

ANÁLISIS DE ILUMINACIÓN NATURAL EN UN AULA DE CLASES

Caso de estudio posgrado de arquitectura UNAM.

José D. Hernández.

Posgrado de Arquitectura, Universidad Nacional Autónoma de México, Circuito Exterior. Ciudad Universitaria, México D.F. 04510, México. – E mail: themellos_21@hotmail.com

El presente trabajo se basa en el análisis de iluminación natural en un aula de clases con una superficie de ventanas sobre la fachada protegidas por celosías verticales, diseñadas para el control térmico del espacio. A pesar de contar con valores de iluminación exterior favorables para la iluminación del espacio estos no son aprovechados para la distribución de la iluminación generando pérdidas sobre los espacios más alejados de las ventanas, siendo necesario suplir este déficit con iluminación artificial. Los valores de iluminación suelen ser altos en el área de medición más cercana a la ventana, los usuarios al tratar de resolver este problema cierran los celosías o las cortinas, lo cual ha traído como consecuencia problemas en el nivel de confort térmico, de ventilación y acústicos.

Palabras claves: aula de clases, iluminación natural, confort térmico, deslumbramiento, celosías, ventanas, distribución, ventilación, acústica.

INTRODUCCIÓN

La iluminación natural puede considerarse uno de los factores de confort más importante en los espacios destinados a aula de clases. Esta, cobra relevancia debido a que influye sobre las personas a través no solamente del sistema visual, si no también del sistema circadiano y perceptual (Colombo, 2004, 2006).

La norma oficial Mexicana: NOM-025-STPS-1999, establece las condiciones de iluminación en los centros de trabajo. Para un aula establece un nivel mínimo de iluminación de 300 lux. Colombo y Santillán (2005), enuncian cinco aspectos a ser tenidos en cuenta para aplicar el concepto de calidad de iluminación.

- ✓ Confort visual (relacionado al deslumbramiento)
- ✓ Brillos en las superficies del espacio.

- ✓ Distribución de la luz sobre las superficies.
- ✓ Modelado de las caras y de los objetos.
- ✓ Expectativas de los usuarios.



Figura 1. Fotografía tomada el 23 de Mayo a las 16:00 horas. En la imagen se aprecia una distribución lumínica carente de uniformidad.

Los niveles de iluminación necesarios en el aula de clases con lámparas fluorescentes en el día se describe como moderadamente atractivo, estimulante y cálido. A pesar de contar con niveles de iluminación sobre el plano de trabajo,

estos no son aprovechados, aunque el espacio es visualmente agradable, en este se genera un deslumbramiento. Estableciendo parámetros objetivos ha sido posible notar estas diferencias.

METODOLOGÍA

Se selecciono como caso de estudio un aula destinada para clases del posgrado de arquitectura de la UNAM, en ciudad universitaria en las coordenadas 19° 20' 01" latitud Norte y 99° 11' 54" longitud Oeste, a una altitud de 2268 msnm, al Sur de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México. Se determino una franja de ocupación de 10 horas, comprendidas entre las 9:00 a las 19:00 horas. Los datos obtenidos se tomaron el día 23 de Mayo de 2009, en condiciones de cielo claro. El aula posee un área de 40.68 m², con una ventana de piso a techo ubicada en el lado Oeste que cubre cerca del 90% de área de la fachada.

En la metodología elegida se propone la medición de la iluminación del espacio real del aula. Para la medición se trazo una trama para abarcar la magnitud del espacio, se determino una altura de trabajo de 0.80 metros en el interior, en la ventana (con obstáculo de celosías) y otro en el exterior (sin obstáculo de celosías) y de 1.80 mts. en los muros interiores y se despejaron las áreas de ventana de cortinas, las celosías se mantuvieron en una misma posición. Se tomaron los valores de iluminación de 11 fotómetros con un intervalo de tiempo de medición de 4 minutos, la unidad de medida es en lux.

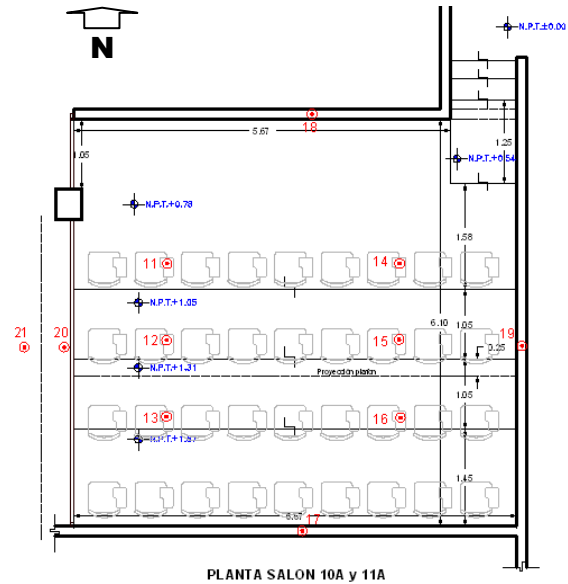


Figura 2. Planta arquitectónica aula de clases 10A y 11A. Planta, se observa la distribución de los fotómetros, los cuales se han enumerado para su identificación.

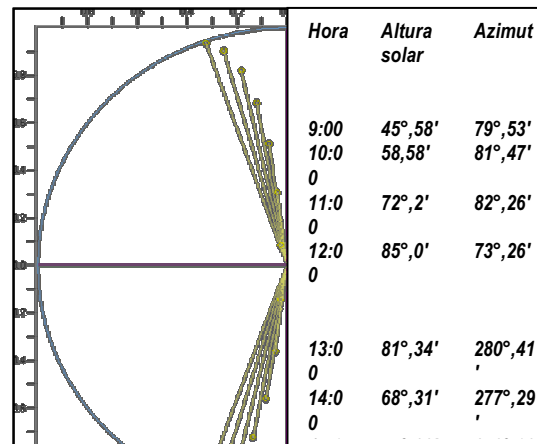


Gráfico 1. Proyecciones solares correspondientes al día 23 de mayo de 9:00 a las 19:00 horas.

RESULTADOS

Se graficaron los resultados de las mediciones registradas en los 11 fotómetros en unidades de lux.

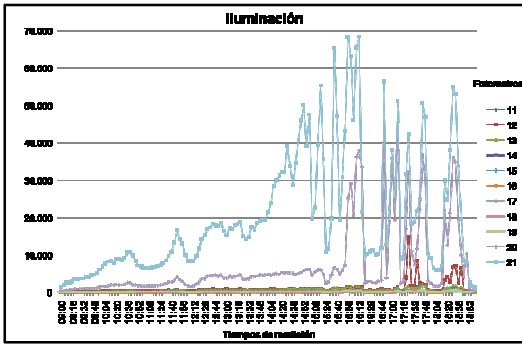


Grafico 2. Valores generales de las mediciones, se muestran las variaciones de las mediciones desde las 9:00 a las 19:00 horas cada 4 minutos.

Los valores de las mediciones muestran un nivel de iluminación con muchas variaciones de acuerdo a la exposición directa del sol sobre la fachada, para analizar estas diferencias se hallaron los valores medios de iluminación en cada hora en el eje en el que se concentran la mayoría de fotómetros y se establece como parámetro para el cumplimiento del nivel de iluminación que establece la norma, un 100% para un nivel de iluminación de 300 lux, en la tabla 1 se aprecian los resultados.

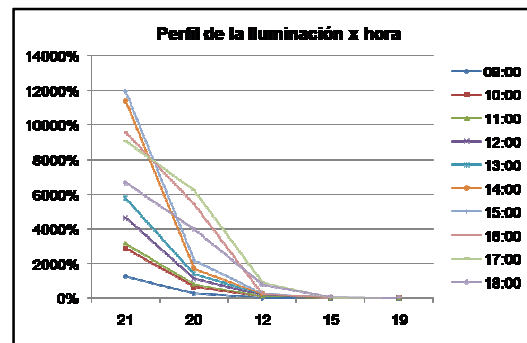
Hora	Fotómetros				
	21	20	12	15	19
09:00	1254%	291%	40%	3%	4%
10:00	2868%	671%	103%	21%	21%
11:00	3156%	809%	120%	30%	37%
12:00	4657%	1127%	170%	35%	34%
13:00	5771%	1416%	213%	42%	43%
14:00	11383%	1735%	255%	51%	48%
15:00	11940%	2221%	286%	57%	47%
16:00	9588%	5430%	240%	48%	40%
17:00	9082%	6236%	935%	67%	54%
18:00	6681%	3994%	790%	69%	46%

Tabla 1. Valores medios de iluminación registrados desde las 9:00 a las 19:00 horas, se toma como referencia un eje en la trama de la medición donde se concentran la mayoría de los fotómetros.

En la grafica 3, se observan las variaciones del nivel de iluminación requerido según la norma, las diferencias son considerables en su valor máximo y

mínimo con la iluminación recibida en las zonas más cercanas y más alejadas de las superficies de ventana respectivamente.

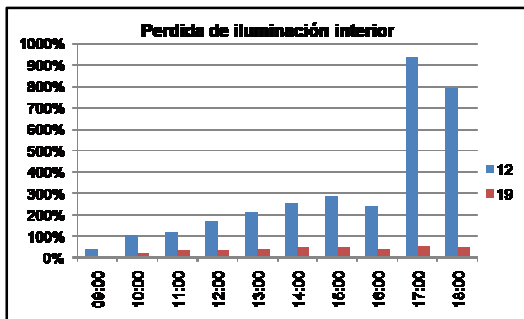
La iluminación interior presenta una distribución carente de uniformidad, se presentan perdidas de la iluminación por la ubicación de las celosías en la fachada, se evidencia claramente la necesidad de controlar la luz natural, que genere una distribución de intensidades de luz más uniformes.



Grafica 3. Valores de las mediciones para cada hora, se muestra el comportamiento del los valores registrados.

Podemos observar que se da una distribución de luz de acuerdo a la proyección del sol sobre la fachada. En cada hora se registra una variación de la distribución en proporciones diferentes a los valores registrados en el exterior con respecto a las zonas mas alejada de la ventana. Los valores de iluminación que se registran en fotómetro 12, el más cercano a la ventana, se cumplen con los niveles de iluminación recomendados y excesivos en otros, causando una iluminación excesiva o deslumbramiento sobre el área de trabajo, lo cual puede alterar el nivel de confort térmico que perciben los usuarios, incidiendo muchas veces en la ocupación de este espacio en el aula de clases. Las medidas que

han surgido en los usuarios para controlar esto es cerrar las celosías al percibir esto, disminuyendo el nivel de iluminación que se recibe en el espacio, creando una mayor diferencia del nivel de iluminación en los lugares mas alejados de la ventana, teniendo que suplir esta carencia a través de iluminación artificial y en algunos casos el sobrecalentamiento que puedan tener las celosías por el material en el que se fabricaron y el color en el que están pintadas, pueden incidir para que las necesidades de confort no se resuelvan. Otra medida que han implementado los usuarios es la de cerrar las cortinas para evitar el nivel excesivo de luz recibido en el área cerca de la ventana, con esta solución se evita la ventilación del espacio, las necesidades de confort no se resuelven, ya que es necesario dejar abierta la puerta del aula para permitir la entrada de aire, generando un problema acústico ya que es inevitable percibir con una mayor claridad los ruidos que se dan sobre el pasillo causando distracción en los alumnos.



Grafica 4. Pérdida de iluminación registrada en el interior del aula, los valores del fotómetro 19, más alejado de la ventana no cumple con los niveles mínimos de iluminación para este espacio a pesar de contar con valores de iluminación suficientes en el fotómetro 12, más cercano a la ventana.

En la grafica se observa que la pérdida del nivel de iluminación natural que se

registra en el interior del aula, considerable con respecto al espacio mas alejado de la ventana, en los fotómetros 15 y 19 ubicados a una distancia de 3.40 metros y 5.35 respectivamente del fotómetro 12, los niveles de iluminación se mantienen casi en un mismo rango, las perdidas en este caso no son significativas en una distancia de 0.95 mts. La situación más desfavorable de perdida de iluminación natural se presentan en el fotómetro 12 y 15 distanciados 3.40 metros, en el peor escenario solo se registra el 7% de la iluminación y en el mejor escenario este valor asciende a un 20%.

CONCLUSIÓN

A pesar de que el aula analizada corresponde a edificaciones del posgrado de arquitectura de la UNAM, las estrategias que llevaron a cabo en el diseño para resolver un problema térmico han generado una serie de problemas, y que a pesar de contar con niveles de iluminación exterior suficientes para cubrir el nivel mínimo de iluminación que exige la norma, esta no ha sido aprovechada.

Uno de los factores que se ha podido analizar objetivamente, es la intensidad luminosa, los altos contrastes que se generan y deslumbramiento debido a la gran diferencia de intensidad con respecto a otras áreas del aula, con esto se ha podido comprobar que a nivel de diseño no se tomaron las medidas necesarias para un control lumínico del espacio. Creando cierta dependencia en la utilización de iluminación artificial.

Otros factores que serian necesario analizar para tener un estudio más completo es:

¿Se observan que gran parte de las superficies interiores del aula son de colores de alto o bajo índice de reflexión, cuanto contribuye estas variables en la iluminación natural?

¿Que dificulta la distribución uniforme de la luz que se requiere el interior, cuanto contribuyen las celosías en esto?

¿Cuánto contribuye el material en el que están fabricadas las celosías en el confort del espacio interior?

¿Cuánto contribuye el sobrecalentamiento de la cubierta en concreto en el nivel de confort del espacio interior?

¿Es necesario tener en cuenta los datos de temperatura interior para establecer en que horarios se requieren tomar medidas para evitar esto?

Todos estos factores deberían tenerse en cuenta para hacer un estudio más riguroso del problema y responder con soluciones más concretas para una correcta iluminación y mantener un nivel de confort térmico del espacio.

REFERENCIAS

Colombo E., “¿Puede ser discapacitante la iluminación?”, LuxAmérica Perú, 2006
Simpolux San Pablo Brasil, Iluminación y baja visión, 2004.

Fontoynt, M., “Perceived Performance of daylighting systems: lighting efficacy and agreeableness” Solar Energy Vol, 73, N° 2, pp. 83-94, 2002.

Pattini, A., “Recomendaciones de niveles de iluminación en edificios no residenciales. Una comparación internacional”, AVERMA , 2001.

SECRETARIA DEL TRABAJO Y PREVISION SOCIAL, “Norma oficial Mexicana NOM-025-STPS-1999, Condiciones de iluminación en los centros de trabajo”, <http://www.her.itesm.mx/cae/Ligas/Normas/NOM-025-STPS-1999.pdf> , fecha de consulta 2 de Junio de 2009.

Kruger, E., Dorigo A. “Daylighting analysis in a public school in Curitiba, Brazil”, Renewable Energy Vol. 33, pp. 1695 – 1702, 2008.

Figura 3. Medición de iluminación (Lux), aula de clases fotómetros interiores N° 11, 12, 13.

Fotómetro	Lux.
11	500,31
12	858,36
13	584,84
14	95,30

15	113,62
16	121,03



Representación de Iluminancias.

Fotografía sobre la fachada exterior.

En esta fotografía se percibe visualmente la gran intensidad luminosa, esto genera altos contrastes y deslumbramiento debido a la gran diferencia de intensidad con respecto a otras áreas del aula. También podemos observar que también una gran parte de las superficies interiores del aula son de colores de bajo índice de reflexión, lo que dificulta la distribución uniforme de la luz, las celosías ubicadas en la fachada antes de las ventanas deberían contribuir a esta distribución, pero el color de esta superficie no permite contribuir con esta distribución de luz necesaria para el interior, sobre la segunda columna de la medición y sobre la primera columna la luz.

Se efectuaron mediciones de iluminancia para cada uno de los puntos de trabajo, el día 23 de mayo a las 16:00 horas se analiza puntualmente los valores de la medición

Puntos	Columna 1	Columna 2
Fila 1	1055,6757	216,43768
Fila 2	1193,3507	239,87425
Fila 3	1263,5835	253,66379

Emed	703,76427
Emax	1263,5835
Emin	216,43768

Min/Max	0,1712888
Min/Med	0,3075429

