

LA CONTAMINACION LUMINICA: UNA TRAMPA PARA LAS AVES

Sandra Novo Crespo e Iria Pastor Pérez

Alumnas de segundo ciclo de Grado en Veterinaria, Facultad de Veterinaria de Lugo,
Universidad de Santiago de Compostela.

*Este trabajo ha sido tutorizado por Cristina Castillo Rodríguez, Profesora Titular del
Departamento de Patología Animal, USC.*

Mayo de 2015

Desde tiempos inmemoriales el cielo nocturno ha ido de la mano con la cultura del ser humano, ha sido una inspiración para leyendas y relatos de nuestras civilizaciones, el guía de nuestros antepasados y la ventana por la que nos asomamos para observar que, en realidad, formamos parte de un lugar mucho más grande. Sin embargo, las últimas generaciones nos hemos acostumbrado a vivir sin contacto directo con el cielo estrellado, rodeados por cúpulas de luz que nos “protegen” de la oscuridad. Llenamos las noches de iluminación artificial, que además, está mal concebida. Olvidándonos de que la luz natural de la noche es indispensable para la pervivencia de muchas especies y que “desde hace millones de años de evolución, los ecosistemas se han adaptado a los ritmos naturales de la luna y las estrellas” (Marín y Orlando, 2007). Desde hace varios años viene sonando un nuevo término que ha surgido a raíz de estos hechos: la “**contaminación lumínica**”, un problema que cada día se hace más grande y cobra mayor importancia pero que, sin embargo, sigue pasando desapercibido para muchos de nosotros. Son numerosos los estudios que confirman sus impactos negativos sobre los ecosistemas, tanto a gran escala como sobre el propio individuo y uno de los ejemplos más fáciles de observar tan sólo alzando la vista al cielo es el efecto que produce sobre las aves; se estima que en Norteamérica mueren millones de ejemplares al año debido a este problema (International Dark-Sky Association, 2007). Pero antes de profundizar en el tema conozcamos qué es exactamente la contaminación lumínica.

CONTAMINACIÓN LUMÍNICA

La asociación internacional *Darksky* define **contaminación lumínica** como “una luz artificial inadecuada y excesiva” que se traduce en cuatro formas que normalmente se dan simultáneamente:

La dispersión hacia el cielo urbano:

“es el brillo del cielo nocturno sobre áreas habitadas”. Se debe a que la luz interactúa con las partículas que hay en el ambiente, desviándose en todas direcciones. Este es el efecto que provoca que no podamos ver las estrellas y se agrava con la humedad, nubes y nieblas, el mal tiempo o con la contaminación ambiental ya que la carga de partículas en el aire aumenta.

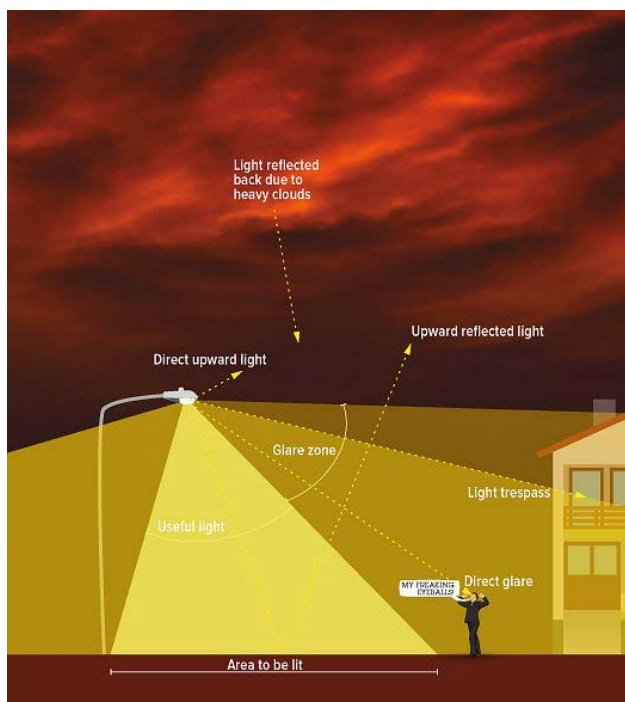


Imagen por Anezka Gocova, en "The Night Issue", *Alternatives Journal* 39:5 (2013)

Intrusión lumínica: “luz que cae sin que se intente, desee o necesite”. Es la luz artificial de la calle que se cuela en nuestras casas, en un principio, podríamos pensar que no es una forma de contaminación que afecte a las aves, pero no debemos olvidar que estas pequeñas criaturas también hacen compañía a muchas familias de nuestra sociedad, por lo que es un factor a tener en cuenta durante las horas de descanso de estas mascotas.

Deslumbramiento: “brillo excesivo que provoca molestias visuales. Los niveles altos de deslumbramiento pueden disminuir la visibilidad”. Ejemplos cotidianos son los deslumbramientos por los focos de los coches, grandes edificios, vallas publicitarias, estadios deportivos, etc. Otras formas de deslumbramiento no tan habituales ocurren debido a torres de control aéreo, plantas oceánicas petrolíferas, etc.

Aglomeración: “agrupaciones de fuentes luminosas brillantes, confusas y excesivas, que se encuentran comúnmente en zonas urbanas muy iluminadas. La proliferación de aglomeración urbana contribuye a la dispersión hacia el cielo urbano, a la intrusión lumínica y al deslumbramiento”.

La contaminación lumínica es por tanto un factor estresor que se interpone en la vida de las aves y en los ecosistemas a los que pertenecen. Se ha demostrado que a nivel ecológico

interfiere en la comunicación, predación, migración y orientación, búsqueda de comida, en la diversidad de especies e incluso en la evolución de las mismas. Sobre el individuo altera los ritmos circadianos, el metabolismo energético o el balance hormonal, además de cambios sobre la reproducción, comportamiento o el desarrollo.

Pero para poder entender por qué un factor tan sencillo como la luz puede provocar efectos tan graves sobre las aves, primero debemos saber más sobre ellas.

LAS AVES

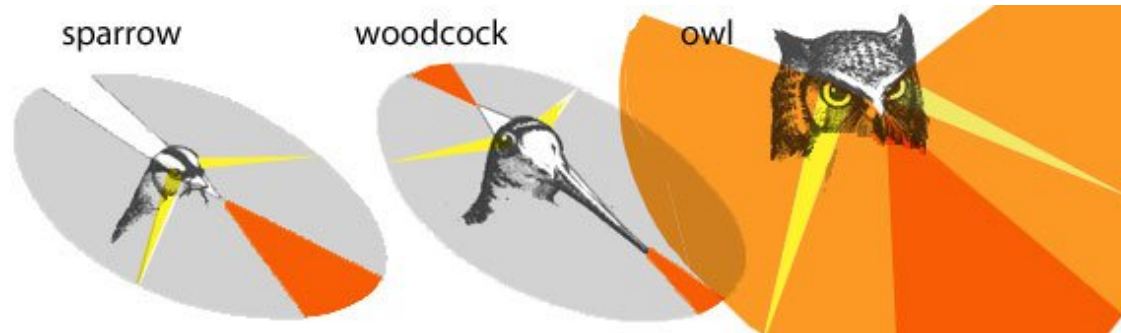
Visión: lo que nosotros no vemos

Si algo caracteriza a las aves, además de su capacidad para volar, es la visión. Su sentido de la vista está extremadamente desarrollado y es su principal modo de orientación y supervivencia. Presentan una agudeza visual mucho mayor a la del ser humano y son capaces de diferenciar 180 fotogramas por segundo, a diferencia de nosotros, que tan solo procesamos 20. Además, muchas de ellas presentan una visión tetracromática, esto significa que tienen la capacidad de asimilar longitudes de ondas luminosas en un rango mucho mayor al del ojo humano y por lo tanto pueden diferenciar más gamas de colores, incluida la luz ultravioleta, este hecho les permite distinguir desde gran altura los rastros de orina de sus presas cuando se refleja en ella la luz ultravioleta, facilitando así su captura. Sin embargo, esta ventaja evolutiva solamente la presentan ciertas aves diurnas a diferencia de sus compañeras, las aves nocturnas, que a pesar de no poder disfrutar de un entorno tan colorido sí son capaces de ver en la oscuridad.



D-I: visión ser humano (R+G+B), UV visión, simulación visión aves (tetracromática: UV+R+G+B). (Fotos: (c) Dr. Klaus Schmitt, Weinheim, Alemania, uvir.eu)

La mayoría de las aves tienen un ojo a cada lado de la cabeza lo que les permite tener una vista panorámica e incluso focalizar la atención de cada ojo de manera independiente, con la pequeña desventaja de que produce tanto en la parte delantera como posterior de su cabeza un área de penumbra, aunque muchas especies lo suplen moviendo la cabeza rápidamente hacia los lados obteniendo un ángulo de visión de 360°.



Visión de las aves en un buho, un gorrión y una becada. Las zonas naranja oscuro corresponden a la visión binocular. (Imagen por David Peters en *The Pterosaur Heresies*).

Es importante destacar que los ojos poseen un tipo de células denominadas fotorreceptores, encargados de captar las señales lumínicas y transformarlas en impulsos eléctricos que envían información al animal y provocan una respuesta neuroendocrina en su organismo. En el caso de las aves, esta luz captada afecta profundamente a su comportamiento y fisiología, particularmente a eventos diarios relacionados con su actividad y metabolismo y eventos estacionales tales como la reproducción, migración y muda. Usan los cambios en la duración de los días a modo de reloj y calendario para conocer el momento del día y la estación del año, respectivamente. (Kumar y Follett, 1993; Brandstätter *et al.*, 2001; Kumar *et al.*, 2007; Singh *et al.*, 2012). Además, también pueden afectar a diversos procesos en su vida, como al crecimiento, metabolismo, reproducción y comportamiento (Dakan, 1934; Scott y Payne, 1937; Ringoen, 1942; Benoit y Otto, 1944; Ishibashi y Kato, 1951; Benoit y Assenmacher, 1966; Morris, 1967; Woodard *et al.*, 1968; Harrison *et al.*, 1970; Hollwich, 1979; Kumar y Rani, 1996; Kumar *et al.*, 2000; Rani *et al.*, 2002; Malik *et al.*, 2002 y 2004). Por esta razón la vida de las aves está marcada por los ciclos de luz/oscuridad y estacionales, denominados fotoperiodo, siendo un componente dominante que proporciona información sobre el ambiente a un individuo (Kumar *et al.*, 2010).

Entendiendo la relevancia que cobran los ciclos de luz natural en la existencia de estas criaturas es comprensible que una intrusión de luz artificial en sus ecosistemas provoque efectos negativos a corto y largo plazo.

DESORIENTACIÓN DURANTE SUS VUELOS

Los pájaros migratorios utilizan principalmente dos mecanismos para orientarse que pueden verse afectados por la contaminación lumínica. Investigadores de la Universidad de Oldenburg (Alemania) y de la Universidad de Auckland (Nueva Zelanda) han demostrado que, además de orientarse por la luz de las estrellas, el principal método está basado en una brújula magnética que se aloja en una región del cerebro denominada “Cluster N”, relacionada con la visión, afirmando que pueden percibir el campo magnético de la tierra. Esta brújula depende de las longitudes de onda lumínicas, orientándose con luz de la parte azul-verde del espectro (Wiltschko y Wiltschko, 1995 y 2001; Muheim *et al.* 2002), mientras que las luces rojas, que poseen mayor longitud de onda, interfieren en su orientación (Wiltschko *et al.* 1993). Durante las noches nubladas, los pájaros no pueden usar las estrellas como punto de referencia y son más dependientes de su brújula magnética (Poot *et al.* 2008). Por este motivo, la luz artificial desorienta a las aves, sobre todo en áreas con gran contaminación atmosférica o ante condiciones meteorológicas adversas y las desvía de su ruta, pudiendo navegar sin rumbo durante horas. A causa del estrés o el agotamiento caen muertas del cielo o en otros casos se ven atraídas hacia edificaciones y estructuras iluminadas, faros, focos, etc. chocando contra ellos. En ocasiones focos de luz muy potentes dirigidos hacia el cielo provocan reacciones de



Pájaros muertos recogidos en Toronto durante su migración (flap.org)

pánico, disminución en la velocidad de vuelo o desviaciones en su rumbo. Estos fenómenos también se observan en plataformas petrolíferas o edificios de alta montaña.

Un estudio realizado en Australia y liderado por el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) analizó el número de crías de pardela de Tasmania (*Ardenna pacifica*) que caen al suelo durante su primer vuelo tras ser deslumbradas por las luces artificiales. Concluyeron que miles de aves tras dejar el nido y lanzarse hacia el océano se ven atraídas por las luces de las carreteras y las ciudades, esto las desorienta y desvía de su trayectoria, aumentando la posibilidad de colisionar contra infraestructuras o caer al suelo donde son atropelladas o cazadas por predadores. Durante los 15 años que duró la investigación se encontraron 8.800 pollos, de los cuales el 40% estaban muertos o moribundos, siendo más habitual en las noches sin luna y con fuertes vientos. Además, en las épocas de cría que coincidían con fechas vacacionales con mayor concentración de tráfico en las carreteras la mortalidad aumentaba.

Para saber más: <http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0110114>

RITMOS CIRCADIANOS – ALTERACIONES EN EL SUEÑO

Los ritmos circadianos son los encargados de organizar los procesos fisiológicos del organismo en ciclos de unas 24 horas. Estos ritmos están en parte controlados por una hormona denominada melatonina, que se sintetiza y excreta únicamente durante la noche, en ausencia de luz. Esta hormona regula los ciclos de vigilia y sueño, interviene en el equilibrio fisiológico y estimula el sistema inmunitario y la producción de otras hormonas. La presencia de luz artificial en las ciudades durante la noche desestabiliza los ritmos circadianos de las aves, provocando desequilibrios en el descanso de las aves diurnas o en los periodos de mayor actividad en el caso de las aves nocturnas, así como perturbaciones generalizadas en el organismo.

ALTERACIONES EN LA REPRODUCCIÓN Y LA MUDA

En los pájaros, la liberación de hormonas esteroideas y glucocorticoides que controlan las funciones reproductivas y de muda del plumaje también está condicionada por los cambios en la duración de los días a lo largo del año y por lo tanto, son dependientes de los ciclos de luz y oscuridad. La presencia de luz durante la noche aumenta la duración de los días de forma artificial, provocando maduración sexual y muda tempranas. El instituto de Ornitología Max Planck de Alemania demostró que los mirlos (*Turdus merula*) que vivían en ciudades maduraban y mudaban un mes antes que las poblaciones rurales,

además también afirmaron que las hembras comenzaban a poner huevos antes, sugiriendo que la adaptación que han tenido que sufrir las poblaciones urbanas ha provocado cambios genéticos en ellas (Dominoni *et al.*, 2013).

Podemos pensar que no se trata de un efecto negativo, sin embargo, en muchas especies de pájaros, especialmente los de hábitats templados, el periodo en que ocurre la reproducción y la muda es muy importante, ya que el momento óptimo suele estar comprendido en un espacio de tiempo muy corto (Dawson *et al.*, 2001), por lo que una alteración en el tiempo de estas actividades provocaría fuertes impactos, como por ejemplo que no encuentren alimento para las crías o que las condiciones climáticas no sean las más adecuadas.

ALTERACIONES EN EL COMPORTAMIENTO

Uno de los efectos más conocidos que provoca la luz artificial durante la noche es el incremento de la actividad nocturna en las aves que viven en zonas iluminadas (Dwyer *et al.*, 2012). Pero también se ve afectada la actividad diurna, donde se observa que pájaros cantores machos de ciudades comienzan a cantar mucho más temprano que los que viven en las afueras (Kempnaers, B. *et al.*, 2010) sin presencia de luz artificial, sobre todo en los pájaros que cantan al amanecer. Además se ha observado que a las especies de pájaros que comienzan a cantar más temprano que otras bajo condiciones normales les afecta más la exposición a la luz artificial (Kempnaers, B. *et al.*, 2010). Un canto más temprano tiene consecuencias negativas tales como disminución de los niveles de energía y cansancio excesivos, cambios en la elección de pareja (Kempnaers, *et al.*, 2010) o incluso que aumente la atracción hacia los depredadores (Miller, 2006).

RELACIONES INTERESPECÍFICAS

Se sabe que las dinámicas entre el depredador y la presa cambian en función de los niveles de luz en el ambiente. Por ejemplo, en las pequeñas aves marinas la búsqueda de alimento disminuye en noches con presencia de lunas muy luminosas debido al riesgo de ser vistas por otro depredador (Mougeot y Bretagnolle, 2000) o en el caso del búho campestre (*Assio flammeus*) su eficiencia de caza aumenta en noches de luna (Clarke, 1983). En algunas partes del mundo el brillo del cielo debido a la dispersión de la luz artificial es mayor que en las noches de luna llena (Cinzano *et al.* 2001) provocando efectos negativos en las interacciones entre la presa y el depredador y por lo tanto, cambios en las dinámicas ecológicas. En definitiva, la luz artificial favorece que las presas sean cazadas y a su vez, que sea más complicado cazar para el depredador al disminuir la actividad de su presa.

Los insectos suponen una de las formas más importantes de alimentación para los pájaros. Éstos se sienten atraídos por la luz artificial, viéndose afectados también por la contaminación lumínica, lo que provoca repercusiones indirectas sobre las aves al disminuir la población de insectos.

Es evidente que la contaminación lumínica presenta múltiples repercusiones para estos seres alados, muchas de ellas observables a simple vista y a pesar de la multitud de estudios que existen al respecto todavía es una asignatura pendiente con muchos datos por confirmar.

A día de hoy los especialistas no tienen claro cuáles serán los desenlaces ecológicos en un futuro lejano pero lo que sí se puede saber es que actualmente está provocando muertes y disminución poblacional a gran escala. Sin embargo, las aves tan sólo representan una pequeña parte afectada de una problemática mucho más grande. La contaminación lumínica afecta a toda la biodiversidad, desde los seres más pequeños como el plancton hasta al ser humano, desestabilizando los ciclos de luz/oscuridad que han marcado la evolución en la tierra durante millones de años.

También presenta consecuencias a nivel ecológico, económico y cultural. Económicamente, el uso de luz artificial inadecuada supone un derroche energético y de dinero, con las consecuentes implicaciones ecológicas debido al incremento de emisión de gases de efecto invernadero a la atmósfera y contaminación del aire. De manera directa afecta a los hábitats y al paisaje, además no permite ver el cielo estrellado, siendo un derecho declarado en 2007 por la UNESCO en la declaración de los Derechos de las

Declaración sobre la Defensa del Cielo Nocturno y el Derecho a la Luz de las Estrellas

“Los efectos negativos sobre la calidad atmosférica de los cielos nocturnos en los espacios naturales, causados por el incremento de las emisiones y la intrusión de la luz artificial, afectan gravemente a muchas especies, hábitats y ecosistemas. El control de la contaminación lumínica debe por lo tanto ser un requisito básico en las políticas de conservación de la naturaleza, incorporando esta dimensión en la gestión de las áreas protegidas, garantizando de forma más efectiva la protección del medio natural y la conservación de la diversidad biológica”.

“Los espacios pertenecientes a la Red Mundial de Reservas de la Biosfera, los Sitios Ramsar, los declarados Patrimonio de la Humanidad, los Parques Nacionales o las Reservas Naturales que combinan valores excepcionales naturales o paisajísticos dependientes de la calidad del cielo nocturno, están llamados a integrar la protección de los cielos limpios como un factor clave que refuerza su función de conservación de la naturaleza”.

generaciones Futuras: “Las personas de las generaciones futuras tienen derecho a una tierra indemne y no contaminada, incluyendo el derecho a un cielo puro”.

Es pues, de vital importancia preservar el cielo nocturno, concienciando y educando a la población, haciendo un uso racional de la iluminación y creando leyes y ordenanzas que garanticen la calidad del cielo nocturno.

BIBLIOGRAFÍA

Dominoni, D.; Quetting, M.; Partecke, J. (2013). Artificial light at night advances avian reproductive physiology, *Proceedings of the Royal Society B*, 280: 20123017. DOI: 10.1098/rspb.2012.3017 Consulta: [21/04/2015]

Gaston, K.; Bennie, J.; Davies, T.; Hopkins, J. (2013). The ecological impacts of nighttime light pollution: a mechanistic appraisal, *biological reviews*, 88:912-927. DOI: 10.1111/brv.12036 [consulta: 17/04/2015]

Gil, D. y Brumm, H. 2014. Avian Urban Ecology: Behavioural and Physiological Adaptations. Oxford University Press. Oxford, United Kingdom. [consulta: 20/04/2015]

International Dark-Sky Association. Light Pollution Effects on Wildlife and Ecosystems. Disponible en: <http://darksky.org/light-pollution/wildlife/> [consulta:15/04/2015]

International Dark-Sky Association. Light Pollution. Disponible en: <http://darksky.org/light-pollution/> [consulta: 20/04/2015]

Kempenaers, B. *et al.* (2010). Night Lighting Affects Dawn Song, Extra-Pair Siring Success, and Lay Date in Songbirds, *Current Biology*, 20, 1735–1739. DOI: 10.1016/j.cub.2010.08.028 [consulta: 20/04/2015]

Longcore, T. y Rich, C. (2004) Ecological light pollution, *Front Ecol Environ*, 2(4): 191-198. DOI: 10.1890/1540-9295(2004)002[0191:ELP]2.0.CO;2 [consulta: 16/04/2015]

Marín, C. (2009). Concepto de reserva starlight, *Iniciativa starlight*. Disponible en: http://www.starlight2007.net/index.php?option=com_content&view=article&id=364&Itemid=59&lang=es [consulta: 17/04/2015]

Navara, K. J. y Nelson, R. J. 2007. The dark side of light at night: physiological, epidemiological and ecological consequences, *Journal of Pineal Research*, 43:215-224. DOI: 10.1111/j.1600-079X.2007.00473.x [consulta: 20/04/2015]

-
- Poot, H. et al. 2008. Green light for nocturnally migrating birds. *Ecology and Society*, 13(2): 47. Disponible en: <http://www.ecologyandsociety.org/vol13/iss2/art47/> [consulta: 17/04/2015]
- Rodríguez, A.; Burgan, G.; Dann, P.; Jessop, R.; Negro, JJ. *et al.* (2014). Fatal Attraction of Short-Tailed Shearwaters to Artificial Lights, *PLoS ONE* 9(10): e110114. DOI: 10.1371/journal.pone.0110114 [consulta: 16/04/2015]
- Schmid, H.; P. Waldburger y Heynen, D. (2008): Construir con cristal y luz sin perjuicio para las aves. *Estación Ornitológica Suiza, Sempach*. Disponible en: http://www.seo.org/wp-content/uploads/2013/09/Edificacionescristales-y-aves_FREE.pdf [consulta: 21/04/2015]
- Soto, C. y Bert, E. (2011) .Valoración de las afectaciones al sistema visual de las aves, *REDVET Revista electrónica de Veterinaria*, volumen 12 (1). Disponible en: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n010111/011110.pdf> [consulta: 20/04/2015]
- Surbhi y Kumar, V. (2014). Avian photoreceptors and their role in the regulation of daily and seasonal physiology, *Elsevier*. DOI: 10.1016/j.ygcen.2014.06.001 [consulta: 21/04/2015]
- Zapka, M. *et al.* (2009). Visual but not trigeminal mediation of magnetic compass information in a migratory bird, *Nature*, 461, 1274-1277. DOI:10.1038/nature08528 [consulta: 20/04/2015]