho, con una superficie altamente reflectiva
2. un captador, con un funcionamiento semejante a un lumiducto horizontal.

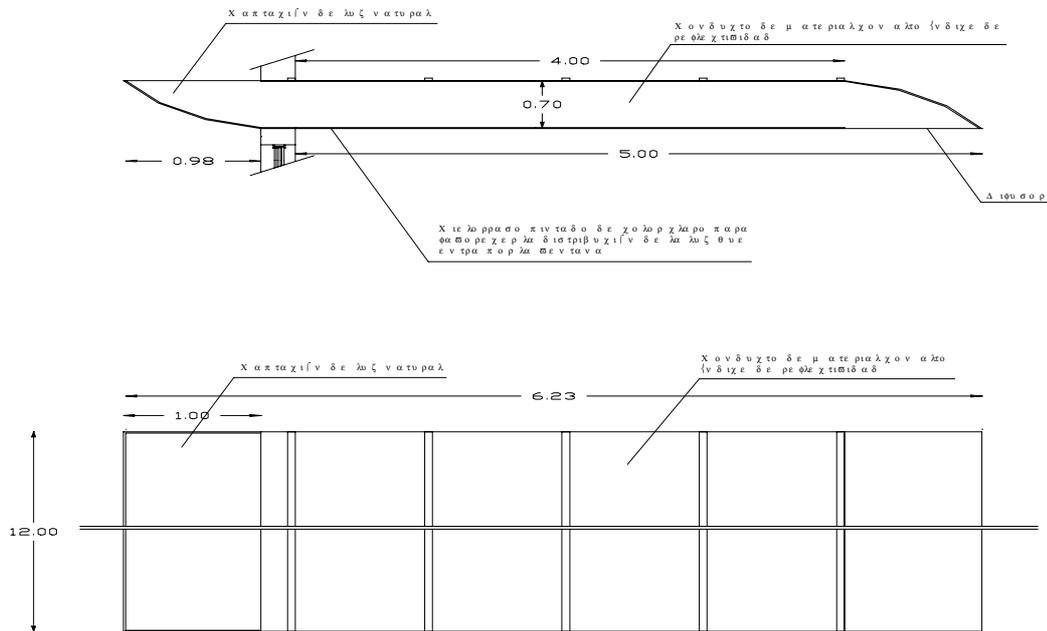
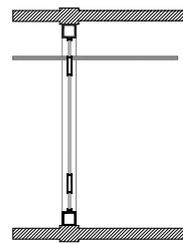


Figura 1: Esquema del captador. Ambos dispositivos se colocan a nivel del paño superior de la abertura, por encima de la ventana central fija. El paso siguiente fue realizar las correspondientes verificaciones en el cielo artificial y el heliodón del LEB - CIHE.

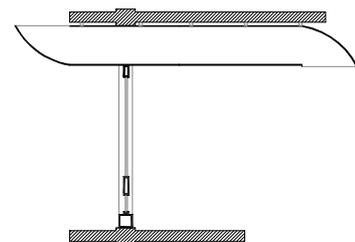


### Situación existente

Figura 2: Esquema y maqueta correspondientes a la situación existente en el taller de la FADU.



### Incorporación de bandeja reflectora



### Incorporación de captador

Figuras 3 y 4: Propuestas para mejorar las condiciones de iluminación natural.

### COMPARACIÓN DE LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS Y CONCLUSIONES.

Los resultados de las mediciones realizadas en el Cielo Artificial del CIHE, utilizando las maquetas correspondientes caso de estudio y las dos propuestas se muestran en la siguiente tabla. Las mediciones se llevaron a cabo utilizando un luxómetro LICOR, colocando el sensor a la altura del plano de trabajo. El punto 0 corresponde al sector adyacente a las ventanas y el 8 al punto más distante de ellas.

MEDICION	SITUACION ACTUAL (Lux)	BANDEJA (Lux)	CAPTADOR (Lux)
0	230.4	262.4	146.2
1	101.3	134	171.7
2	50.1	78.5	99.3
3	34.2	47.8	38.6
4	24.9	36.1	27.5
5	22.8	31	25.6
6	22.7	33	28.6
7	27.4	42.2	34
8	35.9	61.4	50.4

Tabla 2: Comparación de los resultados de los ensayos. Nivel de iluminación medido en Lux.

Nota: las mediciones dentro de la maqueta se realizaron con un sensor ubicado en línea recta, en el centro, con una separación entre los puntos de 4 cm= 2 m

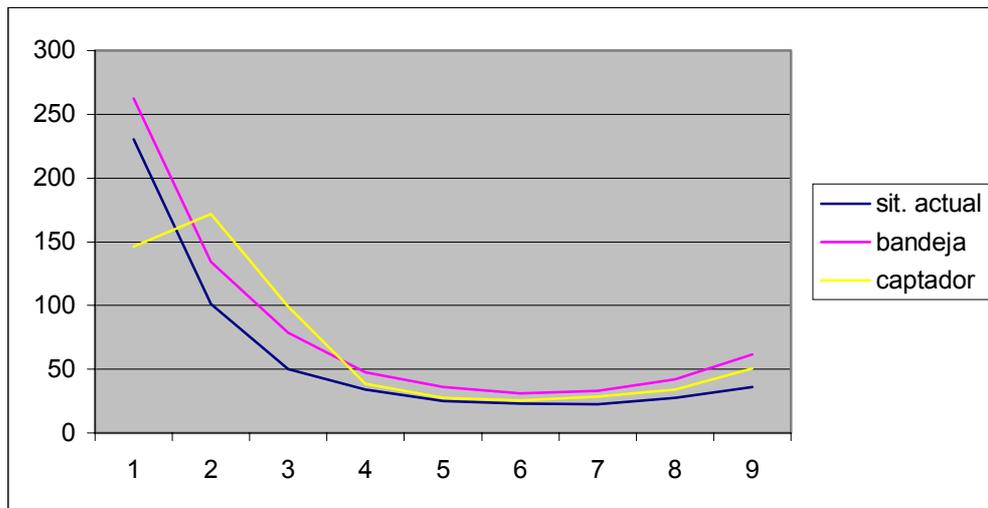


Figura 4: Curvas representativas de los resultados de los ensayos. Eje vertical: nivel de iluminación medido en Lux.

Como se puede visualizar, la bandeja o estante de luz presenta un mejor nivel general de iluminación, mejorando el patrón que presenta la situación actual, sobre todo aproximadamente en el primer tercio de la longitud del aula. En el caso del captador, baja el nivel de iluminación en la zona próxima a la ventana, presentando un pico en el nivel de iluminación que después decrece rápidamente igualando el correspondiente a la situación actual.

Visualizando las curvas, la situación más aconsejable es la que surge del uso de la bandeja o estante, que implica una mejora en el nivel de iluminación, con mayor uniformidad y decrecimiento gradual a lo largo del aula. Adicionalmente, se verificó que en el caso del captador y con ciertos ángulos de asoleamiento existen riesgos de reflejos a nivel visual que podrían implicar problemas de discomfort visual en los ocupantes del aula.

### Conclusión

El ejercicio desarrollado permitió verificar rápidamente las diferencias entre las propuestas. Si bien inicialmente se desarrolló el captador, con un comportamiento semejante al de un lumiducto horizontal, pronto se agregó la variante del estante o bandeja, de más sencilla resolución constructiva y de diseño. El agregado de esta variante posibilitó la comparación y una fácil evaluación de cada propuesta, en relación con la situación existente.

Finalmente, se considera que el trabajo ha resultado un ejercicio interesante para verificar rápidamente la influencia de las decisiones de diseño, desde las decisiones sobre colores de las superficies hasta el diseño de dispositivos más complejos, en este caso destinadas a mejorar las condiciones de iluminación existentes en un edificio. Aunque el aporte de esas decisiones no resuelve totalmente los problemas de iluminación, constituye un aporte para mejorar sensiblemente las condiciones de confort visual para sus ocupantes.

## REFERENCIAS

- Pattini, A. (2000). Evaluación de la iluminación natural en edificios. Modelos a escala. Avances en Energías Revovables y Medio Ambiente, Vol. 4, N° 1, 5.07-5.12
- Pattini, A. (2002). Apuntes del Curso Diseño de Artefactos para Iluminación Natural. Seminario dictado en la FADU - UBA, Junio de 2002
- Littlefair, P. (1996). Desing with innovative daylighting. Building Research Establishment Report. Garston, Watford. Construction Research Communications Ltd., London, G.B.

**ABSTRACT:** This paper presents the results of a study realized in a NuevaTec Seminar Design of Devices for Natural Lighting. The objective of the study is to integrate a technological device in architecture, to improve daylight into the building. The stages followed are the analysis of actual conditions, the design of two devices, a light shelf and a light collector; and simulations in the artificial sky and the helidon of the CIHE. The conclusion includes a comparative evaluation between the actual conditions and the performance of the devices.

**Keywords:** daylight, models, artificial sky, simulations.