

## **Contaminación lumínica: la degradación del medio ambiente nocturno en las ciudades**

Héctor Antonio Solano Lamphar

Doctor en Ingeniería Medioambiental con especialidad en contaminación lumínica por la UPC. Investigador del Centro Interdisciplinario de Estudios Metropolitanos (CentroMet) del Instituto Mora.

La luz tiene una importancia fundamental para la vida de nuestro planeta, siendo considerada como su mayor fuente de energía. Las regulaciones climatológicas, la producción de alimentos, las funciones biológicas que incluyen el control de los ciclos biorrítmicos de los organismos son sólo algunos ejemplos de la importancia que la luz conlleva. Asimismo, el descubrimiento de la iluminación artificial ha representado un gran avance en la historia de la humanidad; empezando por el manejo del fuego, que permitió soportar el clima en épocas de frío, ahuyentar a las fieras y adentrarse en las cavernas que antes estaban en total oscuridad. Posterior al fuego, se fueron descubriendo nuevas formas de iluminación artificial, desde las primeras lámparas de piedra utilizadas en el pleistoceno hasta el complejo sistema de iluminación artificial actual. La iluminación artificial ha permitido que el ser humano pueda desarrollar actividades que anteriormente únicamente se llevaban a cabo en ambientes diurnos. (Brox, 2010).

Sin embargo, los sistemas de iluminación artificial incorrectamente gestionados representan un problema ambiental que ha crecido exponencialmente en las últimas décadas (Solano Lamphar, 2011). La Contaminación Lumínica (CL) se puede definir como la intensificación de la luz artificial en ambientes nocturnos como consecuencia directa de la radiación proveniente de urbanizaciones. Esta luz colisiona contra las partículas suspendidas en la atmósfera a nivel de troposfera y se regresa desde la bóveda celeste a las zonas terrestres, perturbando el ciclo

elemental nocturno y causando un desequilibrio en las condiciones nocturnas naturales de las regiones que la padecen (Kocifaj y Solano Lamphar, 2013). El aumento de la luz nocturna a partir de fuentes de luz artificial tiene el potencial de impactar el medio ambiente en distintas maneras, produciendo una degradación de los hábitats nocturnos y un impacto serio sobre los ecosistemas. La CL es, asimismo, un gasto energético que podría estar generando pérdidas anuales de miles de millones de pesos en México.

Los estudios sobre la CL se centran con frecuencia en los aspectos de la visión astronómica, ya que llega a producir una reducción del contraste luminoso entre el cielo afectado y los objetos celestes. Los primeros estudios sobre la afectación de la CL a la astronomía se remontan a Walker (1970), Berry (1976) y Pike (1976). Es importante mencionar que una de las principales razones por las que históricamente los observatorios astronómicos hayan cambiado de sede es debido a la búsqueda de cielos más limpios, alejados de perturbaciones visuales que permitan la correcta observación e investigación astronómica en el espectro visible. No obstante, la CL tiene también otras implicaciones medioambientales importantes. La luz, o su ausencia (oscuridad), son factores ambientales que influyen poderosamente en las condiciones de vida de la mayoría de las especies biológicas, incluyendo a los seres humanos. El hecho de contar con una iluminación innecesaria que altere los ciclos naturales nocturnos da pie a graves desequilibrios ecológicos. En este contexto, hay una creciente bibliografía en la que se comprueba que el resplandor artificial del cielo nocturno tiene diversos impactos negativos sobre los procesos biológicos naturales de la mayoría de los organismos fotosensibles: efectos sobre los animales y plantas (Longcore y Rich, 2006), (Vera y Migaud, 2009); efectos sobre los insectos (Fox, 2012), (Solano Lamphar y Kocifaj, 2013); y, efectos sobre los seres humanos ( Shuboni y Yan, 2010), (Anisimov, 2003), entre otros.

Se podría pensar que los efectos de la CL en el ser humano se relacionan con la visión y percepción visual debido a que su origen se encuentra en la iluminación

artificial. Sin embargo, la iluminación artificial puede ser percibida aún con los ojos cerrados, por lo que dependiendo de dicha percepción será la afectación que el cuerpo experimente. De esta manera, los ritmos circadianos se ven perturbados en el correcto balance hormonal y la alteración en la producción de melatonina, lo que pudiera causar afectaciones más graves a largo plazo -como la imposibilidad del cuerpo humano para atacar diferentes tipos de cáncer (Anisimov, 2003)-. A corto plazo, la CL en los humanos produce efectos que quizá no se conciben como relacionados con la misma, ya que se podría creer que están siendo ocasionados por otros problemas. De esta manera es posible mencionar las alteraciones en la psicofisiología humana, las cuales producen que se experimenten, directa e indirectamente, cambios de comportamiento que desembocan en depresión, diferentes trastornos del sueño, ansiedad e incluso alteraciones de la visión (Madrid y Rol de Lama, 2015).

El tipo y la cantidad de CL que se emite desde cualquier ciudad depende de las acciones de los individuos socializados en el interior de la comunidad, así como todas las características que conforman un sistema urbano -económicas, culturales, hábitos de consumo, la estructura urbana, entre otras-. Asimismo, la CL tiene una relación directa con la composición atmosférica. Es decir, los cambios en la composición espectral de la luz emitida se pueden asociar a diversas transformaciones de las condiciones atmosféricas del entorno (Kocifaj y Solano Lamphar, 2014), (Solano Lamphar y Kocifaj, 2015). Por tal motivo, los efectos pueden tener diferente categorización dependiendo de la sensibilidad espectral de cada especie expuesta a la CL. En la Figura 1 se pueden observar los 5 tipos de iluminación que más se utilizan en México. Cada uno de ellos posee un radiancia espectral diferente, lo que produce un efecto heterogéneo dependiendo del contexto en el que estén instalados.

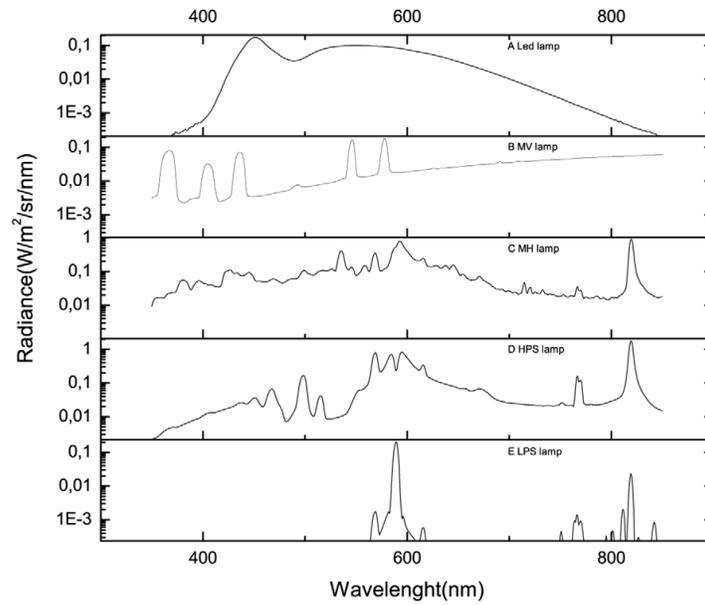


Figura 1. Radiancias espectrales de las lámparas más utilizadas en México. (Solano Lamphar y Kocifaj, 2013).

Por lo tanto, el impacto negativo de la CL puede determinarse correctamente sólo si se consideran simultáneamente: el tipo lámpara, la función de las emisiones, las condiciones atmosféricas y las sensibilidades espectrales de los organismos afectados. Si se combinan adecuadamente éstos cuatro factores, utilizando investigación precisa que involucre a la física experimental, la física teórica, la biología, la política pública, entre otras; entonces las consecuencias de la CL pueden ser mejor entendidas y contrarrestadas. Es decir, es necesario que la CL sea estudiada en situaciones reales, analizando la influencia de cada uno de los factores que la representan y caracterizando la distribución de luminancias de la bóveda celeste nocturna en su efecto sobre la variación de las condiciones nocturnas en el territorio, el gasto energético y los seres vivos.

Por último, y de suma importancia, tanto la metodología de estudio de la CL como las propuestas de desarrollo de proyectos deben permitir la interacción con diferentes áreas de gobierno, sobre todo, con el objetivo de elaborar las gestiones pertinentes para la aceptación paulatina de reglamentos que regulen las

características del alumbrado público urbano enfocado en el control de la CL; así como, la introducción de planes directores que permitan establecer las pautas para la mejora del sistema lumínico de cualquier ciudad.

## Referencias

1. Anisimov V.N. (2003) The role of pineal gland in breast cancer development. *Critical Reviews in Oncology/Hematology* 46, 221-234.
2. Berry R. (1976) Light Pollution in Southern Ontario. *Journal of the Royal Astronomical Society of Canada*. 70, 97-115.
3. Brox J. (2010) Brilliant: the evolution of artificial light. *Boston: Houghton Mifflin Harcourt*. Digital copy.
4. Fox R. (2012) The decline of moths in Great Britain: a review of possible causes. *Insect Conservation and Diversity*. 6, 5-19.
5. Kocifaj M., Solano Lamphar H. S. (2013). Skyglow effects in UV and visible spectra: Radiative fluxes. *Journal of environmental management*. 127, 300-307.
6. Kocifaj M., Solano Lamphar H. S. (2014) Skyglow: a retrieval of the approximate radiant intensity function of ground-based light sources. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 439(4), 3405-3413.
7. Longcore T., Rich C. (2006) Ecological consequences of artificial night lighting. *Island press editor*. 1 ed. Los Angeles, USA.
8. Madrid Pérez, J. A., Rol de Lama, M. (2015). Ritmos, relojes y relojeros. Una introducción a la Cronobiología. *Eubacteria*
9. Pike R., (1976) A simple computer model for the growth of light pollution. *Journal of the Royal Astronomical Society of Canada*. 70, 116-126.
10. Vera L. M., Migaud H. (2009) Continuous high light intensity can induce retinal degeneration in Atlantic salmon. *Aquaculture* 296, 150-158.
11. Solano Lamphar H. A. (2011). Medición de la contaminación lumínica en espacios naturales: propuesta de un modelo predictivo. *Universitat Politècnica de Catalunya*.

12. Solano Lamphar H.A., Kocifaj M. (2013) Light pollution in ultraviolet and visible spectrum. Effect on different visual perceptions. *Plos one*. 8(2), e56563.
13. Solano Lamphar H. S., Kocifaj M. (2015). Urban night-sky luminance due to different cloud types: A numerical experiment. *Lighting Research and Technology*, 1477153515597732.
14. Shuboni D., Yan L. (2010) Nighttime dim light exposure alters the responses of the circadian system. *Neuroscience*. 170, 1172-1178.
15. Walker M. F., (1970) The effects of urban lighting on the brightness of the night sky. *Publications of the Astronomical Society of the Pacific*. 82, 672-698.

