

Luz y salud (una revisión)

Resumen

Además de permitir la visión, la luz también actúa como radiación sobre la piel y sincronizando nuestros ritmos circadianos, influyendo de este modo sobre parámetros de salud y bienestar. Para funcionar completamente en fase con el ambiente exterior, idealmente deberíamos exponernos a la luz natural durante el día y a la oscuridad total durante la noche, lo cual se está tornando cada vez menos probable en esta sociedad tendiente a las 24 horas de funcionamiento. Este desajuste en nuestro patrón evolutivo impacta de tal manera en nuestra salud y bienestar que requiere de un esfuerzo multidisciplinario para llegar a determinar la dosis saludable de exposición a la luz no solo desde una perspectiva terapéutica sino también para el diseño de los ambientes en los que convivimos diariamente. Esta área es conocida como Luz y Salud e involucra otros campos del conocimiento además de la luminotecnia.

Palabras claves

Ambiente físico, radiación óptica, sistema visual, ritmo circadiano, salud.

El efecto de la luz sobre la salud y el bienestar es quizás el aspecto de la iluminación más complejo y actualmente bajo intensa investigación. La iluminación puede afectar desde patrones de sueño y estados de ánimo hasta la susceptibilidad a una variedad

de trastornos de la salud. Este vínculo entre la luz y parámetros de salud demanda que sistemas y diseños de iluminación consideren estos efectos, de modo tal que la iluminación de nuestros ambientes se pueda optimizar tanto para la visión como para la salud y el bienestar. En este sentido, los objetivos de esta revisión, basada en referencias sobre estudios empíricos, consisten en aportar una puesta al día de los hallazgos y conceptos teóricos en el área de la luz y la salud, para contribuir a que los diseñadores luminotécnicos profundicen y amplíen el entendimiento de los efectos de la iluminación sobre las personas.

La Organización Mundial de la Salud define a la salud como un estado de completo bienestar físico, mental y social, y no solo la ausencia de enfermedad. La Organización Panamericana de la Salud aportó luego un dato más: la salud también tiene que ver con el medioambiente que rodea a la persona. Entre los factores ambientales, y después de la alimentación, la luz es el estímulo ambiental más importante para el control de las funciones corporales. Estrictamente cuando hablamos de luz nos referimos a la porción visible del espectro electromagnético, definida como la energía radiante que es capaz de excitar la retina humana y crear una sensación visual. A su vez, la radiación óptica refiere al espectro electromagnético comprendido entre las regiones ultravioleta, visible e infrarrojo.

La radiación óptica es un componente crítico para el crecimiento y regulación de la mayoría de los organismos. Los humanos, los animales y las plantas poseen respuestas fisiológicas complejas a las variaciones diarias y estacionales de la radiación solar bajo la cual evolucionaron. Tanto la fotobiología como la cronobiología nos muestran que los humanos hemos evolucionado bajo la influencia de la luz natural y su ciclo de luz/oscuridad. La luz natural fue la principal fuente de luz hasta que la iluminación eléctrica devino accesible, pero esta luz producida artificialmente aparejo un costo no solo económico sino también de impacto sobre nuestra salud y bienestar, y sobre el medioambiente. Desde la introducción de la iluminación eléctrica hace cien años (periodo breve en términos evolutivos), una gran parte de la población pasa más tiempo en ambientes interiores y abarca horarios nocturnos, provocando una disrupción del esquema circadiano luz/oscuridad. (Los ritmos biológicos que se repiten aproximadamente cada 24 horas son llamados ritmos circadianos.) La luz es el principal estímulo que ayuda al reloj biológico y a su expresión, los ritmos circadianos, a mantener la sincronización con el día solar, de lo contrario podemos experimentar trastornos en las funciones fisiológicas, el desempeño neuroconductual y el sueño. Numerosos estudios avalan que la pérdida de ritmos causa enfermedad.

La exposición a la radiación ultravioleta, visible e infrarroja producida por las fuentes de luz pueden dañar tanto a los ojos como la piel, a través de mecanismos tanto térmicos como fotoquímicos. Pero así también, la exposición de la piel a la radiación ambiental ultravioleta (UV-B) es esencial para la síntesis de vitamina D, y comienza con la transformación del colesterol (*7-dehydrocholesterol*) en pre-Vitamina D, con un pico en la región del espectro electromagnético de aproximadamente 297 nm. No obstante la sobreexposición acarrea el peligro del cáncer de piel, la vitamina D es importante para prevenir el raquitismo en niños y la osteomalacia en adultos, sin ella el calcio y el fósforo no podrían ser absorbidos por el intestino. Contrariamente, la intoxicación con vitamina D puede causar una excreción incrementada de calcio en la orina y producir cálculos en los riñones o la vejiga. El contenido de melanina en la piel, el uso de pantallas solares, y el envejecimiento disminuyen la capacidad

de la piel para producir esta vitamina, también influyen factores ambientales como cambios de latitud, estación del año, y hora del día. Holick recomienda la exposición del 25% de la superficie del cuerpo, dos o tres veces a la semana, en horarios de suficiente radiación UV-B para la síntesis de vitamina D. Se piensa que al menos 40% de las fibromialgias resultan de la falta de esta vitamina.

Otra función de la luz, que consiste en permitir la visión, también puede causar molestia o discomfort visual traducido en cansancio visual con síntomas como irritación de los ojos, visión borrosa, dolor de cabeza, náuseas, mareo, etc., los cuales son causados por mecanismos fisiológicos debido a la tensión que ocurre en el sistema óculo-motor (fijación, acomodación, convergencia, tamaño de la pupila), y mecanismos perceptuales debido al estrés experimentado cuando el sistema visual tiene dificultad con su objetivo principal que es darle sentido al mundo circundante. Las condiciones de iluminación involucradas en esta situación están referidas a una iluminación inadecuada para la tarea, relaciones de luminancia excesivas entre los diferentes elementos de la tarea, y parpadeo de las lámparas, incluso si el mismo no es visible. Existen grupos particularmente sensibles a las condiciones de iluminación, referidas específicamente a las fluctuaciones en la producción de la luz, que son los que sufren fotoepilepsia o migrañas, y los autistas.

Ahora bien, las características de la iluminación que son eficaces para el sistema visual son diferentes a las requeridas por el sistema circadiano. Y el otro camino mediante el cual la luz se relaciona con la salud es mediante el sistema circadiano. Se ha podido determinar que, con niveles de iluminación bajos o inexistentes, la glándula pineal secreta en forma rítmica la hormona llamada melatonina, cuya producción es bloqueada mediante la luz ambiental que penetra por los ojos, a través del tracto retinohipotalámico. El efecto inhibitorio de la luz puede obtenerse únicamente con niveles bastante altos, y también es importante el tiempo de exposición y la composición espectral de la estimulación lumínica. Se ha demostrado que el pico de sensibilidad de los sistemas circadiano y neuroendócrino se encuentra en la porción azul-verde del espectro electromagnético (446-477 nm). Células ganglionares intrínsecamente fotorreceptivas (ipRGC, por sus siglas en inglés), identificadas en la retina del ojo humano, que no

transmiten información visual sino que se especializan solamente en llevar impulsos lumínicos mediante una vía que pasa por la glándula pituitaria, la cual influye sobre la secreción de hormonas estresoras (cortisol) en el córtex adrenal y hormonas del sueño (melatonina) en la glándula pineal, fue el punto de partida para investigaciones sobre cómo el nivel de iluminación y su composición espectral influyen sobre este tercer fotorreceptor circadiano y cómo este a su vez influye en la secreción hormonal. La secreción de ambas hormonas muestra un marcado patrón diario o circadiano: el cortisol con pico máximo alrededor de las 8 de la mañana, y la melatonina alrededor de las 3 de la mañana, esto puede variar en forma estacional y con la latitud. También la amplitud de estos ritmos puede diferir según el cronotipo de las personas y según ciertos desórdenes mentales.

Los antecedentes sobre los efectos de la luz sobre la salud establecen que la exposición diaria de las personas a la luz en los países occidentales podría ser demasiado baja; que la luz saludable está inextricablemente ligada a la oscuridad saludable; que la luz biológicamente activa se obtiene en aquellas regiones del espectro electromagnético en el cual el sistema no visual es más sensitivo; que en la determinación de la dosis lumínica es importante la luz que llega a los ojos, tanto directamente desde la fuente de luz como la reflejada por las superficies del entorno; que el tiempo de exposición a la luz influye sobre los efectos

de la dosis. Estas postulaciones también incluyen el uso eficiente de la energía y consideraciones ambientales, ya que la luz saludable en su sentido más amplio debe ser ecológica. El concepto de luz saludable implica que la misma puede ser usada no solo para el tratamiento de desórdenes clínicos sino que en su aplicación no clínica puede ser incorporada en el diseño arquitectónico, logrando optimizar la visión así como la estimulación fisiológica y psicológica. Estas conclusiones obtuvieron amplio soporte de resultados con personas ciegas. En los ciegos, el ritmo circadiano se torna libre (*free running*) pudiendo llegar hasta 25 horas, y si el tracto retino-hipotalámico se encuentra intacto, pueden exhibir sensibilidad neuroendócrina a la luz.

Los clásicos ejemplos de desincronización de los ritmos circadianos son el desorden afectivo estacional o SAD, el jet lag y los trabajadores nocturnos.

El Trastorno Afectivo Estacional o SAD (Seasonal Affective Disorder) es una depresión con patrón estacional atribuido principalmente a los días cortos y oscuros del invierno. Los síntomas se expresan en el otoño-invierno con remisión completa en la primavera-verano (o un cambio de la depresión a la manía o hipomanía en la primavera). Así como en la depresión no estacional, se observó una incidencia mayor de SAD en las mujeres que en los hombres, especialmente mujeres en edad reproductiva. Aunque esta depresión estacional puede ser tratada con cierto éxito me-

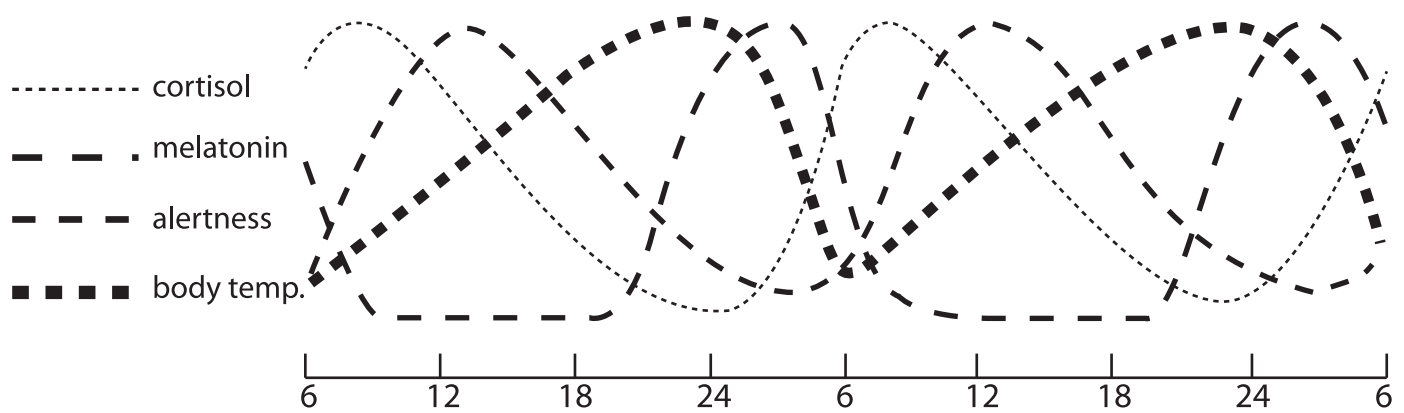


Figura 1. Diagrama esquemático de cuatro ritmos circadianos que muestra los picos y valles en función de la hora del día para el estado de alerta, la temperatura corporal y la secreción de melatonina y cortisol. Tomado de Philips Lighting ALC, 2001.

dianter terapia de luz, la identificación de casos de SAD en zonas cercanas al Ecuador, demuestra que la causa no es solo atribuible al fotoperiodo. Las variaciones estacionales en el estado de ánimo y el comportamiento podrían considerarse como respuestas adaptativas a los cambios ambientales que actuarían como estresores desencadenantes de síntomas psicológicos en personas vulnerables a ciertas condiciones lumínicas ambientales.

Debido a que la sincronización ocurre principalmente durante el amanecer y el atardecer, y también a que somos más sensibles a la iluminación durante la noche, se han propuesto tres momentos del día basados en los últimos hallazgos en fotobiología: durante la mañana, entre las 6:00 y las 10:00; desde media mañana a temprano en la tarde, de 10:00 a 18:00; y el resto como una noche nocional, entre las 18:00 y 6:00. Esta categorización dependerá del tipo de actividad o tarea.

En la mayoría de las unidades de terapia lumínica se encuentra filtrada la radiación ultravioleta, por lo que se elimina el riesgo de eritema, fotokeratitis o cegueras transitorias, pero el riesgo de fotorretinitis por luz azul deber ser considerado, enfatizando no solo el espectro sino la duración de la exposición.

Actualmente, el *jet lag* es entendido como una condición que resulta del transporte rápido a través de diferentes zonas horarias. Al tratar de reajustar su reloj biológico al horario de la nueva zona geofísica, muchas personas experimentan síntomas molestos como somnolencia diurna, insomnio nocturno, trastornos gastrointestinales, irritabilidad, depresión leve y confusión. Dependiendo de la dirección del viaje (hacia el Este o el Oeste) y el número de zonas horarias atravesadas (5 a 11), un sistema circadiano típico se reajusta dentro de los tres a doce días. Debido a que al reloj circadiano es más fácil retrasarlo que adelantarlo, mucha gente se adapta más fácilmente después de un vuelo hacia el Oeste. Se indica una exposición adecuada a la luz intensa, o su evitación (según la condición lumínica ambiental del lugar de destino respecto a la condición del organismo) para prevenir o mejorar el *jet lag*. Otra estrategia terapéutica consiste en la administración exógena oral de melatonina, aunque las respuestas individuales difieren ampliamente.

Así como los viajeros intercontinentales, los trabajadores por turnos también cambian rápidamente sus horarios de sueño y vigilia,

como es el caso de los trabajadores nocturnos y aquellos que deben funcionar en un esquema de atención de 24 horas al día durante los siete días de la semana, tal el caso de las telecomunicaciones, policía, hospitales, etc. Mientras que fuertes incentivos económicos estimulan adoptar este esquema de trabajo para mantenerse competitivos, sus inconvenientes incluyen una disminución de la producción, incremento de accidentes y problemas de salud cardiovasculares y gastrointestinales, así como trastornos emocionales y cognitivos. Se cree que la causa reside en un ajuste cronobiológico pobre al esquema permanente de rotación, y se recomienda la exposición apropiada a la luz intensa durante el horario de trabajo y su evitación al volver a casa para dormir en la oscuridad total.

Actualmente, la investigación científica ha mostrado el potencial terapéutico de la luz en otros trastornos de la salud.

Los ancianos constituyen un grupo comprometido debido a que presentan visión degradada, movilidad reducida, fragilidad física y dificultad para caminar. Por ello tienden a pasar menos tiempo afuera bajo la luz natural, así también le temen a la exposición al sol por el riesgo al cáncer de piel, su sensibilidad al deslumbramiento está incrementada por lo cual evitan el sol directo y la luz natural, tampoco toleran el frío y calor excesivos ni las inclemencias del tiempo. Para este grupo no aplica, por ejemplo, la recomendación de largas caminatas al mediodía durante el invierno, para ellos se recomienda la ingesta de suplementos de vitamina D y pasar el tiempo en ambientes altamente iluminados durante el día, con control del deslumbramiento, y baja iluminación a la tarde o luces de color ámbar.

La enfermedad de Alzheimer es una enfermedad degenerativa del cerebro, y así como otros tipos de demencias, las personas con Alzheimer muestran fases circadianas retardadas debido a su baja exposición a la luz intensa que conlleva a un patrón interrumpido de liberación y supresión de melatonina. La iluminación puede influir en las capacidades y el comportamiento de las personas con Alzheimer, operando a través tanto del sistema visual como del sistema circadiano. Visualmente, se pueden incrementar los contrastes luminosos de los estímulos para mejorar su reducida capacidad visual debido a la pérdida de células en la retina y a ni-

vel cortical. Circadianamente, es bueno exponer al paciente a luz intensa durante el día y a poca luz durante la noche para ayudar a estabilizar el patrón de actividad/descanso. Para prevenir las caídas se ha sugerido una luz de amarilla a blanca de 10 lux.

Estudios epidemiológicos mostraron un incremento de cáncer de mama en mujeres trabajadoras nocturnas debido a que la exposición a la luz durante la noche suprime la producción de melatonina, y muchos trabajos muestran que la melatonina puede ser un supresor de tumores ya que las concentraciones nocturnas de melatonina bloquean la habilidad del estrógeno para estimular el crecimiento de células de cáncer de mama MCF-7 in vitro²².

Los desórdenes del sueño están relacionados con problemas en el ritmo circadiano debido a causas ambientales, genéticas y fisiológicas, y se caracterizan por una pobre calidad del sueño, dormitaciones durante el día, cansancio, etc. Mediante la ingesta de melatonina y fototerapia lumínica se puede avanzar o retrasar la fase del sueño según se requiera. Los problemas para dormir durante un ciclo de 24 horas se encuentran en personas ciegas debido a su ritmo circadiano libre, y muy raramente en gente con visión. También existen ciclos de sueño irregulares en los cuales los individuos duermen en diferentes episodios cada día, con poca predicción de tiempo de un día al otro. Estos desórdenes pueden coexistir con otros problemas médicos o psiquiátricos, y pueden ser exitosamente tratados con terapia lumínica en combinación con esquemas conductuales.

Aproximadamente, el 80% de los pacientes adultos y un tercio de niños con desorden de déficit atencional con hiperactividad (ADHD) muestran problemas de sueño, caracterizados por un retardo de fase circadiano y un pico de melatonina retardado, que podría ser resultado del uso incrementado de dispositivos electrónicos como *tablets* y celulares, especialmente en un horario cercano al de dormir. La exposición a luz solar durante el día ayudaría a contrarrestar los efectos de retardo de fase de estos dispositivos modernos usados en la tarde/noche, problemática generalizada entre los adolescentes.

En todo lo expuesto hasta acá se puede observar un impacto positivo y negativo de la luz sobre la salud humana, por ejemplo, la acción espectral para la supresión de melatonina y para el riesgo de fotorretinitis provocado por la luz azul es la misma, la iluminación

óptima para los ancianos no lo es para sus cuidadores, o el pico espectral para la síntesis de vitamina D no es muy diferente al del eritema. Por otro lado, aunque está comprobado el valor terapéutico de la luz para pacientes con ciertos trastornos afectivos y del sueño así como para personas sanas con desajustes circadianos debido al trabajo por turnos y los viajes intercontinentales, la fisiología ocular fotorreceptiva que apoya la capacidad terapéutica de la luz, sin embargo, se encuentra en su etapa incipiente.

La evidencia científica sobre la influencia de la luz natural en la salud aporta datos sobre la salud en general y específicamente en aspectos fisiológicos (dolor de cabeza en relación a la carga laboral, nivel de actividad, ataques cardíacos/infartos de miocardio, insomnio y cáncer de mama) o psicológicos (depresión, agotamiento *mental/burn-out*, depresión estacional/SAD, angustia y suicidio), mediante mediciones objetivas de salud tendientes más a resolver condiciones médicas que a proveer de ambientes interiores saludables.

Basada en el potencial de la luz y la radiación óptica como herramienta terapéutica, esta revisión se propuso contribuir a un mayor entendimiento de nuestra experiencia diaria con el medioambiente luminoso, tendiente a una óptima iluminación de nuestros ambientes cotidianos así como a un mejor manejo de nuestra relación con la luz.❖

Referencias

Nota del editor: Esta nota técnica está respaldada por una gran cantidad de bibliografía que por normas editoriales no se publican. Por consultas de esta índole, o cualquier otra acerca de la temática tratada, consultar a la autora.

Acerca de la autora

Departamento de Luminotecnia, Luz y Visión (DLLyV), Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología, Universidad Nacional de Tucumán (UNT) / Instituto de Investigación en Luz, Ambiente y Visión (ILAV), CONICET.

Por

Graciela Tonello

gtonello@herrera.unt.edu.ar