

# Influencia de las lámparas en las preferencias de iluminación interior residencial

Por Jesús Obando,  
Andrés Martín,

Carlos Kirschbaum

Departamento de Luminotecnia,  
Luz y Visión, Facultad de Ciencias  
Exactas y Tecnología, Universidad  
Nacional de Tucumán; Instituto de  
Investigación en Luz Ambiente y  
Visión, CONICET-UNT y Universidad  
Tecnológica Nacional Facultad  
Regional Tucumán

## Resumen

Se reseña una ponencia presentada en la reunión anual de la IES (Sociedad de Ingeniería de Iluminación) realizada entre el 9 y el 11 de agosto en Boston (Estados Unidos).

Se presentan los principales resultados obtenidos de un experimento realizado para investigar las preferencias en la elección de fuentes de iluminación residencial interior, en el que se evaluó una sala de estar simulada a escala real, bajo diferentes fuentes de luz y niveles. Se evaluaron 24 condiciones de iluminación que comprenden la combinación de cuatro tecnologías diferentes: incandescente (I), incandescente halógena (IH), fluorescente compacta (FC) y diodo emisor de luz (led); tres niveles de iluminancia horizontal entre 215 y 630 lux, y temperaturas de color fría (6.500 kelvin) y cálida (2.700 kelvin). Todas las lámparas evaluadas pertenecen al grupo de base E27, las cuales son más utilizadas en las viviendas residenciales.

24 observadores completaron evaluaciones subjetivas mediante un cuestionario de diferenciales semánticos en el que se evaluaron categorías relacionadas con la percepción del ambiente iluminado.

Los resultados muestran que, para todas las condiciones evaluadas, los niveles máximos de iluminación son calificados con los valores más altos. Se destaca la preferencia de lámparas con temperatura de color

baja (2.700 kelvin) como las incandescentes halógenas, incandescentes, iLEDc y LEDc para tener la sensación de una sala de estar como más agradable, colorido, estimulante y cálido. Además, se muestra cómo la distribución de la luz de las lámparas es un factor importante a considerar en el diseño de la iluminación de un ambiente.

## Palabras clave

Iluminación interior. Fuentes de luz. Preferencias.

## Introducción

Un ambiente puede diseñarse con detalle y satisfacer todas las necesidades y expectativas de un usuario mediante una iluminación de calidad [1, 2], pero ante la necesidad de reemplazar alguna de las fuentes de luz del diseño original, puede verse alterado por completo. El resultado de este cambio puede ir desde el disgusto hasta el impedimento en la realización de alguna tarea (por deslumbramiento, por ejemplo). Existe gran cantidad de alternativas de fuentes de luz de diferentes tecnologías (led, descarga, bajo consumo, halógenas) [3, 4, 5]; con coloraciones distintas, diferentes potencias y gran variedad de precios.

Para ello se han investigado los efectos de la iluminación en la apariencia visual de una sala de estar simulada en escala real en un laboratorio.

Se ha escogido la evaluación de la apariencia visual del espacio por considerar que es el concepto que encierra, para un usuario, tanto la valoración de las tareas que podrá desarrollar en ese ambiente como su confort al ejecutarlas [6, 7, 8, 9, 10, 11]. Además, se ha optado por utilizar únicamente lámparas cuyo montaje se basan en la rosca E27 por tratarse del sistema más difundido y utilizado en nuestro país.

### Metodología

**Sala de estar.** La sala de estar fue diseñada y montada a escala real. Sin incidencia de iluminación natural, estaba equipada con elementos típicos como sofás, cuadros, mesas, flores y revistas, que dan al ambiente un carácter general. Las dimensiones de la habitación son 3,12 metros de largo, 2,64 de ancho y 2,8 de alto (figura 1).

**Lámparas de diferentes tecnologías.** Se evaluaron 24 condiciones de iluminación que comprenden la combinación de cuatro tecnologías diferentes: incandescente, incandescente halógena, fluorescente compacta y diodo emisor de luz (led); tres niveles de iluminancia horizontal entre 215 y 630 lux, y temperaturas

de color fría (6.500 kelvin) y cálida (2.700 kelvin). Todas las lámparas evaluadas pertenecen al grupo de base E27, que son las más utilizadas en las viviendas residenciales.

**Mediciones fotométricas.** La iluminación de la sala se realizó a través de una luminaria equipada con ocho portalámparas, lo que permitió variar los niveles de iluminación de manera precisa y escalonada (figura 2). A su vez, el diseño de la luminaria evitó que los presentes pudieran observar directamente las fuentes de luz, por lo que no contaron con información sobre el origen de la luz que pudiera influir sobre su juicio.

Teniendo en cuenta los niveles recomendados según la norma IRAM-AADL J 20-06 para sala de estar, la cual recomienda un nivel mínimo de doscientos lux, recomendado de trescientos y óptimo de quinientos de iluminancia horizontal ( $E_h$ ) medida sobre el plano de trabajo, es decir, a una altura promedio de ochenta centímetros, se utilizaron tres niveles de iluminación para cada lámpara. Las iluminancias horizontales obtenidas varían entre un mínimo de 215 lux y un máximo de 630, medidas a una altura de ochenta centímetros desde el piso y debajo de la luminaria (figura 3).



Figura 1. Presentación de la sala de estar en el congreso de la IES 2018




























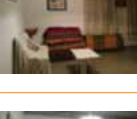
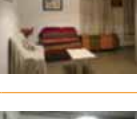
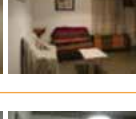




Figura 2. Luminaria

## Artículo técnico

Los promedios de las mediciones fotométricas se muestran en la tabla 1. En la misma tabla se muestran los promedios de iluminancia vertical ( $E_v$ ) medida en las paredes mediante una grilla (figura 3) y la relación entre iluminancias vertical y horizontal ( $E_v/E_h$ ), que refleja la forma de distribución de la luz de la luminaria (artefacto más lámparas). Como complemento, se muestran las distribuciones de intensidad luminosa

propias de cada lámpara desnuda (figura 4) como sus distribuciones espectrales (figura 5).

Evaluaciones subjetivas. Las evaluaciones subjetivas se realizaron con un grupo de 24 observadores (trece mujeres y once varones), con edades entre 18 y 34 años, algunos con visión normal y otros con errores refractivos como miopía, hipermetropía o astigmatismo (debidamente corregidos al momento de realizar las evaluaciones). Las 24 condiciones de iluminación se

Lámpara	Niveles	$E_h$	$E_v$	$E_v/E_h$	L	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	
	I	1	236 lux	45,28 lux	0,19	9,15 cd/m <sup>2</sup>			
	I	2	357 lux	66,97 lux	0,19	13,19 cd/m <sup>2</sup>			
	I	3	590 lux	111,03 lux	0,19	22,87 cd/m <sup>2</sup>			
	IH	1	242 lux	59,4 lux	0,25	11,88 cd/m <sup>2</sup>			
	IH	2	397 lux	100,12 lux	0,25	20,42 cd/m <sup>2</sup>			
	IH	3	630 lux	157,94 lux	0,25	29,82 cd/m <sup>2</sup>			
	FCc	1	250 lux	51,03 lux	0,2	9,82 cd/m <sup>2</sup>			
	FCc	2	369 lux	76,53 lux	0,21	13,96 cd/m <sup>2</sup>			
	FCc	3	602 lux	130,57 lux	0,22	20,8 cd/m <sup>2</sup>			
	FCf	1	235 lux	47,47 lux	0,2	8,38 cd/m <sup>2</sup>			
	FCf	2	350 lux	71,55 lux	0,2	12,47 cd/m <sup>2</sup>			
	FCf	3	580 lux	120,43 lux	0,21	20,04 cd/m <sup>2</sup>			
	LEDc	1	252 lux	42,95 lux	0,17	7,93 cd/m <sup>2</sup>			
	LEDc	2	359 lux	58,48 lux	0,16	10,72 cd/m <sup>2</sup>			
	LEDc	3	610 lux	101,52 lux	0,17	18,71 cd/m <sup>2</sup>			
	LEDf	1	232 lux	38,01 lux	0,16	7,03 cd/m <sup>2</sup>			
	LEDf	2	372 lux	58,12 lux	0,16	10,8 cd/m <sup>2</sup>			
	LEDf	3	600 lux	96,50 lux	0,16	18,16 cd/m <sup>2</sup>			
	iLEDc	1	215 lux	54,85 lux	0,26	14,64 cd/m <sup>2</sup>			
	iLEDc	2	357 lux	93,78 lux	0,26	18,39 cd/m <sup>2</sup>			
	iLEDc	3	569 lux	146,89 lux	0,26	29,65 cd/m <sup>2</sup>			
	iLEDf	1	234 lux	58,78 lux	0,25	15,72 cd/m <sup>2</sup>			
	iLEDf	2	389 lux	99,54 lux	0,26	19,72 cd/m <sup>2</sup>			
	iLEDf	3	614 lux	159,33 lux	0,26	31,64 cd/m <sup>2</sup>			

presentaron a los observadores de forma aleatoria. Las valoraciones se registraron a través de un cuestionario con diferenciales semánticos de siete pasos mediante el uso de pares de adjetivos bipolares que se agrupaban y se evaluaron en las siguientes categorías:

- » Percepción del color:
  - Los colores de la pintura se ven: Muy mal / Muy bien
  - Los colores de la pintura son: Muy débiles / Muy intensos
  - Los colores del sofá son: Muy débiles / Muy intensos
- » Nivel de iluminación:
  - El nivel de iluminación en la superficie de la mesa es: Muy bajo / Muy alto
  - El nivel de iluminación en la pintura es: Muy bajo / Muy alto
- » Apariencia del espacio
  - Muy oscuro / Muy claro
  - Muy desagradable / Muy agradable
  - Muy descolorido / Muy colorido
  - Muy estrecho / Muy amplio
  - Muy aburrido / Muy estimulante
  - Muy frío / Muy cálido

Los observadores realizaron todas las evaluaciones en tres sesiones de veinte minutos cada una. Antes de evaluar cada condición de iluminación, los observadores tuvieron un minuto de adaptación [12].

## Resultados

Las evaluaciones se representan en términos de iluminancia horizontal ( $E_h$ ) y de relación entre iluminancia vertical y horizontal. Las figuras 6 y 7 muestran ejemplos de la distribución gráfica de las evaluaciones promedio evaluadas para cada categoría perceptual.

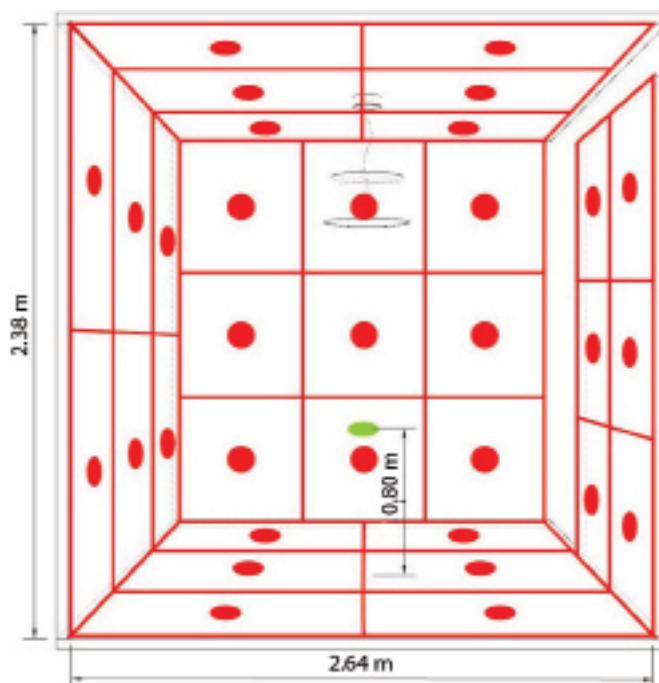


Figura 3. Puntos de medición

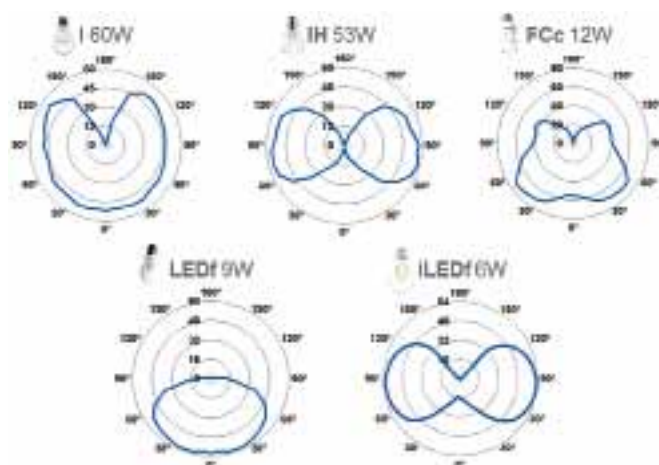


Figura 4. Curvas de distribución luminosa

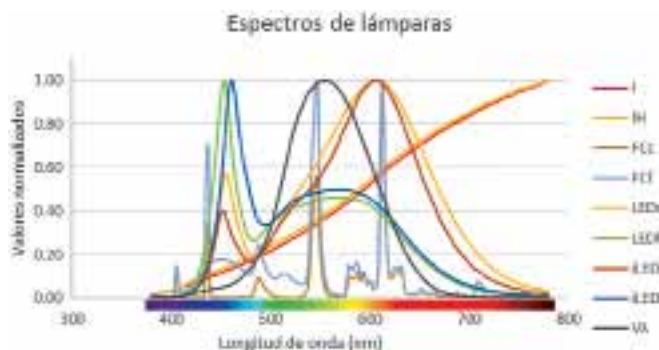


Figura 5. Espectros de las fuentes de luz

### Conclusiones

El presente trabajo estudia la relación entre la iluminación interior y las evaluaciones subjetivas para intentar comprender cómo perciben las personas y cuáles son sus preferencias.

- » Niveles máximos de iluminación (aproximadamente seiscientos lux de iluminancia horizontal) son preferidos por los observadores para percibir colores e iluminar espacios interiores residenciales.
- » Cómo distribuyen la luz las lámparas es un factor importante a la hora de diseñar la iluminación de un ambiente, dependiendo de si se quieren iluminar objetos que están ubicados en el plano horizontal o vertical.
- » Se prefieren lámparas con temperatura de color baja (2.700 kelvin) como las incandescentes halógenas, incandescentes, iLEDc y LEDc para tener la

sensación de una sala de estar como más agradable, colorida, estimulante y cálida.

- » Con diferentes lámparas, se obtienen valoraciones similares, influyendo en el aspecto económico, ya que entre las diversas tecnologías hay sensibles diferencias de precios.
- » En resumen, analizando todos los resultados obtenidos, la mayoría de los observadores prefieren lámparas cálidas con mayor distribución de luz en el ambiente.

La edad de los usuarios es un tema importante a tener en cuenta, ya que en las viviendas residen personas de diferentes edades, que, al ir creciendo, su sistema visual se ve perjudicado conforme el paso del tiempo.

Actualmente se están realizando evaluaciones que permitirán ampliar el rango de edades considerado en este trabajo con el objetivo de incluir el factor edad en



Figura 6. Evaluación promedio en función de la iluminancia horizontal

los próximos análisis y dar más luz sobre el problema abordado.

### Reconocimientos

Este trabajo es parte del proyecto PICT “Efectos psicológicos y fisiológicos de la iluminación” y PIP “La percepción visual y sus aplicaciones en eficiencia energética, deporte y visión con objetos transparentes”. ❖

### Referencias

[1] [1] Bjarklev, Ar., & Bjarklev, An., “Future illumination systems and the climate change challenge - The case of danish office lighting”. CIE: Lighting Quality & Energy Efficiency (2010).

[2] [2] Manav, B., Kutlu, R.G., & Küçükdoğu, M. Ş., “The Effects of Colour and Light on Space Perception”, Colour and Light in Architecture. First International Conference 2010 Proceedings (2010).

[3] [3] Lima Azevedo, I., Morgan, M.G., & Morgan, F., “The Transition to Solid-State Lighting”, Procc. IEEE, Vol 97, N° 3, 481-510 (2009).

[4] [4] Lim, S.R., Kang D., Ogunseitan, O. A. & Schoenung, J. M., “Potential Environmental Impacts from the Metals in Incandescent, Compact Fluorescent Lamp (CFL), and Light-Emitting Diode (LED) Bulbs”, Environmental Science & Technology, Vol° 47, N°2, 1040-1047 (2013).

[5] [5] Halonen, L., Tetri, E., & Bhusal, P., “Guidebook on Energy Efficient Electric Lighting for Building”, IEA, ECBCS, Annex 45. Finland: Aalto University School of Science and Technology (2010).

[6] [6] Schanda, J., & Madár, G., “Light Source Quality assessment”. CIE Session - Beijing Poster Paper (2007).

[7] [7] Fernandez, P., Giboreau, A., & Fontoynt, M., “A Three Step Method to Design Lighting in Hotel Rooms Through a User Centered Approach”. International Conference on the Effects of Light on Wellbeing (2012).

[8] [8] R. Dangol MSc, M. Islam MSc, M. Hyva” rinen LiSc, P. Bhusal DSc, M. Puolakka DSc and L. Halonen DSc., “Subjective preferences and colour quality metrics of LED light sources”. Lighting Res. Technol. 45: 666-668 (2013).

[9] [9] F. Szabó PhD, R. Kéri BSc, J. Schanda DSc, P. Csuti MSc, E. Mihálykó-Orbán PhD., “A study of preferred colour rendering of light sources: Home lighting”. Lighting Res. Technol., Vol. 48: 103-125 (2014).

[10] [10] Sophie Jost-Boissard, Pascale Avouac & Marc Fontoynt. “Preferred Color Rendition of Skin under LED Sources”, LEUKOS, 12:1-2, 79-93, DOI:10.1080/15502724.2015.1060499 (2016).

[11] [11] Lombana M, Tonello GL. “Perceptual and emotional effects of light and color in a simulated retail space”. Color Res Appl. 2017;00:1-12.

[12] [12] Boyce P. R. “Human Factors in Lighting” Third Edition. Chapter 9.

[13] [13] Obando J., Buriak F., Kirschbaum C., “Tecnologías para la iluminación de interiores residenciales”. 101° Reunión de la Asociación Física Argentina, organizada por filial Tucumán (AFA). San Miguel de Tucumán. Tucumán. Argentina (2016).

[14] [14] Obando J., Martín A., Kirschbaum C., “Evaluación subjetiva de espacios interiores residenciales iluminados con lámparas de diferentes tecnologías”. XIII Jornadas Argentinas de Luminotecnia – LUZ 2017.San Rafael, Mendoza (2017).



Figura 7. Evaluación promedio en función de la relación entre iluminancias vertical y horizontal