

LUZ NATURAL, LUZ ARTIFICIAL Y VISIÓN ¿RECIBIMOS LA QUE NECESITAMOS PARA PROSPERAR EN SALUD?

“Facts do not cease to exist because they are ignored.”
Aldous Huxley, Complete Essays, Vol. II: 1926-1929

Gustavo Enrique Ratto

Dr. en Ingeniería. Magister del Modelo Benenzon de Terapia No-verbal
Consultor. gustavratto@gmail.com

Recibido: 5/5/2022

Aceptado: 19/8/2022

RESUMEN

El estilo de vida y el ambiente ocupan un rol cada vez más decisivo en la salud y bienestar humanos. La luz (natural y artificial) cumple funciones fisiológicas como estímulo, alimento y/o droga siendo sus carencias o excesos perjudiciales para la salud visual e integral de la persona.

La presencia ubicua de tecnología LED (light emitting diode) en iluminación y pantallas constituye un “experimento” a gran escala e impone desafíos por sus efectos desconocidos. Existen recursos que minimizan los riesgos, los mismos van desde la toma de conciencia, el contacto con la naturaleza y ejercicios específicos hasta terapias alternativas.

Palabras clave: causas ambientales, estilo de vida, luz como droga, luz no fisiológica, prosperidad en salud

NATURAL LIGHT, ARTIFICIAL LIGHT AND VISION, DO WE RECEIVE WHAT WE NEED TO THRIVE IN HEALTH?

ABSTRACT

Lifestyle and the environment play an increasing decisive roll in health and human wellbeing. Light (natural or artificial) accomplishes physiological functions as a stimulus, a food and/or as a drug being its deficiencies or excesses detrimental to the visual and integral health of the person.

The ubiquitous presence of LED (light emitting diode) technology in lighting and screens constitutes a large scale “experiment” and imposes challenges due to its unknown effects. There exist resources that minimize risks; they go from becoming aware, contacting nature and specific exercises to alternative therapies.

Keywords: environmental causes, lifestyle, light as a drug, non physiological light, health thriving

CONTEXTO Y OBJETIVOS

Vivimos en tiempos de grandes desafíos para el bienestar humano. Desde hace ya algunas décadas, a nivel mundial, la salud de las personas se halla en peligro debido a opciones incorrectas en términos de alimentos, hábitos alimenticios (1), estilos de vida, consumo de medicamentos y condiciones ambientales, entre otras. Estas reorientaciones en la conducta de gran parte de la población mundial fueron siendo inducidas, por un lado, por los cambios realizados en las políticas agrícola-ganaderas

y de producción y comercialización de alimentos que tienden a aumentar la presencia de alimentos altamente industrializados (2) y genéticamente modificados (3). Por otro lado, por lo determinante de los estilos laborales (principalmente en ciudades) que complica la satisfacción de las necesidades básicas de las personas en relación al contacto con los espacios y los recursos naturales (aire, agua, la luz natural, etc.) dejándolos con poca capacidad para recuperarse del estrés.

Una de las consecuencias importantes de estos fenómenos, muy generalizados a escala global, se halla repre-

sentada por la alta presencia de enfermedades crónicas (tales como las cardiovasculares, cáncer, respiratorias y diabetes) que son causa de alrededor del 71% de las muertes a nivel mundial, varias de ellas con una clara tendencia creciente, tales como la diabetes y la obesidad (4). Cabe recordar que, antes de causar muertes prematuras, estas enfermedades producen discapacidades influyendo de manera importante en el entorno vincular y que, en muchos casos, la persona padece más de una enfermedad crónica. Otras enfermedades que durante el siglo XIX o principios del siglo XX eran excepcionales o inexistentes, tales como el autismo, el Alzheimer, la celiaquía y las autoinmunes en general, se hallan en la actualidad identificadas como epidemias (5). Enfermedades infantiles como el trastorno por déficit de atención e hiperactividad (TDAH), el asma y las alergias se hallan en aumento. Y, múltiples afecciones tales como la dificultad para conciliar el sueño y tener un sueño reparador, la disbiosis y las disfunciones tiroideas quedan subdiagnosticadas siendo que además de restar calidad de vida se hallan estrechamente vinculadas a otras enfermedades.

Por su parte, alrededor del 28% de la población mundial (base 7.800 millones según el Banco Mundial (6)) padece al menos una deficiencia visual moderada o grave o ceguera siendo que aproximadamente el 45% de ellas son evitables o tratables (7). Las principales afecciones a escala global son los errores de tipo refractivo (presbicia, miopía, hipermetropía, astigmatismo), cataratas, degeneración macular, glaucoma, opacidad corneal y retinopatía diabética. Teniendo en cuenta el envejecimiento de la población (cada vez hay más personas mayores de 80 años) se estima que habrá un considerable aumento del número de personas con afecciones oculares importantes (glaucoma senil, degeneración macular senil, cataratas, ojo seco, etc.) durante la presente década (7). La tendencia creciente de las afecciones oculares representa un desafío no solo por el impacto en la salud y calidad de vida individual (que de prevalecer pueden dar lugar a disfunciones o enfermedades derivadas) sino en el bienestar general (pérdidas de productividad, altos costos de los sistemas sanitarios, etc.). Todo esto hace que, en esta área, los sistemas de salud enfrenten grandes y nuevos desafíos (7). En este contexto resulta preocupante el hecho de que la medicina (errores médicos, reacciones adversas a drogas bien indicadas, daños producidos por el exceso de diagnósticos por imagen, etc.) produce un importante aporte a los daños en la salud de las personas (8-9) a tal extremo que, por ejemplo, en EUA y Europa se halla entre las primeras causas de muerte evitable (10-12). Al mismo tiempo van afianzándose “subproductos” más recientes que son muy propios del estilo de vida tales como las adicciones al uso de teléfonos celulares y de internet (13), la presencia creciente de radiación no ionizante en el ambiente inmediato que rodea a los habitantes

de las ciudades (14) y el estrés ocular digital (disturbios oculares-visuales relacionados con el uso de dispositivos digitales con pantallas) (15).

Un hecho singular que se agrega y superpone a lo descrito hasta aquí, y que lleva ya más de 10 años, es la “revolución” que está teniendo lugar, en prácticamente todo el mundo, en relación a la sustitución de fuentes tradicionales de iluminación (tales como las lámparas incandescentes, descarga de gases, etc.) por fuentes de estado sólido que emplean LEDs (LED: light emitting diode: diodo emisor de luz) en todo tipo de ámbito: iluminación ciudadana, carreteras, medios de transporte, edificios públicos y privados, etc. y por supuesto en hogares y oficinas. Esta apresurada y masiva implementación tecnológica, que ha sido justificada principalmente por la reducción del consumo energético, no solo constituye un “experimento biológico a gran escala” (16) sino que se está llevando a cabo con varios puntos controversiales (17).

El primer objetivo de este trabajo es dar cuenta de la importancia de la luz natural y artificial como factor ambiental fundamental para el desarrollo del ser humano considerando aspectos evolutivos, sociales, de estilo de vida individual y del estado de salud poblacional.

Como segundo objetivo se proponen algunas herramientas tendientes a proteger la salud visual e integral de las personas frente a los daños potenciales (debido a factores disruptivos) que imponen las nuevas tecnologías de iluminación en el contexto del estilo de vida dominante en las grandes ciudades.

LUZ, EVOLUCIÓN Y DISPOSITIVOS TECNOLÓGICOS

La luz desempeña un rol fundamental en la evolución de la vida en la tierra, al igual que el agua y el aire constituyen un factor humano. Nuestra fisiología se halla evolutivamente adaptada a la luz del sol, la luna y las estrellas como estímulos externos (18). Más aún, poco a poco se va demostrando la importancia que tienen los campos energéticos de esos cuerpos celestes en la conducta humana (19). Por otro lado, ha de destacarse que los cuerpos biológicos poseen en su estructura interna la capacidad de emisión de luz ultra débil representada por los llamados biofotones. Aunque este segundo aspecto constituye un descubrimiento más reciente, desde una perspectiva evolutiva resulta tan inherente como el primero; se abre así un camino para que muchos aspectos de la naturaleza humana puedan ser revelados.

La evolución humana ha estado reglada por la alternancia de luz natural y oscuridad cada aprox. 12 horas (20). La luz natural (principalmente debida al sol) tiene la característica de ser intensa y gradual hacia o desde la oscuridad; por su parte, la oscuridad natural tiene la particularidad de ser también intensa con una leve atenuación en presencia

de plenilunios. Luego de una larga historia de iluminación artificial en base a una llama (antorcha, velas, lámpara de aceite, lámparas a gas, etc.) se produjo, hace algo más de 100 años, un desarrollo tecnológico muy significativo en la historia de la humanidad y que le trajo muchas ventajas: la masificación de la lámpara incandescente creada por Swan y Edison. Esto fue produciendo, en la medida de su implementación, que la interacción del ser humano con la luz natural y la artificial comenzara a cambiar de manera irreversible. Luego, hacia fines de la década de 1930 había aparecido el tubo fluorescente que se generalizó a partir de la década de 1940 principalmente en iluminación pública, propaganda y ambientes laborales. Por muchos años, en los hogares iban a dominar las lámparas incandescentes mientras que en ambientes laborales y escuelas los tubos fluorescentes, estos últimos por una cuestión de ahorro (20). Una nueva versión de los mismos la constituyeron las lámparas fluorescentes compactas que aparecieron y se popularizaron en la década de 1990 y que por su adaptabilidad fueron siendo incorporadas en todo tipo de hábitat y lugar de tránsito. Cabe destacar que estas implementaciones (tubos y compactas) tuvieron lugar con muchas faltas al principio de precaución (ver Sección 4) principalmente por los efectos potenciales nocivos para la salud (21).

Retrospectivamente, la presencia de una red eléctrica que se fue expandiendo y perfeccionando permitió al habitante de la ciudad contar con niveles de iluminación suficientes para operar a cualquier hora de la noche prácticamente como si fuera de día (20). Actualmente los seres humanos permanecen gran parte del día en ambientes interiores con iluminación artificial poco variable y menos intensa que la luz natural, las transiciones “día-noche” y “noche-día” son más bruscas (depende en muchos casos del mero accionamiento de interruptores) y la noche se vive con intensidades de luz muy altas comparadas a las de la naturaleza. La exposición a la luz es vivida voluntariamente para sincronizar con etapas de actividad (trabajo y recreación) y descanso. En cuanto a la luz artificial, y desde el contexto evolutivo, no solo debemos pensar en iluminación saludable (presencia de luz fisiológica, o sea, aquella que se parece más a las de la naturaleza) sino en oscuridad saludable (ausencia de luz como factor fisiológico). Al mismo tiempo y, como parte de un ecosistema, es necesario considerar los impactos que los cambios en iluminación —inherentes a nuevos estilos de vida de los seres humanos— puedan tener sobre el entorno, por ejemplo, produciendo contaminación planetaria por luz e interfiriendo con el desarrollo de otras especies (22-23).

Un hecho concomitante y que suma a las implicancias en los cambios en iluminación es la presencia pervasiva y fuertemente incremental de dispositivos de información y comunicación con pantallas basadas en LEDs (teléfonos

celulares, tabletas, computadoras portátiles y hogareñas, televisores, pantallas gigantes en calles, etc.) en ámbitos privados y públicos. El fenómeno del LED en pantallas y la manera de atenuar sus potenciales efectos nocivos fue abordado en (24).

En la siguiente sección se analizan y discuten, a modo de ejemplo, espectros de distintas fuentes de luz utilizadas para iluminación hogareña (en el caso de las lámparas a LED las mismas se eligieron dentro de una larga colección por ser espectros característicos de lámparas representativas del mercado).

FACTORES DISRUPTIVOS

Además de su rol en la visibilidad, la calidad de la iluminación debe aportar al mantenimiento de la buena salud tanto en sus aspectos visuales (tales como prevenir la fatiga ocular, preservar la salud de la retina, proveer confort visual, etc.) como en los no visuales (no ser dermatológicamente perjudicial, ser fisiológica con respecto a los estados de alerta y sueño, preservar las funciones cognitivas, etc.) (25).

En la **Figura 1** se muestran los espectros de emisión de dos fuentes tradicionales de iluminación, una vela de parafina y una lámpara incandescente hogareña (prohibida aprox. desde 2016). Cada curva representa la energía lumínica que emana de la fuente (en%) para cada longitud de onda (eje de las X). Ambas fuentes presentan emisión nula en la región ultravioleta (<380 nm), emisión dominante en la zona visible y una buena porción en el infrarrojo (>780 nm) principalmente la vela. La vela fue elegida por ser una fuente a la que el ser humano tiene una larga adaptación mientras que la incandescente hogareña fue elegida por considerarse desde su aparición (hace más de 120 años) una fuente lumínica con muchas bondades (26), biológicamente amigable, que no representa riesgos (27) y cuyo espectro (de perfil suave y continuo con un solo máximo) es el más parecido al del sol dentro de lo que son fuentes de iluminación de propósitos generales (28). Estas características hacen de la incandescente una fuente confiable para ser tomada como referencia frente a otras tecnologías.

Su contenido de infrarrojo es considerado una desventaja desde el punto de vista económico ya que una considerable parte de la radiación no provee luz sino que se disipa como calor (baja eficiencia).

Según la Ley de Plank, a menor longitud de onda mayor es la energía del haz de luz, por ejemplo, la zona del visible más cercana al UV (zona de los azules y turquesa) es la de mayor energía dentro del visible. Esto tiene implicancias cuando la luz interactúa con la materia, en particular con tejidos vivos. Con variaciones entre los distintos autores la zona del espectro que se denomina con potencial

fototóxico es aquella por debajo de 460 nm o por debajo de 500 nm (29). Se ha demostrado que la radiación en esta zona puede tener efecto acumulativo y producir estrés oxidativo en distintos tejidos del ojo (16,30,31-34) dependiendo del tipo de interacción y de la intensidad de la fuente.

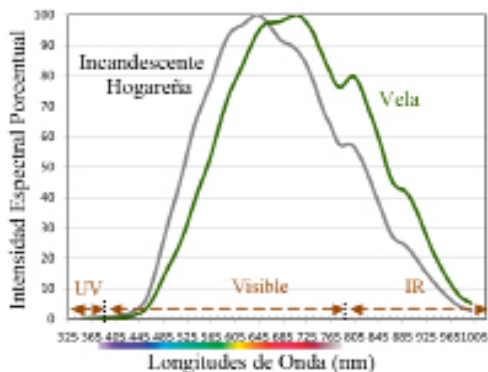


Figura 1. Espectros normalizados de una vela de parafina (temperatura de color 1900K (K= grados Kelvin) representada por la curva verde y de una lámpara incandescente tradicional hogareña (2600 K) representada por la curva gris. La porción visible del espectro se halla representada por la barra de colores que se halla debajo del eje de las X y se corresponde con longitudes de onda entre 380 nm (nanómetros) y 780 nm. En extremo izquierdo inferior se muestra la porción ultravioleta (UV) que detecta el equipamiento utilizado mientras que en la derecha la porción infrarroja (IR). Las tres zonas UV, Visible e IR se consideran la región óptica del espectro. El pico para la vela se halla en 708 nm (zona de rojos) mientras que para la incandescente en 642 nm (zona del naranja).

En la **Figura 2** se muestran los espectros de una lámpara a LED cálida (representada en naranja) y otra fría (representada en azul) junto al espectro de la incandescente hogareña adoptada como referencia. La lámpara LED cálida (curva naranja) muestra un espectro suave con un pico principal en 588 nm (zona del verde) y un pequeño pico en la región de fototoxicidad en 440 nm. La primera parte de la curva (desde el azul al verde hasta aproximadamente alcanzar el pico principal) se muestra muy parecida a la lámpara de referencia y luego cae abruptamente en la zona de los naranjas y los rojos. La lámpara LED fría posee un pico principal en 546 nm (verde azulado) y un pico secundario muy marcado en 442 nm (notar que la intensidad relativa del pico secundario es alrededor del 45% de la del pico principal) haciendo que esta lámpara tenga un importante aporte en la región fototóxica. Además, es evidente que esta lámpara no encaja con la de referencia ya que aparece desplazada hacia la izquierda (debido a la presencia importante de componentes espectrales de temperaturas de color frías).

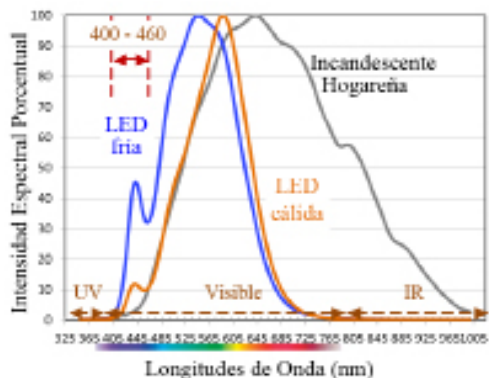


Figura 2. Espectros normalizados de una lámpara a LED fría (6000K) y el de una lámpara a LED cálida (3500K). Estos espectros son característicos de la tecnología que representan (29). También se muestra el espectro de la lámpara incandescente tradicional hogareña tomada como referencia. El pico principal de la LED fría se halla en 546 nm y el pico secundario en 442 nm. El pico principal de la LED cálida se halla en 588 nm y el secundario en 440 nm. A la izquierda arriba se ha consignado la zona de fototoxicidad (400- 460) según (29).

Esta segunda característica, y de acuerdo a la exposición, puede tener efectos disruptivos de los ritmos circadianos (ciclos de distintos parámetros fisiológicos de aproximadamente 24 horas que son ajustados según pautas externas, por ejemplo, el de la melatonina) produciendo alteraciones en el sueño, la vigilia, el rendimiento académico, etc. (35). Estas dos características (presencia de un pico secundario importante en la región fototóxica y alta presencia de componentes de temperatura de color fríos) hacen que, entre ambas, la LED cálida sea la mejor elección (35). Por otro lado, tanto la LED cálida como la fría son pobres en componentes naranjas y rojos teniendo ambas lámparas ausencia de porción infrarroja. Si bien, como se dijo en la sección anterior, esto puede ser considerado una ventaja (mayor "eficiencia"), hay evidencia de que la presencia de luz naranja-roja e infrarroja juegan un rol importante en la emetropización del ojo del niño (35) y contribuye a la regeneración de tejidos (36-38).

Por lo tanto, se puede resumir que los dos factores disruptivos en relación a la calidad del espectro lumínico (exceso de luz en la zona del azul —rango 400-460 nm— y escasez o ausencia de radiación en la zona del naranja-rojos e infrarrojos) proveen una luz desbalanceada con consecuencias fisiológicas importantes y de efectos a largo plazo desconocidos (por primera vez y a gran escala el ser humano recibe luz artificial de estas características de forma predominante y pervasiva en su vida cotidiana). No debe pasar inadvertido lo que señala Panda (39) que "cuanta más gente pase de la lámpara incandescente a la

de LED los problemas sociales de origen circadiano solo empeorarán". Si bien, hay esfuerzos para la obtención e implementación de fuentes LED "circadianas" (40) debemos saber que esto no guarda relación con la capacidad instalada de las fuentes LED que viene produciéndose desde hace más de diez años ni con la mayor parte de los productos que se comercializan en la actualidad. Otros factores que deben ser tenidos en cuenta cuando se trata de lámparas LED en comparación con las incandescentes que son causa de preocupación debido a potenciales efectos en la salud y que están ligados a vacíos regulatorios son: el brillo, los cambios de cromaticidad con el tiempo, la modulación temporal o flicker y el aporte significativo de radiación electromagnética. Para más detalles ver (17) y sus referencias.

LUZ, SALUD, ESTILOS DE VIDA Y SOCIEDAD

La historia de la medicina muestra que las causas de la enfermedad se hallan básicamente relacionadas con deficiencias nutricionales, toxinas, predisposición genética, agentes patógenos y disfunciones psicológicas (41). Las deficiencias nutritivas y las toxinas, factores muy importantes en las enfermedades crónicas, interactúan de manera fundamental con la predisposición genética única que trae cada individuo (bioindividualidad). De persistir estas causas ambientales (modificables) persistirán los estados disfuncionales o la enfermedad (41). Se podrá efectuar el "encendido" o "apagado" de los genes en la medida en que se puedan identificar y modificar dichas causas ambientales (epigenética). Desde la antigüedad se sabe que la luz juega un rol fundamental en el bienestar y la salud del individuo. En las últimas décadas la relación de la luz artificial con la salud ha tenido un renacimiento y ha sido objeto de investigación creciente (42). Así como el empleo de ciertas sustancias químicas puede actuar como agente intoxicante o terapéutico según la dosis, la luz (sus características espectrales, intensidad, patrones temporales, etc.) y el tipo de exposición a ella (momento del día, partes del cuerpo, etc.) puede actuar de la misma forma. Algunos autores consideran a la luz visible como una droga (25,43) ya que, en la medida en que no se pongan en consideración ciertos "principios de higiene lumínica", puede derivar en una amplia gama de desórdenes fisiológicos y del comportamiento. Más aún, se sabe que la luz puede alterar la expresión de los genes a tal punto como para considerarlo un asunto de salud pública (44). Es conocido que la luz artificial (debido a su espectro e intensidad) es la mayoría de las veces disruptiva tanto durante el día (por defecto) como por la noche (por exceso). Lunn y colaboradores (45) encontraron que personas que tienen exposición frecuente y prolongada a luz nocturna artificial (y por lo tanto interferencia de los ritmos circadianos) pue-

den tener mayor propensión a enfermedades coronarias, metabólicas, reproductivas, gastrointestinales, inmunológicas y psiquiátricas. No es una exageración considerar que gran parte de la población de las ciudades vive en un patrón de "trabajadores por turno" dados que hay falta de sistematicidad en los horarios de levantarse, ir a dormir, dormir sin interrupciones, inhomogeneidad entre los días de trabajo y el resto, ingesta de alimentos que no aciertan con las necesidades fisiológicas, etc. (39). Sin duda, el estilo de vida en las ciudades es un factor disruptivo de los ciclos circadianos, este hecho ha llegado a la cima con la conectividad con cualquier parte del mundo en cualquier momento del día (39). También se debe destacar que enfermedades neurológicas como la migraña, la epilepsia y las hipersensibilidades a luz con altos componentes de azul en fuentes espectralmente desbalanceadas son frecuentes en una pequeña proporción de la población (35, 46) pero, si se tienen en cuenta otras minorías (niños menores de un año, niños en etapa de desarrollo del ojo y la visión, grupos susceptibles de niños, ancianos, embarazadas, trabajadores por turnos, personas que trabajan con radiación, personas con enfermedades en la piel, personas con enfermedades degenerativas visuales, operados de cataratas, fumadores, personas con carencias nutricionales (estrés oxidativo), aquellos con predisposiciones genéticas, etc.) la proporción se hace cada vez más significativa como para dejar a tantas personas excluidas de herramientas de prevención.

En el contexto de todo lo presentado, aparece una gran distancia entre la implementación masiva de la nueva tecnología de iluminación y el grado de inocuidad para el individuo (aunque también para los ecosistemas). El medio social (decisores y receptores) en el que esta tecnología se viene implementando parece haberle dado un rol muy marginal al principio de precaución como estrategia de gestión para hacer frente a la incertidumbre científica en relación a los riesgos sobre la salud. Este principio ha sido implementado en el Protocolo de Montreal, la Declaración de Río y el Acuerdo de París entre otros documentos de resonancia mundial. Lejos de ser antitético respecto de la ciencia o la innovación tecnológica el principio de precaución tiene como objetivo promover modos alternativos de desarrollo (tecnologías más seguras y limpias) (47) evitando la imposición de una nueva tecnología sin tener en cuenta a los afectados y evitando riesgos que pueden resultar injustos para generaciones presentes o futuras, ser graves o irreversibles (48). Si bien la aplicación de este principio puede haber sido desestimada al solamente hacer hincapié en el "ahorro" resulta evidente que se ha alimentado la controversia. Y, si bien no hay estudios definitivos y de largo plazo que demuestren efectos nocivos contundentes de los espectros desbalanceados, la información para asegurar que no representen un riesgo es prácticamente nula. La historia muestra un gran núme-

ro de casos análogos de productos fundamentadamente sospechados (49-50) desde casi el principio que producían daños en la salud y que, sin embargo, eran demorados en su restricción o abolición. Ejemplos de esto son: a) el pesticida DDT (diclorodifeniltricloroetano) que demoró más de 25 años en prohibirse en EUA habiendo comenzado su uso general después de la Segunda Guerra mundial, b) el cigarrillo que como agente de riesgo de cáncer y alteraciones coronarias fue demostrado a partir de 1964, sin embargo, se tardaron aproximadamente 30 años en que se tomaran medidas contundentes y se reconozcan, sin lugar a dudas, sus efectos como agente contaminante del aire, aportante de toxinas y como agente adictivo y c) los fluoroscopios de pies (máquinas con rayos X para valorar el calce de un zapato en el pie) que aparecieron a partir de 1920 en EUA y otros países, fueron regulados recién alrededor de 1948 (con dispersión en los distintos países) y quedaron finalmente prohibidos recién a principios de la década de 1960.

En el contexto que analizamos, vivir una vida saludable depende de la interacción con luz “fisiológica” así como de un “estilo de vida circadiano” en el que la calidad intrínseca de la luz juega un rol fundamental; tenemos un derecho a la luz saludable. El mismo pasa por a) tener acceso directo y simple a la luz natural tanto desde el punto de vista espacial como temporal (momento del día y tiempo de exposición), b) conocer sobre los efectos de la luz artificial en la salud y el ambiente y c) participar en decisiones sobre medidas que se adoptan en su contexto (51).

ALGUNOS RECURSOS PARA LA ACCIÓN

En la sección anterior se destacó la relevancia de los factores ambientales modificables como causas de las principales disfunciones o enfermedades. Si bien no todas las personas pueden influir en el entorno natural y social a gran escala sí pueden modificar sustancialmente sus propios estilos de vida. Quizás el primer paso sea minimizar las expectativas que se puedan tener en el sistema de salud predominante (muchas veces indiferente y expropiante (52)). Es importante considerar la salud como un continuo en donde la persona debe ser cada vez más responsable, adquirir conciencia de las opciones de vida (ambientes interno y externo) y buscar la mejor forma de sentirse respaldada en los vínculos (terapéuticos y evolucionarios) con otros. Poder proveerse de alternativas resulta fundamental en una sociedad donde las nuevas tecnologías se imponen sin tener en cuenta al individuo, salvo como consumidor, y en donde las *hubris* (52) corporativas, con el aval o el desentendimiento de los organismos reguladores, impactan de manera global y ubicua. En segundo lugar habría que considerar el contacto con la naturaleza (53), evaluar cuánto tiempo a la semana esta-

mos en entornos naturales, también la cantidad de horas diarias que estamos en espacios exteriores con luz natural intensa y en qué momentos del día. En lo referente a la vista, los errores de tipo refractivo son la principal causa de alteraciones a nivel mundial. De persistir y agravarse se van asociando a enfermedades visuales principalmente la degeneración macular. De aquí la importancia de la prevención, el tratamiento y las medidas paliativas. Por ejemplo, estudios históricos y recientes muestran la relación estrecha entre el tiempo que pasa un niño enfocado en tareas de cerca y el desarrollo de miopía (54). Y se ha encontrado que la cantidad de tiempo en espacios exteriores guarda una relación con la disminución de la prevalencia de miopía en niños siendo la intensidad de la luz natural y el entorno factores importantes (55).

Por otra parte, resulta fundamental recibir diariamente (y según las estaciones del año) la cantidad adecuada de radiación ultravioleta del sol (para ajustar la producción de vitamina D y llevar a su más bajo nivel la melatonina diurna) al mismo tiempo que sincronizar con la natural aparición de oscuridad desde el atardecer hasta el momento de dormir (para permitir la síntesis de melatonina y su pico nocturno). Ambas hormonas “circadianas” cumplen funciones complementarias en células, tejidos, órganos y sistemas corporales a tal grado que sus deficiencias individuales pueden producir similares efectos en la salud. Resulta aquí oportuno considerar las grandes virtudes de los baños de sol terapéuticos (helioterapia) que desde tiempos muy antiguos han sido de gran eficacia en el tratamiento de múltiples enfermedades (56). Una aplicación práctica, en relación al cuidado de la vista empleando el sol (ejercicio de asoleado), es frecuentemente recomendada en los distintos métodos de visión natural tales como el de Chi-kung de ojos, la gimnasia ocular, etc. (57-58). El “asoleado” consiste en colocarse frente al sol en horas cercanas al amanecer o atardecer con los ojos cerrados y realizar movimientos suaves con la cabeza y cuello de tal manera de estimular lúmicamente las retinas. Entre otros beneficios este ejercicio produce una mejor irrigación de los ojos, tiende a disminuir la fofobia y produce un efecto tranquilizador.

En relación a la iluminación artificial, además de iluminarse con luz incandescente, existen un conjunto de recursos que pueden ser adoptados para paliar los efectos de fuentes de iluminación no fisiológicas (ricas en azul) tales como LED frías y pantallas de computadoras (24). También resulta muy importante que el espacio donde se duerma sea totalmente oscuro (23,44) y evitar encender luces al levantarse durante la noche.

Entre los métodos de visión natural encontramos herramientas “anti-estrés”, por ejemplo, la práctica de “palmeo” que consiste cubrir los ojos con las palmas ahuecadas de las manos en una postura cómoda de tal manera que permita la relajación del cuerpo y en particular de los ojos

(activación de recursos parasimpáticos). Esta práctica, en un contexto de otras, no solo actúa en la prevención de disfunciones visuales sino que permite recuperación de visión (58-59) y es una herramienta de bienestar para ser empleada en largas jornadas de trabajo con alta demanda del sistema visual. Todas las prácticas mencionadas en la literatura presentada en el presente trabajo tienen un carácter preventivo y en muchos casos ayudan a revertir disfunciones visuales y cumplen, potencialmente, con la función de disminuir la expansión de epidemias preanunciadas (7). Una referencia muy importante a tener en cuenta cuando se trata de paliar los efectos nocivos de luz no fisiológica (en muchos casos la exposición resulta inevitable) es la dieta, no solamente por la incorporación de nutrientes específicos (tales como vitaminas, luteína, zinc, etc.) sino por las desintoxicaciones y ayunos con el potencial de resincronizar los ritmos circadianos alterados (39, 60-61).

Finalmente, debemos tener presente que la luz, como alimento y/o como droga, es un factor fundamental en nuestras decisiones de vida ya que, en virtud de todo lo esbozado en este trabajo, influye de manera contundente en nuestra salud física y emocional. En la medida que podamos concientizar el cambio tecnológico que estamos viviendo (y que es hasta cierto punto modificable) seremos capaces de ayudar a tomar mejores decisiones a las futuras generaciones (en particular los niños de hoy).

CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS

El panorama de la salud poblacional de los últimos cincuenta años muestra una tendencia creciente de las enfermedades crónicas y aparición de nuevas disfunciones y enfermedades en un contexto de cambios complejos en los estilos de vida. Nuevas tecnologías son implementadas dándole prioridad a premisas económicas en un contexto de vacíos regulatorios sin tener en cuenta factores evolutivos ni los impactos sobre la salud en el mediano y largo plazo que de ellas se derivan. El estilo de vida en las ciudades es un factor agravante dado que el ser humano tiene poco contacto con la naturaleza y vive con altos niveles de estrés.

El reemplazo, prácticamente obligado, de lámparas incandescentes (luz fisiológica) por lámparas a LED (de espectro desbalanceado) junto con la presencia pervasiva de pantallas a LED constituye un "experimento" a gran escala. Las comillas se han usado para resaltar que no es un verdadero experimento científico ya que, entre otros requisitos, no hay una hipótesis justificable, no hay un grupo control, no hay aprobación ética ni hay consentimiento informado de los participantes. Lo cierto es que los efectos sobre la salud visual e integral a largo plazo se desconocen y los efectos de corto plazo generan controversia en un contexto en donde el principio de precaución ha sido

desestimado. Junto a otras tecnologías, como la de los alimentos modificados genéticamente, la nueva tecnología de iluminación a LED, presente en fuentes y pantallas, añade un estresor a la vida de los ciudadanos imponiendo un desafío (no necesario de aplicarse el principio de precaución) para que como seres humanos puedan prosperar en salud y recuperar armonía con la naturaleza.

El primer paso para afrontar dicho desafío es la toma de conciencia de la situación, luego las personas interesadas verán que, afortunadamente, existe un conjunto de herramientas que pueden resultar de gran utilidad, especialmente para quienes quieran reforzar su intención por hacerse responsables de su salud. Algunas de esas herramientas se dan en este trabajo, otras se detallan en la literatura citada.

AGRADECIMIENTOS

Un especial agradecimiento al Dr. Fabián Videla del CIOp (Centro de Investigaciones Ópticas), Gonnet, Provincia de Buenos Aires-Argentina, por su colaboración en la medición de los espectros y al Dr. Jorge Reyna Almandos (Investigador Emérito de la Comisión Científica de la Provincia de Buenos Aires-Argentina) por sus contribuciones en la revisión de este trabajo.

CONFLICTO DE INTERESES

El autor declara no tener conflicto de intereses.

REFERENCIAS

1. WHO, The World Health Report. Reducing Risks, Promoting Healthy Life. Introduction, World Health Organization, Geneva, 2002.
2. Hari, V. The Whole Babe Way. Break free from the hidden toxins in your food. Little Brown and Company, New York, 2013.
3. Smith, J,M, Genetic Roulette. The Documented Health Risks of Genetically Engineered Foods, Yes! Book, Fairfield, 2007.
4. WHO World Health Statistics 2020: Monitoring Health for the SDGs (sustainable development goals), Ch. 3, World Health Organization, Geneva, 2020.
5. Walsh, W.J. Nutrition Power. Ch. 7. Skyhorse Publishing, New York, 2014.
6. Banco Mundial BIRF-AIF, Población Total, 2022, <https://datos.bancomundial.org/indicador/SP.POP.TOTL>
7. OMS, Informe mundial sobre la visión. Cap. 1-2. Organización Mundial de la Salud, Ginebra, 2020.
8. Phelps, J. Dark therapy for bipolar disorder using amber lenses for blue light blockade, Medical Hypotheses, 2008; 70, 224-229. doi:10.1016/j.mehy.2007.05.026.

9. Brawley, O.W., Goldberg, P. How we do harm. A doctor breaks ranks about being sick in America, St. Martin Press, New York, 2011.
10. Null, G., Dean, C., Feldman, M., Rasio, D. Death by Medicine. *Journal of Orthomolecular Medicine*, 2005; 20(1): 21-32.
11. Makary, M.A., Daniel, M. Medical error - The third leading cause of death in the US. *British Medical Journal*, 2016; 353: i2139: 1-5. doi: 10.1136/bmj.i2139
12. Schroeder, M.O. Death By Prescription. *US News*, 2016. <https://health.usnews.com/health-news/patient-advice/articles/2016-09-27/the-danger-in-taking-prescribed-medications>
13. Cecchinato, M., Rooksby, J., Hiniker, A., Munson, S., Lukoff, K., Thieme, L., Daniel, A., Daniel, H. Designing for Digital Wellbeing: A Research & Practice Agenda. In: Proceedings of the 2019 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems, May 4-9, 2019, Glasgow, Scotland UK and New York, NY, USA.
14. Mercola, J. *EMF**D* 5G, Wi-Fi & Cell Phones: Hidden Harms and How to Protect Yourself*. Hay House, California, 2019.
15. Coles-Brennan, Ch., Sulley, A., Young, G. Management of digital eye strain. *Clinical and Experimental Optometry*, 2019; 102: 18-29. doi:10.1111/cxo.12798
16. Martel, A. Health Risks of Light The Harmful Potential of Artificial Light Ch.6. In: Martel, A. *Light Therapies. A complete guide to the healing power of light*. Healing Arts Press, Rochester, 2018.
17. Ratto, G.E., Videla, F.A., Martínez Valdiviezo, J.H. Artificial light: traditional and new sources, their potential impact on health, and coping strategies: preliminary spectral analysis, *Proc. SPIE 11814, Current Developments in Lens Design and Optical Engineering XXII*, 1181400 (1 August 2021): 1-20. doi: 10.1117/12.2593623
18. Hollwich, F., Dieckhues, B. The Effect of Natural and Artificial Light via the Eye on the Hormonal and Metabolic Balance of Animal and Man. *Ophthalmologica Basel*, 1980; 180: 188-197.
19. Cajochen, C., Altanay-Ekici, S., Munich, M., Frey, S., Knoblauch, V., Wirz-Justice, A. Evidence that the Lunar Cycle Influences Human Sleep. *Current Biology*, 2013; 23, 1-4. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cub.2013.06.029>
20. Marshall, J. Light in man's environment. *Eye*, 2016; 1-4. doi:10.1038/eye.2015.265
21. Sandahl, L.J., Steward, H.E., Gilbride, T.L., Calwell, C., Ledbetter, M.R. Compact Fluorescent Lighting in America: Lessons Learned on the Way to Market. Chapter 6, Pacific Northwest National Laboratory for United States Department of Energy, Washington, 2006.
22. Bará, S. Anthropogenic disruption of the night sky darkness in urban and rural areas. *Royal Society Open Science*, 2016; 3: 160541: 1-14. <http://dx.doi.org/10.1098/rsos.160541>
23. Zielinska-Dabkowska, K.M. Make lighting healthier, *Nature*, 2018; 553: 274-276.
24. Ratto, G., Videla, F.A. Evaluación de la performance de filtros ópticos de uso oftálmico utilizando distancias Euclídeas, *Ingenio Tecnológico*, 2021; 3, e019, 1-22.
25. Czeisler, C. A. Casting light on sleep deficiency. *Perspective. Nature*, 2013; 497 (7450), S13:1. doi: 10.1038_497S13a
26. Marshall, J. La fototoxicidad comprende riesgos para la vista. *Entrevista. Points de Vue*, 2014; 71, 11-14.
27. Sliney, D.H., Bergman, R., O'Hagan, J. Photobiological Risk Classification of Lamps and Lamp Systems-History and Rationale, *LEUKOS*, 2016; 00:1-22. doi: 10.1080/15502724.2016.1145551
28. Dabrowski, P., Cetner, M.D., Samborska, I.A., Kalaji, M.H. Measuring light spectrum as a main indicator of artificial sources quality, *Journal of Coastal Life Medicine*, 2015; 3(5): 400-406. doi:10.12980/JCLM.3.2015J5-25
29. Behar-Cohen, F., Martinsons, C., Viénot, F., Zissis, G., Barlier-Salsi, A., Cesarini, J.P., et al. "Light-emitting diodes (LED) for domestic lighting: Any risks for the eye?". *Progress in Retinal and Eye Research*, 2011; 30, 239-257. doi:10.1016/j.preteyeres.2011.04.002
30. Renard, G., Leid, J. Les dangers de la lumière bleue: la vérité !, *Journal française d'ophtalmologie*, 2016; 39, 483-488. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jfo.2016.02.003>
31. Godley, B.F., Shamsi, F.A., Liang, F.Q., Jarrett, S.G., Davies, S., Boulton, M. Blue Light Induces Mitochondrial DNA Damage and Free Radical Production in Epithelial Cells, *The Journal of Biological Chemistry*, 2005; 280 (22), 21061-21066. doi:0.1074/jbc.M502194200
32. Walls, H.L., Walls, K.L., Benke, H. Eye Disease Resulting From Increased Use of Fluorescent Lighting as a Climate Change Mitigation Strategy, *American Journal of Public Health*, 2011, 1-4. doi:10.2105/AJPH.2011.300246
33. Jaadane, I., Boulenguez, P., Chahory, S., Carré, S., Savoldelli, M., Jonet, L., et al., Retinal damage induced by commercial light emitting Diodes (LED), *Free Radical Biology and Medicine*, 2015; 84: 373-384. <http://dx.doi.org/10.1016/j.freeradbiomed.2015.03.034>
34. Marie, M., Bigot, K., Angebault, C., Barrau, C., Gondouin, P., Pagan, D., et al. Light action spectrum on oxidative stress and mitochondrial damage in A2E-loaded retinal pigment epithelium cells, *Cell Death and Disease*, 2018; 9; 287: 1-13. doi:10.1038/s41419-018-0331-5
35. ANSES Effects on human health and the environment (fauna and flora) of systems using light-emitting diodes (LEDs), Opinion of the French Agency for Food, Environmental and Occupational Health & Safety (Summary), 2019; Request No 2014-SA-0253, Maisons-Alfort Cedex, France. Retrieved from: www.anses.fr
36. Wunsch, A., Matuschka, K. A Controlled Trial to Determine the Efficacy of Red and Near-Infrared Light Treatment in Patient Satisfaction, Reduction of Fine Lines,

- Wrinkles, Skin Roughness, and Intradermal Collagen Density Increase Photomedicine and Laser Surgery, 2014; 32(2): 93-100. doi: 10.1089/pho.2013.3616
37. Whitehead, L.A and Osborne, N.N. Possible health implications of low infrared levels in indoor illumination. In: Smarter lighting for better life, PP29 (PO16), (CIE-Commission Internationale de l'Eclairage), Midterm Meeting Abstract Booklet, 2017; October 20-28, Jaju, Korea.
38. Schierz, C. Is light with lack of red spectral components a risk factor for age-related macular degeneration (AMD)? Proceedings of the 29th CIE SESSION June 14-22, 2019; Washington, USA, CIE (Commission Internationale de l'Eclairage).
39. Panda, S. The Circadian Code. Lose weight, supercharge your energy and transform your health from morning to midnight, Ch. 1, Ch. 5, Ch. 8, Rodale Books, New York, 2018.
40. Rossi, M. Introduction: from chronobiology to lighting. Ch.1. In: Circadian Lighting Design in the LED Era. Springer Nature, Cham, 2019.
41. Genuis, S.J: What's Out There Making Us Sick? Journal of Environmental and Public Health, 2011; Vol. 2012, Article ID 605137,1-10. doi:10.1155/2012/605137
42. Martel, A. Light Therapies. A complete guide to the healing power of light. Healing Arts Press, Rochester, 2018.
43. Wirz-Justice, A., Benedetti, F., Terman, M. Chronotherapeutics for Affective Disorders A Clinician's Manual for Light and Wake Therapy. Ch.1. Karger, Basel, 2009.
44. Pauley, S.M. 2004; Lighting for the human circadian clock: recent research indicates that lighting has become a public health issue. Medical Hypotheses, 2004; 63, 588-596. doi:10.1016/j.mehy.2004.03.020
45. Lunn, R.M., Blask, D.E., Coogan, A.N., Figueiro, M.G., Gorman, M.R., Hall, J.E. et al. Health consequences of electric lighting practices in the modernworld: A report on the National Toxicology Program's workshop on shift work at night, artificial light at night, and circadian disruption. Science of the Total Environment, 2017; 607-608: 1073-1084. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.07.056>
46. SCHEER Opinion on Potential risks to human health of Light Emitting Diodes (LEDs), Scientific Committee on Health, Environmental and Emerging Risks, 2018; European Commission.
47. Andorno, R. The Precautionary Principle: A New Legal Standard for a Technological Age, Journal of International Biotechnology Law, 2004; 1(1): 11-19. doi:10.1515/jibl.2004.1.1.11
48. COMEST, Informe del Grupo de Expertos sobre el principio precautorio de la Comisión Mundial de Ética del Conocimiento Científico y la Tecnología (COMEST). Cap. 1., UNESCO (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura), Francia, 2005.
49. Markowitz, G., Rosner, D. Deceit and Denial. The deadly politics of industrial pollution. University of California Press, Los Angeles, 2002.
50. Michaels, D. Doubt is their product. How industry's assault on science threatens your health. Oxford University Press, New York, 2008.
51. Zielinska-Dabkowska, K.M., Xavia, K. Protect our right to light. Nature, 2019; 568, 451-453.
52. Illich, I. Némesis Médica. La Expropiación de la Salud. Barral Editores, Madrid, 1975.
53. Ursa-Herguedas, A.J., Ursa-Bartolomé, M.I. El contacto con la naturaleza como medida preventiva de enfermedades y recurso terapéutico. Medicina Naturista, 2019; 13 (1): 28-33.
54. Anshel, J. The Eyes and Visual System (Ch.2). En: Anshel, J. Visual ergonomics handbook, CCR Press, Boca Raton, 2005.
55. Dadvand, P., Sunyer, J., Alvarez-Pedrero, M., Dalmau-Bueno, A., Esnaola, M., Gascon, M., et al. Green spaces and spectacles use in schoolchildren in Barcelona, Environmental Research, 2017; 152, 256-262. <http://dx.doi.org/10.1016/j.envres.2016.10.026>
56. Biedma López, E. Aproximación al estudio de la Helioterapia. Revisión histórica. Medicina Naturista, 2007; 1(2): 86-100.
57. Chia, M., Lewansky, R.T. The Art of Cosmic Vision. Practices For Improving Your Eyesight. Destiny Books, Vermont, 2010.
58. Hätscher-Rosenbauer, W. Gimnasia para la visión. Edaf, Madrid, 2017.
59. Quiles, L. y Miquel, M. Mejora de la agudeza visual en miopes con la práctica de yoga ocular. Medicina Naturista, 2016; 10(1): 56-62.
60. Mercola, J. Fat for Fuel. Ch.10. Hay House, New York, 2017.
61. Van der Werf, E.J. Optimal Eyesight. How to Restore and Retain Great Vision. Ch.14. Visions of Joy Ed., Ojai, 2019.