

# EFECTOS NO ÓPTICOS DE LA LUZ EN EL SER HUMANO

La Luminotecnia basa sus estudios sobre la luz en los efectos ópticos, es decir, la producción de estímulos en la corteza cerebral, capaces de transmitir una información visual. Este enfoque se justifica en el predominio del tratamiento de la luz artificial cuya intensidad propia y densidad de uso habituales no alcanzan una magnitud notable. En esas condiciones, la influencia de la luz puede limitarse a sus efectos ópticos.

Si consideramos, en cambio, la luz natural proveniente de la radiación



Laura Murguía, Arquitecta

Dr. Ramón San Martín

solar, no podemos limitarnos a esa perspectiva dado que la influencia biológica de la luz es mucho más amplia y afecta a otros diversos aspectos. Debemos considerar que la ra-

diación solar ha sido el medio energético en cuyo entorno se han desarrollado y han evolucionado los seres vivos terrestres. Nuestro organismo es resultado de una adaptación a la composición espectral, intensidad, ciclos de evolución... de la luz natural y la influencia que ejerce sobre nuestro organismo sobrepasa la percepción visual.



## 1.- EL SER HUMANO Y LA LUZ NATURAL

Los seres humanos tenemos fotorreceptores en diversas partes del cuerpo además de los ojos, que son sensibles a la luz que nos llega del Sol. Las radiaciones del espectro

electromagnético que inciden sobre los efectos no ópticos van del ultravioleta UV (100-400 nm), pasando por el visible (400-780 nm), hasta el infrarrojo IR cercano (780-1400 nm). Cada una de estas longitudes de onda afecta de manera diversa nuestro organismo. Tanto los efectos como las aplicaciones se encuentran resumidas en la Figura 1.

Efectos o Aplicaciones	Ultravioleta (100-400 nm)	Visible, Infrarrojo cercano (380-1400 nm)	Infrarrojo (arriba de 1400 nm)
<b>Piel</b>	Eritema Fotocongénesis Envejecimiento cutáneo fotoinducido Fotosensibilidad a las drogas Melanogénesis Melanoma	Quemaduras Eritema térmico (inmediato) Fotosensibilidad a las drogas	Quemaduras Eritema térmico inmediato
<b>Ojo</b> <b>Córnea</b> <b>Lente</b>	Fotoqueratitis Fotoqueratitis Cataratas (inmediatas y a largo plazo) Coloración Esclerosis Cambios retinales	Cataratas infrarrojo-cercano	Quemaduras, cosmociosis Cataratas infrarrojo
<b>Retina</b>		Lesión térmica Lesión de choque Retinitis solar (lesión fotoquímica) Degeneración retinal	
<b>Fototerapia</b>	Psoriasis Herpes simple Odontología	Desprendimiento de retina Retinopatía diabética Bambúmbrea Glaucoma Borras manchas de soro y tatuajes Terapia fotodinámica Crujea Depresión invernal (Trastorno Afectivo Estacional -SAD-), trastorno a turnos, jet lag, trabajo continuo (>8 hrs.) terapia con láser de bajo nivel	
<b>Beneficios</b>	Vitamina D Pigmentación protectora	Ritmos biológicos Actividad hormonal Comportamiento	Calor radiante

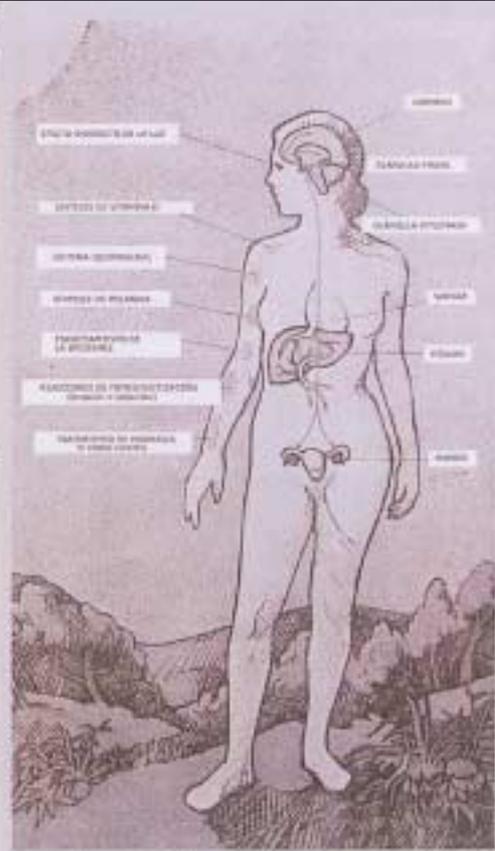


Fig. 1 Efectos no ópticos de la luz sobre el organismo humano

Dentro de los efectos no ópticos que en su mayoría afectan de manera física al ser humano, encontramos importantes procesos de regulación fisiológica que guardan relación con los relojes y los ritmos biológicos, la depresión estacional, etc., que explicaremos a continuación.

### Información a través del ojo

Se han encontrado dos rutas bien diferenciadas de entrada de información a partir de la luz, que provocan impulsos nerviosos en nuestro cerebro. Ambas se generan en la retina pero después se separan. Una va hacia la corteza visual a través del Núcleo Genicular Lateral (LGN), y la otra va hacia el hipotálamo vía Núcleo Supraquiasmático (SCN), generando consecuencias fisiológicas que iremos detallando (Figura 2).

cronización con el ambiente geofísico. Se trata de una ruta nerviosa especial a lo largo de la cual se transmite información sobre el nivel de luz ambiental desde la retina hasta el reloj biológico, que está localizado en la región del hipotálamo, ubicado, a su vez, en el centro del cerebro.

### Relojes y ritmos biológicos

Los relojes biológicos son neuro-mecanismos capaces de medir el tiempo y señalar al organismo que comience o cese periódicamente su actividad. En el cuerpo del ser humano existen múltiples sistemas que actúan de forma cíclica cuyos períodos varían mucho dependiendo de su función (*hablamos de frecuencias desde: altas, como es el caso de los latidos del corazón; frecuencias medias, como el sueño REM, o frecuencias*

biológica. Es decir, cuando utilizamos el concepto de ritmos biológicos no hacemos más que referirnos a los ciclos que están controlados por los relojes biológicos y que, en el ámbito del cuerpo humano, actúan para garantizar nuestra supervivencia.

Decíamos que los ritmos biológicos se mantienen aún cuando no existen referencias geofísicas. Los especialistas sugieren que este hecho se debe a que en nuestro planeta existen diversos ambientes naturales y a que las variaciones estacionales generadas por los movimientos de rotación y traslación de la Tierra alrededor del Sol crean diferencias en las condiciones lumínicas, incluso entre un día y otro. Por lo tanto, resulta lógico pensar que los complejos sistemas en el organismo humano debían seguir trabajando aún bajo las condiciones ambientales más adversas ya que, de otra forma, no se garantizaba su permanencia sobre la Tierra.

Como la alternancia día-noche (luz-oscuridad) es el factor geofísico que más influye sobre los ritmos biológicos, la teoría más aceptada dice que los relojes biológicos se sincronizan con éste y suponen que la función evolutiva de dicha concordancia puede traducirse en un mejor aprovechamiento de los recursos y una disminución de las pérdidas energéticas. No obstante, no debemos olvidar otros factores que también influyen, como las condiciones sociales o cualquier índole de carácter distinto al meramente biológico.

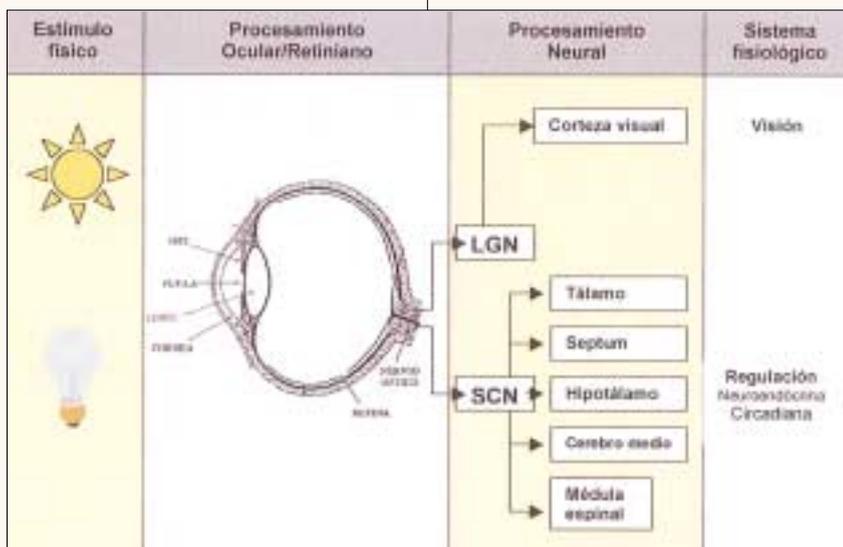


Fig. 2 Rutas de entrada de información de la luz al ojo y al cerebro generando dos diferentes procesos fisiológicos. Tomado de Brainard y Bernecker

La primera ruta ha sido bastante estudiada y ha servido para establecer los mecanismos de visión y percepción del ser humano a partir de la luz, pues muestra cómo se codifica la información en nuestro cerebro generada por los estímulos lumínicos de radiación óptica, incidiendo bien directamente sobre la retina o bien sobre todos los objetos que componen nuestro entorno, de tal manera que podemos reconocer cuanto nos rodea.

La segunda, no óptica, es aquella a través de la cual se genera una sin-

lentas como los ciclos reproductivos).

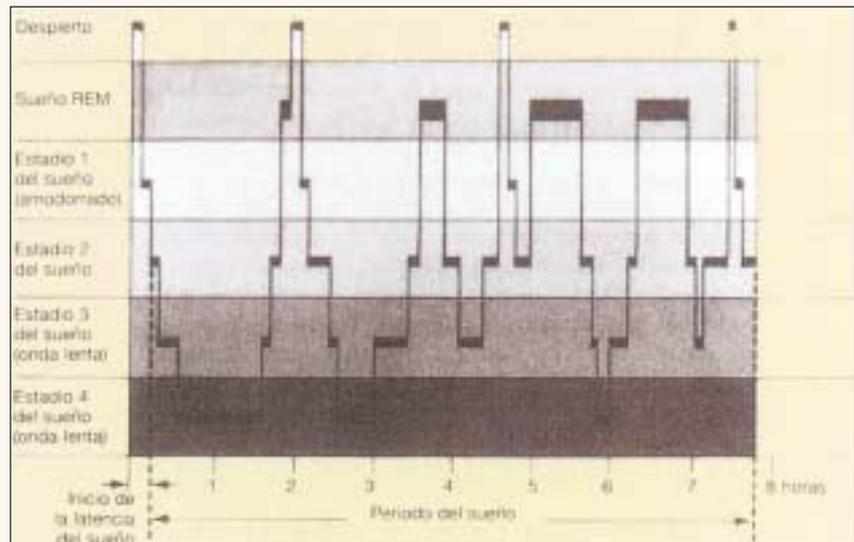
Se ha determinado, a través de largas experimentaciones, que el ser humano mantiene dichos ciclos, aún bajo condiciones de aislamiento total lo cual significa que los relojes biológicos son mecanismos internos, independientes del exterior y que controlan los sistemas a que nos hemos referido.

En la literatura médica se hace referencia al término *Ritmo biológico* para referirse a las oscilaciones regulares en el tiempo de una variable

### Ritmos biológicos circadianos

Antes de continuar con la descripción de los ritmos circadianos, pensemos que lo anterior explica un proceso evolutivo dando como resultado que el hombre enfrentado a su medio natural se rija por la variación entre noche y día, dedicando una parte al descanso y otra a la actividad física, ya sea para buscar alimento, trabajar, etc. Obviamente en la actualidad las actividades que podemos desarrollar los seres humanos en el planeta son bastante complejas y diversas; sin embargo, persiste esta sincronización con el entorno natural pues de ello, entre otras cosas, depende la vida.

Fig. 3 Registro del sueño de un adulto joven. Se describen los diversos estadios del sueño en un período. (Tomado de Lavie)



Quizás ahora nos sea más fácil entender los ritmos circadianos, definidos desde la perspectiva médica como aquellos ciclos cuyo período fluctúa alrededor de 24 horas, sincronizándose con el lapso luz-oscuridad a través de procesos fisiológicos, en este caso a partir de una señal circulante, la hormona pineal melatonina, que mide la duración de la noche, ya que su síntesis y liberación están inhibidas por la luz.

Es impresionante cómo ello explica uno de los ritmos más importantes en nuestra vida diaria, como lo es el de sueño y vigilia. Cada día nuestro organismo se pone en marcha en cuanto nos despertamos dispuestos a comenzar nuestras actividades, sin que ello quiera decir que durante las horas de reposo no haya estado trabajando, ya que, como veremos a continuación, durante el sueño se llevan a cabo procesos fisiológicos de gran relevancia.

**Ciclo del sueño**

Los especialistas en estudios del sueño han encontrado que, aún cuando dormimos, nuestro cerebro continúa su actividad y a pesar de que aún no se han dilucidado todos los meca-

nismos fisiológicos que se llevan a cabo en este período, se han comprobado muchas hipótesis respecto a la necesidad vital de dormir.

La aparición de estadios de sueño durante la noche no es un proceso aleatorio sino un proceso organizado y definido (Fig. 3). Existen cuatro estadios y el sueño REM (*Rapid Eyes Movement*), que se repiten de manera secuencial durante la noche y teóricamente cada uno de ellos cumple una función. Por ejemplo, durante el estadio 4, aquél correspondiente al sueño profundo, se pierde casi totalmente el tono muscular, pasamos a un estado como de trance, del cual es difícil despertar.

El descubrimiento del sueño REM fue desconcertante en el sentido de que se producían las mismas ondas

cerebrales que durante la vigilia; por lo tanto, los médicos dedujeron que quizá durante este período nuestro cerebro registraba información recibida a lo largo del día y la reorganizaba en una situación análoga a un ordenador almacenando todos los datos en carpetas.

El objetivo de explicar algunos de los elementos que componen el mecanismo del sueño es entender que, bajo la ausencia de luz natural, nuestro organismo aprovecha para reposar y al mismo tiempo reorganizar toda la información recibida durante el período de vigilia, cuando los sentidos, las funciones fisiológicas y la actividad se encuentran en sus puntos más altos.

**Ciclo de la vigilia**

¿Qué pasa durante la vigilia? Fisiológicamente, la melatonina ha dejado de producirse, nos despertamos y nuestra curva de temperatura corporal comienza a subir. En respuesta a la fase de luz natural, dicha curva tiene su punto más alto hacia el mediodía y decrece hacia la tarde, al ponerse el Sol. El período en que permanecemos despiertos dura aproximadamente 16 horas, contra ocho que dedicamos al sueño, coincidiendo con la secuencia de temperatura corporal.

Desde el punto de vista del rendimiento al realizar algún tipo de activi-



Fig. 4 Esquema de variación en los niveles de actividad durante un período circadiano

dad, también se ha encontrado que no obtenemos la misma respuesta a lo largo del día, coincidiendo para la mayoría de pruebas los mejores resultados con el mediodía, y los peores con el atardecer (Figura 4).

En general, todas las constantes a que nos hemos referido se mantienen, excepto cuando realizamos cambios notables en el ambiente geofísico, durante un período en que no se le permita a nuestro organismo reajustarse rápidamente a las nuevas condiciones.

### *Jet lag y SAD*

Existen al menos dos situaciones de desincronización de los ritmos cuando se presentan dichos cambios. Por ejemplo, cuando realizamos viajes transmeridianos por varias franjas horarias. En esos casos, nuestro organismo se desincroniza y, mientras se adecua a la nueva situación, pueden producirse algunos malestares fisiológicos. A los síntomas debidos a dicho desajuste se les ha denominado *jet lag*.

Por otro lado, existe en el hemisferio Norte del planeta una alteración en el patrón diario que puede causar fatiga, alteraciones del sueño, depresión y padecimientos somáticos. La variación anual de la cantidad de horas de luz, junto con un cambio de fase inapropiado del ritmo circadiano, se consideran las principales causas tanto del letargo común del pleno invierno en la estación oscura, como de los estados agudos de depresión que ocurren durante otoño y primavera, es lo que se denomina SAD (*Seasonal Affective Disorder*), o sub-SAD, si los síntomas son menos severos. Estos son padecimientos de depresión que recurren anualmente, a menudo acompañados de síntomas vegetativos, apareciendo usualmente entre los meses de noviembre y febrero.

## 2.- EL PAPEL DEL ALUMBRADO ARTIFICIAL

Si regresamos al principio de este artículo (la preponderancia en Luminotecnia de las consideraciones ópticas de la luz), debemos revisar los planteamientos tradicionales ya que el desarrollo experimentado por el

alumbrado artificial a partir de mediados del siglo XX, ha intensificado su uso hasta límites en los que su acción sobre el ser humano supera lo meramente óptico y es posible detectar su influencia en otros aspectos biológicos. Los estudios, provenientes en principio del sector médico, han llegado a confluir con los propios del sector luminotécnico.

Hasta aquí, no hemos hecho más que tratar de sintetizar todos los conceptos que pueden ayudarnos a entender las repercusiones del ciclo de luz-oscuridad sobre el ser humano, generando efectos no ópticos cuya influencia es indiscutiblemente importante. Ahora veremos por qué creemos que, dentro del sector luminotécnico, dichos conocimientos pueden generar una mejora en la conceptualización del alumbrado artificial. Mientras describíamos lo anterior, nos referíamos básicamente a los tiempos en que el alumbrado artificial aún no tenía los alcances que tiene en la actualidad y ahora veremos por qué.

Los primeros experimentos demostraron que la luz artificial de bajos niveles no producía cambios en nuestros ritmos biológicos, es decir que no alteraba el ritmo circadiano sueño-vigilia, pero estamos hablando de los niveles que puede proporcionar un sistema de iluminación en la mesilla de noche, por ejemplo.

Sin embargo, en algún momento se descubrió que altos niveles de luz (alrededor de 2.500 lux) aplicados durante la noche, suprimían la producción de melatonina (recordemos que nos referimos a la hormona del sueño), lo cual sí que puede alterar el ritmo circadiano de los sujetos. Obviamente, lo que permitió producir tal cantidad de luz no nos sorprende ahora, puesto que se debe a los avances tecnológicos que ha experimentado el alumbrado artificial en tal sólo 120 años de existencia.

Este hallazgo médico, que en un principio se utilizó para fines terapéuticos junto con la administración de melatonina para curar trastornos del sueño, se convirtió más tarde en la base de algunos experimentos para demostrar que, iluminando los espa-

cios de trabajo nocturnos con estos niveles de luz, se podrían reducir los riesgos de adormecimiento experimentado por los trabajadores, puesto que, al suprimirse la producción de melatonina, se 'engaña' al organismo haciéndole creer que es de día.

Tal vez en este punto podemos reflexionar acerca de lo impactante que resulta lo anterior, pues si hemos dicho que dormir es fundamental en la vida, de acuerdo con muchos autores privar del sueño a una persona puede conllevar a que ésta padezca alteraciones de muy diversa índole.

Para el período de vigilia también las cosas han cambiado, pues en las actividades que desarrollamos dentro de espacios construidos, el ambiente lumínico se compone cada vez más de la conjunción entre luz natural y luz artificial siendo más y más importante la aportación del alumbrado artificial, que, dadas las características actuales de su producción, permite un sinnúmero de matices que comúnmente no se explotan ni en su totalidad ni en beneficio de los usuarios.

¿A qué nos referimos cuando decimos que también el período de vigilia se ha visto alterado? Pensemos por un instante que los niveles de luz artificial dentro de los lugares de trabajo en los cuales muchas personas pasan gran parte del día, permanecen sin variaciones periódicas importantes. Y si hemos comentado que nuestro organismo está sincronizado por la luz natural (que es cambiante), y que nuestra capacidad de atención y, por lo tanto, el rendimiento no se mantienen constantes:

Sólo es una pregunta: ¿No resultaría lógico tener un alumbrado artificial variable, más acorde con nuestra biología?

## 3.- LUMINOTECNIA Y EFECTOS NO ÓPTICOS DE LA LUZ

En años recientes, el estudio de los efectos psicobiológicos de la luz se ha convertido en uno de los campos de estudio de la iluminación. Se realizan en el ámbito internacional investigaciones sobre la variación diurna de la luz natural, los efectos de la luz sobre el estado de alerta o relaja-

ción y padecimientos de depresión estacional. De acuerdo con Küller, aunque los efectos no ópticos de la luz en los seres humanos se conocen desde hace tiempo, sólo durante los últimos veinte años dichas propiedades han llamado la atención de la sociedad luminotécnica.

Algunos Comités de la CIE (*Comisión Internationale de l'Éclairage*) han estado trabajando en estas cuestiones. Como resultado de esta labor, la CIE ha publicado un informe técnico que consiste en la compilación bibliográfica más completa sobre el tema, resultado de la reunión de los Comités involucrados, en la cual se acordó resumir el estado del arte, sugerir la dirección de investigaciones futuras y preparar las Guías de consulta de los informes finales de cada Comité.

El hecho de que la comunidad luminotécnica internacional haya dedicado parte de sus esfuerzos al estudio de los efectos no ópticos de la luz sobre el ser humano, ha significado un paso muy grande para el desarrollo de estudios multidisciplinarios. La mayoría de estos trabajos apuntan hacia una nueva postura de los sectores involucrados en la creación del ambiente lumínico dentro de los espacios: La Arquitectura y la Ingeniería en iluminación.

Hay muchos temas en los cuales se puede investigar a partir de los postulados médicos que hemos visto con antelación. Consideramos que, desde la perspectiva del arquitecto y el ingeniero en iluminación, las líneas más importantes a investigar son las relacionadas con los ambientes de trabajo por ser los espacios donde las personas requieren un ambiente lumínico adecuado a sus actividades por períodos prolongados de tiempo, cuyas características les permiten no sólo realizar tareas visuales, sino que les proporcione un espacio agradable y sobre todo que puedan concentrarse en el trabajo y sentir bienestar en el tiempo que dure su jornada laboral.

#### *El rendimiento y la salud en el trabajo influenciado por el ambiente lumínico*

Consideramos que las dos premisas sobre las que se ha de trabajar

para conseguir este objetivo son el estudio del rendimiento y la salud de las personas en el trabajo en función del ambiente lumínico. Más adelante veremos que no es tarea fácil debido a que el ambiente lumínico es sólo una parte del ambiente global que compone un espacio, junto con el ambiente acústico y térmico. Sin embargo, se ha demostrado que es uno de los factores que más puede influir tal vez porque el 85% de la información que recibe nuestro organismo entra a través de los ojos.

Brevemente diremos que componentes que puedan influir sobre la mejora del rendimiento en el trabajo son la atención y la rapidez con que se lleva a cabo una tarea; partiendo de las curvas de actividad referidas en la primera parte de este artículo, vemos que ambos componentes tienen un valor asociado, que puede ser medido de manera objetiva en el transcurso de la jornada de trabajo.

Y, respecto a la salud de la persona, podemos decir que un nivel subjetivo de cansancio y de concentración en función del ambiente lumínico puede arrojar datos acerca de cómo responde la luz a unas necesidades naturales de transición, ya que, recordemos, nuestro organismo está en sincronización con un ambiente natural cambiante. Entre la salida y puesta del Sol hay una gran variación, cuya incidencia sobre nuestro ciclo diario de actividad es más que evidente.

Bajo estos parámetros, expondremos esquemáticamente las principales conclusiones de los trabajos que consideramos proporcionaron puntos de partida para otros estudios relacionados con el tema. Los hemos organizado de una manera secuencial que consideramos nos permite comprender la implicación del alumbrado artificial en fenómenos de tipo biológico y fisiológico del ser humano ya descritos.

## 4.- ESTUDIOS DESARROLLADOS

### 1.- LAS BASES

País: EUA

Autores: Brainard y Bernecker

*Planteamiento:* Los descubrimientos sobre los efectos no ópticos, *proveerían las bases para mayores cambios en el futuro de las estrategias de iluminación en Arquitectura.*

*Propuestas:*

- Estudiar la manera de incorporar la luz en diseños arquitectónicos optimizando la salud de las personas.
- Incorporar a los estudios la observación de efectos objetivos y subjetivos. Observaciones nocturnas y diurnas.

Breve compilación bibliográfica.

Autores: Czeisler *et al.*

*Planteamiento:* La prolongada exposición a la luz artificial, posible causa de que mucha gente en países industrializados padezca una permanente sensación de desfase horario y falta de sueño.

*Propuesta:* Promover un cambio a partir del diseño de alumbrado artificial y la cultura de la luz por parte de las personas.

Autores: Abdou

*Planteamiento:* Las implicaciones del ambiente lumínico en la productividad de las personas necesitan ser estudiadas, pero su cuantificación es complicada. También se requiere estudiar repercusiones económicas del ahorro energético y salud de las personas.

*Propuestas:*

- Estudiar la manera de incorporar variaciones en las características de la luz en diseños arquitectónicos optimizando la salud de las personas.
- Es necesario estudiar conceptos como ahorro energético y productividad, a pesar de ser complicado.

Breve compilación bibliográfica.

## 2.- EXPERIENCIAS Y VALORES

### *Trabajo nocturno*

País: Italia-EUA

Autores: Rea e iGuzzini Illuminazione

*Planteamiento:* Partiendo del descubrimiento de que iluminancias superiores a los 2.500 lux aplicadas durante la noche suprimen la producción de la hormona del sueño, se desarrolla un sistema de alumbrado que permite variación de las características de luz.

Fig. 5 Imágenes de las experiencias llevadas a cabo por los autores



**Propuesta:**

- Se propone una iluminación dinámica decreciente (2.500 a 200 lux), con el objetivo de evitar adormecimiento y reducción en el rendimiento de los trabajadores nocturnos.

**Trabajo diurno**

País: Hungría

Autores: Majoros y Luxmate Controls

**Planteamiento:** El dinamismo en los niveles de iluminación durante el trabajo diurno puede afectar la calidad del trabajo y los sentimientos subjetivos del efecto estimulante experimentado.

**Propuestas:**

- A través de la variación "dinámica positiva o negativa", medir el esfuerzo mental de los sujetos relacionándolo con una trayectoria circadiana.

- Es importante no sólo registrar la calidad de la tarea, sino opiniones subjetivas, algunas libres, acerca del alumbrado propuesto.

País: España

Los autores de este artículo han desarrollado estudios experimentales (Figura 5) cuyos resultados y principales aportaciones han sido expuestos en Foros internacionales del sector Luminotécnico. Asimismo, conforman la base de la Tesis Doctoral de la Arquitecta Laura Murguía.

Autores: Lucía Murguía y Ramón San Martín

**Planteamiento:** Aspectos como rendimiento y salud de las personas son elementos que pueden ser mejorados bajo condiciones variables de iluminación. Ya que está demostrado que en el ámbito visual las variaciones afectan, hace falta demostrar si desde el punto de vista fisiológico esto también se consigue.

**Propuestas:**

- Variación en las características de la iluminación en forma ascendente hacia mediodía y descendente hacia la tarde, correspondiendo con las curvas naturales de luz natural y de la actividad de las personas.

- Observar por períodos prolongados aspectos objetivos y subjetivos del rendimiento y la salud de los sujetos, midiendo la capacidad de atención y concentración, así como el grado de agotamiento durante la jornada de trabajo.

**5.- PROBLEMÁTICA**

La pregunta es (si está demostrado que la luz juega un papel muy importante al influenciar el rendimiento y la salud de las personas) ¿cuáles son las tendencias, el camino a seguir por parte de arquitectos y luminotécnicos?

Si bien coincidimos con otros estudios en los que se ha demostrado que la relación entre los cambios en los niveles de iluminación y el desempeño de la tarea ha sido claramente establecida, proponemos que esto sea demostrado a partir de los efectos no ópticos de la luz sobre el ser humano, ya que no se trata sólo de cuantificar rendimiento, sino su relación con el bienestar y la salud de los trabajadores.

Por ello, desde nuestro punto de vista se hace evidente la necesidad de continuar experimentando con diversas estrategias de iluminación y observar la repercusión que ello pueda

tener sobre la salud y el rendimiento de las personas en ambientes diurnos de trabajo.

Consideramos conveniente que el resultado de las investigaciones se vea reflejado en las normativas vigentes sobre este campo ya que se está proponiendo incorporar conceptos que hasta ahora no se han valorado como son la variabilidad y flexibilidad de los sistemas de alumbrado con fines distintos a los puramente visuales y estéticos.

Sabemos que el estudio de los efectos no ópticos de la luz es complicado y al mismo tiempo de tan reciente incorporación al sector luminotécnico, que ponemos especial énfasis en crear equipos multidisciplinares a fin de obtener los mejores resultados.

**6.- CONCLUSIONES**

En definitiva, actualmente los luminotécnicos no podemos ser ajenos a esta problemática. Así como hasta ahora hemos ido evolucionando desde una perspectiva casi exclusivamente basada en la fiabilidad de percepción visual, a la de facilidad de percepción hasta alcanzar la de satisfacción visual, debemos añadir una nueva dimensión que tome en consideración las influencias no visuales que experimenta el usuario de nuestras instalaciones de alumbrado artificial. ■

(De Luces, revista del CEI)