



Received: 07-10-2015
Accepted: 14-12-2015

Ingeniería Kansei aplicada al diseño lumínico de espacios emocionales

Kansei engineering in the lighting design of emotional spaces

Nuria Castilla^a, Carmen Llinares^b y Vicente Blanca^c

^aUniversidad Politécnica de Valencia (Valencia, España, e-mail: ncastilla@csa.upv.es), ^bUniversidad Politécnica de Valencia (Valencia, España, e-mail: cllinare@omp.upv.es), ^cUniversidad Politécnica de Valencia (Valencia, España, e-mail: vblanca@csa.upv.es)

Resumen— Tradicionalmente, cuando se proyecta la iluminación de un determinado espacio se hace intuitivamente, mejorando el diseño mediante el método de prueba y error, basándose únicamente en la propia voluntad o en las propias preferencias y sin tener en cuenta los conocimientos de la investigación en iluminación o las necesidades y las preferencias del usuario final. En ocasiones, este sistema deviene costoso e ineficiente ya que toda la responsabilidad del diseño recae en la voluntad de los diseñadores. Por otro lado, la investigación en iluminación también ha estado alejada del mundo del diseñador de la iluminación y del usuario. Los estudios que han tratado de analizar la respuesta de los usuarios ante el ambiente luminoso proceden del ámbito de la psicología o de la ingeniería y no han tenido en cuenta en sus estudios los parámetros del diseño luminoso que puedan dar respuesta a las necesidades del usuario. El objeto del presente trabajo es proponer una metodología que mediante el uso de la Ingeniería Kansei evalúe la respuesta emocional de los usuarios ante la iluminación con el objeto de diseñar espacios iluminados emocionalmente eficientes. La metodología propuesta puede tener importantes implicaciones en la eficiencia energética de los edificios ya que permite conocer la respuesta del usuario ante distintas características de la iluminación y concentrar los esfuerzos en aquellos parámetros que realmente sean apreciados por los usuarios.

Palabras clave— Ingeniería Kansei; iluminación; aulas; espacio emocional; iluminación artificial.

Abstract- Traditionally, when lighting a given space projects is done intuitively, improving the design by the method of trial and error, based solely on his own will or individual preferences and regardless of knowledge of research in lighting or the needs and preferences of the end user. Sometimes, this system becomes costly and inefficient since all design responsibility lies with the will of the designers. On the other hand, research in lighting has also been removed from the world of lighting designer and user. Studies that have tried to analyze the user response to the bright atmosphere come from the field of psychology or engineering and have not taken into account in studying the parameters of light design that can respond to user needs. The purpose of this paper is to propose a methodology using Kansei Engineering assess the emotional response of users to the lighting in order to design efficient emotionally lit spaces. The proposed methodology can have important implications for the energy efficiency of buildings since it allows the user to know the answer to different lighting features and concentrate efforts on those parameters that are really appreciated by users.

Index Terms— Kansei Engineering; lighting; classrooms; emotional space; artificial lighting.

I. INTRODUCCIÓN

Las condiciones lumínicas han demostrado tener un impacto en los fundamentos de la vida humana: salud, bienestar y seguridad (Boyce, 2003). Estos efectos pueden llegar a tener un repercusión importante en el ambiente humano por lo que a la hora de proyectar un sistema de iluminación es necesario conciliar requisitos físicos, fisiológicos y psicológicos (Bell, Page, 1986). Es más, la iluminación ha sido descrita a menudo como un tema que abarca tanto arte como ciencia (Loe, Rowlands, 1996).

Sin embargo, tradicionalmente, cuando se proyecta la iluminación de un determinado espacio generalmente se hace intuitivamente, mejorando los diseños mediante el método de prueba y error, basándose únicamente en la propia voluntad o las propias preferencias y sin tener en cuenta los conocimientos de la investigación en iluminación o los requerimientos funcionales, las necesidades y las preferencias del usuario final. En ocasiones, este sistema deviene costoso e ineficiente ya que toda la responsabilidad del diseño recae en la voluntad de los diseñadores.

Por otro lado, la investigación en iluminación también ha estado alejada del mundo del diseñador de la iluminación y del usuario. Los estudios que han tratado de analizar la respuesta de los usuarios ante el ambiente luminoso proceden del ámbito de la psicología o de la ingeniería y no han tenido en cuenta en sus estudios los parámetros del diseño luminoso que puedan dar respuesta a las necesidades del usuario.

En este sentido, la Ingeniería Kansei (también conocida como Ingeniería Emocional) (Nagamachi, 1989), técnica capaz de traducir los sentimientos de los usuarios en elementos de diseño concretos, puede resultar de gran interés. La principal ventaja que aporta frente a otras técnicas de análisis de preferencias (QFD, Análisis Conjunto, etc.) es que establece un marco adecuado para trabajar con atributos simbólicos y percepciones de los usuarios, expresadas en su propio lenguaje.

Son muy numerosas las aplicaciones de la Ingeniería Emocional sobre todo, en diferentes ámbitos del desarrollo de productos (Zhang y Wang, 2013; Schütte, Lindberg y Eklund, 2006); Hsu, Chuang y Chang, 2000). Sin embargo, aunque las aplicaciones de la Ingeniería Kansei son numerosas, en el ámbito de la iluminación han sido muy poco utilizadas hasta ahora. En este sentido, es de destacar el estudio sobre la iluminación urbana y la respuesta emocional del observador

para proponer consideraciones respecto a su diseño (Calvillo, 2010).

A pesar de su poca utilización en el campo lumínico y en el arquitectónico es muy interesante disponer de información sobre las percepciones de los usuarios, expresada según su propio esquema conceptual. En este sentido, la metodología Kansei propone la elaboración de cuestionarios basados en los conceptos que manejan los usuarios y no exclusivamente en los de los expertos. Esta necesidad es un hecho contrastado en muchos ámbitos del diseño de productos, donde se ha demostrado que conceptos percibidos por unos colectivos pueden tener significados diferentes en otros. En este sentido, es destacable las aportaciones realizadas por investigadores de la Universidad Politécnica de Valencia sobre la aplicación de esta técnica al ámbito de la arquitectura y la edificación (Llinares y Page, 2007, 2008, 2009, 2011; Galiana, Llinares y Page, 2012; Llinares, Page y Llinares, 2013).

El objeto del presente trabajo es proponer una metodología que mediante el uso de la Ingeniería Kansei, evalúe la respuesta emocional de los usuarios ante la iluminación con el objeto de diseñar espacios iluminados emocionalmente eficientes.

II. PROPUESTA METODOLÓGICA

El desarrollo metodológico se ha centrado en el establecimiento de la metodología a utilizar y en el establecimiento de los estudios de campo necesarios para alcanzar el objetivo propuesto. La metodología propuesta pretende, mediante el uso de la Ingeniería Kansei, evaluar la respuesta de los usuarios ante el espacio luminoso de su aula con el objeto de aportar soluciones de diseño que mejoren su percepción, bienestar y aprendizaje. Todo esto sin olvidar las implicaciones que este tipo de instalaciones tienen en la eficiencia energética de los edificios.

El desarrollo de este sistema requiere de las siguientes fases:

A. FASE I: Determinación de la estructura de conceptos que utiliza el usuario para describir y valorar un determinado espacio lumínico.

Esta fase consta de las siguientes tareas:

1) Parametrización / caracterización de los espacios luminosos.

El objeto de esta tarea es identificar y parametrizar los factores de diseño o parámetros del espacio o ambiente luminoso objeto de estudio. Esto implica la descomposición en ítems y a su vez en categorías de todos los parámetros de diseño que configuran la iluminación.

Nuria Castilla Cabanes. Departamento de Construcciones Arquitectónicas, Universidad Politécnica de Valencia, Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España (e-mail: ncastilla@csa.upv.es).

Carmen Llinares Millán, Instituto de Tecnología Orientada al Ser Humano (LabHuman), Universitat Politècnica de València, Camino de Vera, s/n, Valencia, 46022, Spain.

Vicente Blanca Giménez. Departamento de Construcciones Arquitectónicas, Universidad Politécnica de Valencia, Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España (e-mail: vblanca@csa.upv.es).

2) *Generación de descriptores.*

En la siguiente el objetivo es recopilar los descriptores estéticos o conjunto de adjetivos, sustantivos y otras expresiones relacionadas con los significados que se le atribuyen al ambiente lumínico (claro, luminoso, cálido,...).

3) *Generación de estímulos.*

El objeto de esta tarea es seleccionar los espacios luminosos concretos a analizar. Cada uno de estos espacios contará con distinto tipo de iluminación y a partir de ellos el usuario emite sus valoraciones.

4) *Selección de la muestra de usuarios.*

Para la selección de los participantes en el estudio se representa a toda la población objetivo que puede llegar a hacer uso de cada uno de los tipos de iluminación.

5) *Diseño de los estudios a realizar.*

Una vez que se han identificado los parámetros de diseño de la iluminación, se han elegido los ambientes luminosos a evaluar y se han definido las técnicas a emplear, se procede a diseñar una serie de estudios que permitan ir validando de una manera individual y, más adelante de una manera combinada, el efecto de la alteración de determinados parámetros de la iluminación en el comportamiento y percepción humana.

Para ello se diseña una serie de estudios que permitan completar la evaluación de un determinado tipo de espacio lumínico. Cada uno de estos estudios corresponde a una secuencia que ayuda a definir un parámetro de la iluminación en particular. De esta manera, cada estudio analiza el impacto concreto de un factor de alteración del espacio luminoso a evaluar.

6) *Desarrollo de los estudios de campo.*

La técnica a utilizar para la recogida de datos es la entrevista personal, utilizando como soporte para estructurar la información el cuestionario elaborado con los descriptores definidos y el conjunto de estímulos luminosos a valorar.

7) *Evaluación de la respuesta ante la experiencia en espacios lumínicos.*

En esta tarea se evalúa la percepción del usuario dentro de

un espacio luminoso concreto, tratando de cuantificar su respuesta.

B. FASE II: Cuantificar las relaciones entre las características de diseño del ambiente luminoso y la respuesta emocional del usuario.

En esta fase se extraen los factores de medición de las impresiones subjetivas afectivas. Se aplica el análisis factorial a la base de opiniones obtenida en la fase anterior con el fin de definir el conjunto de variables capaces de medir la valoración subjetiva del usuario (factores estéticos y factores emocionales). De esta manera, se identifica el Espacio Semántico (ejes semánticos) de las impresiones subjetivas afectivas del usuario.

C. FASE III: Definir la estructura de conceptos o el conjunto de atributos percibidos que utiliza el usuario para describir y valorar un espacio luminoso a partir del propio lenguaje del usuario.

Este esquema conceptual es un elemento fundamental, al ser el nexo de unión entre el diseño de la iluminación y la valoración final del usuario.

El objetivo de esta fase es la creación de unas propuestas de actuación. Gracias a ellas, se determinan las pautas o reglas de diseño necesarias para configurar espacios o ambientes luminosos que maximicen el bienestar de los usuarios. Estas pautas recogen la incidencia individual de cada uno de los elementos de diseño o parámetros de la iluminación en el ambiente luminoso estudiado.

En concreto, se ha llevado a cabo un primer estudio de campo en el que se ha establecido el espacio semántico que utilizan alumnos universitarios a la hora de valorar la iluminación de su aula. En concreto, en este primer estudio han participado 829 alumnos de la Universidad de Politécnica de Valencia y de la Universidad de Alicante.

III. APORTACIÓN DE LA METODOLOGÍA PROPUESTA

Las aportaciones de la metodología propuesta se pueden resumir en los siguientes apartados:

1) La metodología permite establecer un marco para cuantificar las relaciones entre las características de diseño del ambiente luminoso y la respuesta emocional del usuario ante la iluminación.

2) Gracias a ella se puede definir el conjunto de atributos percibidos o estructura de conceptos que utiliza el usuario para describir y valorar un ambiente luminoso. Dicho esquema conceptual es una pieza clave, al ser el nexo de unión entre el diseño de la iluminación y la valoración final del usuario. Este conocimiento puede tener importantes

beneficios no sólo para los usuarios sino también para los diseñadores de la iluminación y fabricantes ya que se permite crear espacios iluminados que respondan verdaderamente a las necesidades del usuario.

3) Se abre, de este modo, una vía importante para la industria de la iluminación ya que la metodología desarrollada permite el desarrollo de soluciones tecnológicas respondan de una manera más adecuada a las necesidades emocionales, cognitivas y de eficiencia del usuario.

4) De esta manera, los resultados obtenidos son de aplicación al diseño de la iluminación y pueden tener una repercusión inmediata en la calidad de vida de los usuarios. El diseño de una iluminación que favorezca la percepción y el bienestar es fundamental ya que tanto la iluminación natural como la artificial afectan a la salud de las personas, el humor, el bienestar y el estado de alerta (Boyce, 1973; Cajochen, 2007; Van Bommel, Van den Beld y Fassian, 2004).

5) Esto puede tener importantes implicaciones en la eficiencia energética de los edificios ya que permite conocer la respuesta del usuario ante distintas características de la iluminación y concentrar los esfuerzos en aquellos parámetros que realmente sean apreciados por los usuarios. De este modo, se pueden crear espacios luminosos que consigan un ahorro considerable en la eficiencia energética de la iluminación.

Hay que destacar que los resultados obtenidos hasta el momento muestran que existen diferencias significativas en la evaluación subjetiva de los estudiantes universitarios sobre el ambiente luminoso de sus aulas. Estos hallazgos muestran la influencia de los atributos simbólicos o funcionales de la utilidad percibida por el estudiante en la evaluación de la iluminación en su aula.

IV. CONCLUSIONES

Las contribuciones de esta metodología, y el estudio de campo llevado a cabo hasta ahora, constituyen una novedad en el campo de la ciencia ya que permiten:

- A. Identificar las variables del diseño de iluminación que garanticen el diseño de espacios emocionales eficaces, en función de su uso, mediante el establecimiento de la respuesta subjetiva del usuario.
- B. Analizar el espacio semántico del sujeto para incorporar las impresiones emocionales del sujeto desde el principio.
- C. Obtener una medida de impresiones subjetivas de los usuarios ante la iluminación de un determinado espacio.

D. Establecer un protocolo que sirva de guía para la medición de impresiones subjetivas en el entorno de la iluminación para proporcionar información sobre el punto de vista del usuario y no sólo el de los expertos, como se ha hecho hasta ahora.

En una fase ulterior, sería interesante evaluar la medición de la respuesta psicofisiológica del usuario como una medida de su respuesta emocional, inconsciente o involuntaria a diferentes escenas de iluminación, tanto en la realidad real y virtual. Esto proporcionaría una medida completa de la respuesta del usuario (subjetiva a través de Kansei Ingeniería y objetivo mediante la monitorización del sujeto).

REFERENCIAS

- Bell, R. I., Page, R. K. (1981). The need for a unified approach to interior lighting design parameters. *Lighting Research and Technology*, 13(2), 49-57.
- Boyce, P. R. (1973). Age, illuminance, visual performance, preference. *Lighting Research and Technology*, 5, 125-144.
- Boyce, P. R. (2003). *Human factors in lighting*, 2nd edition. London: Taylor and Francis.
- Cajochen, C. (2007). Alerting effects of light, *Sleep Medicine Review*, 11, 453-464.
- Calvillo, A. B. (2010). *Luz y Emociones: Estudio sobre La Influencia de la Iluminación Urbana en las Emociones; tomando como base el Diseño Emocional*, tesis doctoral inédita. Universidad Politécnica de Barcelona, Barcelona.
- Galiana, M., Llinares, C., Page, A., 2012, Subjective evaluation of music hall acoustics: Response of expert and non-expert users, *Building and Environment*, 58, December, 1-13.
- Hsu, S.H., Chuang, M.C., Chang, C.C. (2000). A semantic differential study of designers' and users' product form perception, *International Journal of Industrial Ergonomics*, 25(4), 375-391.
- Llinares, C., Page, A., 2007, Application of product differential semantics to quantify purchaser perceptions in housing assessment, *Building and Environment*, 42(7), 2488-2497.
- Llinares, C., Page, A. (2008). Differential semantics as a Kansei Engineering tool for analysing the emotional impressions which determine the choice of neighbourhood: The case of Valencia, Spain, *Landscape and Urban Planning*, 87(4), 247-257.

- Llinares, C., Page, A. (2009). Analysis of gender differences in the perception of properties: An application for differential semantics, *Journal of Industrial Engineering and Management*, 2(1), 273-298.
- Llinares, C., Page, A. (2011). Kano's model in Kansei Engineering to evaluate subjective real estate consumer preferences, *International Journal of Industrial Ergonomics*, 41(3), 233-246.
- Llinares, C., Page, A., Llinares, J., 2013, An approach to defining strategies for improving city perception. Case study of Valencia. Spain, *Cities*, 35, 78-88.
- Loe, D. L., Rowlands, E. (1996). The art and science of lighting: A strategy for lighting design, *Lighting Research and Technology*, 28(4), 153-163.
- Nagamachi, M. (1989). *Kansei Engineering*. Kaibundo, Tokyo.
- Schütte, S., Lindberg, A., Eklund, J. (2006). Subjective assessment of laminate flooring, *Contemporary Ergonomics*, Annual Conference of the Ergonomics Society on Contemporary Ergonomics, Cambridge, United Kingdom, 4-6 April, pp. 194-198.
- Van Bommel, W. J. M., Van den Beld, G. J., Fassian, M. (2004). *Lighting at the Workplace: Biological and Visual Effects*, Philips Lighting, Eindhoven.
- Zhang, F., Wang, J., 2013, Application of Kansei engineering in electric car design, *Applied Mechanics and Materials*, 437, 985-989.