

Título del trabajo/ Title of paper

La influencia de la iluminación en el ser humano

Autor/es/ Author/s

Laura Rodríguez (Tridonic Iberia S.L.)
Alfonso Guillén (Tridonic Iberia S.L.)

Afiliación/es del autor/es/ Affiliation/s of the author/s

Sí, Alfonso Guillén como socio colaborador de TRIDONIC IBERIA SL

Dirección principal/ Mail adress

Calle Carpinteros nº 8, 2a
28670 Villaviciosa de Odón (Madrid)
España

Teléfono, fax, e-mail de la persona de contacto/
Phone, fax number and e-mail adress of the contact person

Alfonso Guillén
T +34 916 162 095
M +34 639 829 372
Alfonso.Guillen@tridonic.com

Tema:

2. Luz, salud y bienestar

Índice

La luz afecta a los humanos.....	3
Percepción de la luz	3
Efecto Weber-Fechner	4
Ciclos circadianos	4
Efectos no-visuales de la iluminación basada en las personas.....	5
DDL Double Dynamic Lighting.....	5
Blanco Dinámico - Tecnología	6
Estandarización	7
Ejemplos y casos de estudio	7

La luz afecta a los humanos

La luz ha sido concebida durante largo tiempo como algo que permite la visión, seguridad y orientación. Pero la luz pueda hacer algo más que posibilitar la visión. La luz tiene el poder de energizar, relajar, incrementar el estado de vigilancia, el rendimiento cognitivo y el estado de ánimo, y mejorar el ciclo de sueño-vigilia de las personas. La luz puede hacer mucho más que ahorrar energía. El verdadero valor de la luz radica en la combinación de excelentes beneficios visuales, biológicos y emocionales.

La iluminación basada en las personas contribuye a la salud, bienestar y rendimiento de los seres humanos combinando los beneficios visuales, biológicos y emocionales de la luz.

La iluminación con la calidad de la luz del día promueve una sensación de bienestar y productividad para las personas que tienen que pasar muchas horas al día con luz artificial.

Esto explica la gran importancia atribuida a los conceptos de iluminación que suponen centrarse en el ser humano y la calidad de luz óptima en oficinas, establecimientos educativos y centros de atención médica.

Percepción de la luz

Nuestra **evolución nos ha brindado la oportunidad de ver desde 0,0001 lux** (cielo nocturno nublado sin luna) hasta 120.000 lux (el sol más brillante).

La visión escotópica (baja luz) y fotópica (luz brillante) se han establecido a lo largo de la evolución como una respuesta adecuada a nuestras condiciones ambientales.

No es casual que algunos de nuestros estándares se basen en nuestro sistema visual, por ejemplo, nuestra decisión de usar letreros verdes (fotópicos) o azules (escotópicos) en las autopistas.

En una gráfica que relaciona los niveles de iluminancia y la temperatura de color, las curvas de Kruithof delimitan una zona en la que la combinación de ambos parámetros se considera normalmente como agradable al observador. Las condiciones de iluminación en la zona delimitada por las curvas se consideran, de modo empírico, como agradables y cómodas y, por el contrario, las que están fuera de ellas se consideran incómodas, desagradables o no naturales.

Las curvas de Kruithof es un modelo adecuado para describir las fuentes de luz que se consideran naturales o están cerca de representar un cuerpo negro, ajustado a la Ley de Planck.

Por ejemplo, la luz diurna tiene una temperatura de color de 6500 K y una iluminancia de entre 104 y 105 lux. Esta relación temperatura de color e iluminancia da como resultado un buen rendimiento de color, pero si la iluminancia fuera menor, daría una apariencia azulada. En la iluminación normal de una oficina, los niveles de iluminancia suelen estar alrededor de 400 lux, y las temperaturas de color agradables son menores (entre 3000 y 6000 K), y en una vivienda los niveles típicos suelen estar alrededor de 75 lux, por lo tanto la temperatura de color agradable sería menor (entre

2400 y 2700 K). Estas relaciones entre temperatura de color e iluminancia se obtienen a menudo con lámparas fluorescentes o incandescentes, respectivamente. Es de tener en cuenta que la zona de iluminación cómoda de la gráfica contiene temperaturas de color e iluminancias comparables a los de la iluminación natural.

Efecto Weber-Fechner

La ley de Weber-Fechner se refiere a dos leyes relacionadas en el campo de la psicofísica, conocidas como la ley de Weber y la ley de Fechner. Esta ley establece una relación cuantitativa entre la magnitud de un estímulo físico y cómo éste es percibido. Weber estableció su ley de la sensación (o Ley de Weber) en la que formulaba la relación matemática que existía entre la intensidad de un estímulo y la sensación producida por este. La ley de Weber-Fechner puede también enunciarse así: «Si un estímulo crece en progresión geométrica, la percepción evolucionará en progresión aritmética.»

Con base en estas leyes, podemos planear entornos ideales, por ejemplo, los niveles de luz para destacar algo de modo agradable, o los niveles cuando los objetos ya no se pueden percibir, ya sea por su resplandor o la oscuridad.

Ciclos circadianos

En la naturaleza existen muchos procesos que son cíclicos (ej. Tierra)

- Giro sobre su eje – 24h → Día/Noche
- Alrededor del sol – 365 días → Estaciones del año

Estos periodos están clasificados en base a la exposición a la luz solar.

Los seres humanos han adaptado y desarrollado un reloj interno-biológico en base a estos ciclos, que conocemos como ciclos circadianos.

Los ciclos circadianos determinan:

- La fase del sueño
- Funciones bioquímicas
 - Temperatura corporal
 - El ritmo del corazón
 - La presión de la sangre
 - Segregación de hormonas
- Bienestar emocional

Estos ciclos circadianos se ven perturbados más que nunca por la falta de luz natural. Así pues el objetivo del HCL es simular la luz del sol durante el día completo incluyendo las necesidades visuales y no visuales (biológicas) de los humanos.

Efectos no-visuales de la iluminación basada en las personas

La siguiente tabla ilustra cuales son estos efectos no visuales.

	Efecto	Ejemplos
Sensación	Estado anímico	Estado afectivo, prevención de la depresión, prevención de la ansiedad
	Energía	Aumento del nivel de actividad, vitalidad
	Relajación	Nivel reducido de actividad, reducción del estrés
Motaras	Estado de vigilancia	Mayor concentración, vigilancia, prevención de accidentes y errores
	Rendimiento cognitivo	Mejora de la memoria, el aprendizaje, la creatividad, la motivación
Salud	Ciclo de vigilia (dormido-despierto)	Mejora de los procesos de curación (por ejemplo, demencia, TAE, TDAH, esquizofrenia, trastornos del sueño), prevención de enfermedades / trastornos, jetlag social

Dada la gran importancia que tienen estos efectos para nosotros, Tridonic ha participado en un proyecto de investigación de 3 años con la Universidad de Aalborg junto con otros tres fabricantes líderes de luminarias.

No es sólo un estudio que es importante para nosotros, sino con el que queremos contribuir al desarrollo de la industria de la iluminación en general.

DDL Double Dynamic Lighting

Se trata de un proyecto realizado por varias empresas líderes de iluminación y la reconocida Universidad de Aalborg en Copenhague. Este estudio único agrega una nueva dimensión al entorno de trabajo al explorar cómo en un contexto espacial la interacción de la luz diurna dinámica y la iluminación eléctrica dinámica puede dar soporte a necesidades individuales y diferentes situaciones de trabajo .

Este importante proyecto de la industria de la iluminación se ha fijado el objetivo de desarrollar un nuevo paradigma de cómo el usuario puede mejorar el entorno de trabajo a través de la iluminación dinámica.

El estudio investigará las propiedades espaciales de un entorno dinámico de iluminación y la influencia en el bienestar de los usuarios. La iluminación se aborda como una herramienta para el usuario cotidiano de un lugar de trabajo para estimular diferentes actividades a lo largo del tiempo. Los principios de diseño empíricos y pragmáticos describirán, probarán y operacionalizarán a través de una serie de estudios realizados en entornos de trabajo con iluminación dinámica existente, en

instalaciones de Light Lab en la Universidad de Aalborg y en modelos computarizados tridimensionales totalmente interactivos.

Blanco Dinámico - Tecnología

Los efectos no-visuales deben ser respetados cuando se planifican aplicaciones completamente centradas en las personas - además de las pautas de diseño y las necesidades generales de iluminación.

Los sistemas HCL "Tuneable White" permiten el control preciso de la temperatura de color de la luz blanca en un amplio rango de temperaturas.

Existen en el mercado diferentes tecnologías que permiten variar la temperatura de color en la soluciones de luz, ¿pero, qué otros aspectos se deberían tener en consideración referentes a la tecnología?

Aspectos deseables para una solución profesional:

- Características de componentes:
 - Ajuste de la temperatura de color 2700K – 6500K
 - Regulación mediante AM, evitando el efecto de "Flicker"
 - CRI 90. Deseable cuando primamos el confort y calidad de la luz.
 - Larga vida útil
 - Eficiencia
 - Ripple <4%, contribuyendo así a evitar nuevamente el parpadeo de la luz
 - McAdam 3 Para garantizar una alta concordancia de color de la solución.

Debido a las tolerancias de módulos LED y drivers se pueden producir diferencias visuales en el color de la luz y la intensidad durante el funcionamiento.

Un solución profesional pasa por ofrecer un conjunto driver y módulo calibrado.

Este conjunto driver y módulo/s calibrado es la única solución para garantizar desviaciones de temperatura de color entre dos o más luminarias en un mismo espacio.

Durante el proceso de calibración Tridonic usa un preciso algoritmo donde se miden todas las tolerancias de los componentes. Eso permite garantizar los mismos resultados en todas las luminarias:

- Temperatura de color constante en la regulación
- Alta precisión de la temperatura de color
- Misma intensidad de luz en todo el rango de temperaturas

Una solución centrada en las personas requerirá de control para la reproducción del ciclo circadiano:

- Controles
 - Automatizado – sensores o programable
 - Seleccionable
 - Escalables. De soluciones simples a más complejas

Estandarización

Referente a la iluminación basada en las personas las primeras propuestas de Estandarización son las recogidas en la DIN SPEC 67600:2013-04. Esta contiene pautas de diseño para espacios vitales.

Aunque los principios y recomendaciones de diseño deberán revisarse una y otra vez a la luz de los hallazgos actuales y futuros de la investigación en este sistema, el Comité de Trabajo NA 058-00-27 AA en DIN, el Instituto Alemán de Normalización, decidió redactar estas recomendaciones sobre la base del estado del arte existente en este campo.

Otras propuestas a considerar sobre la iluminación basada en personas:

DIN V 5031-100 Trata sobre los efectos biológicos no visibles de la luz en los seres humanos. Junto a los bastones y los conos hay otras células sensibles a cierta parte del espectro de luz y que influye en nuestro ritmo diario (ciclo circadiano)

Circadian Action Factor ACV: Describe el efecto circadiano de las fuentes de luz

Este factor puede facilitarse como información de los productos por parte de los fabricantes LED.

Ejemplos y casos de estudio

Se comentarán dos casos de estudio donde se han implantado tecnología y control Tunable White

- Hospital universitario de Poitiers
- Care homes St. Katharina and Caritas Socialis in Vienna