

PREFERENCIA DE ILUMINACIÓN INTERIOR RESIDENCIAL

PREFERENCE OF RESIDENTIAL INTERIOR LIGHTING

Jesús Obando ^{a, b}, Andrés Martín ^{a, b, c}, Carlos Kirschbaum ^{a, b, *}

^a Departamento de Luminotecnia, Luz y Visión, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología
Universidad Nacional de Tucumán

^b Instituto de Investigación en Luz Ambiente y Visión, CONICET-UNT

Av. Independencia 1800 – (4000) San Miguel de Tucumán – Provincia de Tucumán – Argentina

^c Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Tucumán

Bernardino Rivadavia 1050 - (4000) San Miguel de Tucumán – Tucumán – Argentina

Recibido: 1/03/18; aceptado: 3/08/18

Con el objetivo de investigar las elecciones preferidas por los usuarios ante las diversas alternativas existentes en materia de iluminación residencial interior, se diseñó una Sala de Estar a escala real en la que es posible cambiar tanto las fuentes como los niveles de la iluminación. Se evaluaron veinticuatro 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 (6500K) y cálida (2700K). Todas las lámparas evaluadas pertenecen al grupo de base E27, que son las más utilizadas en las viviendas residenciales.

Veinticuatro observadores completaron las evaluaciones subjetivas mediante un cuestionario de diferenciales semánticos en los 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. A su vez, se observan variaciones significativas en la valoración efectuada para las diferentes lámparas y temperaturas de color. Se destaca la preferencia de los observadores por iluminaciones cálidas (2700K) y lámparas como la Incandescente Halógena y la iLED. Además, se prefieren lámparas que distribuyen la luz de manera más uniforme en todo el espacio. Estos resultados podrían ser de interés tanto para diseñadores y usuarios como recomendaciones para el diseño de los ambientes a iluminar, atendiendo tanto a los aspectos tecnológicos como a los económicos, los estructurales y teniendo en cuenta la mirada de las personas.

Palabras clave: Iluminación interior, fuentes de luz, preferencias.

With the aim of investigating the choices preferred by users in front of the different alternatives in the field of related to interior residential lighting, a living room was designed in real scale in which it is possible to change both sources and levels of lighting. Twenty-four lighting conditions were evaluated, comprising the combination of four different technologies: Incandescent (I), Halogen Incandescent (HI), Compact Fluorescent (CF) and light-emitting diode (LED), with three levels of horizontal illuminance between 215 and 630lux and cold (6500K) and warm (2700K) color temperatures. All the lamps evaluated belongs to the Base E27 group, which are the most used in residential homes.

Twenty-four observers completed the subjective evaluations by means a questionnaire of semantic differentials in which categories related to the perception of the enlightened environment were evaluated.

The results showed, for all the evaluated conditions, that the maximum levels of illumination are qualified with the highest values. At the same time, significant variations are observed in the assessment carried out for the different lamps and color temperatures. It is distinguished observers' preference for warm lighting (2700K) and lamps such as Halogen Incandescent and iLED. In addition, lamps are preferred that distribute light more evenly throughout the space. These results might be interesting for both designers and users since they could be used as recommendations when an environment to be illuminated is going to be designed, considering technological and economic aspects, structural aspects and also people's perspective.

Keywords: Interior lighting, light sources, preferences.

* nanoobando@gmail.com

I. INTRODUCCIÓN

El diseñador de iluminación enfrenta varios desafíos simultáneamente. 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). Sucede que los usuarios, al momento de cambiar alguna de las fuentes de luz, deben escoger de entre una gran cantidad de alternativas, todas ellas acompañadas de alguna campaña publicitaria que compite por conquistar la decisión del comprador: diferentes tecnologías (LED, descarga bajo consumo, halógenas) [3,4,5]; con coloraciones distintas, expresadas en un lenguaje muchas veces críptico (temperatura de color); diferencias en las potencias eléctricas de las lámparas que resultan contradictorias con las cantidades de luz emitidas (según la tecnología la cantidad de luz por unidad de potencia) y por supuesto una gran variedad de precios, por citar las características más sobresalientes.

La descripción anterior señala un aspecto de la instalación luminotécnica que escapa por lo general al alcance del diseño inicial: el deterioro de la instalación por un incorrecto mantenimiento por parte del usuario. Podría pensarse que un buen diseño debería incluir algunas recomendaciones para el usuario que minimicen el impacto de una mala elección en el reemplazo de las fuentes de luz o que lo orienten sobre las características que debería atender al momento de decidir sobre su compra. Es en consideración de esta problemática, que investigamos los efectos de la iluminación en la *apariencia visual* de una Sala de Estar simulada en escala real.

Se ha escogido la evaluación de la apariencia visual del espacio por considerar que es el concepto que encierra, 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.

II. METODOLOGÍA

Para evaluar la preferencia de los observadores, se diseñó y montó una Sala de Estar de una vivienda residencial típica a escala real, cuyo sistema de iluminación permitía tanto el cambio de las fuentes de luz como de los niveles lumínicos. Las valoraciones se recogieron mediante un cuestionario de diferenciales semánticos en los que se evaluaron categorías relacionadas con la percepción del ambiente iluminado. A continuación, se describen cada uno de los elementos utilizados en la investigación.

A. Sala de Estar

Se diseñó y montó en escala real en la Sala de Simulación del Departamento de Luminotecnia, Luz y Visión - Instituto de Investigación en Luz, Ambiente y Visión (DLLyV – ILAV). Las dimensiones de la sala son 3,12m de largo, 2,64m de ancho y 2,80m de alto, sin ingreso de luz natural y equipada con elementos típicos de una Sala de Estar como: sofás, cuadros, mesa, flores y revistas, lo que le otorgan un carácter general al ambiente.



Figura 1. Sala de Estar simulada a escala real.

B. Lámparas de diferentes tecnologías

Las fuentes de luz utilizadas en este experimento fueron: Incandescente (**I**), Incandescente Halógena (**IH**), Fluorescente Compacta Espiralada Cálida (**FCc**) y fría (**FCf**), de estado sólido cálidas (**LEDc**, **iLEDc**) y frías (**LEDf**, **iLEDf**), todas con base roscada E27. Los valores de las temperaturas de color de cálida y fría, corresponden a 2700K y 6500K respectivamente.

La iluminación de la Sala se realizó a través de una luminaria equipada con ocho portalámparas rosca E27 lo que permitió variar los niveles de iluminación de manera precisa y escalonada. A su vez, el diseño de la luminaria evitó que los observadores 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. Los valores de las temperaturas de color de cálida y fría, corresponden a 2700K y 6500K respectivamente.

Teniendo en cuenta la norma IRAM-AADL J 20-06 para *Sala de Estar*, la cual plantea un nivel mínimo de 200 lux, un nivel recomendado de 300 lux y un nivel óptimo de 500 lux de iluminancia horizontal (E_h) medida sobre el plano de trabajo, es decir, a una altura promedio de 80cm, se utilizaron tres niveles de iluminación para cada lámpara, las iluminancias horizontales obtenidas varían entre un mínimo de 215lux y un máximo de 630 lux, medidas a una altura de 80cm desde el piso y debajo de la luminaria (Figura 2). Sumando los tres niveles de iluminación para cada fuente de luz y las diferentes temperaturas de color, cuando la tecnología lo permitió, se obtuvieron un total de veinticuatro condiciones de iluminación diferentes.

También se midió la iluminancia vertical (E_v) en las paredes y la luminancia (L) en las paredes, el piso y el cielorraso, en estos dos últimos casos en varios puntos conformando una red de valores (Figura 2). Los promedios de las mediciones fotométricas se muestran en la Tabla 1. En la misma tabla se muestra la relación E_v/E_h , que refleja la forma de distribución de la luz de la luminaria (artefacto + lámparas). Como complemento, se muestran las distribuciones de intensidad luminosa propias de cada lámpara desnuda (Figura 3) como sus distribuciones espectrales (Figura 4).

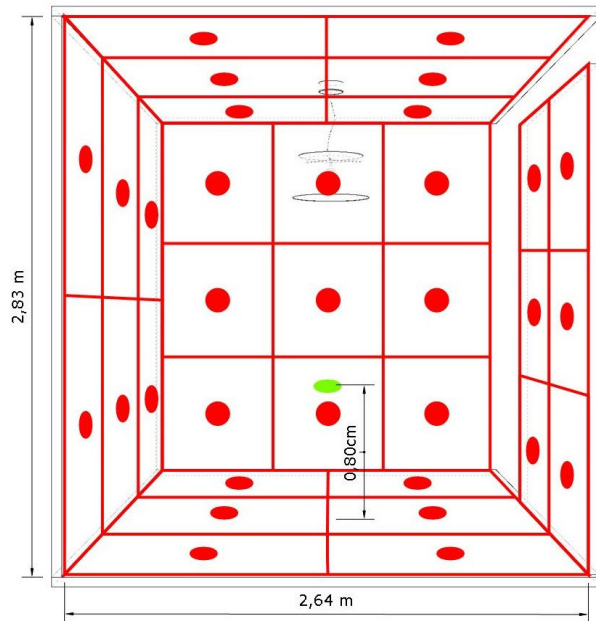


Figura 2. Puntos de medición de la Sala de Estar.

Las mediciones fotométricas se realizaron con Luxómetro Minolta T-1M y Luminancímetro Minolta LS-100. Las características espectrales se midieron con un espectrómetro Ocean Optics Jaz y la distribución de intensidad luminosa (DIL) para cada lámpara desnuda con un Goniofotómetro (LMT GO-DS2000).

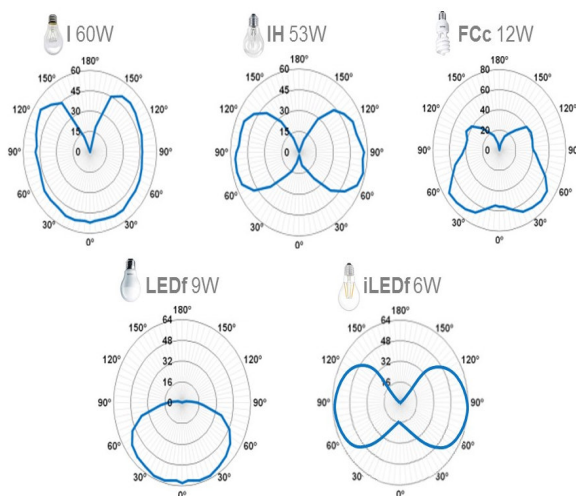


Figura 3. Curvas de distribución luminosa

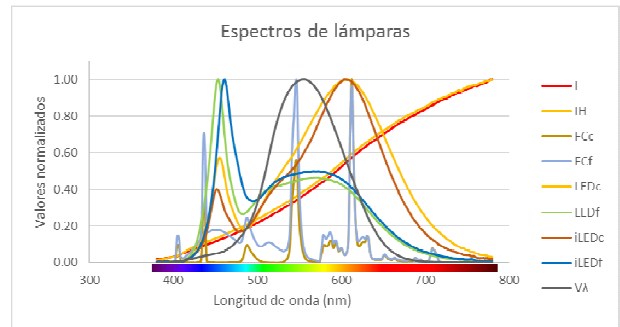


Figura 4. Espectros de las diferentes fuentes de luz.

C. Evaluaciones subjetivas

Las evaluaciones subjetivas se realizaron con un grupo de 24 observadores, 13 mujeres y 11 varones, con edades entre 18 y 34 años, algunos con visión normal (emétopes) y otros con errores refractivos como miopía, hipermetropía o astigmatismo debidamente corregidos, al momento de realizar las evaluaciones. Las 24 condiciones de iluminación se presentaron a los observadores de forma aleatoria. Las valoraciones se registraron a través de un cuestionario con diferenciales semánticos de 7 pasos mediante el uso de pares de adjetivos bipolares que se agrupaban y se evaluaron en las siguientes categorías:

PERCEPCIÓN DEL COLOR

1. Los colores de la pintura se ven:
Muy mal / Muy bien
2. Los colores de la pintura son:
Muy débiles / Muy intensos
3. Los colores del sofá son:
Muy débiles / Muy intensos

NIVEL DE ILUMINACIÓN

4. El nivel de iluminación en la superficie de la mesa es:
Muy bajo / Muy alto
5. El nivel de iluminación en la pintura es:
Muy bajo / Muy alto







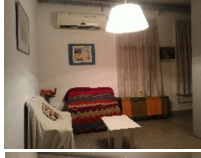


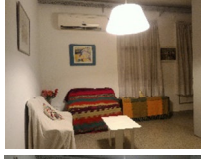






















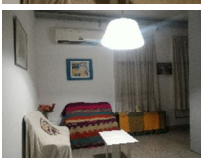





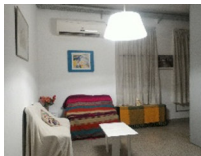
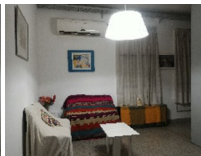







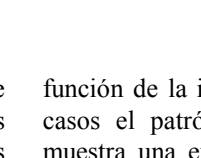
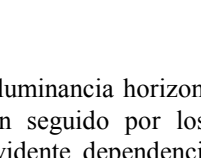
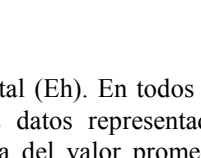

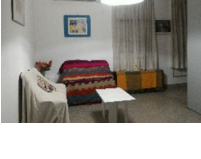
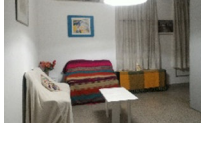
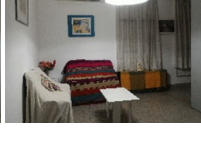
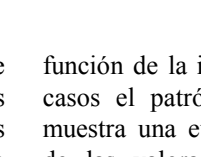
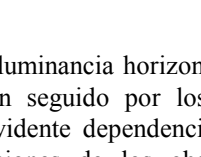
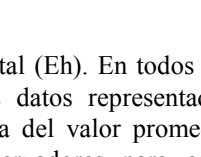
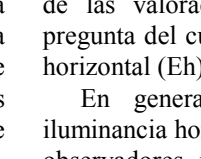
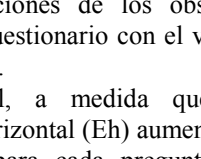
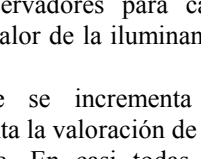

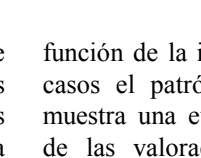
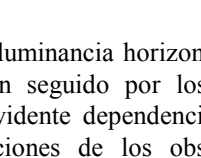
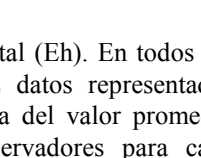
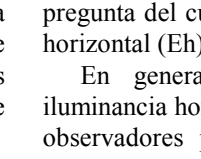
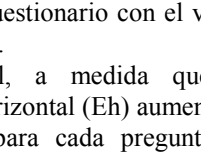
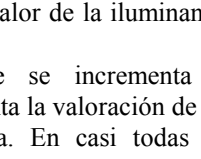
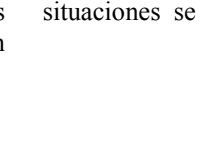
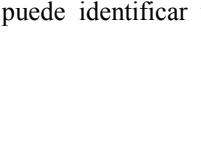
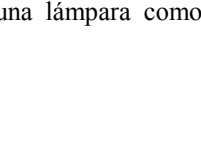

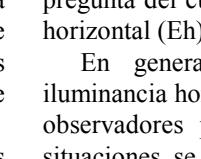
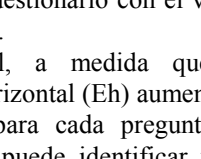
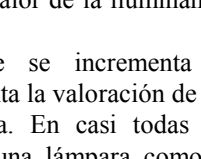




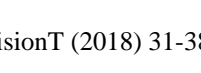

APARIENCIA DEL ESPACIO

El Estar es:

6. *Muy oscuro / Muy claro*
7. *Muy desagradable / Muy agradable*
8. *Muy descolorido / Muy colorido*
9. *Muy estrecho / Muy amplio*
10. *Muy aburrido / Muy estimulante*
11. *Muy frío / Muy cálido*

Los observadores realizaron todas las evaluaciones en 3 sesiones de 20 minutos cada una. Antes de evaluar cada condición de iluminación los observadores tuvieron 1 minuto de adaptación [12].

TABLA 1: NIVELES DE ILUMINANCIA Y LUMINANCIA

Lámpara	Niveles	Eh (lux)	Ev (lux)	Ev/Eh	L (cd/m ²)	NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3	
	I	1	236	45,28	0,19	9,15			
		2	357	66,97	0,19	13,19			
		3	590	111,03	0,19	22,87			
	IH	1	242	59,40	0,25	11,88			
		2	397	100,12	0,25	20,42			
		3	630	157,94	0,25	29,82			
	FCc	1	250	51,03	0,20	9,82			
		2	369	76,53	0,21	13,96			
		3	602	130,57	0,22	20,8			
	FCf	1	235	47,47	0,20	8,38			
		2	350	71,55	0,20	12,47			
		3	580	120,43	0,21	20,04			
	LEDc	1	252	42,95	0,17	7,93			
		2	359	58,48	0,16	10,72			
		3	610	101,52	0,17	18,71			
	LEDf	1	232	38,01	0,16	7,03			
		2	372	58,12	0,16	10,8			
		3	600	96,50	0,16	18,16			
	iLEDc	1	215	54,85	0,26	14,64			
		2	357	93,78	0,26	18,39			
		3	569	146,89	0,26	29,65			
	iLEDf	1	234	58,78	0,25	15,72			
		2	389	99,54	0,26	19,72			
		3	614	159,33	0,26	31,64			

III. RESULTADOS

Como se menciona en la metodología, el nivel de iluminación estuvo determinado por los valores definidos para la iluminancia horizontal (Eh) según las recomendaciones de la norma vigente en Argentina IRAM-AADL J 20-06. Estos niveles junto con la tecnología para producir luz y la temperatura de color de cada lámpara son nuestras principales variables independientes. Mientras que la variable dependiente son los valores de las respuestas de los observadores.

Los gráficos de la Figuras 5 muestran los resultados de los valores de las respuestas de los observadores en

función de la iluminancia horizontal (Eh). En todos los casos el patrón seguido por los datos representados muestra una evidente dependencia del valor promedio de las valoraciones de los observadores para cada pregunta del cuestionario con el valor de la iluminancia horizontal (Eh).

En general, a medida que se incrementa la iluminancia horizontal (Eh) aumenta la valoración de los observadores para cada pregunta. En casi todas las situaciones se puede identificar una lámpara como la

"mejor valorada" (IH) y otra como la "peor valorada" (LEDf).

Se puede observar, con la ayuda de la Tabla 1, como se diferencian las fuentes de luz en relación con la manera de distribuir la luz en el ambiente; a partir de esto, se pueden diferenciar tres grupos de lámparas: las IH, iLEDc e iLEDf son las que distribuyen la luz de manera más uniforme en todo el espacio, lo cual también se puede apreciar en las fotografías que acompañan la relación E_v/E_h para cada lámpara, valores $\geq 0,25$. A continuación le siguen las I, FCc y FCf. y finalmente las LEDc y LEDf. En lo sucesivo, analizaremos cada una de las categorías evaluadas.

Percepción del color

Las figuras 5a, 5b y 5c representan la información pertinente para el análisis de esta categoría. Las preguntas interpelan a los observadores acerca de cómo perciben los colores en la pintura (*bien/mal*) y qué tan intensos les resultan tanto en la pintura como en el sofá. Además del comportamiento general ya descrito, aparecen algunos patrones interesantes de ser analizados. En la pregunta sobre qué tan bien se ven los colores, las respuestas parecen agruparse en torno a dos grupos de lámparas: IH, iLEDf, iLEDc e I, con las mayores valoraciones y las LEDc, LEDf, FCc, y FCf con las menores. A nuestro entender, dos cosas resultan llamativas: 1) que no sea la temperatura de color lo que defina el agrupamiento y 2) el comportamiento de la lámpara incandescente (I).

Respecto al primer punto, pareciera que el factor de agrupamiento está definido en torno a la distribución de las intensidades luminosas (DIL). Puede comprobarse con ayuda de la Figura 3 que las lámparas con distribuciones similares (IH e iLED) y aquella que tiene bastante emisión en el plano horizontal (I) constituyen este grupo. Lo que sugiere que, a equivalencia de iluminancia horizontal, estas lámparas emiten más luz sobre las paredes. A partir de los valores de E_v de la Tabla 1 puede compararse cuantitativamente esta diferencia. Los valores promedio de E_v para las lámparas IH e iLED son similares, mientras que los valores de la lámpara incandescente presentan la particularidad que el correspondiente a la E_h de 400 lux se aproxima a los valores de E_v para las lámparas anteriores para el caso de E_h de 200 lux. Para las otras preguntas, aplicando el mismo razonamiento de las E_v , no vemos una distribución tan separada de los valores, posiblemente debido a que a la altura del sofá las intensidades luminosas provenientes de las diferentes lámparas son más homogéneas en relación con la iluminancia horizontal medida.

Nivel de iluminación

En esta categoría se evalúa cómo perciben el *nivel de iluminación* los observadores, en un plano horizontal (mesa) y en un plano vertical (pintura).

Para la pregunta sobre el nivel de iluminación en la mesa, si es *bajo o alto*, el crecimiento de las valoraciones al aumentar la E_h se mantiene. En la Figura

5d se puede ver cómo influye la distribución de la luz por sobre la temperatura del color, ya que las lámparas preferidas son las LEDc y LEDf (junto con la IH), que tienen mayor distribución en el plano horizontal (Figura 3). A partir de los valores entre 400 y 450 lux, correspondientes al segundo nivel, las valoraciones tienden a ser similares hasta llegar al máximo nivel. Se observa poca variación de la valoración vs E_h , lo cual implica que para cada incremento de iluminación por encima de estos valores se logran menores variaciones (incrementos) de la valoración positiva. Esta observación puede ser significativa en relación con los niveles recomendados y al consumo energético.

Al evaluar la valoración sobre el nivel de iluminación en la pintura, la Figura 5e nos muestra que aparecen de nuevo dos grupos bien definidos como en la categoría de *percepción del color*. El grupo de las lámparas preferidas son las que distribuyen mayor luz hacia la dirección donde está ubicada la pintura, plano vertical (paredes), ellas son las IH, iLEDc e iLEDf. Las lámparas restantes pertenecen al grupo de las menos valoradas.

Al tratarse de una evaluación en el plano vertical, se realizó el gráfico de las evaluaciones en relación con E_v (Figura 6). Podemos observar que a un valor aproximadamente de 100 lux de E_v , lámparas como la LEDc y LEDf, que en la figura 5e no eran tan preferidas, en este gráfico sí lo son, tal vez dado por la distribución de dichas lámparas.

Hasta el momento las dos categorías evaluadas se condujeron para tratar de saber qué tipo de iluminación es preferida por los observadores para percibir determinados objetos como la pintura y el sofá.

Apariencia del espacio

Esta categoría tiende a evaluar el ambiente en general, es decir cómo perciben los observadores la Sala de Estar en conjunto, teniendo en cuenta todo el espacio iluminado. Como en las categorías anteriores, en general para todas las preguntas las valoraciones aumentan al aumentar el nivel de iluminación (Figura 5f a 5k). Se observan algunas características interesantes:

- 1- La lámpara IH es la que mayor valoración obtiene en todas las preguntas de esta categoría.
- 2- Las figuras 5g, 5h, 5j y 5k nos muestran que los observadores perciben la Sala de Estar como más *agradable, colorido, estimulante y cálido* con el grupo de lámparas de temperatura de color bajas (2700k) como las IH, I, iLEDc y LEDc. A partir del segundo nivel, entre 350 y 400 lux de E_h se puede observar este agrupamiento.
- 3- Respecto al punto anterior, es de destacar el aumento de la valoración de la LEDc, en comparación a algunas preguntas de las dos categorías descriptas anteriormente.

4- Para la pregunta del Estar si es *oscuro/claro* (Figura 5f) y *estrecho/amplio* (Figura 5i) la IH es la mejor valorada en comparación a las otras fuentes de luz.



Figura 5. Resultados de las respuestas de los observadores en función de la iluminancia horizontal (Eh).

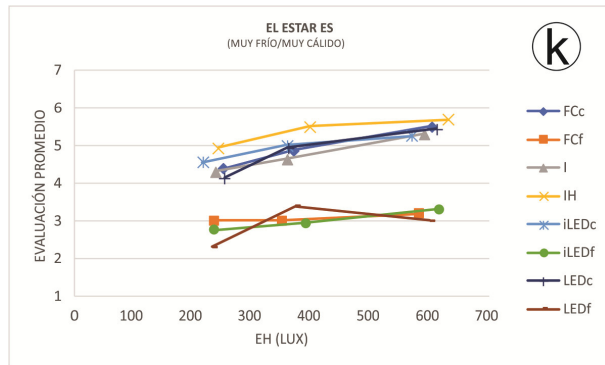


Figura 5. (Continuación)

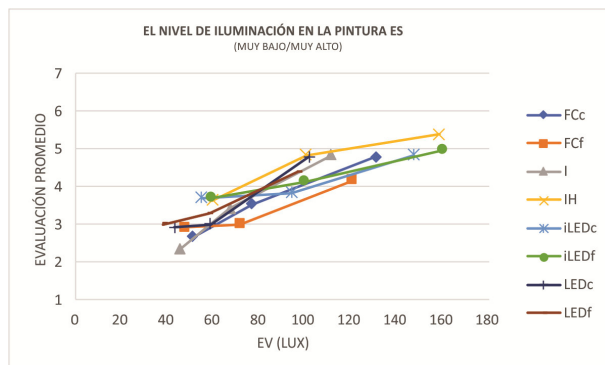


Figura 6. Resultados de las respuestas de los observadores en función de la iluminancia vertical (Ev).

Si bien tienden a aumentar la valoración al aumentar la Eh, no muestran mucha variación a partir del nivel medio de 400 lux. Por lo que para estas preguntas estas fuentes se perciben de manera similar.

- 5- Se aprecia que los observadores perciben de manera similar algunas de las lámparas y niveles evaluados. Los resultados nos permiten hacer un ordenamiento por sus efectos subjetivos y las implicancias energéticas. En varios casos, el segundo nivel de iluminación ajustado en los ensayos produce resultados muy cercanos o cercanos al mayor nivel evaluado. O sea que, desde el punto de vista subjetivo el segundo nivel es suficiente para los observadores y esto implica menores niveles (consumo energético) lo cual repercute en la economía del usuario.

Los resultados obtenidos permitieron establecer pautas a la hora de diseñar un ambiente, en este caso específico de una Sala de Estar, ya que podemos obtener un ambiente determinado con diferentes fuentes y niveles según los requerimientos y preferencias del usuario.

V. CONCLUSIONES

Los resultados muestran que, para todas las lámparas, los niveles máximos de iluminación son los

mejor valorados por los observadores para las distintas categorías evaluadas. De aquí se puede concluir que se prefieren ambientes con niveles de iluminación por encima de 200 lux de iluminancia horizontal.

Se pudo apreciar que las personas, en este rango etario, siguen prefiriendo tecnologías como la Incandescente Halógena por sobre las LED. Se observó una mayor valoración general por las lámparas con temperatura de color bajas (2700K) y con una mayor distribución luminosa hacia los planos verticales.

Además, se aprecia que con diferentes lámparas se obtienen valoraciones similares, por lo cual se puede concluir que para lograr determinados efectos o características en el ambiente se pueden utilizar diversas tecnologías y niveles de iluminación, influyendo así en el aspecto económico ya que entre las diversas tecnologías hay sensibles diferencias de precios.

Las preferencias responden además a aspectos culturales y psicológicos. La sensación de estar confortable en el hogar, la necesidad de sentir calidez, pueden ser aspectos que ayudan a entender los resultados obtenidos.

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 los próximos análisis y dar más luz sobre el problema abordado. Esta investigación intenta entender cómo perciben las personas y cuáles son sus preferencias para poder crear pautas para un buen diseño de iluminación.

VI. 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”.

VII. REFERENCIAS

- 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 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 Lima Azevedo, I., Morgan, M.G., & Morgan, F., “The Transition to Solid-State Lighting”, Proc. IEEE, Vol 97, N° 3, 481-510 (2009).
- 4 Lim, S.R., Kang D., Ogunseit, 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 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 Schanda, J., & Madár, G., "Light Source Quality assessment". CIE Session - Beijing Poster Paper (2007).
- 7 Fernandez, P., Giboreau, A., & Fontoyont, 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 R. Dangol MSc, M. Islam MSc, M. Hyvärinen 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 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 Sophie Jost-Boissard, Pascale Avouac & Marc Fontoyont. "Preferred Color Rendition of Skin under LED Sources", *LEUKOS*, 12:1-2, 79-93, DOI:10.1080/15502724.2015.1060499 (2016).
- 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 Boyce P. R. "Human Factors in Lighting" Third Edition. Chapter 9.
- 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 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).