

*El investigador  
invitado*

## Mejor en el lado oscuro: efectos de la contaminación lumínica sobre la biodiversidad y la salud humana

Juan J. Negro

Profesor de Investigación del CSIC. Dpto. de Ecología Evolutiva. Estación Biológica de Doñana (CSIC).

Uno de los grandes hitos científicos del siglo XIX fue sin duda la invención de la bombilla incandescente y, por tanto, la posibilidad de usar la electricidad para iluminar nuestras vidas. Algo así como la domesticación del fuego que durante milenios había iluminado cavernas pero también palacios renacentistas. Sin duda un gran paso para la humanidad, siempre deseosa de combatir la oscuridad y prolongar su actividad más allá de lo que dicta el ciclo solar.

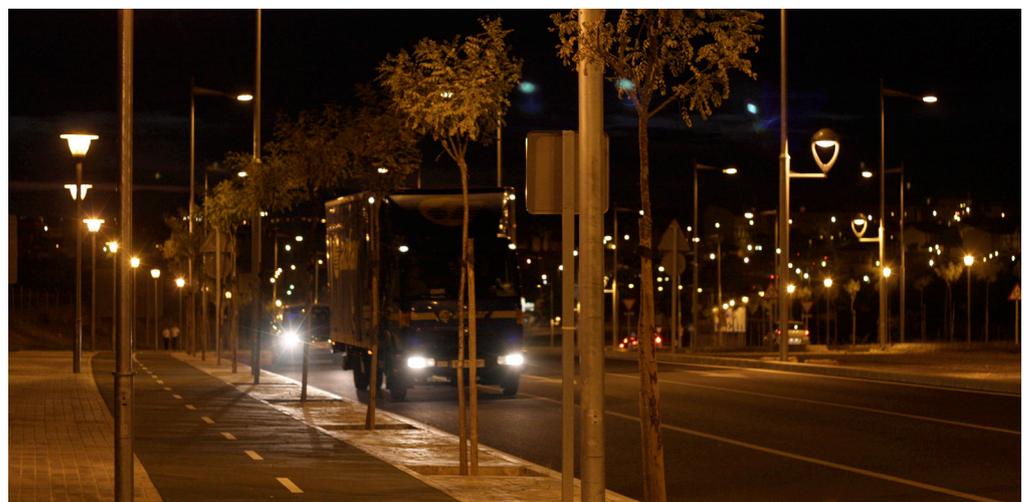
Pero esas bombillas que encendemos a voluntad tienen su lado perverso: la contaminación lumínica, que no es otra cosa que la introducción de luz artificial, directa o reflejada, en el medio ambiente. Y la perversidad tiene una doble vertiente; por un lado se derrocha energía generada muchas veces quemando combustibles fósiles y, por otro, se ilumina un cielo que naturalmente tendría que permanecer oscuro.

### LA GENERACIÓN DE LUZ ARTIFICIAL CONTRIBUYE AL CAMBIO CLIMÁTICO

La ineficiencia resultante de iluminar lo que no necesitamos tiene el coste añadido de generar inútilmente gases de efecto invernadero que contribuyen al cambio climático, puesto que alrededor del 70% de la energía eléctrica generada en el mundo procede de la quema de combustibles fósiles. Además, la iluminación no es un factor de consumo en absoluto despreciable. Las lámparas del viario –calles y carreteras– se ha dicho demandan el 19% de la electricidad generada. Si no se desperdiciara la parte atribuible a la contaminación lumínica, ahorraríamos un significativo sobrecalentamiento a nuestro planeta.

Y más allá de la factura energética, ¿qué consecuencias tiene iluminar artificialmente el cielo nocturno? Son de diversa índole, pero como ecólogo me voy a extender en sus efectos sobre la biodiversidad incluyendo al animal humano.

Figura 1. Vía sobre-iluminada en el Aljarafe sevillano. Lámparas “legales” y bien diseñadas contaminan lumínicamente e incumplen su función si se instalan en demasía. (Foto: Juan J. Negro)



## El investigador invitado

### LA OBSERVACIÓN ASTRONÓMICA DEMANDA CIELOS OSCUROS

Pero empecemos por el principio. Las primeras voces que alertan de la existencia de contaminación lumínica proceden del mundo de la astronomía. Los observatorios astronómicos, muchos de ellos instalados en ciudades, dejan progresivamente de ver las estrellas y han de reubicarse en lugares remotos. La primera víctima es, por tanto, la ciencia del universo. Si los primeros científicos con capacidad predictiva fueron los observadores del cielo, y el telescopio el instrumento que permitió desplazar a la Tierra del centro del Universo, los astrónomos son los primeros en ver su actividad afectada por la luz artificial disipada al espacio que impide sus cruciales observaciones sobre el origen de la materia y la energía. No en vano, la prestigiosa revista científica *Nature* lanza un Editorial con motivo del inicio del Año Internacional de la Astronomía (2009) avisando de que un quinto de la Humanidad ya no puede contemplar la Vía Láctea desde sus hogares debido a la contaminación lumínica. Un problema que, a diferencia de las clásicas contaminaciones químicas o físicas cuyos efectos son ingratos y palpables (por ejemplo, aire irrespirable, playas cubiertas de crudo, lodos mineros o el ruido de un aeropuerto) no acaba de calar en la población general.

### LA “HORA DEL PLANETA” NO ES SUFICIENTE

Cierto que la “Hora del Planeta”, el apagado programado de las luces domésticas y de edificios públicos organizada a escala planetaria por WWF, gana difusión año tras año. Cierto que las administraciones públicas publican decreto tras decreto tratando de mejorar la iluminación con criterios de eficiencia energética y reducción de la contaminación. Pero no es menos cierto que se sigue promocionando igualmente la iluminación monumental de iglesias y castillos –entre otros edificios generalmente públicos- y se considera tan bella y emocionante la imagen nocturna de ciudades encendidas que proliferan restaurantes, terrazas y miradores en lo más alto de torres y rascacielos para contemplarlas. En fin, que la percepción de la contaminación lumínica es todavía algo elitista. Sólo unos pocos parecen percibir el problema y no existe aún una demanda social para erradicarlo o reducirlo.

### LA BIODIVERSIDAD TERRESTRE HA EVOLUCIONADO EN CICLOS DE LUZ Y OSCURIDAD

Pero la evidencia sobre los efectos negativos de la luz artificial se acumula. Tras las pruebas aportadas por los astrónomos, llegan las quejas de los biólogos. Primero la constatación de que muchas especies sufren mortalidades masivas por una atracción fatal a los focos de luz eléctrica. Después, y más recientemente, se hacen públicos efectos más sutiles sobre el comportamiento y la fisiología de los individuos expuestos a la luz artificial.

Vayamos por partes: las mortalidades masivas afectan particularmente a especies marinas que desarrollan parte de su ciclo vital en la costa. Es el caso de las tortugas marinas durante el desove o en la eclosión de los jóvenes, que en vez de dirigirse al océano invierten su recorrido previsto y se dirigen a la luz. También les sucede a numerosas aves marinas pelágicas, y de nuevo en su vuelo inaugural. Las jóvenes pardelas, y tenemos el cercano ejemplo de las poblaciones canarias, se despistan por miles afectadas por la luz costera y acaban tiradas en calles o bajo las luminarias de aeropuertos. Los pequeños paseriformes nocturnos también sufren mortalidades masivas por efecto de la luz. En América del Norte, con mayor proporción de rascacielos en los centros urbanos que otras zonas del mundo, colisionan contra las ventanas de edificios iluminados varios millones de aves cada año. En las iluminadas plataformas petrolíferas del Mar del Norte, también se habla de cientos de miles de aves afectadas que acaban ahogadas en el mar.

## El investigador invitado

Aunque si tuviéramos que hablar de impacto, la palma se la llevan los insectos. Polillas, mosquitos y aún otros, son atraídos por las lámparas nocturnas y millones –quizás billones– mueren achicharrados o son fácilmente atrapados por murciélagos o salamandras (que puntualmente sí reciben beneficios de esa concentración de alimento).

Otros efectos sobre la biodiversidad son más sutiles. O si se prefiere, menos letales. Empezamos a saber, por ejemplo, que las aves de parques urbanos comienzan a cantar a horas más tempranas, en plena noche, si están cerca de farolas iluminadas. Y determinadas especies de murciélagos que cazan insectos en torno a farolas encendidas desplazan por competencia a otras especies de murciélagos más “tímidos” que no muestran ese comportamiento.

Fig. 2. La luz blanca, como este farol del Palacio de Doñana, es un potente atractor de insectos nocturnos. (Foto: Juan J. Negro).



Y es que los seres vivos hemos evolucionado en un planeta en el que imperan ciclos diarios de luz y oscuridad. Con evidentes diferencias latitudinales y estacionales en la duración del día y la noche; y hasta con diferencias naturales de iluminación debidas a los ciclos lunares y a las condiciones meteorológicas (curiosamente, los cielos nublados son más oscuros en ausencia de contaminación lumínica por bloquear la luz lunar y de las estrellas, pero más brillantes por reflejo en el caso de ambientes urbanos contaminados lumínicamente). Estos millones de años con un reloj natural circadiano hacen que las hormonas de los animales, por poner un ejemplo, regulen nuestros ciclos de actividad de forma precisa y nos conduzcan al sueño nocturno. En particular la melatonina, que ahora se usa en pastillas para combatir los efectos del “jetlag” producido por los viajes largos en avión, se produce en horas nocturnas de oscuridad pero suprime su producción por efecto de la luz (se genera en la glándula pineal). Estudios recientes indican que alteraciones en la producción de melatonina tienen efectos negativos en nuestra salud. Se asocian con la aparición de determinados tipos de cáncer, e incluso se acaba de sugerir que la epidemia mundial de obesidad tiene más incidencia en ambientes y países con mayor contaminación lumínica. No necesariamente porque estemos sentados viendo la televisión, comiendo más y haciendo menos ejercicio, sino por la incidencia directa de la luz artificial sobre la melatonina, afectando su papel fisiológico en el organismo.

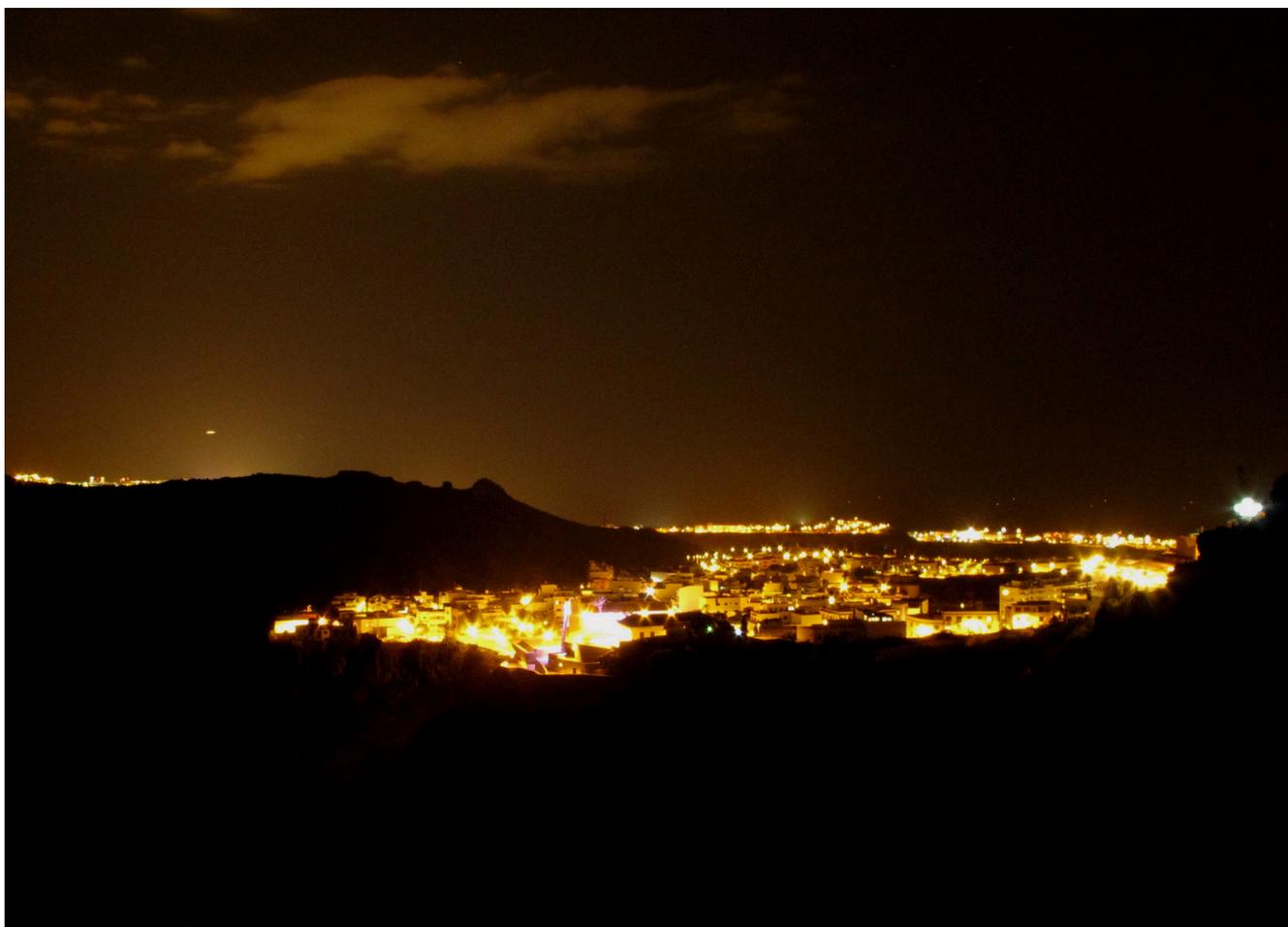
Fig. 3. Pardela de Tasmania muerta tras el choque con un edificio iluminado. (Foto: Airam Rodríguez).



*El investigador invitado***LA CONTAMINACIÓN LUMÍNICA PERJUDICA A LA SALUD**

La Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC) considera desde 2007 que el trabajo por turnos es “probablemente carcinógeno” por la disrupción del ciclo circadiano debido a la luz artificial. Investigaciones epidemiológicas han señalado, por ejemplo, que las trabajadoras del turno de noche tienen más riesgo de padecer cáncer de mama que las que tienen trabajo diurno. Estos mismos estudios han detectado esos problemas principalmente entre personal sanitario y azafatas de vuelo. Para rizar el rizo de los efectos sobre la salud, un epidemiólogo británico alerta este mismo año 2016 de los efectos que la introducción de la electricidad barata por medio de “leds” puede tener en África, el continente menos electrificado de todos y el único que aún se ve oscuro en las imágenes satelitales nocturnas. La proliferación de lámparas leds alimentadas con muy pequeñas y económicas placas solares puede llevar luz muy pronto a lugares sin red eléctrica. Paradójicamente, injustamente habría que decir, esas luces en la noche atraerán a mosquitos vectores de malaria y otras enfermedades y se incrementará la tasa de contagio a humanos.

¿Seguiríamos pensando en la ciudad iluminada como un gran atractivo turístico nocturno si supiéramos todos los graves daños que esa misma luz puede infligir en nuestra salud? Permítanme que lo dude. Y creo que es un deber de las autoridades informar de ello. Los trabajadores del turno de noche suelen padecer cuando menos desórdenes del sueño y se les compensa –a veces- con sueldos más altos. ¿Pero saben ellos que se exponen más al cáncer que la población general?

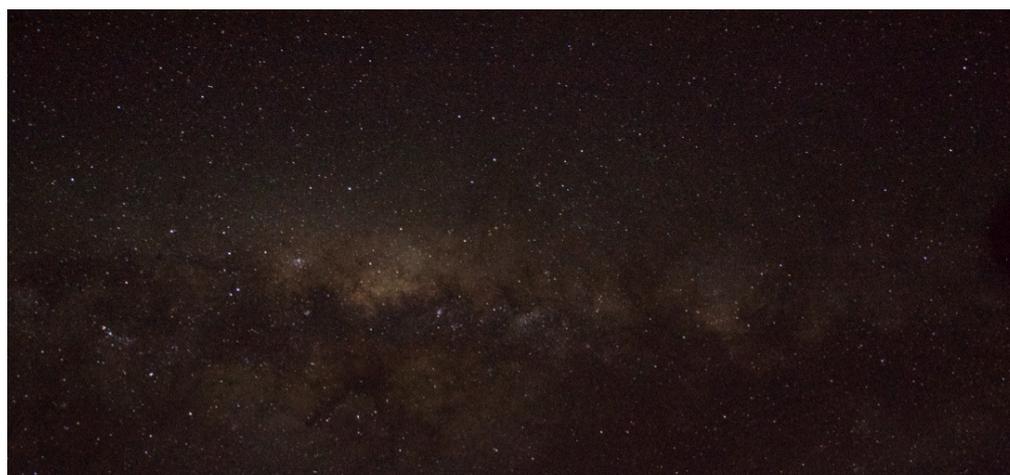


## El investigador invitado

### RETOS PARA EL FUTURO

Dicho esto, y considerando que la iluminación nocturna ha crecido consistentemente alrededor de un 6% anual desde hace décadas, es el momento de emprender acciones. Porque la contaminación lumínica se puede reducir y, de hecho, se ha minimizado sin apagar necesariamente el alumbrado urbano o doméstico. Y es que la contaminación lumínica al menos no requiere descontaminación. Se produce sólo cuando la lámpara está encendida. No hay que limpiar o almacenar residuos peligrosos después de apagar o redirigir la luz. Basta con aplicar sentido común y buenos diseños y seguiremos disfrutando de las ventajas de la luz eléctrica –que indudablemente existen–.

Fig. 5. La contemplación de la Vía Láctea comienza a ser un privilegio. Cielo estrellado en el desierto del Namib. (Foto: Juan J. Negro).



Se están ya protegiendo exitosamente los entornos de grandes observatorios astronómicos mediante normativas que regulan el flujo luminoso en los núcleos habitados de su entorno. Existen incluso “comunidades de cielo oscuro” en Estados Unidos, Canadá y Escocia, que no es otra cosa que pueblos y ciudades conscientes de la amenaza de la contaminación lumínica y que se empeñan en reducirla localmente. La normativa jurídica es decisiva y los buenos reglamentos contemplan zonificaciones donde se toleran distintos niveles de luz artificial y brillo de cielo. La reducción de ese brillo por efecto de la luz eléctrica pasa por una limitación de potencias instaladas y una buena elección de luminarias que no deben permitir emisión de luz hacia el hemisferio superior (hacia el cielo, para que nos entendamos). Se deben iluminar los espacios que hay que iluminar –la calzada, la acera peatonal- y debe “escapar” directa o indirectamente la menor cantidad de luz posible.

Es importante considerar también el espectro de emisión de la lámpara. En el alumbrado del viario se está produciendo una transición de lámparas mayoritariamente de luz cálida, como las de vapor de sodio de alta presión, hacia leds blancos. Y estas nuevas lámparas, que son tremendamente eficientes en relación a las anteriores, son sin embargo problemáticas desde el punto de vista de afección a los seres vivos incluyendo los humanos. El componente azul de la luz blanca es altamente contaminante tanto para las observaciones astronómicas como por su efecto disruptor de la fisiología de los seres vivos. Existe incluso cierta alarma entre la clase médica por los efectos sobre la salud de la luz emitida por pantallas de dispositivos móviles y ordenadores. Dado que el avance del led es imparable, se ha de buscar un tipo de lámpara filtrado hacia el ámbar. En este caso se conjugará la eficiencia energética con la menor contaminación lumínica. Y no se deberían desdeñar búsquedas innovadoras de iluminación sostenible y poco impactante. En este sentido me llama la atención una empresa francesa que promueve el uso de bioluminiscencia producida por bacterias para iluminación de exteriores. Un paso en la dirección adecuada.

## El investigador invitado

### RESERVAS DE CIELO OSCURO

También en el aspecto normativo es importante contar con reservas de cielo oscuro. Igual que existen áreas de interés natural por su paisaje y su biodiversidad, ya comienzan a declararse zonas protegidas por la excelencia de su cielo estrellado. Se trata de ventanas para la observación del universo tal como pudieron contemplarlo nuestros antepasados (o casi). Una iniciativa del Instituto Astrofísico de Canarias son las llamadas Reservas Starlight. Éstas comienzan a certificarse en diversos lugares del mundo con cielos de calidad que tienen incluso potencial para el astroturismo, o turismo para la contemplación de los astros y los fenómenos estelares. La Asociación Internacional del Cielo Oscuro (IDA) también certifica sus propias reservas, parques, santuarios y comunidades en todo el planeta. Esta Asociación tiene además como objetivo fundamental educar al público y proteger los cielos nocturnos para las generaciones actuales y futuras. Para que el cielo estrellado siga siendo fuente de inspiración y satisfacción, e incluso guía astral de horas y destinos para los humanos, como lo fue para nuestros ancestros. Y para que la biodiversidad que habita el planeta no tenga que “reprogramar” su reloj biológico tras tantos millones de evolución en un medio ambiente con días luminosos y noches oscuras.

### AGRADECIMIENTOS

---

Nuestras investigaciones se enmarcan en el proyecto “Ecolights for Seabirds”, sobre el efecto de la contaminación lumínica en aves marinas “Marie Curie International Outgoing Fellowship, 7<sup>th</sup> European Community Framework Programme (n 330655 FP7-PEOPLE-2012-IOF)”. Mi agradecimiento a Airam y Beneharo Rodríguez por su dedicación al salvamento de pardelas canarias deslumbradas, y a Eva González Rojas y Ángela Ranea por corregir el texto.

### BIBLIOGRAFÍA

---

Bibliografía (grupo de estudio de contaminación lumínica y biodiversidad en la Estación Biológica de Doñana):

- RODRÍGUEZ A, CHIARADIA A, WASIAK P, RENWICK L, DANN P (2016) Waddling on the dark side: ambient light affects attendance behavior of little penguins. *Journal of Biological Rhythms*, DOI: 10.1177/0748730415626010.
- RODRÍGUEZ A, RODRÍGUEZ B, NEGRO Jj (2015) GPS tracking for mapping seabird mortality induced by light pollution. *Scientific Reports* 5: 10670.
- RODRÍGUEZ A, GARCÍA D, RODRÍGUEZ B, CARDONA E, PARPAL L, PONS P (2015) Artificial lights and seabirds: is light pollution a threat for the threatened Balearic petrels? *Journal of Ornithology* 156: 893-902.
- RODRÍGUEZ A, BURGAN G, DANN P, JESSOP R, NEGRO Jj, CHIARADIA A (2015) ¿Se puede mitigar la muerte de pardelas por la luz artificial? *Quervus* 355: 62-63.
- RODRÍGUEZ A, BURGAN G, DANN P, JESSOP R, NEGRO Jj, CHIARADIA A (2014) Fatal attraction of short-tailed shearwaters to artificial lights. *PLoS One* 9: e110114.
- RODRÍGUEZ A, RODRÍGUEZ B, CURBELO A, PÉREZ A, MARRERO S, NEGRO Jj (2012) Factors affecting mortality of shearwaters stranded by light pollution. *Animal Conservation* 15: 519-526.

***El investigador  
invitado***

- RODRÍGUEZ A, RODRÍGUEZ B, LUCAS MP (2012) Trends in numbers of petrels attracted to artificial lights suggest population declines in Tenerife, Canary Islands. *Ibis* 154: 167-172.
- RODRÍGUEZ A, RODRÍGUEZ B (2009) Attraction of petrels to artificial lights in the Canary Islands: effects of the moon phase and age class. *Ibis* 151: 299-310.
- NEGRO JJ, BUSTAMANTE J, MELGUIZO C, RUIZ JL, GRANDE JM (2000) Nocturnal activity of Lesser kestrels under artificial lighting conditions in Seville, Spain. *Journal of Raptor Research* 34(4): 327-329.

**Páginas web esenciales sobre contaminación lumínica:**

Fundación Starlight: <https://fundacionstarlight.org/>

Asociación Internacional de Cielo oscuro: <http://darksky.org/>

Oficina Técnica para la Protección del Cielo (OTPC) del Instituto Astrofísico de Canarias: <http://www.iac.es/servicios.php?op1=28>

Oficina de Medio Ambiente Urbano de la Junta de Andalucía: <http://www.juntadeandalucia.es/temas/medio-ambiente/urbano/acustica-luminica.html>

Red Española de Estudios sobre la Contaminación Lumínica: <https://guaix.fis.ucm.es/splpr/>

Contaminación Lumínica y aves marinas: <http://ecolightsforseabirds.weebly.com/who-we-are.html>

Acción Cost “Loss of the Night”: <http://www.cost-lonne.eu/>

