



La Iluminación de las aulas de la FI UNaM. La percepción del usuario.

Nestor, Maika Evelyn ^{a*}, Mattivi María de los R ^b, Mattivi, Prez Daniel Hugo^c, Marcos Aurelio^d

^{a, b, c, d} *Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Misiones (UNaM), Oberá, Misiones, Argentina.*

e-mails: maikaevelyn99@gmail.com, mrmattivi@gmail.com, danielhprez@gmail.com, mmattivi@yahoo.com.ar

Resumen

El estudio se realizó para analizar la iluminación de las aulas de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Misiones, luego que el sistema de iluminación de las misma fuera adecuado a la nueva tecnología LED. Participaron del mismo 18 observadores y se analizaron cinco aulas. Las evaluaciones subjetivas se realizaron mediante la utilización de un cuestionario de diferenciales semántico. Los resultados obtenidos muestran que se identificaron aulas que la iluminación LED, presenta una valoración neutra a muy buena en las características evaluadas.

Palabras Clave – *Análisis, Espacio Iluminado, Estudiantes, Iluminación, LED, Percepción.*

1 Introducción

A lo largo de la evolución de la vida, el hombre se ha adaptado a la luz natural, desarrollando sus actividades bajo un espectro de radiación luminosa continuo, ajustando y sincronizando su fisiología interna a este espectro de radiación. Con el desarrollo de fuentes luminosas artificiales y con una sociedad que se vuelve más urbana, las personas pasan más horas bajo la influencia de iluminación artificial. Los avances tecnológicos también se dan en los sistemas de iluminación, con el desarrollo de las luminarias utilizando nuevas tecnologías, en especial la tecnología de estado sólido (LED). Las luminarias y lámparas LED presenta muy buena eficiencia energética y larga vida útil, además de estar libres de mercurio, entre otros y son el reemplazo de la tecnología tradicional de los sistemas de iluminación. En los ámbitos educativos, en donde el consumo energético debido a la iluminación representa más del 50 %, el replazo de la tecnología tradicional en sistemas de iluminación (lámparas fluorescentes) por los tubos LED son una manera rápida y relativamente económica de adecuarse a las nuevas tendencias. Sin embargo, se debe tener en cuenta que la eficiencia energética implica optimizar el uso de energía sin sacrificar niveles de desarrollo, ni reducir estándares de calidad de vida. Esto implica que los sistemas de iluminación adecuados a las nuevas tecnologías deben seguir cumpliendo con los parámetros de diseño que rigen en la normativa vigente. En los ámbitos laborales, se debe cumplir con los requisitos de nivel de iluminancia y uniformidad requeridos por la Ley de Higiene y Seguridad en el Trabajo N° 19.587 y su Decreto Reglamentario N° 351/79.[1]

En el Plan de Desarrollo Institucional de la Universidad Nacional de Misiones PDI UNaM 2018 – 2026 una de las líneas de acción es Desarrollar un Plan Integral de Gestión Ambiental dentro del Eje Estratégico: Desarrollo Sustentable, en donde uno de sus objetivos es El manejo integrado de energía. [2]

En la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Misiones (FI UNaM) se propone un plan de reducción del consumo energético y entre las acciones realizadas se encuentra la adecuación de los sistemas de iluminación a la nueva tecnología. Esto se llevó a cabo adecuando los artefactos del sistema de iluminación, que utilizaban tubos fluorescentes para el uso de con tubos led.

En este trabajo presentamos la valoración de la iluminación de cinco aulas características de la FI UNaM por parte de los usuarios de la misma.

2 Metodología

Para evaluar el espacio iluminado de las aulas de la FI UNaM se seleccionaron espacios educativos tipos de la FI UNaM según las características constructivas y sistemas de iluminación utilizados. Participaron de las evaluaciones subjetivas 15 observadores cuyas valoraciones se registraron en un cuestionario semántico. También se registraron los valores de iluminancia E (lx) sobre el plano de trabajo.

El desarrollo de cada factor de la investigación se describe a continuación.

2.1. Aspectos constructivos y sistema de iluminación de las aulas

2.1.1. Aulas Seleccionadas

Se seleccionaron cinco espacios educativos (aulas) de la FI UNaM, las cuales son utilizadas para el desarrollo de clases tanto teóricas como prácticas. Dentro de las especificaciones consideradas para esta selección se consideró dimensiones de los espacios, el tipo de artefactos de iluminación instalados y distribución del sistema de iluminación.

En la Tabla 1 se presentan los tamaños de las mismas y las mediciones fueron tomadas como se detalla en la Fig 1.

Tabla 1: Dimensiones de las aulas evaluadas

Aula	Largo (m)	Ancho (m)	Área (m ²)	Altura (m)	Relación Largo/Ancho
B2	14	8	114,4	2,9	1,8
B4	11,8	8,2	96,8	2,9	1,4
B5	8,6	7,5	64,5	2,9	1,1
D1	11	8,1	89,1	3,2	1,4
D3	11,9	8,2	91,1	3,1	1,5

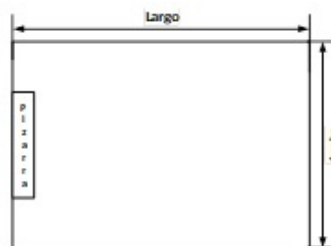


Fig 1: Esquema de las aulas FI-UNaM

2.1.2 Tipos de artefactos y sistemas de iluminación

En las cinco aulas los sistemas de iluminación fueron recorvertido a tecnología LED. En esta reconversión se mantuvo el numero de luminarias, adecuando la conexión eléctrica de manera que cada artefacto contenga dos tubos LED. Las fuentes de luces utilizadas son tubos LED 16 IW T8.

En cuanto a la distribución de las luminarias se identificaron dos configuraciones generales.

Distribución Tipo I: las luminarias se encuentran suspendidas y la distribución es lineal y perpendicular al pizarrón. Los artefactos cuentan con louver rectos. Este sistema de iluminación se encuentran en aulas B2, B4 y B5.

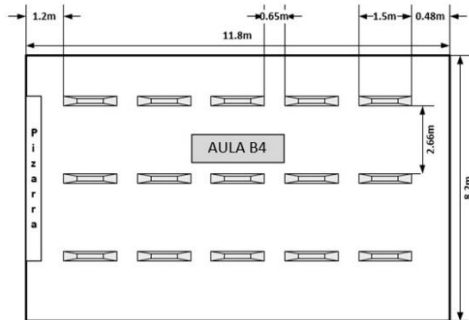


Fig 2: Distribución de luminarias en las aulas B2, B4 y B5



Fig 3: Imagen del aula B4 de la FIUNaM

Distribución Tipo II: las luminarias están embutidas en el cielorrazo y se distribuye uniformemente. Los artefactos cuentan con louver doble parabolicos. Este sistema de iluminación se encuentran en aulas D1 y D3.

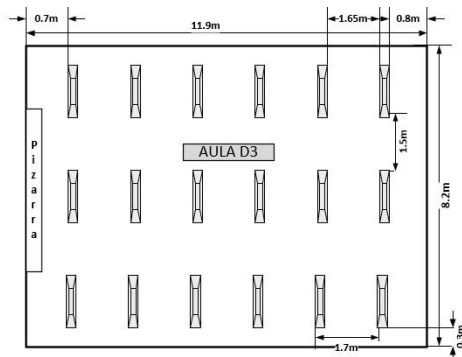


Fig 4: Distribución de luminarias en las aulas D1 y D3.



Fig 5: Imagen del aula D3 de la FIUNaM

Las mediciones fotometricas se realizaron con un luxímetro Marca CEM dt 3809. Se midió iluminancia a 80 cm y los datos obtenidos se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 2. Iluminancia E medida y requerida por normas y Uniformidad de las aulas

Aula	Em (lx)	Er (lx)	Uniformidad
D1	318	500	0,95
D3	589	500	0,90
B5	347	500	0,95
B4	338	500	0,84
B2	310	500	0,93

Em: Iluminancia medida. Er: iluminancia requerida por normativa.

2.2. Análisis Subjetivo

Las evaluaciones subjetivas se realizaron con un grupo de 15 estudiantes y 3 profesores que evaluaron los cinco espacios educativos. Todos los observadores realizaron la evaluación en situ y al mismo tiempo. Las valoraciones se registraron a través de un cuestionario con diferenciales semánticos de 5 pasos. Para las evaluaciones subjetivas se utilizó el relizado por Castila Cabanes para la evaluación de la iluminación artificial en espacios docentes [3]

El cuestionario tenía 4 secciones principales, con sub-secciones donde se presentaban adjetivos y sinónimos a calificar, con una escala calificativa de A a E, siendo: A=Totalmente en desacuerdo, B=En desacuerdo, C=Neutro, D=De acuerdo y E=Totalmente de acuerdo. Las cuestiones propuestas fueron:

- ¿Cuál es su opinión acerca del ambiente luminoso del aula?
 - Adecuado
 - Sorprendente
 - Claro/Nítido
 - Intenso
 - Animado/Colorido
 - Uniforme
 - Cálido
 - Me gusta
- ¿Cuál es su opinión acerca del ambiente luminoso del aula?
 - *En términos generales me parece Bien Iluminada*
 - *En términos generales me parece Adecuada para clases de Teoría*
 - *En términos generales me parece Adecuada para clases de Práctica*
 - *En términos generales me parece con la Cantidad de Luz correcta.*
 - ¿Cuál es su opinión acerca del ambiente luminoso del aula?
- ¿Cuál es tu opinión acerca de cómo está iluminada el aula?
 - El techo está bien iluminado
 - Las paredes están bien iluminadas
 - El suelo está bien iluminado
 - La zona de trabajo está bien iluminada
 - La pizarra está bien iluminada
 - Los objetos está bien iluminados
 - El rostro está bien iluminado

- Los colores está bien iluminados
- Las personas está bien iluminadas
- Tengo sensación de confort visual.
- ¿En terminos generales, me parece la iluminacion del aula adecuada para..?
 - Leer
 - Escribir
 - Dibujar
 - Preguntar al profesor
 - Atender la pizarra
 - Ver el proyector
 - Repasar los apuntes
 - Dialogar
 - Trabajar con ordenador
 - Corregir.

Todos los cuestionarios se presentaron y respondieron en horarios nocturnos, para evaluar precisamente la percepción de los sujetos frente a la iluminación artificial existente.

3 Resultados y Discusión

Del relevamiento fotometrico se pudo ver que solamente el aula D3 con 500 lx cumple con los niveles de iluminación solicitado por la normativa, en el resto de las aulas los valores de E varían en alrededor de un 60 por ciento del valor requerido. En cuanto a la uniformidad de la iluminación, todas las aulas cumplen con lo solicitado por la normativa.

Una vez recolectadas las respuestas al formulario, del cual se obtuvieron 75 respuestas en total, siendo 5 aulas, y 15 respuestas cada una de ellas. Para analizarlos de manera objetiva, se realizaron ciertas consideraciones. En primer lugar, a los valores de respuesta, se le asignaron valores numéricos para así obtener valores promedio, los cuales fueron:

- A=Totalmente en desacuerdo→1
- B=En desacuerdo→2
- C=Neutro→3
- D=De acuerdo→4
- E=Totalmente de acuerdo→5

Seguidamente, se obtuvo una media aritmética para cada característica evaluada, considerando la frecuencia de respuesta que presentó cada uno de ellos por medio de la siguiente expresión.

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n f_i * x_i}{\sum_{i=1}^n f_i}$$

Siendo:

- f_i =frecuencia de la clase considerada.
- x_i =valor medio de clase o en este caso valor asignado a la categoría de respuesta.

Una vez obtenido este valor medio de cada una de los factores de percepción analizados, se confeccionaron los graficos detallados en las siguientes figuras.

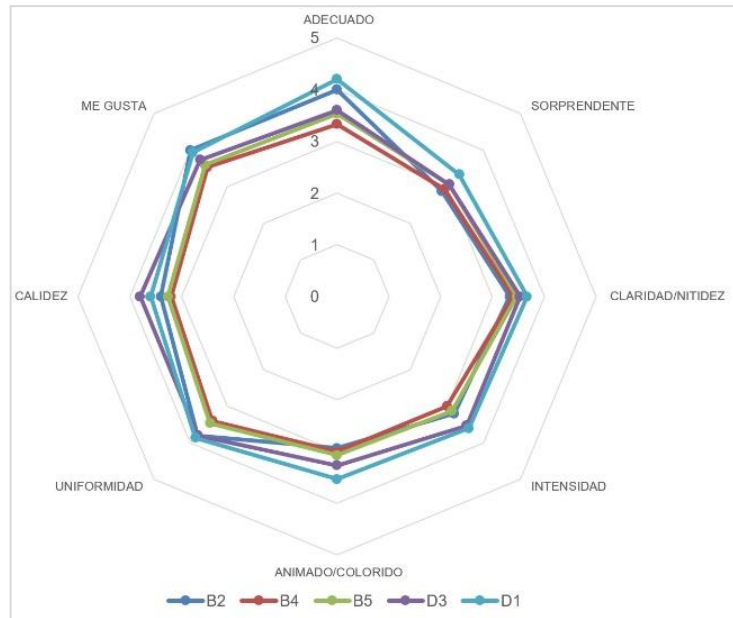


Fig. 6: Valoración ambiente iluminado de las aulas de la FI UNaM

Se observa en la Fig 6 que el aula D1 fue la que tuvo mejor valoración en todos los atributos, y que hubo valoraciones en el rango de 1-2 (Totalmente en desacuerdo – en desacuerdo)

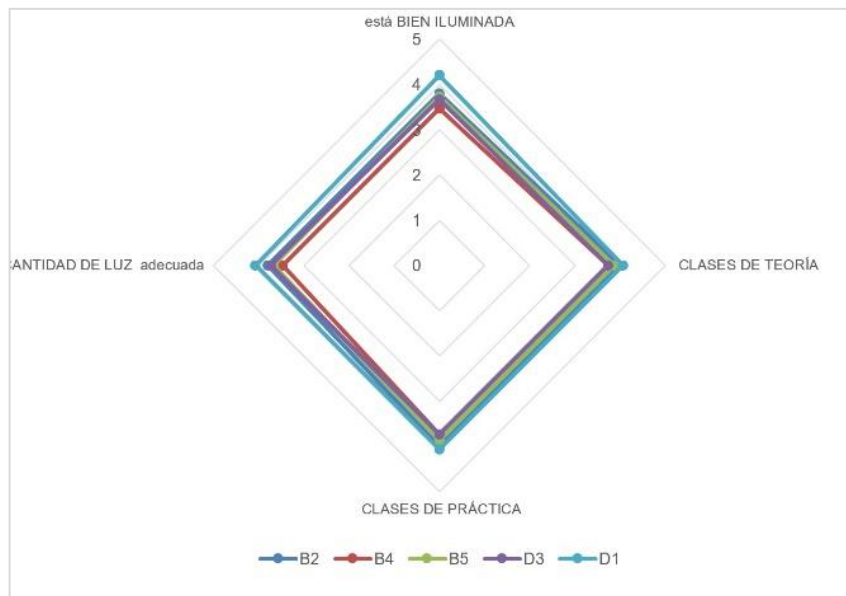


Fig. 7: Valoración sobre ambiente iluminado sobre actividades en las aulas de la FI UNaM

Se observa en la Fig 7 que el aula D1 fue la que tuvo mejor valoración en todos los atributos, a pesar de el nivel de iluminancia E es de 318 lx, por de debajo del valor del aula D3 de 500 lx.

Por otro lado los rangos de valoración para los atributos se dan en valores altos de la escala. También se encontró que no hay diferencias sustanciales entre la iluminación para el dictado de clase teóricas o prácticas.

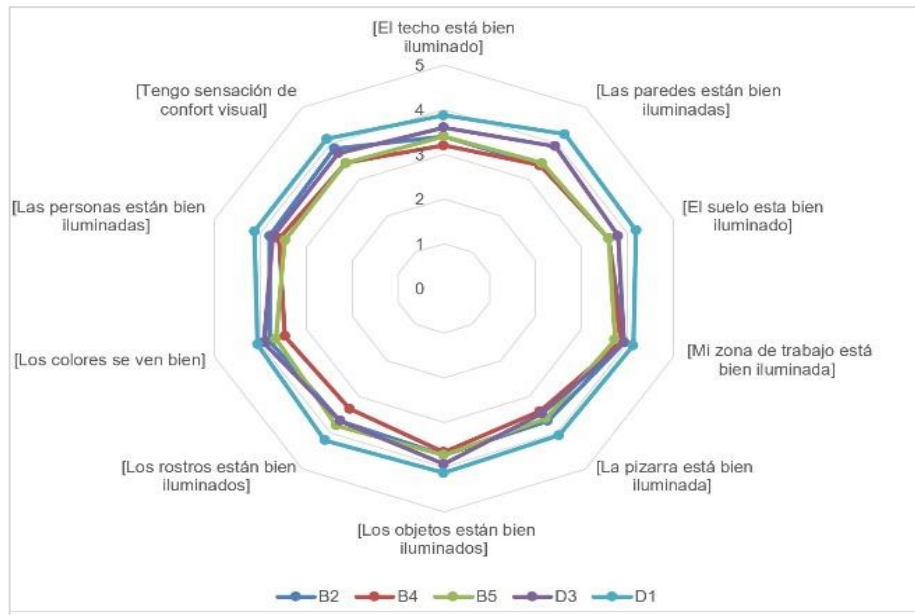


Fig. 8: Valoración de los elementos en ambiente iluminado en las aulas de la FI UNaM

Se observa en la Fig 8 que el aula D1 y D3 fue la que tuvo mejor valoración en todos los atributos, y que hubo valoraciones en el rango de 1-2 (Totalmente en desacuerdo – en desacuerdo). Analizando en particular la iluminación del cielorraso, se ve que las aulas D1 y D3 son las que tienen la luminaria embutida lo que permite que el cielorraso este mas iluminado.

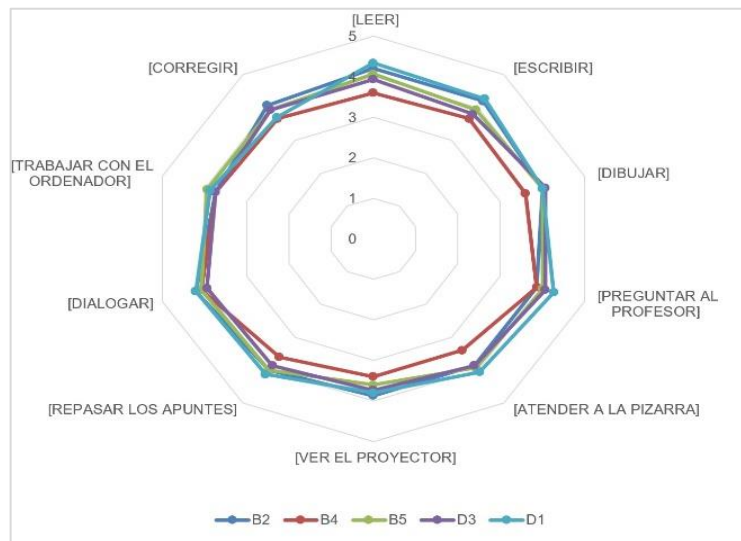


Fig. 9: Valoración las actividades en ambiente iluminado en las aulas de la FI UNaM

Se observa en la Fig 9 que el aula D4 fue la que tuvo menor valoración en todos los atributos.

En base a los valores obtenidos de esta clasificación, se procedió como paso siguiente a identificar y contabilizar cuáles espacios presentaban la “mejor” y la “peor” puntuación en cada factor, es decir, se contabilizaron cuántas veces un aula se encontraba como mejor y peor puntuada en cada característica evaluada, obteniendo los siguientes resultados, recordando que se contemplaron 32 en los cuestionarios subjetivos.

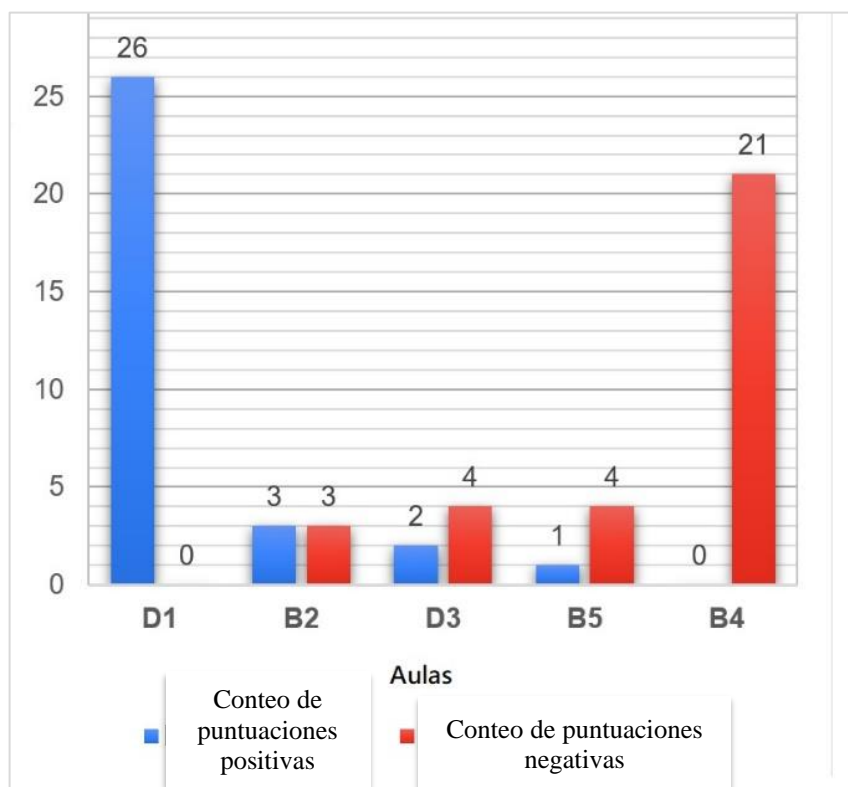


Fig. 10: Valoración total de las aulas.

A partir de este se puede observar que en general el aula D1 presenta un considerable percepción positiva dentro de los factores evaluados para los encuestados, al contrario del aula B4 que se encuentra en mayor medida como la menos positiva. Si se tiene en cuenta que el valor de iluminancia media (Tabla 2) del aula D1 no es el valor mas alto relevado, y ademas no alcanza el recomendado por las normas está indicando que existen otros factores, como el sistema de iluminación, iluminancia vertical promedio, color de las paredes, mobiliario que entran en juego al momento de realizar la evaluación por parte de los usuarios.

4 Conclusiones

Con la realización de la experiencia se deduce como perciben los alumnos las aulas de la FI-UNaM y cuales son sus preferencias con respecto a la iluminación de los espacios.

Se pudo identificar cuáles fueron los espacios más confortables lumínicamente para los estudiantes y profesores evaluados.

Queda como línea de trabajo analizar la influencia de la morfología de las aulas en las evaluaciones de los observadores.

Agradecimientos

Los autores agradecen a la Universidad Nacional de Misiones, proyecto de investigación 16/11156-PI Iluminación en espacios educativos. Estudio de Caso en la FI UNaM., por el apoyo en la realización de este trabajo y a los alumnos de la asignatura Iluminación y Color (2021) de la carrera de Licenciatura en Higiene y Seguridad en el Trabajo que participaron de las evaluaciones subjetivas.

5 Referencias

[1] Ley de Higiene y Seguridad en el Trabajo N° 19.587 - Decreto Reglamentario N° 351/79 <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/15000-19999/17612/norma.htm>. Visitado 02/05/2022

[2] UNaM (2018) Plan de Desarrollo Institucional de la Universidad Nacional de Misiones PDI UNaM 2018 – 2026.

https://www.unam.edu.ar/images/documentos/planificacion/pdi_unam_2018_2026.pdf García E. (2009).

[3] Castilla Cabañes, N. (2015). Iluminación artificial en los espacios docentes. Tesis doctoral. Universidad Politecnica de Valencia.