

n°21

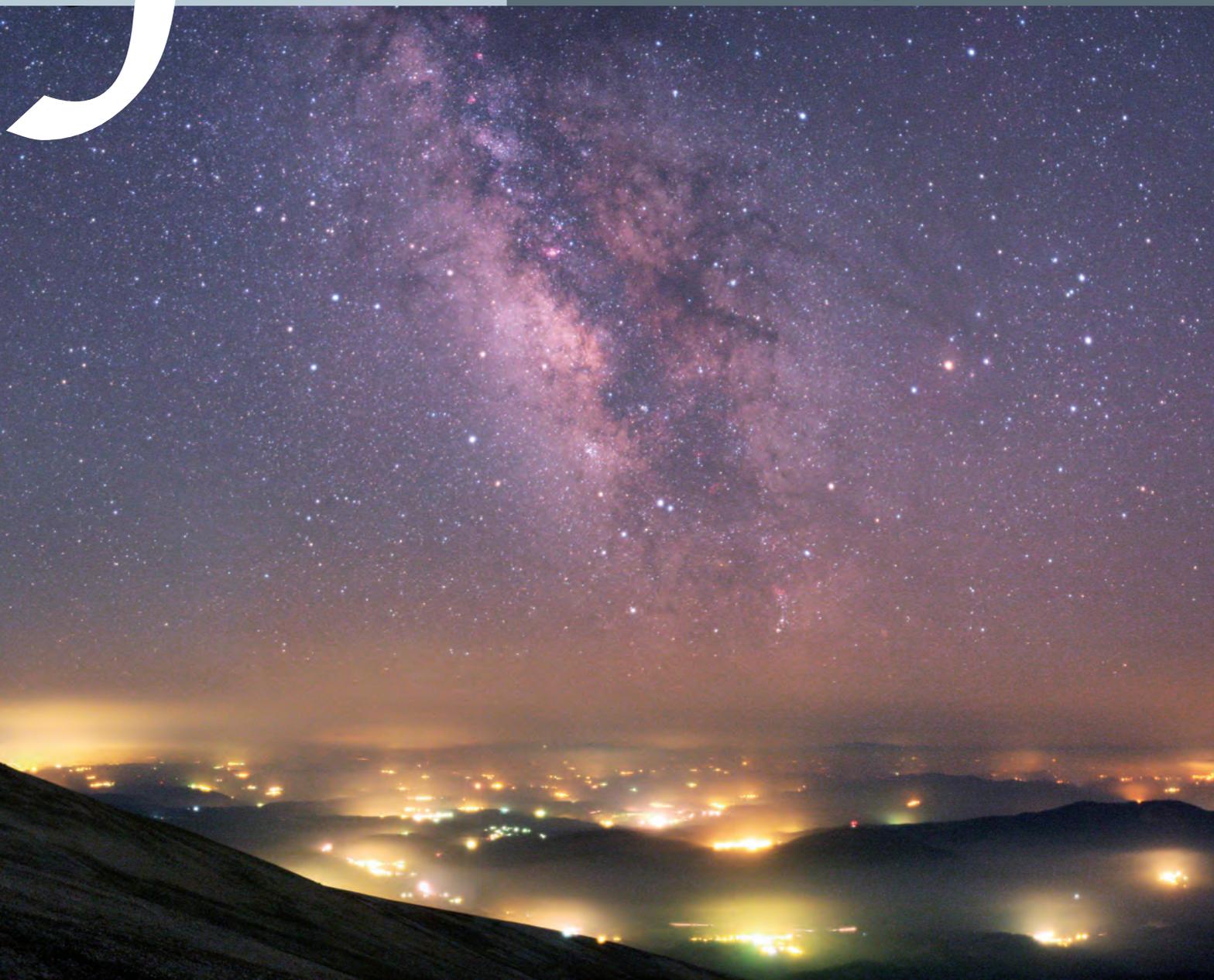
junio 2011



fis

Física y sociedad

Revista del Colegio Oficial de Físicos



Especial monográfico: **Contaminación lumínica y eficiencia energética** ➔



Reportaje
Iniciativa Starlight
La luz de las estrellas



Entrevista
Juan José Negro
Estación Biológica
de Doñana



Reportaje
**Midiendo la
contaminación del cielo**



Entrevista
Alfonso Beltrán
Director General del IDAE



**Red de Innovación y
Excelencia Profesional
en Ciencias y
Tecnologías Físicas**



cofis
Colegio Oficial de Físicos

Formación

Visado de proyectos

Agencia de colocación

Descuentos

Red de expertos

fi Colégiate

Asesoría profesional

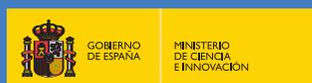
y más...

La unión hace la fuerza

Colégiate y disfruta de las ventajas
Más información en : www.cofis.es

4	Editorial: Contemplando la noche a buena luz Gonzalo Echagüe. Colegio Oficial de Físicos
6	Las estrellas no tienen novio: Consideraciones sobre la pérdida de la noche y el valor cultural del cielo nocturno Fernando Jáuregui. Planetario de Pamplona
8	Contaminación lumínica: La propagación de la luz en la atmósfera y sus implicaciones para la astronomía David Galadí. Centro Astronómico Hispano Alemán
11	Deslumbrados Emilio Alfaro. Sociedad Española de Astronomía
12	La gestión de la contaminación lumínica y su impacto sobre la biodiversidad Jordi Domingo, Joaquín Baixeras y Guillermo Fernández. Fundación Global Nature e Institut Cavanilles de Biodiversitat i Biologia Evolutiva de la Universidad de Valencia
15	Iluminación desbordante, una triste historia Juan Antonio Alduncin. Cielo Oscuro, Asociación contra la Contaminación Lumínica
16	Entrevista con Juan José Negro Vicedirector de Investigación de la Estación Biológica de Doñana del Consejo Superior de Investigaciones Científicas
20	El lado oscuro de la luz: Efectos de la contaminación lumínica sobre la salud humana M.ª Ángeles Rol, Beatriz Baño, Antonio Martínez, M.ª Ángeles Bonmatí, Elisabet Ortiz y Juan Antonio Madrid. Laboratorio de Cronobiología de la Universidad de Murcia
23	Alumbrado público y sostenibilidad Rafael Barón. Asociación Española de Fabricantes de Iluminación
24	Midiendo la contaminación del cielo desde el espacio Alejandro Sánchez de Miguel y Jaime Zamorano. Departamento de Astrofísica y Ciencias de la Atmósfera de la Universidad Complutense de Madrid
26	Entrevista con Alfonso Beltrán Director General del Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía
30	Contaminación lumínica: La respuesta de la administración andaluza Ángela Ranea, Antonio Capitán, Antonio Lozano y Estefanía Cañavate. Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía y Agencia de Medio Ambiente y Agua de Andalucía
32	La Iniciativa Starlight: El derecho a observar las estrellas Cipriano Marín. Fundación Starlight
36	El papel de la ingeniería independiente en el control del consumo y la contaminación lumínica Susana Malón y Alberto Bañuelos. AAC Acústica + Lumínica
39	El alumbrado público hoy Fernando Ibáñez. Comité Español de Iluminación
40	Luz blanca y LED: Soluciones sostenibles para unas ciudades más habitables Mar Gandolfo. Philips Lighting Academy
42	El nuevo alumbrado de Puente la Reina-Gares: Participación y compromiso social en el ámbito de la gestión municipal Fernando Jáuregui. Planetario de Pamplona
44	Contaminación lumínica y concienciación ciudadana Salvador Bará y Dositeo Veiga. Astronomía na beirarrúa y Altega Gestión de Ocio
46	Guía de recursos
47	actualidad <i>i</i> física
54	Bibliografía

Edición patrocinada por:



PHILIPS

Con la colaboración de:





Edita
Colegio Oficial de Físicos

Director
Alberto Miguel Arruti

Director de Información
Carlos Herranz Dorremochea

Consejo editorial
Gonzalo Echagüe Méndez de Vigo
Alberto Virto Medina
Alberto Miguel Arruti
Ángel Sánchez-Manzanero Romero
Alicia Torrego Giralda
Juan Antonio Cabrera Jiménez
M.^a Luz Tejeda Arroyo
Carlos Herranz Dorremochea

Redacción
Alicia Torrego Giralda
M.^a Luz Tejeda Arroyo
Marcos Galiana Cortés
José F. Castejón Mochón
Carlos Herranz Dorremochea

Proyecto gráfico
www.rincondelingenio.com

Administración y publicidad
Colegio Oficial de Físicos
C/ Monte Esquinza, 28 - 3º dcha.
28010 Madrid
Tel: 91 447 06 77
Fax: 91 447 20 06
e-mail: comunicacion@cofis.es
www.cofis.es
www.fys.es

Fotomecánica e impresión
Dayton, S.A.
C/ San Romualdo, 26
28037 Madrid

ISSN. 113-8953
Depósito Legal: M-47086-2009

Imagen de portada
El centro de nuestra galaxia se yergue por encima de la niebla luminosa artificial procedente de las ciudades. Fotografía desde el pico Karatas (2536 m) en Turquía. Cortesía de Tunç Tezel / The World at Night (www.twanight.org)

La revista *Física y Sociedad* no se hace necesariamente solidaria con opiniones expresadas libremente en las colaboraciones firmadas.

Queda autorizada la reproducción, total o parcial, siempre que se haga de forma textual y se cite la procedencia y el autor.

La revista *Física y Sociedad* quiere agradecer a los artistas que, desinteresadamente, han cedido sus fotografías a esta publicación.

El papel utilizado para la impresión de *Física y Sociedad* tiene la calificación de ecológico, calidad ECF.

Gonzalo Echagüe Méndez de Vigo
Presidente del Colegio Oficial de Físicos

Contemplando la noche a buena luz

La contaminación nocturna debida a la iluminación artificial de nuestras carreteras, calles, edificios, monumentos y otras áreas exteriores es uno de los problemas ambientales que más se ha incrementado en los últimos años. Sus repercusiones resultan cada vez más evidentes y sus efectos vienen siendo documentados por físicos y otros científicos de diversas disciplinas. No incide únicamente en la degradación del firmamento en cuanto paisaje natural o recurso científico, sino que sus afecciones incluyen ya el equilibrio de la biodiversidad y nuestro propio descanso, privacidad y salud. Por otra parte, el alumbrado es un gran consumidor de energía, cuyo gasto repercute de forma directa sobre las administraciones.

Durante la última década en España se viene realizando un esfuerzo legislativo para afrontar este fenómeno, lo que ha motivado la adopción de normativas en los ámbitos tanto nacional como autonómico y municipal. Debido a su novedad, para la tramitación y aplicación de estas normas, se constata la necesidad de una información actualizada sobre las mejores prácticas disponibles. Sin embargo, la difusión de los avances en estos campos encuentra dificultades debido a su carácter multidisciplinar y al hecho de que, en general, asociamos tradicionalmente la luz con la alegría, el progreso, la belleza y la seguridad, mientras tendemos a identificar la oscuridad con todo lo contrario. Nadie cuestiona los beneficios de la iluminación de exteriores ni la necesidad de innovación en las técnicas que lo hacen posible. Sin embargo, a menudo no nos detenemos a considerar racionalmente si es posible una mejor calidad del alumbrado que tenga más en cuenta los aspectos ambientales, algo que no se cuestiona ya en otros muchos ámbitos de la actividad humana.

Con estas premisas, en el marco de las celebraciones recientes del *Año Internacional de la Astronomía* en 2009 —que ha promovido la apreciación del cielo oscuro para los ciudadanos— y del *Año Internacional de la Diversidad Biológica* en 2010 —que ha promovido la conciencia ante la pérdida de la diversidad biológica— el Colegio de Físicos ha tomado la iniciativa de

Asociamos tradicionalmente la luz con la alegría, el progreso, la belleza y la seguridad, mientras tendemos a identificar la oscuridad con todo lo contrario

dedicar este número de su revista de forma monográfica a la contaminación lumínica y la eficiencia energética en la iluminación de exteriores. Conoceremos los aspectos clave y las líneas de actuación principales de estas temáticas, proporcionando así una referencia informativa de utilidad para todos los sectores implicados que ayude a paliar la escasez de publicaciones actualizadas sobre el tema en castellano.

Pretendemos también contribuir a diluir las fronteras entre campos diversos del conocimiento, acercando a investigadores y expertos ante problemas que demandan soluciones globales. Y todo ello en un sector, el de la iluminación, sujeto hoy a otros cambios profundos debido a la estructura del mercado, las nuevas normativas técnicas que lo rigen y a la irrupción de tecnologías llenas de promesas. Estas transformaciones están siendo protagonizadas en su ejercicio profesional por muchos físicos, ya sea como investigadores en la industria o en centros de I+D o como gestores, formadores, técnicos proyectistas y consultores.

El monográfico se estructura en torno a dos grandes líneas temáticas: por un lado, la caracterización del fenómeno y de sus impactos; y, por otro, las iniciativas y soluciones para su control. El objetivo final es contribuir a propiciar un cambio positivo en la «cultura de la luz» que permita eventualmente disminuir la contaminación ambiental y el consumo energético asociados a su uso, en línea con las estrategias ambientales y energéticas públicas y la necesaria contención presupuestaria actual. Daremos también visibilidad a algunas iniciativas emblemáticas que se vienen realizando, especialmente en el ámbito local.

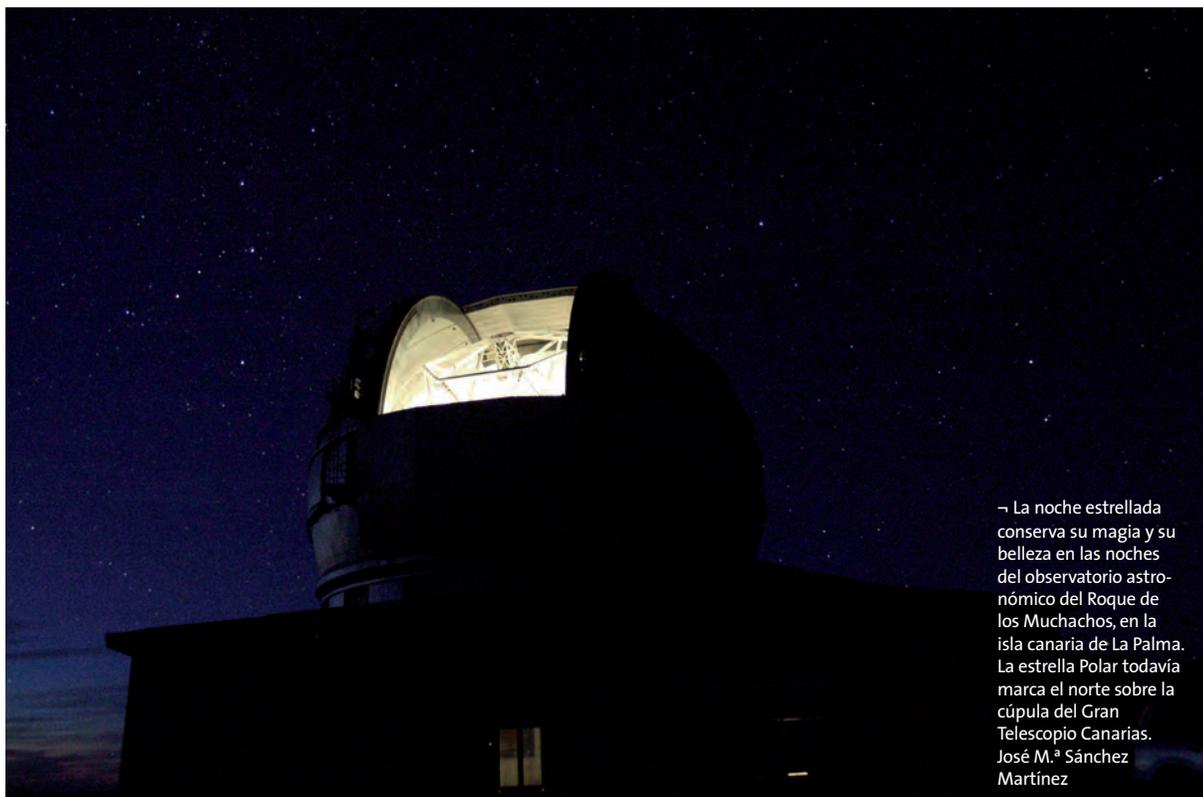
En este número, la revista *Física y Sociedad* vuelve a contar con algunas de las voces más representativas



– Gonzalo Echagüe Méndez de Vigo

de la administración, la ciencia y la empresa, para reflexionar acerca de la importancia del desarrollo sostenible en nuestra sociedad moderna. A todos ellos, colaboradores y entrevistados, patrocinadores y anunciantes, expresamos nuestro agradecimiento por permitirnos llegar a esta cita con la sociedad y apoyarnos en esta gran tarea de incentivar el interés por la ciencia. Una herramienta creativa que facilita la comprensión de nuestro entorno y posibilita soluciones innovadoras para nuestra vida diaria.

Pretendemos acercar a investigadores y expertos ante problemas que demandan soluciones globales



→ La noche estrellada conserva su magia y su belleza en las noches del observatorio astronómico del Roque de los Muchachos, en la isla canaria de La Palma. La estrella Polar todavía marca el norte sobre la cúpula del Gran Telescopio Canarias.
José M.ª Sánchez Martínez

LAS ESTRELLAS NO TIENEN NOVIO

CONSIDERACIONES SOBRE LA PÉRDIDA DE LA NOCHE Y EL VALOR CULTURAL DEL CIELO NOCTURNO

*Las estrellas
no tienen novio.*

*¡Tan bonitas
como son las estrellas!
Aguardan a un galán
que las remonte
a su ideal Venecia.*

*Todas las noches salen
a las rejas,
¡oh cielo de mil pisos!
y hacen líricas señas
a los mares de sombra
que las rodean.*

*Pero aguardad, muchachas,
que cuando yo me muera
os raptaré una a una
en mi jaca de niebla.*

F. García Lorca.
Tres estampas del cielo, I. 1923

No es la jaca de niebla de Lorca, en su preciosa primera estampa del cielo, lo que vela el firmamento de nuestros días. Ya no tienen novio, tan bonitas como son las estrellas (*¡Qué pena tan lastimosa! [...] ¡Qué pena tan grande!*).

¿Podríamos imaginar que un joven poeta de hoy escribiera algo tan hermoso al contemplar el cielo estrellado de la ciudad? Es imposible. El cielo amarillento de nuestras ciudades no invita a la poesía, no enciende la llama de la imaginación, no emociona, no seduce, no inspira. La contaminación lumínica nos ha robado la belleza de las estrellas (*en vano aguardan a un galán que las remon-*

te a su ideal Venecia). ¿Cuántos poemas han dejado de escribirse? ¿Cuántos tan bellos como ese de Lorca? ¿Y si hubiera un joven Lorca entre nosotros? Oh, ya no querría raptar a las estrellas, una a una en su jaca de niebla. El cielo se ha quedado sin mares de sombra, rodeando a las estrellas, se ha ido la belleza, ha muerto su poesía.

¿Qué tienen las estrellas para inspirar al poeta? Todos tenemos grabada en la retina una noche llena de estrellas, una noche en la que dejamos vagar la mirada y la imaginación entre los miles de «ojitos prendidos de sereno»¹ ¿Todos? Me temo que no. Muchos jóvenes nunca han sentido ese vérti-



→ La silueta de la preciosa ermita románica de S.^a M^a de Eunate, en Navarra, rompe las últimas luces del crepúsculo una de las inolvidables noches de marzo de 1997 en que el gran cometa P/1996 Hale-Bopp rasgó nuestros cielos. Fernando Jáuregui

go de lo infinito mirando las estrellas, nunca se ha grabado esa imagen en su recuerdo. Y muchos otros ya han olvidado que en algún rincón de su mente se guarda esa imagen, esa sensación, ese misterio. No es de extrañar, ¿cuánto hace que no lo renovamos? ¿Por qué tiene que ser siempre lejos, de vacaciones o en circunstancias especiales? Las estrellas están ahí arriba todas las noches, en todos los sitios.

Nunca ha habido tanta ciencia de las estrellas. Nunca hasta ahora hemos sabido mejor cómo funcionan, cómo evolucionan, cómo nacen y mueren. Sabemos describir con precisión matemática los procesos físicos que tienen lugar en su interior, la fuente de su energía, la forma que tiene el equilibrio que las mantiene estables durante eones, los procesos que transportan la energía desde su núcleo hasta el exterior, la forma en que esa energía se irradia al espacio y hasta detalles íntimos de los procesos violentos que se producen en sus capas más externas. Sí, sabemos de las estrellas mucho más que nunca, pero cada vez son menos los que las disfrutan.

A lo largo de la historia de nuestra civilización hemos estado atentos a lo que ocurría en el cielo. La regularidad de sus ciclos nos ha permitido controlar el tiempo y de una larga tradición de estudio y observación derivan nuestros relojes y los calendarios que cuelgan de nuestras cocinas, oficinas y dispositivos electrónicos. Observando las estrellas los antiguos viajeros sabían trazar su rumbo, lo que les ayudó a dibujar los primeros mapas de nuestras costas. De aquellos cielos sin contaminar son hijos nuestros relojes, nuestro calendario y nuestros mapas actuales, tres aportaciones de la astronomía a la cultura que son previas al uso del telescopio.

Hace solo 100 años, cuando se acercaba un cometa y se hablaba de él, todo el mundo sabía de qué fenómeno se estaba hablando, pues sólo tenía que levantar la mirada al cielo cada noche para verlo con sus propios ojos. Hoy tenemos que empezar por explicar que un cometa no es una estrella fugaz, ya que son rarísimos los que pueden verse tras el velo de luz artificial que cubre nuestras noches.

Y qué decir de los planetas y sus movimientos aparentes por el zodiaco. Todos conocemos los nombres de las doce constelaciones zodiacales asociados a los signos astrológicos, pero muy pocos son capaces de reconocerlas en el cielo. Todos sabemos cuál es nuestro signo del zodiaco, pero ¿cuántos sabrían encontrar en el cielo la constelación asociada a su signo? Y, más aún, ¿cuántos conocen dónde se encontraba el Sol el día de su nacimiento? Es curioso y paradójico que haya tanta ciencia de las estrellas hoy en día y que se hayan olvidado tantos saberes que convivían con nuestros antepasados.

La pérdida de los cielos estrellados de nuestras vidas tiene consecuencias. Muchos de los estudiantes que ya se gradúan en nuestras universidades no han tenido nunca la experiencia de situarse bajo esa bóveda estrellada que ha acompañado a nuestra

especie, y al resto de seres vivos de este pequeño planeta, desde que lo habitamos. Los que trabajamos en un planetario sabemos bien que no hace falta la noche, o que no haya luna llena, o que esté despejado, para poder hablar de las estrellas. Tenemos medios para enseñar a reconocer las constelaciones, para situar los planetas, el Sol y la Luna o para contar los mitos y leyendas que los antiguos escribieron entre las estrellas. Pero, nosotros lo sabemos bien, necesitamos que ahí afuera haya un cielo estrellado que sea la referencia de lo que estamos hablando. Sin estrellas, nuestro discurso no deja de ser un mero divertimento más o menos sugerente, pero sin ese enlace a la realidad pierde su esencia misma, su valor didáctico. Nosotros necesitamos las estrellas en el cielo porque no solo contamos ficción, en un planetario se habla de ciencia, de naturaleza, de historia y, cómo no, de música y de poesía.

Puedo escribir los versos más tristes esta noche.

Escribir, por ejemplo: «La noche está estrellada,

Y tiritan, azules, los astros, a lo lejos».

Quizás el gran Neruda estuviera triste una noche estrellada en la que tiritaban, azules, los astros, a lo lejos, pero siento que su tristeza sería aún mayor si, además, no pudiera verlos sabiendo que están allí.

La contaminación lumínica nos ha robado la belleza de la noche, y lo ha hecho de manera absurda y sin necesidad. Sabemos que no hace falta iluminar el cielo para tener luz en nuestras calles. Las ciudades no son más seguras, más modernas ni más habitables por tener farolas que iluminan hacia arriba, pero ahí están, noche tras noche, como gritando al sereno de la noche: *las estrellas no tienen novio.* ■

Fernando Jáuregui es Astrofísico en el Planetario de Pamplona.



→ Panorama diurno del Observatorio de Calar Alto en la sierra de los Filabres, sudeste de la península Ibérica. Santos Pedraz / Calar Alto

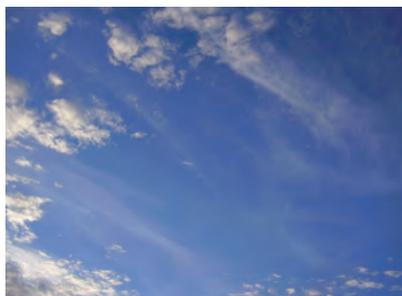
CONTAMINACIÓN LUMÍNICA: LA PROPAGACIÓN DE LA LUZ EN LA ATMÓSFERA Y SUS IMPLICACIONES PARA LA ASTRONOMÍA

El primer paso para el diagnóstico y la corrección de un problema medioambiental consiste en su caracterización. De ahí que antes de abordar otros aspectos relacionados con la contaminación lumínica convenga formular una definición razonada del fenómeno. De entre las muchas definiciones de contaminación lumínica que pueden encontrarse, una de las más generales fue propuesta por P. Cinzano y sus colaboradores en 2000: *la alteración de los niveles naturales de luz en el ambiente exterior debido a fuentes de luz artificiales*. Esta formulación compite en carácter general con la aprobada en 2009 por la Iniciativa Starlight: *introducción de luz artificial por parte de los seres humanos en el entorno, de manera directa o indirecta*. Desde estos puntos de vista tan generales, todo alumbrado nocturno es contaminante y solo cabe tratar de diseñarlo de manera que las perturbaciones que induzca resulten mínimas.

Otro grupo de definiciones muy difundidas en nuestro entorno restringen el concepto de contaminación lumínica a la parte adversa o evitable de la emisión de luz artificial. Según este enfoque, iniciado en el texto de la ley catalana de alumbrado de 2001, se enten-

dería por contaminación lumínica *la emisión de flujo luminoso de fuentes artificiales nocturnas con intensidades, direcciones o rangos espectrales innecesarios para la realización de las actividades previstas en la zona donde se han instalado las luces*. Una formula-

ción así tiene la ventaja de enumerar los factores relevantes del problema y, por tanto, apunta ya de entrada a posibles soluciones que tengan en cuenta la intensidad del alumbrado, la dirección en la que se orienta y el color de las lámparas utilizadas.



→ Una imagen en apariencia anodina del cielo diurno ilustra los dos mecanismos relevantes en la interacción de la luz con la atmósfera: el esparcimiento de Rayleigh responsable del color azul y el esparcimiento de Mie relacionado con el color blanco de las nubes. En la Luna, sin atmósfera, el cielo es negro incluso a plena luz del día. La interacción de la luz con la atmósfera de Marte está dominada por el esparcimiento de Mie sobre aerosoles que tienen su origen en el polvo de la superficie. El color del polvo se «contagia» al cielo diurno. David Galadí / NASA / JPL

**Cada longitud de onda de luz visible
induce una sensación de color diferente**



– Una comparación de panoramas nocturnos ilustra los efectos de la contaminación lumínica. Arriba, panorámica obtenida cerca de Mahide (Zamora), en un lugar medianamente oscuro; abajo, cerca de Ciguñuela (Valladolid). Las letras en la parte inferior señalan los puntos cardinales. Fernando Cabrerizo

La luz en la atmósfera

La luz visible se puede tratar como un caso particular de onda electromagnética. Las ondas electromagnéticas se producen cuando una carga eléctrica experimenta una aceleración. Como toda onda, la onda electromagnética se caracteriza por su amplitud (intensidad), longitud de onda (λ , distancia entre crestas sucesivas) y velocidad. Un concepto análogo al de longitud de onda es el de frecuencia. Se refiere al número de crestas que pasan por un lugar determinado cada segundo.

Las ondas electromagnéticas de todas las longitudes de onda (de todas las frecuencias) constituyen el espectro electromagnético, desde los rayos gamma ($\lambda < 0,02$ nm) hasta las ondas de radio (con longitudes de más de diez centímetros). A grandes rasgos, la luz visible corresponde al intervalo de longitudes de onda entre 400 y 700 nm (1 nm = 10⁻⁹ m, una millonésima de milímetro). Desde el punto de vista de la percepción, cada longitud de onda de luz visible induce una sensación de color diferente, desde las longitudes de onda cortas que corresponden al color violeta, hasta las longitudes de onda largas que dan la sensación de rojo.

La atmósfera terrestre contiene particu-

las de dos categorías: moléculas de gases y partículas en suspensión, los aerosoles.

Las moléculas de nitrógeno y de oxígeno miden unas 200 milésimas de nanómetro, es decir, son unas mil veces más pequeñas que la longitud de onda de la luz visible. Cuando la radiación electromagnética interacciona con partículas mucho más pequeñas que su longitud de onda, se aplica la teoría del esparcimiento¹ de Rayleigh.

La luz incide sobre las moléculas y agita sus nubes electrónicas. Así se sustrae parte de la energía al rayo luminoso. La agitación de las cargas eléctricas de las cortezas y núcleos atómicos hace que se reemita esa energía en forma de radiación electromagnética de nuevo, pero en una dirección aleatoria. El resultado neto es que la luz incidente puede ir rebotando de molécula en molécula y termina esparciéndose en el seno de toda la masa del gas. Es muy importante insistir en que este proceso se verifica incluso en el seno de gases puros, sin aerosoles ni contaminantes de ningún tipo.

La intensidad del esparcimiento de Rayleigh es inversamente proporcional a la cuarta potencia de la longitud de onda: cuanto más corta sea la longitud

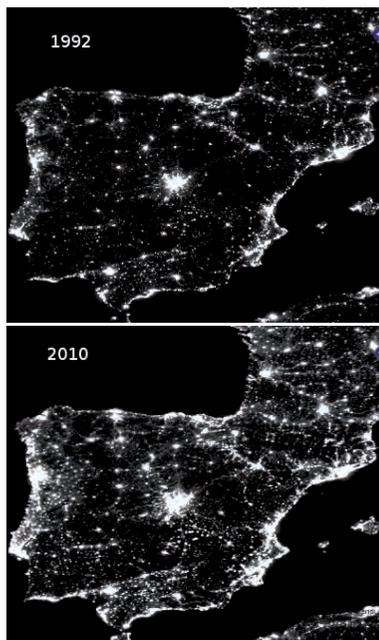
de onda, más tiende a esparcirse la luz en el seno del gas. El efecto Rayleigh alcanza una intensidad cuatro veces mayor para la luz azul que para la roja, y llega a ser trece veces mayor para la luz ultravioleta que para la roja. Por tanto el cielo es azul porque el mecanismo de interacción entre la luz y las moléculas del aire (independiente de su composición química) favorece muchísimo el esparcimiento de los tonos de longitud de onda corta, mientras que tiene poca intensidad para las longitudes de onda largas.

Consideremos ahora no las moléculas gaseosas, sino partículas en suspensión, los aerosoles. En este caso se trata de partículas con tamaños similares a la longitud de onda de la luz. Los aerosoles pueden tener diversos orígenes: contaminación atmosférica, polvo, aerosoles de origen marino o las nubes (sean de gotas líquidas o de cristales de hielo). En este caso, con partículas semejantes en tamaño a la longitud de onda, se aplica la teoría del esparcimiento de Mie.

En este proceso, la luz incide en las partículas y estas la reemiten pero no en direcciones aleatorias, sino en direcciones muy semejantes (aunque no idénticas) a las de partida. Cuando hay alta densidad de aerosoles (nubes, o en ciertas ocasiones, calimas en capas bajas de la atmósfera) el

El efecto Rayleigh alcanza una intensidad cuatro veces mayor para la luz azul que para la roja

¹ En muchos textos se emplean las palabras «dispersión» o «difusión» en vez de «esparcimiento», pero es esta última la más adecuada de acuerdo con la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Los términos ingleses para dispersión, difusión y esparcimiento son, respectivamente, *dispersion*, *diffusion* y *scattering*.



→ Evolución de la contaminación lumínica en la península Ibérica. DMSP / NOAA / José Gómez Castaño. Existe un visualizador de mosaicos de imágenes nocturnas del mundo desde 1992 hasta la actualidad en la página web: www.meridi.es/astro/cielosocuro/evolucion.php

esparcimiento múltiple (esparcimiento sucesivo en varias partículas) adquiere relevancia y la luz llega a desviarse mucho en virtud del efecto Mie, a través de la interacción con muchas partículas de manera consecutiva.

El esparcimiento de Mie presenta una dependencia inversa ligera (lineal) con la longitud de onda, de modo que la luz azul tiende a esparcirse un poco más que la roja por este efecto.

Contaminación lumínica y astronomía

No hay grandes diferencias entre los mecanismos que operan en la interacción de la luz con la atmósfera durante el día y durante la noche. Así como de día el cielo es azul, también lo es de noche (aunque no lo parezca) cuando hay Luna. Y la luz de origen artificial también se propaga por el aire obedeciendo las leyes físicas comentadas. Uno de los resultados de la introducción de luz en la atmósfera consiste en

el esparcimiento de parte de ella, lo que confiere al fondo de cielo un resplandor que puede perjudicar los estudios astronómicos de diferentes maneras. A este respecto conviene distinguir los estudios espectroscópicos de aquellos otros efectuados por medio de imágenes directas (fotografías).

Cuando las lámparas emiten en muy pocas longitudes de onda, entonces solo una parte limitada del espectro se ve afectada y quedan amplias regiones libres para su estudio espectroscópico. No obstante, en ocasiones ocurre que líneas de emisión usadas en lámparas de alumbrado público quedan demasiado cerca, en el espectro, de longitudes de onda clave para el estudio de objetos celestes. Además, las lámparas de descarga utilizadas para generar luz blanca contienen muchas líneas sobre un cierto espectro continuo de fondo, de modo que en la práctica quedan pocas zonas espectrales libres. La luz de sodio a baja presión es la que menos afecta los estudios espectroscópicos porque al ser casi monocromática deteriora solo un punto concreto de los espectros. No puede decirse lo mismo de ninguna otra fuente de luz utilizada hoy día en alumbrado de exteriores.

La situación es distinta cuando se considera no el análisis espectral, sino la toma de fotografías directas. Cuando se obtiene una imagen a través de un filtro determinado, toda la luz que atraviesa el filtro queda registrada de manera conjunta sin posibilidad de distinguir qué parte correspondía en origen a cada longitud de onda. Así, por ejemplo, la luz de sodio a baja presión, si bien ejerce un efecto limitado sobre los estudios espectroscópicos, resulta muy molesta para los análisis fotométricos porque su longitud de onda de emisión (589,3 nm) cae dentro de las bandas de los filtros V y R. Cualquier lámpara no monocromática posee emisión que abarca grandes regiones del espectro y perjudica de manera inevitable los estudios fotométricos con filtros muy diversos.

Conclusiones

De lo antedicho cabe extraer algunas conclusiones que vale la pena subrayar:

- El resplandor artificial del cielo nocturno se produce incluso en ausencia de aerosoles (de origen natural o artificial). El esparcimiento de Rayleigh garantiza que siempre habrá contaminación lumínica incluso en una atmósfera limpia y seca.
- No es posible filtrar la luz de fondo y sustraerla en la toma de imágenes directas, con independencia de su composición espectral.
- Cuando se usa luz monocromática (en la práctica, solo sodio a baja presión) se puede salvar la información espectral, pero cualquier lámpara que no sea monocromática afecta regiones muy amplias del espectro, y aún más las lámparas de espectro continuo (como los LED blancos).

Para terminar, de lo explicado en este artículo se desprenden algunos principios básicos que, en caso de tenerse en cuenta en las instalaciones de alumbrado, pueden contribuir a reducir la contaminación lumínica y sus efectos perjudiciales sobre la oscuridad natural del cielo nocturno:

- Hay que evitar la emisión directa de luz hacia la atmósfera.
- La luz reflejada en pavimentos y fachadas también se esparce en la atmósfera. Esta componente solo se puede limitar ajustando los niveles de alumbrado a lo razonable, iluminando solo aquello que realmente sea necesario y haciéndolo en los horarios en los que de verdad tenga sentido.
- La luz amarilla y anaranjada contamina menos porque se esparce mucho menos que la azul. La luz blanca (por su contenido en luz azul) es un recurso que debe administrarse con mesura. La luz de sodio a alta presión es preferible a otras no por ser de sodio, sino por ser amarillenta. ■

La introducción de luz en la atmósfera confiere al fondo de cielo un resplandor que puede perjudicar los estudios astronómicos

El doctor David Galadí es astrónomo en el Centro Astronómico Hispano Alemán (Observatorio de Calar Alto), en Almería.



Deslumbrados

El hombre siente un temor atávico a la oscuridad y una atracción irresistible por el cielo estrellado. Durante milenios la tecnología desarrollada por la humanidad ha generado un balance cuasi-estable entre la fobia y la filia. La primera observación telescópica del Universo, hace sólo cuatrocientos años, todavía estaba acompañada de teas y hogueras para ahuyentar la oscuridad. Una tecnología sensiblemente inferior a la que permitió a Galileo descubrir las lunas de Júpiter.



El advenimiento de nuevas fuentes de energía y el crecimiento de las grandes poblaciones empezaron a cercar los cotos astronómicos a principio del siglo XX. A medida que teníamos mejores y mayores telescopios teníamos menos lugares donde nos pudieran ser útiles. Seguíamos queriendo escrutar nuestros cielos pero el miedo a la oscuridad parecía estar venciendo. A esta tendencia general se unió un sentimiento de nuevos ricos en la España de finales del siglo XX. Podíamos pagar mucha energía y, entonces, ¿por qué no derrocharla? Eso hemos hecho. Hoy día nuestras ciudades y pueblos se deslumbran observándose. ¡A ver quién le echa más fotones al asunto!, parece ser el grito de la mayoría de nuestros alcaldes.

En ese mismo período de tiempo la astronomía española ha experimentado un crecimiento en calidad y cantidad que también ha deslumbrado a propios y extraños. Este resurgir tuvo sus cimientos en la calidad de nuestros cielos para la práctica de la astronomía. Dos grandes observatorios internacionales se construyeron en la península y en las islas Canarias, a mediados de los setenta. Un crecimiento económico más o menos continuado y una gestión de los recursos más o menos sensata, propiciados por un régimen democrático, hicieron el resto. Hoy día hay unos mil astrónomos en España en diferentes situaciones profesionales, varios centros de investigación de alta calidad, mantenemos los grandes observatorios de los setenta y estamos erigiendo algunos nuevos y hemos aprendido a construir telescopios e instrumentos cada vez más sensibles para seguir estudiando el cielo. Pero, ¿qué cielo? Ahí es donde hemos perdido la batalla. Cualquiera que lleve algunos años en

esta profesión habrá notado cómo el contraste entre el brillo de las estrellas y la negritud del fondo del cielo es cada vez menor en las inmediaciones de los telescopios españoles. Y esto es algo que difícilmente se pueda vencer con tecnología más sofisticada, salvo sacar nuestros telescopios al espacio exterior.

Si la cuestión afecta sólo a mil astrónomos españoles, pues tampoco la cosa parece muy relevante. El argumento podría valer si no fuera de un ingenuo simplismo. Un cielo estrellado no es sólo un capricho de los astrónomos sino un derecho natural del hombre, como el de respirar aire puro o zambullirse en aguas cristalinas, una fuente de placer y de vida que no tenemos derecho a dilapidar. ¿Cuántos niños han visto la Vía Láctea en pueblos y ciudades de más de treinta mil habitantes?, ¿qué les vamos a contar de las galaxias cuando ni siquiera han podido ver el maravilloso círculo lechoso dónde habitamos?, ¿a quién le va a interesar un mundo que no conoce ni ha sentido?, ¿dónde debemos plantar ahora nuestras mitologías?

Tenemos un reto, un gran reto de la sociedad para los próximos años. Debemos alcanzar un compromiso entre el miedo y la curiosidad. Dejar de deslumbrarnos con carísimos fuegos de artificio y dejarnos deslumbrar por una noche estrellada. El proyecto NixNox en colaboración con asociaciones astronómicas de aficionados es la apuesta de la SEA. El objetivo es localizar lugares en España donde se pueda disfrutar del cielo nocturno oscuro y estrellado. Se pretende así crear una plataforma que anime a la sociedad a contemplarlo y a las administraciones locales a cuidarlo.

¿Cuántos niños han visto la Vía Láctea en pueblos y ciudades de más de treinta mil habitantes?



→ Las orillas del lago durante el día y la noche. L'Albufera de Valencia se caracteriza por ser un paisaje abierto, con una topografía muy llana, sin elementos naturales o artificiales que interfieran en la dispersión de la luz y con una gran masa de agua que multiplica el efecto de la luz

LA GESTIÓN DE LA CONTAMINACIÓN LUMÍNICA Y SU IMPACTO SOBRE LA BIODIVERSIDAD

La mayoría de los animales, al contrario de lo que nos pueda parecer, son de hábitos nocturnos. Esto significa que buena parte de sus actividades (campeo, búsqueda de alimentos, desplazamientos migratorios, apareamiento, oviposición, etc.) se desarrollan entre la puesta de sol y el amanecer. Una de las excepciones más notables a esta regla es el ser humano, que se ha adaptado evolutivamente a tener un ciclo circadiano opuesto, desarrollando su actividad en horas diurnas y dejando las horas nocturnas para el descanso.

Biodiversidad y contaminación lumínica

El ser humano ha desarrollado en los últimos decenios todo tipo de sistemas de alumbrado que le permiten iluminar sus horas de oscuridad, y cuando esto sucede en zonas exteriores y especialmente fuera de los núcleos urbanos, pueden aparecer una serie de interferencias con el resto de las especies. La tendencia del ser humano a utilizar fuentes artificiales de iluminación es creciente — incluso, en algunos casos, alarmante— en parte debido a la facilidad de acceso a la tecnología y sobre todo a los recursos energéticos.

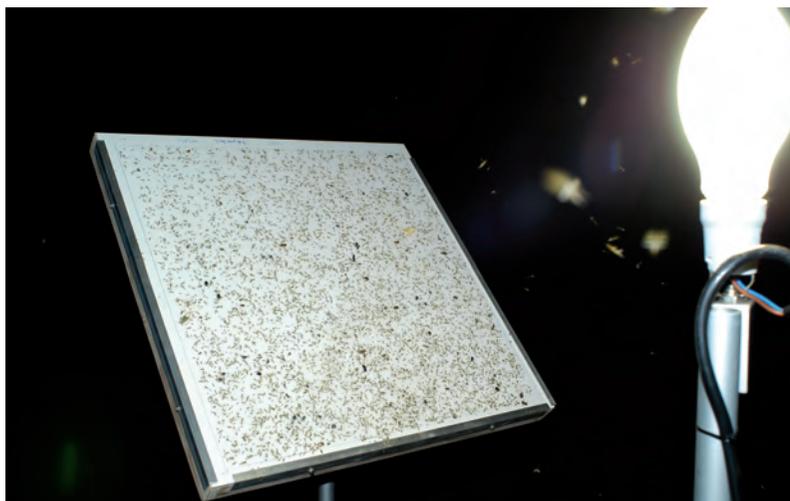
Hemos utilizado el término «interferencia» para señalar que el alumbrado exterior altera de manera más o

menos significativa la actividad de ciertas especies eminentemente nocturnas, sin llegar a provocar en la mayoría de los casos una «aniquilación» directa de las poblaciones afectadas. En los últimos años, la literatura científica ha identificado numerosos grupos zoológicos afectados por la contaminación lumínica, así como diversas formas de impactos sobre la biodiversidad que erosionan las poblaciones de muchas especies. En efecto, se han recogido las consecuencias ecológicas del alumbrado exterior sobre mamíferos voladores y terrestres, aves, anfibios, reptiles, peces, zooplancton... en definitiva, todos los grupos zoológicos existentes. Pero quizás uno de los grupos más significativos, tanto por su importante contribución a la biodiversidad en cifras absolutas

como su posición en la cadena trófica, es el de los insectos.

En este grupo zoológico, el alumbrado exterior provoca un comportamiento de hiperestímulo que se conoce como «vuelo a la luz». La base de este comportamiento es difícil de entender porque los cálculos y circuitos que se usan para el control del vuelo están pobremente estudiados. El vuelo a la luz se traduce en tres grandes impactos: un efecto de cautividad (el insecto se siente atraído por la luz, muere extenuado, quemado o depredado por lo general), el efecto barrera (las fuentes de luz actúan como barreras migratorias o de dispersión) o el llamado efecto aspirador (los insectos son «extraídos» de sus hábitats naturales). En cuanto a los efectos sobre la

En los últimos años, los científicos han identificado numerosos grupos zoológicos afectados por la contaminación lumínica



→ Dispositivos experimentales para la cuantificación de la interferencia de los diferentes tipos de luz sobre los insectos nocturnos. Se trata de paneles adhesivos donde se capturan buena parte de los insectos que vuelan alrededor de la luz

fisiología de los insectos atrapados, se han descrito todo tipo de alteraciones, con consecuencias permanentes o de carácter temporal, sobre la visión, la navegación, la oviposición y el apareamiento de los insectos.

De los conocimientos teóricos a la gestión del problema medioambiental

Los insectos son el grupo zoológico más numeroso en prácticamente todos los ecosistemas terrestres. Además suponen el alimento base para el resto de la cadena trófica y cumplen funciones vitales como la polinización de las plantas. A pesar del creciente conocimiento de las consecuencias de la contaminación lumínica sobre los insectos, aún estamos en una fase muy preliminar en lo que se refiere a su regulación. Como sucede con la mayoría de los nuevos problemas medioambientales, científicos y gestores deben dar algunos pasos que desembocan en una regulación normativa y que en el mejor de los casos mantienen el problema bajo unos mínimos aceptables: en primer lugar se ha de conocer el problema, se debe analizar y cuantificar; posteriormente se desarrollan métodos de medición precisos al tiempo que se deciden los niveles susceptibles de ser

considerados problemáticos o aceptables; y finalmente se incorporan al ordenamiento jurídico dichos niveles, protocolos de medición estandarizados así como medidas de actuación en caso de detectarse el problema en un territorio.

En el caso de los insectos, tenemos ya un buen conocimiento de las consecuencias ecológicas que produce la contaminación lumínica sobre individuos e incluso poblaciones, pero aún estamos trabajando en la estandarización de la medición e incluso en los niveles de contaminación que podemos considerar aceptables. Por si fuera poco, medir luz es mucho más fácil que medir su impacto sobre los insectos, ya que el grado de contaminación de un territorio desde el punto de vista entomológico es además una variable única para cada territorio analizado ya que depende en gran medida de la composición faunística del territorio, que a su vez depende de los tipos de hábitats presentes, de la fragmentación de los hábitats, de la topografía local, del clima, de la riqueza faunística local, etc. Por decirlo de algún modo: conocemos el origen del problema, las consecuencias sobre la fauna, pero nos falta mucho camino por andar

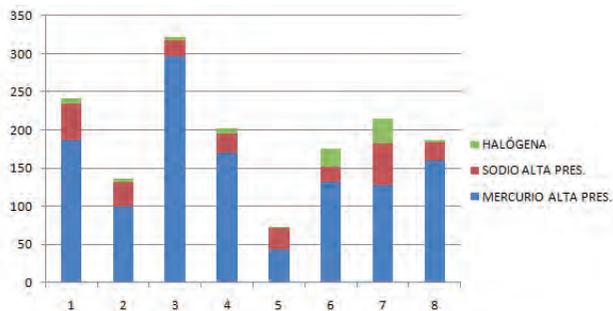
para medir en el día a día el impacto real que supone el problema sobre las mediciones. Algo tan sencillo y tan complejo como responder a la pregunta que los profesionales de la gestión del territorio nos harían: ¿Qué impacto tiene esta luminaria sobre los insectos de esta zona?

En este sentido, el desarrollo de ECO-LIGHT, proyecto LIFE desarrollado en el parque natural de l'Albufera de Valencia entre los años 2004 y 2006, supuso un importante paso para avanzar en esta y otras preguntas. Durante el desarrollo del proyecto se realizaron mediciones de la interferencia de diferentes fuentes de luz sobre los insectos nocturnos. Se consideró que la variable biomasa (peso de insectos afectados por las fuentes de iluminación) era una variable acertada en términos ecológicos y además un parámetro más fácil de medir que la riqueza de especies (que implica saber determinar cada uno de los insectos afectados) o la cantidad de ejemplares de cada especie/grupo (un parámetro muy variable en función del tipo de hábitat), por lo que se daban unos pasos a la estandarización de las medidas. Los resultados de los ensayos corroboraron parte de los datos disponibles. La iluminación basada en vapores de mercurio de alta presión demostraba un efecto muy pernicioso con diferencia. El tungsteno, las lámparas fluorescentes y el sodio de alta presión también ejercen un efecto negativo pero bastante menos pernicioso que en el caso del mercurio. Finalmente, halógenos y sodio de baja presión demostraron efectos bajos sobre los insectos. Esto se explica por la presencia en las fuentes de iluminación más perjudiciales de longitudes de onda que emiten en el ultravioleta A y B. Los resultados están en la línea de los obtenidos previamente por otros investigadores, con un ratio medio sodio alta presión/mercurio alta presión de 0,21.

Sin embargo, el método experimental utilizado no está exento de limitaciones. Por ejemplo, en nuestro caso

Aún estamos trabajando en la estandarización de la medición e incluso en los niveles de contaminación que podemos considerar aceptables

El paso más importante del proyecto ECOLIGHT fue incorporar a la gestión del alumbrado exterior la variable de la biodiversidad



→ Comparación entre la biomasa interferida para lámparas de vapores de mercurio de alta presión, sodio de alta presión y halógenas. En el eje vertical la biomasa se expresa en centigramos, las barras del eje horizontal son réplicas experimentales realizadas en condiciones comparables. El coeficiente medio sodio alta presión/mercurio alta presión es de 0,21

el ensayo se centró en analizar el impacto de cada fuente de iluminación, sin entrar a valorar el efecto de los diferentes diseños de luminarias y su capacidad atractiva. No obstante, el diseño experimental con paneles adhesivos ha servido para seguir investigando en métodos similares adaptables a luminarias.

Pero el paso más importante dado por ECOLIGHT para la protección lumínica del parque natural de l'Albufera fue su empeño en incorporar a la gestión del alumbrado exterior la variable de la biodiversidad. La Ordenanza Municipal para la Protección Lumínica del Parque Natural de l'Albufera (2007) es un texto vigente que regula las características del alumbrado exterior en el espacio natural para asegurar una buena iluminación al tiempo que garantiza un ambiente adecuado para el desarrollo de la vida silvestre.

Perspectivas de futuro

La ordenanza de l'Albufera fue sólo un paso preliminar para regular el origen del problema, el alumbrado exterior. Por ello, buena parte de las regulaciones en el texto normativo se concentran en el alumbrado (altura de báculos, tipos de luz, potencias, zonificación en el espacio natural, limitaciones en el Flujo Hemisférico Superior, etc.). El verdadero aspecto ambiental del texto, y esto es lo que quizás marque más diferencias con el resto de normativas existentes,

está en la incorporación de parámetros y acciones correctivas relacionadas con la biodiversidad. Y es que el texto recoge la posibilidad de incorporar nuevas regulaciones en función del impacto sobre la biodiversidad detectado. Para ello, la normativa contempla el desarrollo de una herramienta metodológica que permite un eficaz seguimiento ambiental del cumplimiento de la ordenanza. Dicha herramienta se utilizará para establecer una vigilancia ambiental y utilizará al menos la fauna invertebrada como grupo bioindicador (pudiendo incorporar cualquier otro grupo zoológico) y sobre todo deberá ser capaz de determinar las posibles afecciones debidas a la fuente de luz y a la tipología de la luminaria.

Una vez desarrollada la herramienta y puesto en marcha un plan de vigilancia, también se contempla la posibilidad de decretar situaciones de emergencia ambiental provocadas por la contaminación lumínica si se observan episodios de mortandad, atracción masiva, alteración de algún ecosistema o cualquier otro episodio descrito o aún no descrito por la comunidad científica, pero directamente causado por el alumbrado, ante los cuales el servicio competente deberá tomar medidas para su corrección. Nuestro grupo de investigación ha aportado datos de gran interés en lo que se refiere a la estandarización y simplificación de las mediciones de biomasa interferida de una manera

relativamente sencilla y rápida a través de técnicas de análisis de imagen. Es un avance significativo para lograr una herramienta sencilla y ágil que permita trabajar con impactos reales y concretos luminaria a luminaria. Para ello el tamaño de los paneles adhesivos que se utilizan para medir la interferencia se reducirá de tamaño y la medición de esta interferencia podrá automatizarse a través de sencillos escaneos y procesos analíticos de imagen.

Volviendo a las fases a las que se somete un problema medioambiental de cara a su regulación, será el momento entonces de decidir los niveles de interferencia susceptibles de ser considerados problemáticos. Ahora seremos capaces de responder a la pregunta de «cuánto contamina ambientalmente esta luminaria concreta» pero habrá que tomar una serie de decisiones igual de importantes. Por ejemplo, ¿qué grado de interferencia estamos dispuestos a tolerar?, ¿vamos a tolerar el mismo grado de interferencia en diferentes hábitats o vamos a tomar esta decisión en función de la rareza de las especies afectadas?, ¿habrá momentos del año en los que no podamos tolerar interferencia alguna?... Y, una vez obtenidas estas respuestas, será cuando podremos retroalimentar la normativa. Sólo así tendremos el problema de la contaminación lumínica completamente acotado para el futuro. En definitiva, y como ya hemos apuntado, un problema ambiental no cuantificado y fuera del ordenamiento jurídico es, a efectos prácticos, un problema que no existe. ■

Para saber más:

T. Longcore y C. Rich. *Ecological Consequences of Artificial Night Lighting*. Island Press, 2006.

Jordi Domingo es biólogo y técnico de proyectos en la Fundación Global Nature. Joaquín Baixeras, doctor en Biología, y Guillermo Fernández, biólogo, son investigadores en el Institut Cavanilles de Biodiversitat i Biologia Evolutiva de la Universitat de València.



Iluminación desbordante, una triste historia

En *Los mundos lejanos* (1947), Bruno H. Bürgel ya afirmaba: «la disminución del brillo de las estrellas en el mar de luces de la gran ciudad debe lamentarse de manera especial; hoy, a los niños de las grandes ciudades se les enseña el aspecto del cielo estrellado en una noche clara, las más de las veces por medio de mapas». Incluso años antes (1935), un clarividente Bertrand Russell advertía: «en las calles de una ciudad moderna, el cielo nocturno es invisible; en los distritos rurales, viajamos en vehículos con potentes faros. Hemos borrado los cielos, y sólo unos pocos científicos siguen atendiendo a las estrellas y los planetas, los cometas y los meteoritos».

Era la primera mitad del siglo XX y la contaminación lumínica estaba restringida aún a las grandes ciudades. La mayor parte del territorio gozaría de noches con oscuridad natural, algo difícil de concebir para un ciudadano occidental medio en el siglo XXI. Lo mismo que la iluminación desbordante a que hemos llegado es algo que no podrían ni imaginar siquiera los citados autores de hace medio siglo.

Al cabo de los años se fue comprendiendo que esta contaminación tiene muchas implicaciones, además de la pérdida de visión del cielo: intrusión en domicilios, perturbación de la biodiversidad, afecciones a la salud y la visión, derroche energético y económico, etc. Y la conciencia del problema dio pie a asociaciones centradas en enfrentarlo, como Cielo Oscuro o, a nivel internacional, la International Dark-Sky Association (IDA). Estas asociaciones vienen perseverando en la información y denuncia y han contribuido también a que se aprueben normativas para reducir el problema mediante la regulación de los alumbrados.

A pesar de todo ello, pasa el tiempo y la contaminación lumínica aumenta continuamente en casi todos los lugares, extendiéndose lo indecible en la lejanía. Es cierto que los alumbrados correctos, «no contaminantes», se aplican cada vez más. Pero, en paralelo, proliferan otras instalaciones con absurdos excesos de luz. Y en el balance predominan desgraciadamente los abusos (como el desmedido celo por la «seguridad» que, a lomos de miles de aerogeneradores, ha transformado los únicos cielos hasta hoy oscuros —los rurales— en ambientes más propios de discotecas).

Pasa el tiempo y la contaminación lumínica aumenta continuamente en casi todos los lugares, extendiéndose lo indecible en la lejanía

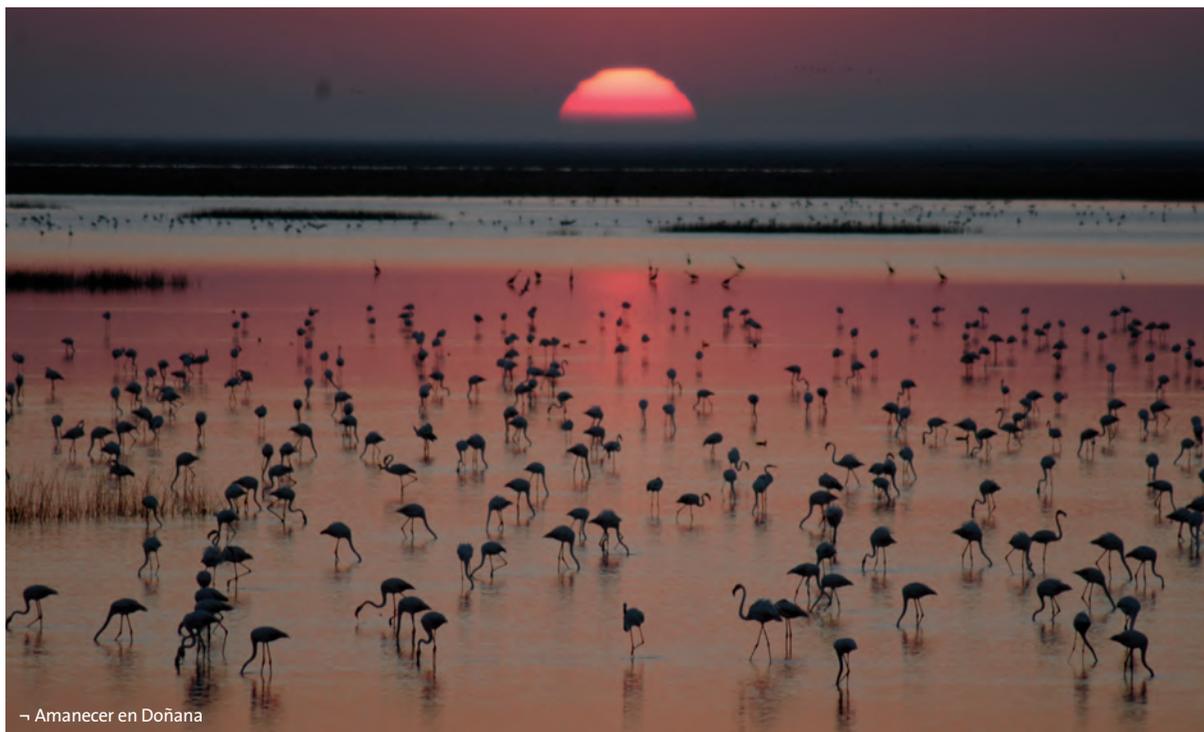


Y es que siguen sin desterrarse mitos como que «es bueno iluminarlo todo» o que «a mayor cantidad de luz, mayor seguridad». Mitos que gran parte de la población cree todavía. Algunos gobernantes quizá también lo crean, pero sobre todo saben que poner farolas a manos llenas es conseguir votos fáciles. Muchos fabricantes de luz ganan más dinero instalando iluminaciones desbordantes que aconsejando lo que indicaría el sentido común. Y no pocos arquitectos y proyectistas caen en el recurso fácil de conseguir efectos con luces disparatadas. Ciudadanos, gobernantes, fabricantes, proyectistas... forman una especie de círculo vicioso donde el error y ciertos intereses vencen y dan vía libre al crecimiento de la contaminación.

Las soluciones existen: no iluminar el cielo; no sobrealuminar el suelo; evitar, en general, las lámparas que emitan en ultravioleta o azul; y apagar todo alumbrado sin uso. Pero las sucesivas normativas, a pesar de un prometedor comienzo, se han revelado inútiles ¡y hasta contraproducentes! para prevenir el fenómeno.

Es verdad que la bonanza económica y los precios irrisorios de la electricidad que disfrutamos hasta hace pocos años también han impulsado esta historia de iluminación desbordante. Quizá en esta materia (como en otras) nos hemos dejado arrastrar por el afán de consumo, hasta las altas cotas del despilfarro. Y quizá tenemos tan poca lucidez que sólo forzados por la crisis y la necesidad pondremos fin a esta triste historia, a bote pronto, a medias, tarde y mal, apagando porque ya no podamos pagar.

Texto: Carlos Herranz
Fotos: Héctor Garrido/EBD-CSIC



→ Amanecer en Doñana

□ Entrevista con Juan José Negro Balmaseda

«EL MUNDO DE LA NOCHE HA SIDO MAYORITARIAMENTE IGNORADO HASTA AHORA»

La Estación Biológica de Doñana es un instituto de investigación del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) ubicado en Sevilla. Su responsable de Investigación es el doctor Juan José Negro, especialista en Biología Evolutiva y Biología de la Conservación y miembro, entre otros, del Comité Científico de la Iniciativa Starlight. Entre las atribuciones de este centro está la de conservar y favorecer la investigación de calidad en la Reserva Biológica de Doñana, creada en 1965 y declarada Patrimonio de la Humanidad en 1994. Refugio para especies amenazadas y lugar de invernada para las aves europeas, es considerado uno de los espacios naturales más importantes del mundo.

Los astrónomos han estudiado y alertado acerca de la contaminación lumínica del cielo nocturno desde hace décadas. Sin embargo, hasta el momento no se ha hablado tanto acerca de las consecuencias de este tipo de contaminación sobre la salud y el medio ambiente...

Ciertamente, fueron los astrónomos los primeros en dar la voz de alarma sobre la pérdida de calidad del cielo nocturno para realizar sus observaciones. Varios observatorios históricos enclavados en zonas urbanas, como el de París o Monte Palomar, han perdido gran parte de su utilidad para

la investigación con telescopios ópticos debido al creciente impacto de la contaminación lumínica. De hecho, los telescopios ópticos gigantes se instalan ahora en zonas montañosas y aisladas, y me refiero a los recientemente montados en las islas Canarias, en las cumbres de la isla de la Palma, o los instalados en los observatorios de Hawai y en los Andes chilenos. Una forma ingeniosa de evitar la contaminación lumínica para la investigación astronómica ha sido lanzar un telescopio, el Hubble, fuera de la atmósfera terrestre. Este instrumento revolucionario ha permitido realizar

«Los efectos de la contaminación lumínica en ámbitos distintos a la investigación del cielo sólo han comenzado a tomarse en consideración en la última década»



→ Juan José Negro

investigaciones inalcanzables con los telescopios terrestres. No obstante las ventajas, el emplazar un telescopio en el espacio tiene un coste «astronómico», valga la redundancia, y no cabe pensar en que toda la astronomía del futuro se base en este tipo de observaciones.

Los efectos de la contaminación lumínica en ámbitos distintos a la investigación del cielo sólo han comenzado a tomarse en consideración en la última década. Los ecólogos y los fisiólogos han llegado quizá tarde porque los efectos adversos de la luz artificial sobre la biodiversidad y la salud humana son en general sutiles y difíciles de separar de los producidos por otras fuentes de estrés ambiental. Existe una fuerte corriente naturalista, de todos modos, que aboga por la preservación de la calidad del cielo nocturno por razones culturales (el cielo estrellado es una herencia milenaria que debemos dejar a las siguientes generaciones) y ecológicas (aunque no conozcamos con precisión los efectos de la luz artificial en las especies de vida nocturna, el principio de precaución sugiere que introduzcamos la menor cantidad posible de luz en sus hábitats naturales).

¿Cuáles son los principales impactos conocidos debidos a la introducción de luz artificial en el medio natural?

Los efectos que vamos conociendo de la luz artificial en los sistemas naturales son en ocasiones dramáticos. Las aves migratorias nocturnas —decenas de millones de individuos en todo el mundo— pueden sufrir desorientaciones debido a la iluminación del viario y los edificios. Algunas colisionan contra estructuras construidas por el hombre, como faros costeros, rascacielos o plataformas petrolíferas marinas. Es difícil realizar estimaciones de mortalidad, pero los estudios realizados con aves marinas que nidifican en zonas costeras próximas a núcleos urbanos indican que cientos o miles de individuos pueden acabar perdidos tierra

adentro, en vez de dirigirse a mar abierto. En Canarias, y más concretamente en la isla de Tenerife, petreles jóvenes de varias especies pierden el rumbo cada otoño en el primer viaje de sus vidas. Son aves marinas que pasan gran parte de su existencia en alta mar, pero necesitan tierra firme para reproducirse. El único pollo que es capaz de criar cada pareja deja el nido una noche a principios de octubre. Debe dirigirse al mar, pero las farolas de los pueblos y paseos marítimos pueden hacer que acaben en tierra. Si no fuera porque se organizan campañas de búsqueda y recogida incluyendo numerosos voluntarios, la mayoría morirían.

Otros grupos de animales que sufren alteraciones evidentes en su comportamiento son los insectos. Las polillas y mariposas nocturnas, algunas en peligro de extinción, sienten una irresistible atracción por la luz artificial. En torno a las farolas se congregan y allí pueden ser fácil presa de murciélagos, que, a su vez, han variado su comportamiento habitual haciéndose más urbanos. Otras especies que sabemos se afectan grandemente por la luz artificial son las tortugas marinas y numerosas especies de peces y cefalópodos oceánicos. De hecho, algunas se pescan de noche con grandes focos luminosos que los atraen hacia las redes.

La ley de protección de la atmósfera de 2007 afirma la necesidad de que las administraciones públicas preserven al máximo posible «las condiciones naturales de las horas nocturnas en beneficio de la fauna, la flora y los ecosistemas en general». ¿Qué iniciativas se han adoptado desde los diferentes organismos con competencias en gestión e investigación del medio natural en España?

Ha de aclararse, en primer lugar, que las competencias de gestión medioambiental están repartidas entre el gobierno del Estado, las autonomías y los ayuntamientos. Por tanto, debemos fijarnos en qué ha hecho y qué puede hacer cada una de estas administraciones. El actual Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino tiene competencias sobre algunos parques nacionales, pero algunas comunidades autónomas, como Cataluña y Andalucía, gestionan ya los suyos, además de los parques naturales creados por ellas mismas. Pero, curiosamente, el primer reglamento nacional que menciona expresamente el efecto negativo de la contaminación lumínica y pretende combatirla, fue promulgado en 2008 por el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio (*REAL DECRETO 1890/2008, de 14 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior y sus Instrucciones técnicas complementarias EA-01 a EA-07*). Con anterioridad, el Gobierno Español, a propuesta del parlamento de las islas Canarias, aprobó el 31 de octubre de 1988 la Ley sobre Protección de la Calidad Astronómica de los Observatorios

«Existe una fuerte corriente naturalista que aboga por la preservación de la calidad del cielo nocturno por razones culturales y ecológicas»



→ La Luna llena saliendo sobre el horizonte en Doñana

del Instituto de Astrofísica de Canarias (*LEY 31/1988*) y el Reglamento que la regula (*REAL DECRETO 243/1992*). Esta ley afecta a la isla de La Palma y a la parte de la isla de Tenerife que «mira» hacia La Palma.

De ámbito autonómico, es interesante mencionar la normativa catalana de iluminación (*LEY 6/2001*) para la protección del medio nocturno y un más reciente decreto andaluz (*DECRETO 357/2010, por el que se aprueba el Reglamento para la Protección de la Calidad del Cielo Nocturno frente a la contaminación lumínica y el establecimiento de medidas de ahorro y eficiencia energética*).

Los ayuntamientos, por su parte, han hecho esfuerzos individuales por reducir contaminación lumínica, a veces para adaptarse a normativas de régimen superior o por la muy loable iniciativa de reducir gastos en su factura de la luz. Un caso destacable es el de la ciudad de Vitoria-Gasteiz, en el País Vasco, cuyo ayuntamiento ha anunciado recientemente importantes ahorros con la modificación ecológica de una parte de su alumbrado público.

¿Qué líneas de investigación hay actualmente activas en el CSIC para el estudio de este fenómeno?

En el CSIC hemos comenzado recientemente a trabajar con tortugas marinas y petreles. Se trata de investigadores de la

Estación Biológica de Doñana que trabajan en Cabo Verde (para las tortugas) y en Canarias (para aves marinas). Se pretende evaluar la dimensión del problema y buscar soluciones ensayando, por ejemplo, lámparas que no sean tan atractivas como las actuales. Desde el CSIC también hemos solicitado este año 2011 financiación europea para proyectos de investigación en colaboración con investigadores de otros países de la Unión, entre los que se encuentran Holanda, Alemania y Francia. Tenemos que reconocer, de todos modos, que la línea de investigación sobre contaminación lumínica y biodiversidad se encuentra en su infancia.

Los parques nacionales y naturales cuentan con un elevado grado de protección en múltiples aspectos. ¿Es satisfactorio el control de las emisiones luminosas en estos espacios de referencia? ¿En qué situación nos encontramos en relación con otros países de nuestro entorno?

Los espacios protegidos en general se han declarado como tales por sus valores de biodiversidad, culturales y paisajísticos. Pero esto último, a la luz del día. El mundo de la noche ha sido mayoritariamente ignorado hasta ahora. Comienza, no obstante, a apreciarse el valor del cielo oscuro. En otros países ya se distinguen con acreditaciones de calidad algunas reservas por la calidad de su cielo nocturno. La lista de parques nacionales y naturales declarados reserva de cielo oscuro crece en Estados Unidos y Canadá. El último, un parque nacional emblemático de las Montañas Rocosas: Jasper, en la provincia de Alberta.

España es el país de origen de una valiosa iniciativa en similar sentido: la Iniciativa Starlight (La Luz de las Estrellas), que, patrocinada por la UNESCO, y ya de ámbito internacional, proporcionará acreditaciones a las reservas naturales y de patrimonio cultural que demuestren suficiente calidad de cielo para merecerlas. Tal como reza su portal de Internet, «la Iniciativa Starlight se concibe como una campaña internacional en defensa de la calidad de los cielos nocturnos y el derecho general a la observación de la estrellas, abierta a la participación de todas las instituciones y asociaciones científicas, culturales y ciudadanas relacionadas con la defensa del firmamento». En estos momentos, se estudia la declaración de Reserva Starlight para la Reserva de la Biosfera de Fuerteventura, en Canarias, y al menos dos parques nacionales de la península ibérica, el de Doñana y el de Monfragüe, preparan sus planes de acción para hacerse acreedores a este marchamo de calidad de cielo.

En un marco de escasez presupuestaria, la regulación sobre alumbrado en España atiende de forma preferente a la eficiencia energética de las instalaciones. ¿Hay normativas que aborden específicamente la cuestión de la contaminación lumínica «ecológica»?

«La Iniciativa Starlight proporcionará acreditaciones a las reservas naturales y de patrimonio cultural que demuestren suficiente calidad de cielo para merecerlas»



→ Resplandor de contaminación lumínica sobre el cielo de Doñana. Corresponde a una fotografía hecha desde Martinazo, en el centro del Parque Nacional, y es emitido por el conjunto Bahía de Cádiz-Sanlúcar-Jerez de la Frontera

Es verdad que la mayor preocupación de las autoridades en lo que se refiere al alumbrado público parece ser reducir gastos. Y para ello, nada mejor que consumir menos electricidad. Esta política tiene la bondad de provocar menos contaminación lumínica y, de forma colateral, reduce la producción de gases de efecto invernadero que provocan calentamiento atmosférico. En fin, que si además de reducir luz artificial nocturna luchamos contra el cambio climático, el beneficio es doble y no tengo nada que objetar.

Las normativas a las que aludía en una respuesta anterior mencionan el efecto negativo de la contaminación lumínica sobre el medio ambiente, pero sin hacer precisiones. El reglamento canario tiene el objetivo claro de proteger las observaciones astronómicas, y los reglamentos más recientes, como la ley catalana o los reglamentos nacional y andaluz de alumbrado, tienen como principal objeto promover el ahorro y la eficiencia energética. Algo que, por cierto, es muy juicioso y necesario estemos o no en una situación de crisis económica.

Díganos cuáles son, en su opinión, las principales medidas a tener en cuenta de cara a una protección integral del medio frente a la contaminación lumínica producida por los alumbrados de exteriores.

Existen numerosas soluciones técnicas para reducir la contaminación lumínica sin renunciar a los beneficios de la luz eléctrica. En primer lugar, se puede actuar eligiendo el tipo de lámpara, y quizás la menos contaminante es la de vapor de sodio de baja presión. Oímos hablar también de las bondades de la lámpara LED por su bajo consumo, pero en este

caso hay que advertir que el LED blanco tiene un espectro de emisión que incluye las longitudes de onda azules, que son las que tienen un efecto más negativo sobre los animales.

También se puede reducir sobremanera la contaminación lumínica utilizando luminarias que evitan la dispersión de luz hacia el cielo. Para que nos entendamos, las farolas deben iluminar hacia abajo, hacia la calle, y para ello deben tener reflectores en su parte superior que dirijan el haz de luz hacia las superficies que se deben iluminar.

La Oficina Técnica del Instituto de Astrofísica de Canarias tiene un magnífico portal web y un servicio de atención que orienta sobre lámparas y luminarias no contaminantes. Su experiencia de décadas a favor de la observación astronómica en el archipiélago canario está sirviendo de base para los reglamentos de alumbrado público que se están promulgando en el Estado español y en las autonomías. Ante cualquier duda, recomiendo acceder a su portal y seguirlo con detenimiento. También puede acudir a la información de Internet que proporciona Cielo Oscuro, Asociación contra la Contaminación Lumínica, una organización no gubernamental que opera en nuestro país y es pionera en la defensa del cielo oscuro.

Y, en cualquier caso, como medida preventiva para reducir la contaminación lumínica debe evitarse la sobreiluminación. O el iluminar cuando nadie se beneficia de ello. Va siendo hora de utilizar sistemas que apagan la luz, o disminuyen su intensidad, cuando no se circula por calles y carreteras. Las soluciones técnicas existen y deben utilizarse. ■

«Para reducir la contaminación lumínica debe evitarse la sobreiluminación. O el iluminar cuando nadie se beneficia de ello»

EL LADO OSCURO DE LA LUZ: EFECTOS DE LA CONTAMINACIÓN LUMÍNICA SOBRE LA SALUD HUMANA

Desde que la vida se originó en nuestro planeta, se desarrolló en un entorno rítmico predecible. Así, cada forma de vida evolucionó para garantizar la coordinación temporal con su entorno cíclico, una tarea realizada gracias a la presencia de un sistema circadiano. Estos ritmos circadianos son aquellas variables de nuestro organismo que oscilan con un periodo cercano (*circa*) a las 24 horas (*diem*).

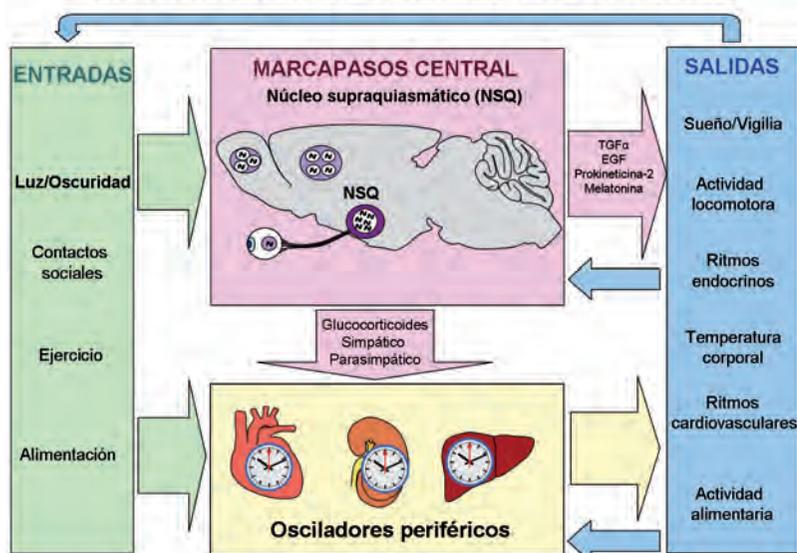
Luz y oscuridad como sincronizadores del sistema circadiano

El sistema circadiano de los mamíferos se compone de una red de estructuras, organizada jerárquicamente, responsable de la generación y sincronización de los ritmos circadianos con el medio ambiente. Esta red de estructuras está integrada por un marcapasos central, situado en el núcleo supraquiasmático (NSQ) del hipotálamo, y varios osciladores periféricos. El NSQ transmite señales temporales rítmicas a todos los órganos y tejidos a través

de mediadores humorales (entre los cuales la hormona melatonina juega un papel principal) y del sistema nervioso autónomo. Entre todas las señales ambientales, la alternancia de luz/oscuridad cada 24 horas es el sincronizador más importante del NSQ. En condiciones naturales, el NSQ se reajusta todos los días gracias a la señal luminosa que le llega a través de una vía no visual que se inicia en un subgrupo de células ganglionares de la retina que poseen un fotorpigmento, la melanopsina, que es particularmente sensible a la luz azul.

La insuficiente exposición a luz diurna y/o la excesiva exposición a luz brillante por la noche perjudican el funcionamiento del NSQ, afectando a los ritmos de cortisol y melatonina, dos de las señales humorales más importantes que transmiten la señal luminosa a los tejidos periféricos. En las sociedades modernas se están implantando jornadas de trabajo continuadas de 24 horas, hecho que se traduce en un aumento de la proporción de población que participa habitualmente en trabajo por turnos y que, en consecuencia, sufre disfunción circadiana o cronodisrupción; es decir, pérdida del orden temporal interno: los ritmos fisiológicos dejan de estar coordinados entre sí.

Estructura del sistema circadiano



→ Estructura del sistema circadiano en los mamíferos. Modificado de Garaulet M & Madrid JA. 2009

La melatonina, la hormona de la noche

Una de las salidas del NSQ mejor conocidas es la vía multisináptica que alcanza la glándula pineal, responsable de la síntesis de melatonina, hormona que difunde el mensaje temporal del NSQ al resto del organismo. Su síntesis está sometida a una doble regulación: por un lado a la estimulación noradrenérgica (es decir, del neurotransmisor adrenalina), por parte del NSQ que tiene lugar durante la noche; y, por otro, a la acción directa inhibitoria de la luz. Así, la producción de esta hormona muestra un marcado

La duración de la producción de melatonina está directamente relacionada con la duración de la noche

En las sociedades modernas el ciclo natural de luz/oscuridad se ha alterado por el abuso de la luz artificial durante la noche

ritmo circadiano, con valores bajos durante el día y elevados durante la noche, con independencia del carácter nocturno o diurno de los organismos, lo que ha llevado a que se la conozca como la «oscuridad química».

La gran estabilidad de su ciclo y el hecho de que su producción coincida con la oscuridad ha permitido que la melatonina sea utilizada por los organismos como un reloj diario, que les informa de la llegada de la noche, y también como un calendario que les informa del momento del año preciso en el que se encuentran. Esto último se consigue gracias a que la duración de la producción de melatonina está directamente relacionada con la duración de la noche y, por lo tanto, a medida que se extiende el periodo de oscuridad se prolonga el tiempo en el que la secreción de melatonina permanece elevada. De igual forma, un acortamiento de la fase de oscuridad supone una disminución progresiva del tiempo que los niveles de esta hormona permanecen elevados.

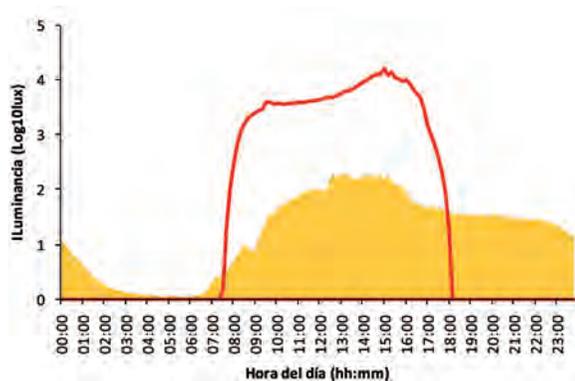
En las sociedades modernas, el ciclo natural de luz/oscuridad se ha alterado por el abuso de la luz artificial durante la noche. Una de las conse-

cuencias fisiológicas directas de la exposición a luz nocturna es la supresión de la síntesis de melatonina. La reducción en los niveles de melatonina se produce tanto por la prolongación de la luz al periodo de oscuridad natural como por exposiciones breves a la luz durante la noche. El grado de supresión vendrá definido por el momento en que tenga lugar la exposición, la duración de la misma y las características de la luz (luminosidad y longitud de onda). Las longitudes de onda que producen mayor inhibición son las que se encuentran en el rango de los 460-480 nm (luz azul). Además, el posible restablecimiento de la síntesis elevada de melatonina tras una breve exposición a la luz durante la noche parece depender del momento de la fase de oscuridad en el que se produce la exposición. Si la exposición a la luz se produce en la primera mitad de la noche, los niveles de melatonina nocturnos pueden restablecerse (en una hora tras el pulso de luz). Por el contrario, si el pulso de luz se produce en la segunda mitad del periodo de oscuridad, no se restablece la elevación de los niveles de melatonina. La intensidad también influye: en humanos, la exposición a un pulso de luz brillante de 30 minutos de

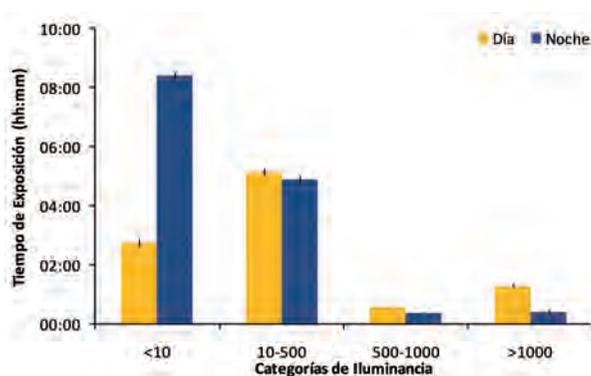
duración en mitad de la fase de oscuridad conduce a una reducción del 70% de la secreción de melatonina. Así, la exposición inadecuada a la luz durante el día y la noche contribuye a la pérdida del orden temporal interno o cronodisrupción.

Disfunción circadiana (cronodisrupción)

Existe un «precio a pagar» fisiológico por la alteración persistente del ciclo circadiano. Así por ejemplo, desplazamientos semanales de 12 horas en el ciclo de luz/oscuridad reducen significativamente la esperanza de vida media de hámsteres aquejados de miocardiopatía, lo que sugiere que la alteración de los ritmos circadianos podría incrementar aún más el desarrollo de patologías previas. En humanos, desplazar los hábitos personales hacia el modo de vida nocturna, por ocio o trabajo, se asocia a una disminución paralela en el tiempo dedicado a dormir, que ha pasado de 9 horas a principios del siglo XX a 7 horas cien años más tarde. Se estima que entre el 20-25% de la población trabaja en turnos y la proporción va en aumento. Estudios epidemiológicos muestran una relación estadísticamente signifi-

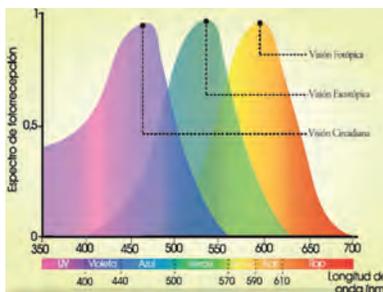


→ Gráfica que representa el patrón de iluminación circadiano que recibe una población de ancianos de Toledo. La línea roja indica el fotoperiodo natural. Podemos comprobar cómo falta exposición a luz brillante durante el día y, en cambio, se mantienen niveles elevados de iluminación durante la noche



→ Niveles de iluminación correspondientes a jóvenes de la Región de Murcia. Se observa cómo, de nuevo, se pasa muchas horas con baja iluminación ambiental durante el día (menos de 10 luxes) y casi 30 minutos con altos niveles de iluminación durante la noche (más de 1000 luxes)

La exposición inadecuada a la luz durante el día y la noche contribuye a la pérdida del orden temporal interno o cronodisrupción



→ Espectro de fotorecepción en donde pueden observarse, de derecha a izquierda, los máximos correspondientes a la visión fotópica (de día), escotópica (de noche) y el máximo de excitación para las células ganglionares de la retina, que envía la información al sistema circadiano

cativa entre la cronodisrupción y el aumento en la incidencia del síndrome metabólico, de las enfermedades cardiovasculares, deterioro cognitivo, trastornos afectivos y envejecimiento acelerado.

Es más, cada vez existen más evidencias en la literatura científica que vinculan la exposición a luz por

la noche (*light at night* o LAN) con un aumento del riesgo de padecer determinados tipos de cáncer como el de mama, próstata y colorrectal. Si bien los estudios epidemiológicos son por el momento asociativos y no indican causalidad, recientemente la Agencia Internacional para la Investigación sobre el Cáncer ha concluido que el trabajo a turnos que implique disrupción circadiana es, probablemente, carcinogénico en humanos. Esta misma agencia, en una nota de prensa, reivindica la «necesidad de más estudios para evaluar los posibles riesgos potenciales de la luz nocturna en otros tipos de cáncer».

Conclusiones

Para mantener una buena salud es necesario que el sistema circadiano funcione correctamente. La luz es el principal sincronizador del sistema circadiano y, por tanto, es importante que el día sea *día* y la noche sea *noche*, lo que implica exponerse a

luz brillante (que no tomar el sol) durante el día y hacer un uso adecuado de la iluminación en el interior de los edificios, teniendo en cuenta tanto la intensidad como su espectro. En cuanto a la iluminación nocturna en exteriores habría que recomendar aquellas lámparas en cuyo espectro se encuentre reducida la banda del azul, siendo las más apropiadas las lámparas de sodio a baja presión que, además, presentan una alta eficiencia energética.

Por otro lado, se hace imprescindible desarrollar una normativa para evitar la intrusión del alumbrado público en el ámbito privado, regulando una distancia mínima de las luminarias a las ventanas o puertas de los edificios. Hay que recordar que un buen alumbrado público se caracterizará por iluminar estrictamente las zonas en las que la luz sea necesaria, sin que esta sea emitida hacia zonas que no la requieran. Con las evidencias científicas existentes, y aplicando el principio de precaución, tenemos la obligación de trabajar en el desarrollo de nuevas tecnologías de iluminación *cronosaludables* que salvaguarden nuestro reloj y no interfieran con los ritmos circadianos normales de los animales y las plantas. ■

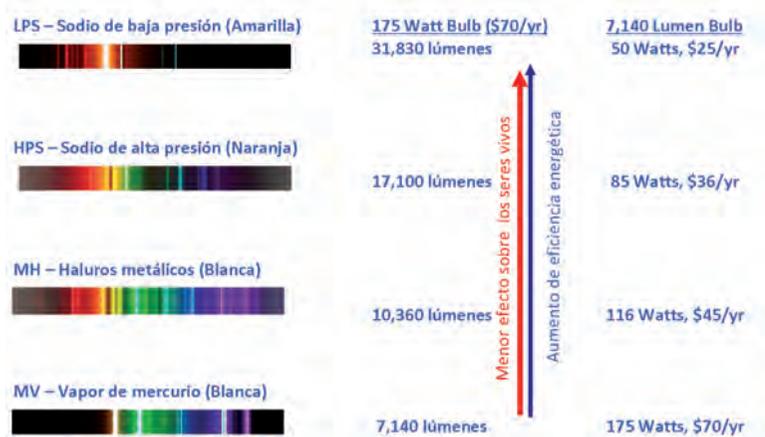
Para saber más:

J.A. Madrid y M.A. Rol. *Cronobiología básica y clínica*. Editecred, 2006.

Varios autores. *Documento final del Grupo de trabajo GT-LUZ «Contaminación lumínica»*. 9º Congreso Nacional del Medio Ambiente, 2008.

Los doctores M.A. Rol y J.A. Madrid son, respectivamente, profesora titular y catedrático de Fisiología en la Universidad de Murcia. B. Baño, A. Martínez, M.A. Bonmatí y E. Ortiz son doctorandos. Todos ellos son biólogos e investigadores del Laboratorio de Cronobiología de dicha universidad.

¿Cómo iluminar la Noche?



→ Diferentes tipos de lámparas con su espectro luminoso, eficiencia energética, coste que suponen y su grado de influencia sobre los seres vivos



Alumbrado público y sostenibilidad

Casi nunca nos detenemos a examinar hasta qué punto el alumbrado público es necesario y qué características básicas debe tener. Puede que la manera más fácil de conseguir que un alumbrado público sea sostenible y tremendamente ahorrador de energía sea el no hacerlo. Y esa es una tendencia que desgraciadamente estamos viendo cada día, mediante el apagado de instalaciones, muchas de ellas no sólo necesarias sino esenciales, o mediante la baja de sus características básicas por debajo de las necesidades mínimas y que lo hacen prácticamente inservible.

¿Es necesario el alumbrado público? Creo que la respuesta es clara, y no solo porque hoy día, si está adecuadamente hecho, ayuda a garantizar la seguridad de tráfico, personas y cosas, disminuyendo el número de accidentes nocturnos con una intensidad de circulación elevada. Sería inconcebible hoy día que el mundo funcionase sólo desde el amanecer hasta el anochecer, sería un despilfarrero de las enormes inversiones públicas hechas en infraestructuras, de las inversiones privadas en el desarrollo, del uso de nuestras ciudades, de la capacidad productiva instalada, etc. No sería posible una «sostenibilidad» real de nuestra sociedad funcionando sólo doce horas diarias en lugar de la veinticuatro posibles.

En los últimos sesenta años se ha avanzado enormemente en la tecnología del alumbrado, teniendo una base de conocimientos suficiente como para poder establecer las condiciones para un buen alumbrado, con las exigencias mínimas suficientes en función de las tareas, y con las características que aseguran un correcto mantenimiento. Y la verdad es que muchas veces no se tienen en cuenta estos estudios y vemos despilfarros de «sostenibilidad» y de «energía» con la iluminación (valga como ejemplo lo que sucede en muchos túneles, utilizando de noche niveles solo necesarios por el día). Por lo tanto, el alumbrado público sí es necesario, pero sólo donde haga falta, con los niveles adecuados y con la calidad que asegure la visibilidad.

Y a continuación sin duda es necesario que el alumbrado público sea «sostenible». La primera reflexión que hay que hacer es que la «sostenibilidad» viene influida por la duración de las instalaciones, que es un bien de inversión. Mientras que otros bienes tienen una duración de vida limitada, el alumbrado público tiene una vida media de



más de treinta años con una amortización del 3% anual, es decir, que las instalaciones que se realizan actualmente las cambiarán nuestros hijos o nuestros nietos, y este es también el motivo por el que muchas de las instalaciones en uso actualmente actuales están técnicamente obsoletas. Un clásico error que se ha producido desde el inicio del alumbrado público es que, debido a la longevidad de los materiales empleados, se intentan reutilizar las luminarias antiguas, sustituyendo únicamente la fuente de luz, cuyo mayor flujo y su rendimiento energético no era adecuadamente aprovechado por el propio diseño de la luminaria.

En el alumbrado en general y en el alumbrado público en particular, es indudable que las mejoras técnicas se producen con el desarrollo de nuevas fuentes luminosas, que han ido evolucionando sin parar. Por lo tanto, es fundamental que cuando se piensa en que una instalación que se realiza hoy día deba ser sostenible, se haga diseñando adecuadamente todos sus parámetros y teniendo en cuenta el estado del arte de sus diferentes elementos.

En esto se está fijando la CE, que ha pasado de elaborar normas y recomendaciones sobre los productos aislados a estudiar la propuesta actual de la federación europea de fabricantes (CELMA) de basar el ahorro energético y la sostenibilidad en la LSL (Lighting System Legislation), que tiene en cuenta no solo a los componentes individualmente sino como un conjunto dentro de una instalación de iluminación completa. La sostenibilidad vendrá dada por el uso adecuado de la última tecnología posible, y ya experimentada, de cada una de las partes que componen la instalación y, por lo tanto, en la capacidad de conocimiento de todas estas tecnologías para poder aunarlas en un momento determinado.

El alumbrado público sí es necesario, pero sólo donde haga falta, con los niveles adecuados y con la calidad que asegure la visibilidad



→ Panorámica de la península Ibérica desde la Estación Espacial Internacional. ESA/NASA

MIDIENDO LA CONTAMINACIÓN DEL CIELO DESDE EL ESPACIO

En los últimos años, la contaminación lumínica ha pasado de ser un problema de astrónomos a ser considerado un problema global. Existía una sensación subjetiva entre los astrónomos españoles de que las calles de las ciudades españolas estaban más iluminadas que las de nuestros vecinos europeos, pero no se disponía de estudios que apoyasen o refutasen esa impresión. En 2006, cuando comenzó nuestra investigación, era impensable tomar medidas de un número significativo de calles de ciudades europeas para llegar a una conclusión al respecto.

Si no podíamos estudiar el problema desde el suelo, quizás las imágenes de satélite pudiesen ayudarnos. Así comenzamos a analizar las imágenes nocturnas tomadas desde los satélites estadounidenses DMSP/NOAA que nos proporcionaban una cobertura global. Hay dos sesgos importantes a la hora de estudiar la cantidad de luz emitida y registrada desde el satélite: la saturación, que impide medir con fiabilidad las zonas más interesantes (los núcleos de las grandes ciudades), y el sesgo originado por la distribución de la población. En las imágenes de satélite, España no aparenta tener una cantidad de luz mucho mayor que otros países. Sin embargo, es uno de los países con menor densidad de población de la Unión Europea.

Por ello decidimos, en primer lugar, medir el área afectada por la contaminación lumínica en las imágenes en lugar de analizar la cantidad de luz emitida. Además, para eliminar la componente demográfica, comparamos dicha superficie con el área construida, que es en principio el área en que se realizan las

actividades humanas y, por tanto, la que tiene sentido iluminar. Los resultados mostraban que existía, como esperábamos, un área afectada por contaminación lumínica en España superior a la de cualquier otro país de la UE. La posible causa se encuentra en la demografía: densidad de población muy baja y muy concentrada en ciudades y pueblos. Encontramos una relación clara entre la densidad de población en área construida y su emisión. En principio, esto puede parecer paradójico ya que es necesario iluminar menos área por habitante.

Sin embargo, existían algunos casos que parecían escapar de la tendencia general España y los Países Bajos eran los dos casos extremos, por exceso y defecto. Gracias al estudio encargado por la *Comisión Europea Final Report Lot 9: Public street Lighting* (VITO, 2007) conseguimos los datos necesarios para calcular una estimación del consumo eléctrico en alumbrado público y, entre otros, la potencia instalada por luminaria. Pudimos relacionar la componente que no podía explicar la densidad de población con la potencia de las farolas.

El resultado nos indicaba que España tenía no sólo las farolas más potentes de Europa, según los datos del informe, sino que, además, esto se notaba en las imágenes de satélite.

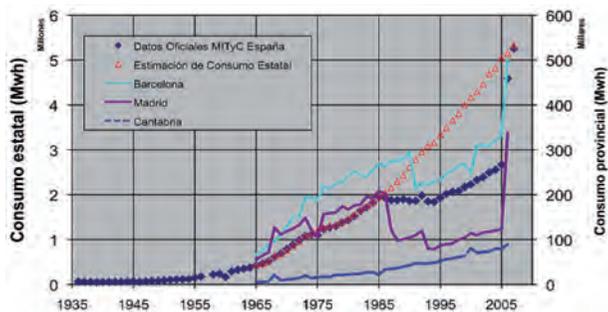
El gasto en alumbrado público español

Curiosamente, según los datos oficiales que se presentaban en dicho informe el consumo eléctrico español era anormalmente bajo. Como estos datos no casaban con nuestros resultados nos centramos en estudiar las diversas fuentes que daban estimaciones o estadísticas sobre el gasto en alumbrado público español.

Tan solo las estadísticas energéticas anuales del Ministerio de Industria daban datos con un detalle mayor. Existía una serie de datos nacionales desde 1936 hasta 2007 y datos por provincias desde 1967 a 2007. Dentro de este conjunto de datos, encontramos algunos errores evidentes o cambios en la manera de realizar la estadística. Por ejemplo, según las estadísticas, el consumo en alumbrado público madrileño se había reducido a la mitad en tan solo 2 años entre el año 1985 y 1987. Algo parecido había ocurrido en otras provincias como Murcia o Barcelona, mientras en otras provincias este efecto no se apreciaba. Esto nos hizo descartar que fuera un efecto de un cambio tecnológico.

Como se disponía de datos de satélite desde el año 1992, estudiamos a partir de esa fecha y encontramos una relación directa entre la población, el consumo eléctrico y la señal de las imágenes de satélite usando los datos de aquellas provincias para las que no existían estos extraños saltos en la estadística. De esta manera, asumiendo un comportamiento similar para el resto, dispusimos de una herramienta para realizar una estimación del consumo eléctrico para las provincias afectadas por los errores estadísticos. Nuestros datos de consumo energético obtenidos de esta manera sí estaban de acuerdo con lo que las imágenes de satélite nos habían mostrado.

Poco después el Ministerio de Industria publicó los datos de 2007, en los que



→ Evolución del gasto en alumbrado público en España desde 1936 a 2007. Comparativa entre las estimaciones de los autores y los datos oficiales del Ministerio de Industria e Instituto Nacional de Estadística

pasaba una estimación de gasto en alumbrado público para 2006 de 2,8 TWh (corregido parcialmente meses después) a 5,2 TWh para el año 2007. Repasamos los datos por provincias y comprobamos que los nuevos datos sí eran coherentes con la población de dichas provincias y la señal que obtenemos de los datos de satélite. Solo quedaba descubrir por qué los datos de 2007 volvían a ser coherentes. Una entrevista con funcionarios del Ministerio puso de manifiesto que en los formularios de las encuestas se asumía que el consumo de la tarifa especial de alumbrado público era igual al gasto en alumbrado público. Sin embargo, en algunas grandes ciudades, se utilizaba otra tarifa ya que era más económica. Al desaparecer en 2007 la tarifa especial de alumbrado público, la estadística se realizó sin ese sesgo y se recuperaron los valores normales.

Nueva generación de medidas de contaminación lumínica por satélite

En la actualidad estamos estudiando cómo ha sido la evolución del gasto en alumbrado público en las provincias españolas con los datos oficiales corregidos por los datos demográficos y de imagen de satélite. También seguimos extrayendo conclusiones de los datos que nos proporcionó el informe VITO y nuevas fuentes de imágenes que proporcionan los astronautas de la *Estación Espacial Internacional*.

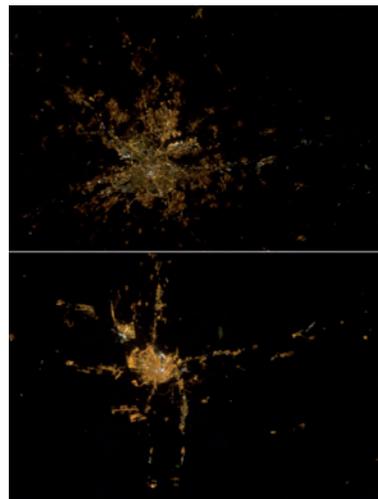
Los datos indican que España utiliza un exceso de potencia de manera genera-

lizada. Las estadísticas nos sitúan como el país que gasta más por habitante y con las farolas más potentes. Pero ahora las imágenes ya no dejan lugar a dudas. Hace cuatro años era imposible comparar el brillo de una ciudad española y una francesa, por ejemplo. Aunque estamos aún en una fase preliminar de estudio, se puede ver claramente en las imágenes como las ciudades españolas brillan mucho más.

Otros países con economías mucho más boyantes como Alemania u Holanda tienen instalaciones mucho menos potentes. El consumo por habitante de España es de 166 kWh/ha, frente a los 40 kWh/ha de Irlanda y Holanda o 70 kWh/ha de Alemania y los 90 kWh/ha de Italia. Esto supone una carga económica muy importante para los ayuntamientos españoles. Usando los datos aun erróneos, el Ministerio de Industria estimaba que el 44% del gasto eléctrico de los ayuntamientos era el alumbrado público. Con los datos actuales, estimamos un coste anual de 450 millones de euros.

Consecuencias

Pero ¿gastar menos es lo mismo que disminuir la contaminación lumínica? La cantidad de luz que podemos inyectar al medio depende de la eficiencia de nuestro sistema pero también de la potencia de nuestra lámpara. El que nuestro sistema sea eficiente hace que una mayor cantidad de la luz se use en el objetivo real de la iluminación que es iluminar el suelo, pero aun



→ Imágenes de Toulouse (arriba) y Zaragoza realizadas desde la Estación Espacial Internacional durante la misma órbita con idéntica exposición, sensibilidad, focal y apertura. Toulouse tiene 439.000 habitantes, Zaragoza 675.000 habitantes. Sin embargo, Toulouse es menos brillante y más extendida que Zaragoza. ESA/NASA

en sistemas 100% eficientes, sigue existiendo una contaminación producida por la reflexión en el suelo de esa luz. Por tanto, reducir potencia siempre reduce la contaminación lumínica.

En este momento, la potencia por luminaria en España es de 160 W, cuando la media europea está en 111 W (Alemania está en 70 W y Holanda en casi 60 W). Cuando no se puede realizar una inversión importante, esta puede ser una buena solución, simplemente eliminar los excesos. Esto nos hace pensar que con solo adaptar la potencia de nuestro parque de luminarias al estándar de estos países podríamos disminuir nuestra factura eléctrica a la mitad. Pero cuando se realiza una fuerte inversión, debería exigirse que los estándares a cumplir sean los que ya funcionan en los países más eficientes de Europa y no perpetuar el modelo sobreiluminado español. Podemos apostar por una renovación del parque de luminarias, mejorar la calidad de la iluminación y preparar nuestro país para un mundo en que la energía es cada vez más cara. ■

Los datos indican que España utiliza un exceso de potencia de manera generalizada

Alejandro Sánchez y Jaime Zamorano son, respectivamente, doctorando y profesor titular en el Departamento de Astrofísica y Ciencias de la Atmósfera de la Universidad Complutense de Madrid.

Texto: Carlos Herranz
Fotos: IDAE



□ **Entrevista con Alfonso Beltrán García-Echániz**

«EL POTENCIAL DE AHORRO DE LAS INSTALACIONES DE ALUMBRADO EXTERIOR EN ESPAÑA SE ESTIMA EN TORNO AL 45%»

Alfonso Beltrán conoce a la perfección el sistema español de Ciencia, Tecnología y Empresa. Tras doctorarse en Tecnologías de Alimentos en la Universidad Complutense de Madrid, realizó labor investigadora en Estados Unidos y en el CSIC, del que es Científico Titular. Con una trayectoria profesional ligada a la interfaz entre administraciones y entre éstas y el sector privado, ha participado activamente en la elaboración y puesta en marcha de los Planes Nacionales de I+D+i ocupando, entre otros, el cargo de director general adjunto de la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT). Actualmente es director general del Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE), entidad pública empresarial adscrita al Ministerio de Industria, Turismo y Comercio que coordina, conjuntamente con las comunidades autónomas, la consecución de los objetivos de ahorro y eficiencia energética y de energías renovables en nuestro país.

Según algunos estudios el consumo energético por habitante en alumbrado de exteriores en España supera ampliamente la media de la Unión Europea. ¿A qué cree que se debe esta situación? ¿Qué se puede hacer para revertirla?

Nuestras ciudades tienen el mismo número de puntos de luz por habitante que en el resto de la UE pero, efectivamente,

con un 35% más de potencia instalada. Este mayor nivel de luz podría justificarse por un conjunto de factores como son el mayor nivel de actividad al caer la noche en nuestras calles por un mejor clima, unido a la transformación de las antiguas lámparas de vapor de mercurio a sodio de alta presión sin reducir con ello suficientemente la potencia de nuevos equipos. También podemos incluir en las causas de

«La aplicación del reglamento de eficiencia adecuará los niveles de iluminación a las necesidades reales de los ciudadanos»

este diferencial la existencia, hasta hace pocos años, de una tarifa eléctrica favorable para el alumbrado público.

No tanto por corregir esta desviación, sino por las posibilidades que para el ahorro de energía tiene el adecuar los niveles de iluminación a las necesidades reales de los ciudadanos, el IDAE, en colaboración con el Comité Español de Iluminación (CEI), inició en la década de los 90 la redacción de un reglamento de eficiencia energética en iluminación que finalmente vio su luz en el documento HE 3 del Código Técnico de la Edificación para instalaciones de iluminación interior, y en el reglamento publicado por el *REAL DECRETO 1890/2008 para instalaciones de alumbrado exterior*.

Este reglamento, pionero en Europa, distingue los espacios a iluminar por su ubicación y actividad y, en función de ello, establece unos niveles máximos de iluminación exigiendo a su vez que la instalación de alumbrado tenga una mínima eficiencia energética (etiquetada mediante su calificación energética) y un máximo nivel de contaminación lumínica. La aplicación de este reglamento adecuará los niveles de iluminación a las necesidades reales de los ciudadanos y, además, optimizará su consumo de energía por la mejora de la eficiencia no sólo de los puntos de luz sino también de los sistemas de regulación y control establecidos en él.

El 1 de agosto de 2008 el Consejo de Ministros aprobó el Plan de Ahorro y Eficiencia Energética 2008-2011, que contempla como una de sus principales medidas la mejora de la eficiencia de las instalaciones de alumbrado exterior. ¿Qué potencial de ahorro tiene este sector sobre el total? ¿Qué líneas de trabajo se han puesto en marcha para este fin y qué papel juega el IDAE en ellas?

Aunque el consumo de energía de las instalaciones de alumbrado exterior no alcanza al 0,4% del consumo final de energía en España, el potencial de ahorro sí es lo suficientemente significativo como para que el IDAE haya venido trabajando desde sus orígenes de forma activa para la mejora de su eficiencia energética, como fue la redacción de las colecciones de guías y cuadernos de eficiencia energética en iluminación, la comentada regulación de las instalaciones o el apoyo público para la ejecución de proyectos de reforma de instalaciones de alumbrado acometidos en los últimos años.

El potencial de ahorro de las instalaciones de alumbrado exterior en España lo estimamos en torno al 45%, cifra obtenida de las auditorías energéticas promovidas o realizadas directamente por el IDAE. Las principales reformas a acometer son la reducción de los elevados niveles de iluminación, máxime en altas horas de la noche; la mejora de la calidad reflectante de las luminarias y la supresión de su



emisión de luz hacia espacios ajenos al objeto de la iluminación (contaminación lumínica), así como la implantación o mejora de los sistemas de regulación y control de encendidos y apagados.

Para poder ayudar a materializar estas soluciones, entre las 65 medidas del Plan de Acción 2008-2012 que IDAE ejecuta en colaboración con las comunidades autónomas se incluyó la subvención de hasta el 40% para la reforma de instalaciones de alumbrado exterior que contemplaran la sustitución de lámparas y luminarias por otras de mayor eficacia lumínica; la instalación de sistemas de regulación del nivel luminoso para la programación de horarios de funcionamiento reducido; la instalación de sistemas de encendido/apagado mediante reloj astronómico en cabezales de línea; u otros equipamientos que, bajo criterios de ahorro y eficiencia energética, redujeran el consumo de las instalaciones.

¿Qué seguimiento y resultados se están obteniendo en el ámbito de nuestras ciudades?

El presupuesto medio ejecutado hasta la fecha en la medida del Plan de Acción 2008-2012 descrita anteriormente es del orden de 25 millones de euros anuales, lo

«El alumbrado exterior está experimentando avances tecnológicos y legislativos que marcarán un punto de inflexión en el consumo eléctrico de estas instalaciones»



que nos hace prever que las inversiones acometidas con cargo a este programa en los municipios han superado los 60 millones anuales.

A esto añadiría la experiencia piloto que desde IDAE estamos desarrollando con los ayuntamientos de Alcorcón, Soto del Real y Teruel para adecuar la totalidad de sus instalaciones de alumbrado exterior a los preceptos del *REAL DECRETO 1890/2008* de eficiencia energética, proyecto que está poniendo de manifiesto que el potencial de ahorro en términos económicos permitirá en la mayoría de los municipios españoles efectuar las inversiones con un periodo de retorno simple inferior a los 6 años, lo que resulta idóneo para el negocio de las empresas de servicios energéticos.

Todo ello ha llevado a que el Plan de Intensificación del Ahorro Energético acordado en el Consejo de Ministros del pasado 4 de marzo, incluya un programa de adecuación del alumbrado en las ciudades españolas de más de 25.000 habitantes (295 ciudades y 2.300 GWh/año de consumo en alumbrado exterior) a través de empresas de servicios energéticos, las cuales dispondrán de una línea de financiación específica para esta actividad. Se trata, además, de una estrategia totalmente válida para el resto de ayuntamientos que quieran acogerse a este procedimiento.

El sector de la iluminación está inmerso en cambios profundos debido a transformaciones tecnológicas y a la adaptación a normativas recientes. ¿Qué previsiones hay respecto a la elaboración de la guía técnica que prevé el Reglamento de Eficiencia Energética en Instalaciones de Alumbrado Exterior de noviembre de 2008 para facilitar su aplicación?

Efectivamente, el alumbrado exterior está experimentando avances tecnológicos y legislativos que marcarán un punto de inflexión en el consumo eléctrico de estas instalaciones. La publicación del reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior (*REAL DECRETO 1890/2008*), la irrupción de la tecnología LED como nueva fuente de iluminación y la admisión de la contratación de empresas de servicios energéticos por las administraciones públicas son hitos surgidos en estos dos últimos años que cambiarán previsiblemente las instalaciones que hoy conocemos en el alumbrado de nuestros municipios y carreteras.

La guía técnica, entendida como un documento de acompañamiento interpretativo, aclaratorio de los preceptos del reglamento, será muy bien acogida por los sectores profesionales. Su redacción está encomendada a la Subdirección General de Calidad y Seguridad

«Cada 6 meses surge una nueva generación de instalaciones LED, siendo cada día mayor el número de aplicaciones válidas y eficaces»

Industrial del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, que la está llevando a cabo directamente, y para lo que podrá contar con la colaboración del IDAE.

Los LED han irrumpido con mucha fuerza en el mercado, compitiendo abiertamente con otras tecnologías convencionales. Desde una visión integral de la cuestión, ¿resulta conveniente una sustitución masiva de las fuentes de luz tradicionales?

Desde su origen, el LED ha demostrado su extraordinaria calidad para la señalización luminosa, tanto por su fiabilidad técnica (durabilidad) como por su bajo consumo de energía.

Estas cualidades movieron al IDAE a promover una línea de apoyo público específica para la introducción masiva de esta tecnología en los semáforos de los ayuntamientos españoles, mediante un programa al que se acogieron 600 ayuntamientos y a los que se les hizo llegar, en conjunto, unas 463.000 ópticas LED para ser sustituidas en sus semáforos existentes, y cuyo resultado ha sido reducir un consumo unitario del orden de 1.250 kWh/año para las antiguas unidades equipadas con lámparas incandescentes o halógenas, a tan sólo un consumo de 250 kWh/año para esas mismas unidades equipadas con tecnología LED.

Sin embargo, la aplicación del LED como fuente de luz para iluminar a distancia exige generar una intensidad y una uniformidad lumínicas sobre la superficie a iluminar que hoy en día no están suficientemente resueltas para dar respuesta a todas las posibles necesidades que cubren los sistemas convencionales, lo que no justificaría un programa de esa naturaleza. Además, y a diferencia de los semáforos, la eficacia luminosa de las actuales lámparas convencionales es muy elevada y la transformación a LED, que previsiblemente se producirá en un horizonte inferior a los 10 años, vendrá motivada no sólo porque llegue a mejorar su eficacia energética sino también por la mejor cromaticidad que produce la luz de LED frente a la luz producida con las lámparas de sodio y por las posibilidades que permite el LED de modificar los factores de forma a los que obliga la luminaria de una única lámpara convencional de gran tamaño.

La tecnología LED y las posibilidades que permite adoptar como fuente de luz evolucionan a tal velocidad que se podría decir que cada 6 meses surge una nueva generación de instalaciones LED, siendo cada día mayor el número de aplicaciones válidas y eficaces de iluminación tanto en interiores como en exteriores.

«El IDAE pretende promover el ahorro energético en los centros consumidores de energía de propiedad pública mediante la actuación de empresas de servicios energéticos»

La eficiencia energética es clave para el ahorro y el aseguramiento del suministro eléctrico, pero hace falta inversión. ¿Cómo se afronta esta necesidad de financiación en momentos de crisis presupuestaria?

Como comenté anteriormente, el IDAE ha puesto en marcha un conjunto de experiencias para la reforma del alumbrado municipal a través de empresas de servicios energéticos (ESE), entendidas como aquellas empresas que acometen proyectos de mejora de la eficiencia energética recuperando las inversiones a través de los ahorros energéticos. A título de ejemplo, en Alcorcón la empresa adjudicataria del concurso de suministro y servicio integral del alumbrado exterior va a acometer la reforma de las instalaciones del municipio con una inversión superior a los 3 millones de euros que será amortizada con los ahorros que genere la misma a lo largo de los próximos 10 años.

Con esta experiencia el IDAE pretende no sólo promover el ahorro energético en los centros consumidores de energía de propiedad pública mediante la actuación de empresas de servicios energéticos, sino a su vez que se incremente la oferta y demanda de este modelo de negocio introduciendo la cultura de la eficiencia energética por el ahorro económico.

Para la promoción de este tipo de actuaciones, el IDAE ha contemplado la inclusión, con cargo al Plan de Acción de Eficiencia Energética, de líneas de ayuda que convoca cada comunidad autónoma, así como una línea de financiación dirigida a las ESE para la realización de inversiones.

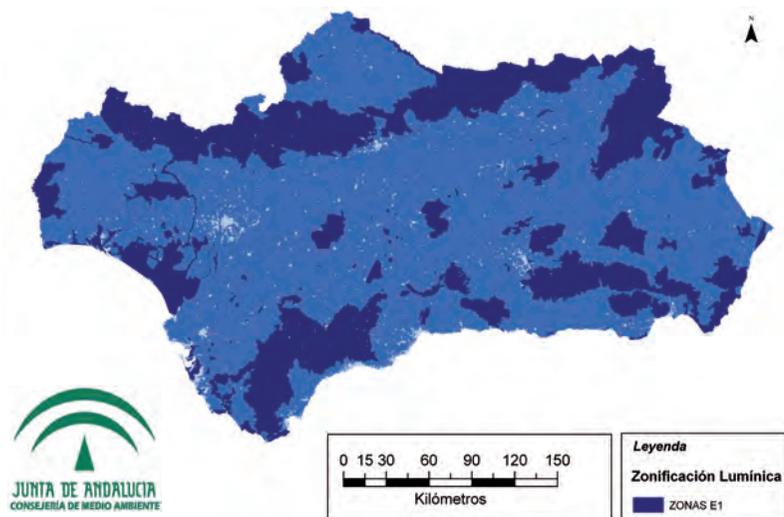
Además de la cuestión energética, otro problema asociado al alumbrado de exteriores es la contaminación lumínica del medio nocturno, que puede incidir en la visión del firmamento, e incluso sobre la biodiversidad y la salud. ¿Qué opinión le merece este tema?

Como señalaba, el reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior que IDAE redactó en su origen con el CEI, desarrolla una instrucción específica sobre contaminación lumínica, denominada «Resplandor luminoso nocturno y luz intrusa o molesta» que, en primer lugar, hace clasificar a todo término municipal por zonas de protección contra la contaminación lumínica y luego establece para cada zona un límite de las emisiones de luz hacia el cielo, acotado por un valor máximo del flujo luminoso en el hemisferio superior para los puntos de luz de la instalación.

Con ello, en breve, iremos viendo desaparecer luminarias del tipo globo, focos, proyectores y otros tipos de iluminaciones agresivas con el deslumbramiento o, sencillamente, con la invasión de espacios que no son el objeto a iluminar. ■

CONTAMINACIÓN LUMÍNICA: LA RESPUESTA DE LA ADMINISTRACIÓN ANDALUZA

La Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía desarrolla una intensa campaña para facilitar la aplicación del *Decreto 357/2010, de 3 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento para la protección de la calidad del cielo nocturno frente a la contaminación lumínica y el establecimiento de medidas de ahorro y eficiencia energética*.



→ Propuesta de zonas E1 (áreas oscuras) de Andalucía

La Junta de Andalucía incorporó a su ordenamiento jurídico la regulación de la protección del cielo frente a la contaminación lumínica mediante la *Ley 7/2007, de 9 de julio, de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental*, cuyo texto es una compilación revisada y actualizada de la legislación ambiental autonómica. Concretamente, la contaminación lumínica se regula en la Sección 3ª de su Capítulo II, «Calidad del medio ambiente atmosférico». Esta norma sienta las bases para preservar los hábitats naturales más sensibles a este tipo de impacto ambiental, evitar las intrusiones del alumbrado exterior en el ámbito privado, garantizar el buen funcionamiento de los observatorios astronómicos y mejorar la eficiencia energética.

Como principal instrumento de control, el reglamento establece las bases para la división del territorio andaluz en distintas áreas de tolerancia con

sus correspondientes límites y requisitos técnicos para las instalaciones de alumbrado exterior, tanto públicas como privadas. Esta zonificación se supedita al objetivo de compatibilizar los intereses municipales y empresariales con los científicos, ecológicos y de ahorro energético. Las mayores exigencias se aplicarán en las denominadas «áreas oscuras» (E1), definidas como aquellas situadas en suelos no urbanizables de espacios naturales protegidos de Andalucía.

En estas zonas también se incluyen, con la consideración de puntos de referencia de máxima protección, los dos grandes observatorios astronómicos de categoría internacional que se ubican en Andalucía: Calar Alto (Almería) y Sierra Nevada (Granada).

La declaración de zonas oscuras y puntos de referencia corresponde a la Consejería de Medio Ambiente y se

realizará en el plazo de un año a partir de la entrada en vigor del reglamento. Las restantes áreas serán propuestas por los ayuntamientos. Este trabajo contará con el apoyo técnico y jurídico de la Consejería de Medio Ambiente, que además elaborará un modelo tipo de ordenanza contra la contaminación lumínica.

Entre las principales novedades de este reglamento, con respecto a otras normas aprobadas sobre esta materia, destaca su vinculación con el *Real Decreto 1890/2008, de 14 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior y sus instrucciones técnicas complementarias EA-01 a EA-07*, recogiendo los mismos límites de los parámetros luminotécnicos aplicables a los distintos tipos de alumbrado.

Otra importante novedad, que aportará grandes logros en la prevención de la contaminación lumínica, es el establecimiento de un FHS_{inst} (Flujo Hemisférico Superior instalado) máximo del 1% para las nuevas instalaciones en todo el territorio, independientemente de la zona lumínica en que se ubique la instalación. Este requisito es fundamental para reducir la difusión de luz artificial hacia el cielo nocturno.

A lo anterior, hay que añadir que el reglamento establece la constitución de un comité asesor, integrado por representantes de las administraciones y científicos de todas las disciplinas relacionadas con la materia, cuya función será la de ofrecer asesoramiento tanto a la Consejería de Medio Ambiente, como a los ayuntamientos, en la aplicación de la norma.

Una de las iniciativas a destacar es la campaña de mediciones de la calidad del cielo nocturno

Se han celebrado una serie de jornadas técnicas para formar y concienciar a la comunidad universitaria

Apoyo de la Consejería de Medio Ambiente para la aplicación del reglamento

La Consejería de Medio Ambiente ha emprendido una serie de actuaciones orientadas a la divulgación, formación y apoyo técnico para dar a conocer el nuevo reglamento a la población y facilitar su aplicación a todos los agentes implicados.

Una de las iniciativas a destacar es la campaña de mediciones de la calidad del cielo nocturno. Los resultados de este trabajo, sin precedente en nuestro país por su alcance, estarán a disposición de toda la ciudadanía y servirán para conocer la situación actual del brillo de fondo del cielo nocturno de Andalucía. Los datos obtenidos servirán de indicador de los resultados de la aplicación de las medidas recogidas en la norma.

Además, la Consejería ha establecido una línea de apoyo específica para ayuntamientos, en cuyo marco se han celebrado mesas técnicas en todas las provincias de Andalucía dirigidas a los responsables y técnicos de las instalaciones de alumbrado exterior público, en las que se trata de concienciar y ofrecer formación a los asistentes. En esta línea de trabajo con ayuntamientos se está desarrollando un curso de formación on-line que los responsables de las entidades locales podrán efectuar a través del portal web de la Consejería de Medio Ambiente, además de una guía práctica de aplicación del reglamento. Esta guía será una excelente herramienta para que los encargados de las instalaciones de alumbrado puedan tomar decisiones sobre las mismas con la garantía de estar cumpliendo con la normativa vigente.

También, con el fin de facilitar a los ayuntamientos la declaración de las zonas lumínicas de su competencia, la Dirección General de Cambio Climático y Medio Ambiente Urbano ha realizado una propuesta de zonificación previa del territorio. Esta información se

ha distribuido mediante diferentes herramientas a los ayuntamientos. Así, se ha realizado una salida cartográfica en formato PDF, se han generado capas directamente visualizables con *Google Earth* y en formato de capas editables para sistemas de información geográfica. De esta forma, los ayuntamientos podrán validar la zonificación realizada o devolver sus sugerencias mediante la misma vía, por lo que se simplifica considerablemente su tarea y se reducen los plazos previstos en el reglamento.

Una apuesta más de esta Administración, como soporte a los entes locales, es la realización de un proyecto piloto consistente en la renovación de instalaciones de alumbrado en un municipio de Andalucía para que cumplan de manera óptima todos los requisitos del reglamento, a fin de que sirva de ejemplo al resto de municipios.

Otra de las líneas de trabajo acometidas por la Dirección General de Cambio Climático y Medio Ambiente Urbano tiene como objetivo formar y concienciar a la población desde las edades más tempranas, trabajando con centros de educación primaria y secundaria. Se está desarrollando una unidad didáctica sobre contaminación lumínica que se distribuirá de manera gratuita a todos los centros y se están poniendo en práctica atractivos concursos dirigidos a los alumnos, destacando el concurso de Cortos SOS tenibles, cuya segunda edición se ha centrado en esta problemática ambiental.

Asimismo, se han celebrado una serie de jornadas técnicas que tienen como objetivo formar y concienciar a la comunidad universitaria sobre las causas y efectos de la contaminación lumínica y las posibles soluciones para reducir y prevenir el problema.

Por otra parte, el buen clima de Andalucía favorece el desarrollo de actividades de ocio nocturnas como ferias y actos deportivos que se celebran a lo largo de todo el año. Teniendo



→ Proyecto piloto de renovación de alumbrado

en cuenta los elevados niveles de iluminación asociados a estos eventos, esta Dirección General ha considerado importante emprender actuaciones específicas para lograr que se iluminen de forma sostenible. Con esta iniciativa, se pretende trasladar a los ayuntamientos, participantes de los eventos y ciudadanos en general, una serie de propuestas que optimicen el uso de los recursos y favorezcan el ahorro energético, tales como iluminar lo necesario; regular los niveles luminotécnicos adaptándolos al número de personas y buscar un tipo de ornamentación menos agresiva con el cielo nocturno.

A todo lo anterior hay que sumar la edición de documentos divulgativos, la puesta en servicio de la dirección de correo electrónico luminica.cma@junta-deandalucia.es y de la sección de consultas sobre contaminación lumínica en el teléfono de atención al ciudadano de la Consejería de Medio Ambiente.

Como conclusión, el conjunto de medidas que la Consejería de Medio Ambiente está desarrollando va a conseguir una mejora sustancial de la calidad del cielo nocturno, lo que permitirá un mayor disfrute por parte de toda la ciudadanía. ■

A. Ranea y A. Capitán son, respectivamente, responsable y técnico en el Servicio de Medio Ambiente Urbano de la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía. A. Lozano y E. Cañavate son, respectivamente, responsable y técnico de Servicios Ambientales y Centro de Datos en la Agencia de Medio Ambiente y Agua de Andalucía.



→ Cartel de la Iniciativa Starlight

LA INICIATIVA STARLIGHT: EL DERECHO A OBSERVAR LAS ESTRELLAS

El cielo, nuestra herencia común y universal, es una parte integral del ambiente percibido por la humanidad. Partiendo de esta idea general formulada en la Conferencia General de la UNESCO de 2005, se celebra en 2007, en la isla de La Palma, la primera Conferencia Mundial en Defensa del Cielo Nocturno y del Derecho a Observar las Estrellas.

Este gran encuentro y la iniciativa propuesta se celebra bajo los auspicios de la UNESCO y con el apoyo del programa Man and Biosphere Programme (MaB), la Unión Astronómica Internacional (UAI), la Organización Mundial del Turismo (OMT), la Convención de Especies Migratorias y el Convenio Ramsar, entre otros organismos y convenciones internacionales, y en él se resalta por primera vez la necesidad de preservar la calidad del cielo nocturno en sus múltiples dimensiones, es decir, como recurso medioambiental, cultural y científico. La Declaración Starlight aprobada en la conferencia propugna en su primer punto que «el derecho a un cielo nocturno no contaminado que permita disfrutar de la contemplación del firmamento debe considerarse como un derecho inalienable

de la Humanidad, equiparable al resto de los derechos ambientales, sociales y culturales, atendiendo a su incidencia en el desarrollo de todos los pueblos y a su repercusión en la conservación de la diversidad biológica».

La Declaración constituye el marco conceptual y el fundamento de la Iniciativa Starlight, concebida como una acción internacional en defensa de la calidad de los cielos nocturnos y el derecho general a la observación de las estrellas, abierta a la participación de todas las instituciones y asociaciones científicas, culturales y ciudadanas relacionadas con la defensa del firmamento. Se pretende así reforzar la importancia que los cielos nocturnos limpios tienen en relación a la ciencia, la educación,

la cultura, la conservación de la biodiversidad, el turismo e incluso la salud.

Como si de una plaga silenciosa se tratara, el cielo estrellado desaparece progresivamente de nuestras ciudades, afectando ya al mundo rural e incluso a los lugares naturales apartados. Un fenómeno causado fundamentalmente por la contaminación lumínica y que cada día se refuerza por el olvido. Una gran parte de las nuevas generaciones en los países desarrollados no han tenido ocasión de contemplar nunca la Vía Láctea, tal como refleja el «Atlas mundial del brillo artificial del cielo» elaborado en 2001 por P. Cinzano y colaboradores, cuya última versión avanza un aumento desproporcionado de este fenómeno.

Disfrutar de la contemplación del firmamento debe considerarse como un derecho inalienable

La dimensión cultural y científica del cielo estrellado

El interés por la astronomía, o la simple contemplación de los cielos estrellados, siempre ha tenido implicaciones profundas en la filosofía, las manifestaciones artísticas, la cultura y el concepto general del mundo. Cada comunidad ha mantenido su propia visión de las estrellas dictada a través de generaciones y expresada en múltiples manifestaciones culturales que actualmente están en riesgo crítico de extinción en todo el mundo. No ver el cielo implica la pérdida de una relación cultural que se ha encontrado en la base de todas las civilizaciones y que ha fundamentado una gran parte del desarrollo de la ciencia.

Una función esencial de la Iniciativa Starlight es, por lo tanto, la de valorizar, proteger y promover el patrimonio cultural, tangible e intangible, asociado a la visión del cielo nocturno. Con la finalidad de reconocer y poner en valor este legado, la UNESCO lanzó en 2009 el programa temático «Astronomía y Patrimonio Mundial» apoyado por la Iniciativa Starlight. En este sentido es necesario resaltar la escasísima representación y reconocimiento del patrimonio astronómico en las distintas figuras de protección, incluyendo los sitios declarados Patrimonio Mundial. Lugares como Teotihuacán, Stonehenge, Giza, Carnac, Chichen Itzá, Delos o Jaipur son magníficos ejemplos de lugares declarados Patrimonio Mundial, cuyo valor intrínseco está relacionado con la astronomía, pero que no han sido declarados por esta razón.

El mismo razonamiento se puede aplicar al ámbito de la ciencia. El avance de la contaminación lumínica ha provocado que la mayoría de los observatorios, entendidos como espacios en donde se ha generado ciencia tradicionalmente, hayan dejado de cumplir su función.

Actualmente existen unos pocos lugares en el planeta que, por sus condiciones atmosféricas, meteorológicas y baja contaminación lumínica, pueden considerarse excelentes para el desarrollo de la astronomía avanzada. Destacan lugares como Mauna Kea en Hawái, zona norte de Chile, costa de Namibia, Baja California y Roque de los Muchachos en La Palma. Por ello, la protección de las denominadas «Ventanas al Universo» se ha convertido en uno de los objetivos de la Iniciativa Starlight. La motivación se basa en la urgencia de crear una conciencia sobre la necesidad de preservar la calidad de estos sitios para la astronomía moderna. Parece contradictorio que las actuales áreas dedicadas a la observación astronómica no gocen de un reconocimiento adecuado, en comparación con los beneficios científicos y tecnológicos que reportan.

Por todas estas razones, la UAI y el Consejo Internacional de Monumentos y Sitios Histórico-Artísticos (ICOMOS), con la colaboración del Instituto de Astrofísica de Canarias y la Iniciativa Starlight, desarrolla en 2010 el primer «Estudio temático sobre astronomía y Patrimonio Mundial». El documento se adopta en la 33ª Sesión del Comité del Patrimonio Mundial celebrada en Brasilia en agosto de 2010, sentando las bases para el reconocimiento internacional del legado astronómico y la preservación de las Ventanas del Universo.

Recuperando los paisajes y la biodiversidad en la noche

El cielo nocturno estrellado puede considerarse como uno de los espectáculos más grandiosos a los que hoy podemos tener acceso. Los paisajes relacionados con el firmamento poseen una increíble variedad de manifestaciones, entendiendo por paisaje un espacio percibido por las personas, cuyo carácter es el resultado de la acción y la



→ Gran Telescopio Canarias. Jorge Bonet / IAC

interacción de las riquezas naturales y los factores humanos. Pero a pesar de su extrema fragilidad y diversidad, es muy poco frecuente encontrar referencias que incluyan la valorización de este recurso en los documentos actuales de planificación, ordenación del territorio y en las figuras de protección de la naturaleza.

La necesidad de contar con mecanismos de reconocimiento y protección efectiva de los paisajes del cielo estrellado frente a la contaminación lumínica ha sido también un objetivo de la Iniciativa. De hecho, la primera propuesta de consideración de los paisajes estelares se presenta por la Iniciativa Starlight en 2010 en la Conferencia de Malmö del Consejo de Europa relativa a la Convención Europea del Paisaje.

La dimensión de la naturaleza y el paisaje aparece desde un primer momen-

Actualmente existen unos pocos lugares en el planeta que pueden considerarse excelentes para el desarrollo de la astronomía avanzada

El cielo estrellado puede ser también fuente de beneficios para muchas economías locales

to como un componente esencial en la promoción del concepto de Reservas Starlight, figuras que reconocen la excelencia de lugares donde la calidad del cielo es excelente en términos astronómicos y libres de la contaminación lumínica, pero que también contemplan la necesidad de proteger la biodiversidad y el paisaje en la noche.

Nos encontramos ante una dimensión emergente en las estrategias de conservación de la naturaleza y en el desarrollo de nuevas líneas de investigación y conocimiento científico. Atendiendo a esta necesidad, la Iniciativa Starlight no solo aporta las figuras como Reservas Starlight, sino que ha abordado, con el apoyo de su Comité Científico, el lanzamiento de programas como «Biodiversidad en la Noche» con el apoyo del MaB, o propiciado la consolidación de grupos de trabajo como el Dark Skies Advisory Group (DSAG) sobre cielo oscuro en las áreas protegidas, dependiente de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN). Lugares como Doñana, Mar Chiquita o Costa Norte de Fuerteventura comienzan a emerger como laboratorios que integran la noche en las políticas de conservación.

Hay otra manera de encender la noche

La Iniciativa Starlight enfatiza el hecho de que no estamos solamente ante un fenómeno de pérdida de recursos culturales, estéticos y científicos, sino que el derroche innecesario de iluminación artificial en el mundo tiene serias implicaciones energéticas y medioambientales y que recuperar las estrellas es sinónimo de la lucha contra el cambio climático.

Las ciudades son el principal foco de contaminación el cielo estrellado, no solo en su propio territorio sino en decenas de kilómetros a su alrededor, motivo por el que un planteamiento sostenible y de equilibrio ecológico

con su entorno debe contemplar la minimización de la contaminación lumínica. Para ello, es necesario replantear el alumbrado y cambiar las tendencias irracionales y derrochadoras de las últimas décadas. Se requieren no solo normativas y leyes como el caso de Lombardía o la Ley del Cielo de Canarias, sino también casos de referencia que sirvan como elementos de demostración de que el cambio es posible y que recuperar las estrellas forma parte esencial de la estrategia de sostenibilidad energética.

En esta vía la Iniciativa Starlight ha abordado recientemente dos líneas de actuación. La primera es la inclusión del combate contra la contaminación lumínica en el nuevo programa de la UNESCO denominado Ciudades Futuras (Urban Futures Programme); la segunda se enmarca en el lanzamiento de un modelo de excelencia en el marco del Pacto de Alcaldes de la Comisión Europea, donde un conjunto de ciudades se sumarán a la estrategia de la nueva cultura de la iluminación a través de los planes de sostenibilidad energética.

Pero el cielo estrellado puede ser también fuente de beneficios para muchas economías locales, como demuestra la experiencia ya iniciada con Destinos Turísticos Starlight en cooperación con la Red de Conocimiento de la OMT. El Sistema de Certificación Turística Starlight se creó con el objetivo de fomentar, a nivel mundial, la mejora de la calidad, diversificación de las experiencias turísticas y la protección de los cielos nocturnos en estos singulares destinos como lugares visitables que poseen excelentes cualidades para la contemplación de los cielos estrellados y la práctica de actividades turísticas basadas en ese recurso. Las primeras candidaturas como La Palma, Lake Tekapo (Nueva Zelanda), Fuerteventura, Alqueva (Portugal) o Antofagasta (Chile) muestran una nueva y enriquecedora dimensión del turismo.



→ Roque de los Muchachos en La Palma. Astrotour

Todo ello no podrá ser una realidad sin la participación de las comunidades locales y el fomento de la educación en relación con la astronomía y los valores asociados al cielo estrellado. Atendiendo a esta demanda, la Fundación Starlight ha promovido desde 2010 la figura de Parques Estelares (StarParks) en cooperación con Astrónomos sin Fronteras (AWB), que promueve la designación e identificación en cada comunidad de una ventana al cielo estrellado y que en solo un año ya posee más de 40 nominaciones en 12 países.

Es evidente que limitar la contaminación lumínica e introducir la racionalidad en la iluminación exterior no es solo un acto de responsabilidad, constituye una obligada decisión inteligente que reporta beneficios económicos, mejora la salud, permite la mejor conservación de especies y ahorra energía. ■

Cipriano Marín es el coordinador de la Iniciativa Starlight en la Fundación Starlight-Instituto de Astrofísica de Canarias.

Nuevo catálogo **ATP** 2011

Más de 300 productos de iluminación exterior



Herméticos: IP66

Antivandálicos: IK10

Antielectrocución: CLASE II

Máximo ahorro energético garantizado

Diseñados y fabricados íntegramente en Europa

Los únicos con 10 años de garantía

EL PAPEL DE LA INGENIERÍA INDEPENDIENTE EN EL CONTROL DEL CONSUMO Y LA CONTAMINACIÓN LUMÍNICA

Mirar hacia «ahí arriba» durante la noche para ver el cielo es fácil, no hay más que inclinar hacia atrás la cabeza, da igual donde estés, y observar alguno de los puntos que están «ahí arriba». Pero contemplar un cielo nocturno estrellado, sentir el abrazo de la Vía Láctea y sobrecogerse con la inmensidad de objetos brillantes que habitan nuestra bóveda celeste, sintiéndote infinitamente pequeño, es más difícil. Tanto que tenemos que alejarnos decenas de kilómetros hacia un oasis de oscuridad donde el resplandor de luz artificial de la ciudad nos permita sentirnos diminutos bajo el manto estrellado.



— Fotografía nocturna de 360° de El Cabrio (Valle de Mena). Horizonte contaminado, pero cénit con alta calidad de cielo, donde se aprecia la Vía Láctea

Podemos decir que, con más o menos suerte, hay herramientas legales a nivel estatal (RD 1890/2008¹) y autonómico que intentan mitigar este incremento del brillo artificial del cielo, pero con escaso acierto en cuanto a restricciones en ese sentido en algunas de ellas. Existen reglamentaciones en varios países europeos de las que tenemos que aprender (Eslovenia, Lombardía en Italia, entre otras). Afortunadamente el Reglamento N.º 245/2009 de la Comisión Europea² es más exigente, limitando al 1% el valor máximo del FHS_{inst} (Flujo Hemisférico Superior instalado) en las zonas en las que la contaminación lumínica constituye una preocupación. Pero puede no ser suficiente.

Aquí es donde la iniciativa internacional Starlight puede tener un papel esencial. Porque los criterios que deben

seguir las zonas que quieren optar a la certificación de las distintas figuras Starlight son más exigentes y consideramos que es una herramienta fundamental para controlar las instalaciones de alumbrado público y diseñarlas de forma que realmente tengan en cuenta todas las variables que generan resplandor luminoso nocturno.

Pero no sólo dentro de las zonas con mayor protección, sino también en las áreas externas a ellas dado que la contaminación lumínica no es un fenómeno local, puesto que la luz, tanto natural como artificial, se esparce en la atmósfera de diversas formas (fenómenos físicos de Rayleigh y Mie). Al primero se debe el color azul del cielo en las horas centrales del día y el rojizo en las puestas de sol, dado el mayor esparcimiento de las longitu-

des de onda corta frente a las largas. En concreto la intensidad del fenómeno es inversamente proporcional a la cuarta potencia de la longitud de onda. Por ello la componente azul del espectro visible y la UV se esparce con mayor intensidad en la atmósfera que la parte roja de los distintos tipos de lámparas existentes en el mercado, especialmente en las de luz blanca.

El segundo produce el esparcimiento de la luz en direcciones preferentemente alineadas a lo largo de la dirección de propagación debido a las partículas en suspensión, lo que hace que el flujo emitido por luminarias con ángulos de emisión entre 0-5° desde la horizontal, tengan un efecto desproporcionado en el resplandor luminoso nocturno a decenas de kilómetros de la fuente. Por ejemplo, luminarias con FHS_{inst} = 3% producen entre un 80% y un 290% más de resplandor luminoso a 50 km y 200 km, respectivamente, que luminarias con FHS_{inst} 0%, y en un núcleo urbano con un 10% de FHS_{inst}, la emisión directa produce las 3/4 partes del resplandor a 50 km y más de las 9/10 partes del resplandor a 200 km.

Teniendo en cuenta todo lo anterior, desde AAC Acústica + Lumínica se han definido lo que podríamos denominar *criterios sostenibles para las instalaciones de alumbrado exterior*, siguiendo las especificaciones Starlight y más restrictivos que los existentes en el RD 1890/2008.

¹ REAL DECRETO 1890/2008, de 14 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior y sus Instrucciones técnicas complementarias EA-01 a EA-07.

² REGLAMENTO (CE) No 245/2009 DE LA COMISIÓN de 18 de marzo de 2009 por el que se aplica la Directiva 2005/32/CE del Parlamento Europeo y del Consejo en lo relativo a los requisitos de diseño ecológico para lámparas fluorescentes sin balastos integrados, para lámparas de descarga de alta intensidad y para balastos y luminarias que puedan funcionar con dichas lámparas.

Situación ANTERIOR a la reforma		Situación POSTERIOR a la reforma	
			
Luminaria	Globo sin sistema óptico; FHS _{inst} = 50%	Luminaria	Ambiental vidrio PLANO y FHS _{inst} = 0%
Tipo/potencia de Lámpara	SAP 150w	Tipo/potencia de Lámpara	SAP 50w
Nivel de Iluminación E _n (lux)	3,7	Nivel de Iluminación E _n (lux)	7,1
Uniformidad U _m	0,19	Uniformidad U _m	0,25
Etiqueta Eficiencia energética (mayor a menor eficiencia)		Etiqueta Eficiencia energética (mayor a menor eficiencia)	A
Ahorro anual		Ahorro anual	% 60,6

Experiencias y aplicaciones

Uno de ellos es el Valle de Mena (Burgos), primer municipio de España en conseguir la certificación de Parque Estelar por la Iniciativa Starlight, reconocimiento surgido a partir del planteamiento seguido para el desarrollo del estudio y que ha consistido en la realización de una auditoría energética del alumbrado exterior unido a la evaluación de la calidad de su cielo nocturno (subvencionado por el Ente Regional de la Energía de Castilla y León).

El alcance del estudio fue llevar a cabo de forma paralela el análisis y mejora de las instalaciones de alumbrado exterior y la evaluación de la calidad del cielo nocturno del territorio evaluando la contaminación lumínica y su procedencia, para poder establecer los grados de contaminación en el municipio y la identificación de las zonas más sensibles y de las zonas de especial protección.

Respecto a las instalaciones de alumbrado, el estudio definió un plan de actuaciones, de las cuales una parte ya se han ejecutado (fase 1) y no sólo se ha conseguido ahorrar en conjunto casi un 65% del consumo de alumbrado exterior, sino que se han mejorado las condiciones lumínicas en las calles y la generación de contaminación lumínica se ha reducido al utilizar:

- Luminarias con FHS_{inst} = 0%, vidrio plano sin inclinación en la implantación o *full cut-off*.

- Lámparas de Vapor de Sodio de Alta Presión (SAP) con la potencia óptima para ajustar los niveles de iluminación a lo estrictamente necesario y fijado en el RD 1890/2008, así como sistemas de regulación del flujo luminoso.

En este sentido, según las características de la zona a iluminar se han utilizado lámparas SAP de 100 W, 70 W y hasta 50 W y sistemas de regulación del flujo luminoso en cabecera de línea y en punto (según el centro de mando). En la imagen adjunta se muestra uno de los cambios más drásticos ejecutados.

El resultado de la evaluación de la calidad del cielo es la elaboración de una zonificación lumínica del Valle de Mena en la que queda definida una zona núcleo oscura y otra de «amortiguamiento», además de una zona externa que queda fuera del ámbito de actuación del Ayuntamiento, pero que es interesante tener en cuenta para la protección de la contaminación lumínica del Valle.

Un análisis de la calidad del cielo nocturno similar se ha llevado a cabo en la Reserva de la Biosfera de los Valles del Leza, Jubera, Cidacos y Alhama en La Rioja, que opta a ser Reserva Starlight, por la calidad de sus cielos nocturnos, así como Destino Turístico Starlight aprovechando el valor adicional de este patrimonio sobre los otros existentes en la Reserva de la Biosfera. Como parte del plan de acción consecuencia del estudio realizado, han sido declara-

dos dos Parques Estelares por la Iniciativa Starlight en dos de los municipios del ámbito de la Reserva: Cervera del Río Alhama, el municipio con mayor población, y en Laguna de Cameros, situado en una de las zonas con cielo de mayor calidad.

Además, se ha hecho un diagnóstico energético inicial de la potencial afectación de las instalaciones de alumbrado exterior en los núcleos de la reserva, que es la base para poder abordar un Plan Estratégico del Alumbrado, ajustado a las características del sus municipios.

En ambos casos la metodología aplicada combina medidas puntuales de brillo de fondo de cielo con medidas móviles y fotografía, que permiten efectuar un primer diagnóstico de la situación existente e identificar las zonas con diferentes grados de calidad de cielo nocturno, o si se prefiere de contaminación lumínica y la procedencia de la misma.

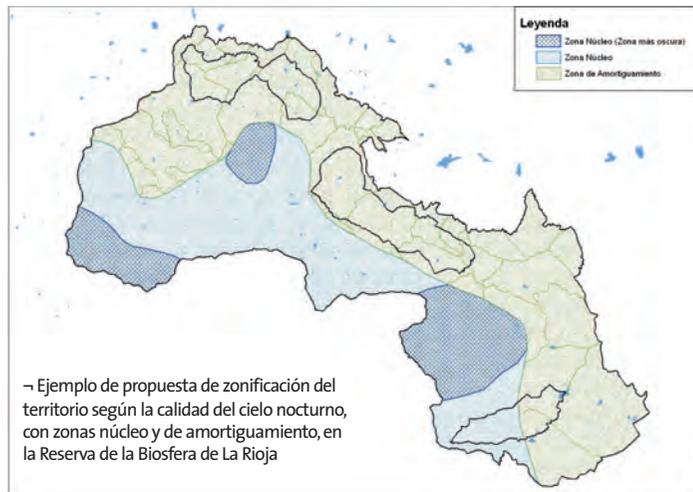
Con esta información se puede establecer un plan de acción que contemple tanto la mejora de la información, para obtener valoraciones más consistentes en periodos de tiempo más largos, así como para identificar las prioridades de actuaciones de mejora en los puntos de luz existentes en el territorio o el establecimiento de especificaciones para los nuevos proyectos de iluminación.

Conclusiones

El objetivo final de estos análisis es doble. Por un lado, evaluar la calidad del cielo existente en esos territorios, identificar las zonas con cielo menos contaminado y ver la posibilidad de acceder a diferentes tipos de reconocimiento en función de los resultados, lo que puede contribuir a diferentes oportunidades de promoción de las zonas. Por otro lado, los resultados permiten poner en marcha planes de acción orientados simultáneamente a la reducción del consumo energético y de la contaminación lumínica.

El Valle de Mena es el primer municipio de España en conseguir la certificación de Parque Estelar

Se ha conseguido ahorrar en conjunto casi un 65% del consumo de alumbrado exterior



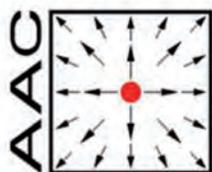
Con estas experiencias se ha comprobado que el planteamiento utilizado por AAC Acústica + Lumínica contribuye a lograr una mayor reducción del consumo energético y con una mejor aceptación por la población de las medidas de mejora, con el valor adicional

de llamar la atención sobre la necesidad de adoptar planes similares en las zonas urbanas situadas fuera del territorio, pero que afectan a la calidad de su cielo nocturno. La protección del cielo nocturno debe pasar a ser un objetivo fundamental en los espacios

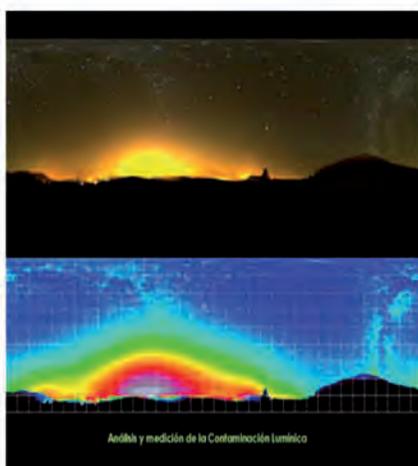
naturales protegidos, ya que determina en qué medida se mantienen las condiciones del hábitat nocturno.

Pero también se debe buscar la recuperación del cielo nocturno como un elemento asociado a nuestro patrimonio, en este sentido, se debe recordar que «la protección de nuestro pasado escrito en las estrellas, no se basa en apagar la luz artificial de nuestras calles, sino en diseñar instalaciones de alumbrado eficientes y que respeten nuestro medio ambiente, nuestra salud y nuestro cielo nocturno, que es prácticamente el mismo que contemplaron nuestros antepasados y el que debemos preservar para las generaciones futuras» (Declaración de La Palma). ■

Susana Malón es licenciada en Ciencias Físicas y Alberto Bañuelos doctor Ingeniero Industrial en AAC Acústica + Lumínica.



AAC Acústica + Lumínica



Contaminación lumínica



Alumbrado y eficacia energética



Acústica, ruido y vibraciones

- ➔ Planteamiento inicial
- ➔ Evaluación + GESTIÓN
- ➔ Plan de acción + SOLUCIONES

Independencia de fabricantes e instaladores

Evaluación completa de la Contaminación Lumínica (medio urbano y natural)



El alumbrado público hoy

La entrada en vigor del Reglamento de Eficiencia Energética en Instalaciones de Alumbrado Exterior (abril de 2009) debe contribuir a que los valores de iluminación en las vías públicas de nuestras ciudades sea el adecuado a las necesidades de utilización tanto para el tráfico rodado como el peatonal y actividades complementarias.

Muchas de nuestras ciudades tienen en estas instalaciones valores de iluminación excesivos, amparados además de en la seguridad ciudadana, en circunstancias típicas paralelas como que somos un país acostumbrado a vivir en la calle. Estas consideraciones no tienen nada que ver con los excesos de iluminación de nuestras vías públicas, al estar perfectamente demostrados los valores de iluminación necesarios para ejercer cualquier tipo de actividad en horario nocturno, señalados, por ejemplo, en este Reglamento, en 30 lux como máximo, cuando no es raro encontrarnos con valores de iluminación de 50, 60 u 80 lux, incluso mayores en nuestras calles. Igualmente, la sensación y la realidad de la seguridad ciudadana no se elevan por hacerlo paralelamente los valores de iluminación.

La aplicación de este reglamento permitirá hacer compatible una buena iluminación, suficiente y adecuada, para toda actividad con unos valores razonables (ya legales), un consumo energético sostenible, con la parte que conlleva de respeto al medio ambiente, control del resplandor luminoso nocturno derivado en parte de estas instalaciones y minimizar la luz intrusa producida por las mismas.

Si conseguimos llegar a esta situación obtendremos, entre otros muchos, el premio inmediato del ahorro económico tan necesario para las maltrechas arcas municipales (en España los Ayuntamientos son propietarios del 95% de las instalaciones de alumbrado exterior). No es menor el que se conseguirá con el respeto al medio ambiente al paliarse el ataque a nuestro entorno con la generación de la correspondiente demanda energética necesaria para satisfacer nuestras instalaciones.



En la actualidad la avalancha producida por los fabricantes con los LED, desarrollo de elementos y luminarias para la ya incorporación a las instalaciones de alumbrado exterior, ha generado un problema importante al no estar incluidos en el reglamento, ni en las tablas que permiten calcular los parámetros básicos del mismo como la eficiencia energética, calificación de las instalaciones y el índice de consumo energético. Es decir, se podría dar la paradoja de que instalaciones realizadas con LED pudieran no ser autorizables. Sin embargo, esta claro que es un hecho presente, que se van incorporando a nuestras instalaciones y que han sido la estrella (por el número de ponencias y referencias a los mismos) en nuestros dos últimos simposios nacionales, el XXXVI el año pasado en Cáceres y el XXXVII, celebrado en mayo de este año en Santander. En el mismo, se entregó a todos los asistentes el documento «Requerimientos Técnicos Exigibles para las Luminarias con Tecnología LED de Alumbrado Exterior» del IDAE-CEI, del que se va a hacer una amplia difusión a todos los estamentos relacionados.

Es el momento de formarse adecuadamente para ser capaz de comparar esta amplia gama de productos, su capacidad de sustituir las fuentes convencionales y las nuevas luminarias que al integrarse estos productos necesitarán ópticas y sistemas adecuados para una nueva realidad. Es un nuevo reto que ya de forma inminente tenemos en el horizonte.

Por todo ello, desde el Comité Español de Iluminación nos hemos dirigido a las autoridades competentes en el Ministerio de Industria, para corregir esta situación e incorporar al Reglamento esta realidad, en el plazo más breve posible y con la mayor posibilidad de cobertura, incluso con los LED orgánicos cuya aparición se vislumbra en el mercado.

La sensación y la realidad de la seguridad ciudadana no se elevan por hacerlo paralelamente los valores de iluminación

LUZ BLANCA Y LED: SOLUCIONES SOSTENIBLES PARA UNAS CIUDADES MÁS HABITABLES

En los últimos meses en casi todos los medios he escuchado o leído comentarios acerca del anuncio del Ministerio de Fomento sobre el ahorro energético en la iluminación de nuestras carreteras, junto con el resto de las medidas que se quieren adoptar para ahorrar. Lo que más sorprende es escuchar todo tipo de comentarios sobre esta medida en la que advierto bastante desconocimiento sobre la tecnología de las fuentes de luz y de la luminotecnia. En los comentarios se mezclan unas tecnologías con otras, en su mayoría cogiendo lo peor de cada una de ellas y aplicándose a los LED.



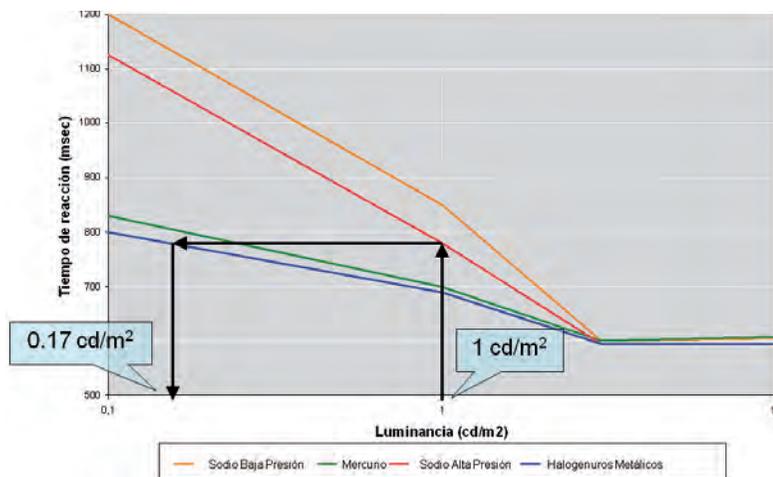
Color
temperature
6500K

Color
temperature
4700K

Color
temperature
3300K

Color
temperature
2700K

→ Una fuente de luz con mayor temperatura de color emite más cantidad de luz azul en su espectro y una fuente con menor temperatura de color menos



→ Representación del tiempo de reacción del conductor frente a la luminancia de la calzada para diferentes fuentes de luz

Conociendo el estado actual de la tecnología del alumbrado, lo primero que pensé al escuchar las declaraciones del Ministro no fue en que nos iban a apagar la mitad de las carreteras, ni que a partir del momento en que se llevasen a cabo estas medidas las carreteras quedarían en condiciones de visión peores a las actuales, sino que se iba a invertir en sistemas de alumbrado que

pueden proporcionar ahorros energéticos importantes a la vez que mejorar la calidad de nuestro alumbrado, mediante tecnologías completamente disponibles en la actualidad. Ya existen muchas instalaciones que lo avalan.

En ese mismo sentido se está hablando de la tecnología de los LED como si todavía no estuviera al nivel adecuado

para poder usarla en alumbrado y que las ventajas que se indican sobre ella no son todas ciertas. Además, en muchos casos se llega a decir que son perjudiciales para la salud y el medioambiente, o que producen mayor cantidad de contaminación luminosa que otras fuentes de luz. Intentemos arrojar algo de luz sobre toda esta controversia.

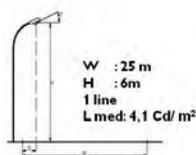
Cuando producimos luz blanca con LED lo hacemos mediante un método similar al que se usa para la fluorescencia, se parte de emisión ultravioleta o azul y se convierte ésta en visible a través del uso de fósforos. Dependiendo de los fósforos que usemos podemos tener temperaturas de color desde muy cálidas (2700 K) hasta muy frías (más de 9000 K), proporcionando también distinta capacidad de reproducir los colores. Sus espectros son muy diferentes, como sucede en general en las fuentes de luz.

En alumbrado exterior se suelen usar fuentes de luz bien de vapor de mercurio o bien de sodio. Las lámparas de vapor de mercurio son muy pobres en eficiencia energética, pero se han venido usando puesto que proporcionaban luz blanca con algo más de reproducción de color que las lámparas de sodio, mucho más eficaces que las primeras, pero con las cuales no podemos distinguir colores. Con los LED podemos producir luz blanca con muy buena reproducción de los colores y conseguir mejores factores de utilización (poner la luz donde se necesita) que con las fuentes de luz

La sensación visual en una instalación realizada con luz blanca es mayor que con luz amarilla

Visibilidad

- Mejor Visión periférica
 - Ciclistas
 - Peatones y animales
 - Obstáculos



→ La luz blanca de buena reproducción de color mejora la visibilidad. Como puede verificarse en esta instalación, las flechas o círculos marcan objetos o lugares claramente visibles en el caso de una fuente de luz blanca (foto superior) con reproducción de color superior a 60 y que se pierden a la visión en el caso del sodio (foto inferior)

de sodio, de este modo conseguimos una eficiencia total de la instalación mucho mejor.

Durante los últimos años se han realizado estudios sobre la visión periférica de los conductores en la noche con luz artificial: la sensación visual en una instalación realizada con luz blanca es mayor que con luz amarilla. Existe una correlación entre luz blanca y el incremento de la visión periférica (S. Blumtritt, 2004), especialmente para los conductores, sobre todo en lugares conflictivos tales como cruces, accesos, glorietas y travesías.

Pero no basta que la luz sea blanca o amarilla para que se dé esta mayor

capacidad visual, sino que es necesario que la luz blanca tenga una reproducción de color adecuada.

Se ha estudiado la relación entre la capacidad de reacción del conductor con las diferentes fuentes de luz, para los mismos valores de luminancia. Cuanto mejor es mi sensibilidad visual, más rápido me doy cuenta de las cosas y antes puedo responder. Del estudio se puede concluir que cuanto mejor es la reproducción del color menor es el tiempo de reacción. O, visto de otra manera, puedo reducir los niveles de iluminación, para obtener el mismo tiempo de reacción si tengo una fuente con mejor reproducción de los colores.

Cuanto mejor es la reproducción del color menor es el tiempo de reacción

Esto, de hecho, se está aplicando para conseguir ahorros energéticos en las normativas de alumbrado público en países como Italia y Reino Unido, donde se especifica que si en el proyecto de alumbrado se decide instalar una fuente de luz blanca con una reproducción cromática superior a 60 se puede especificar los niveles de iluminación una categoría inferior a la que correspondería según la norma europea EN-13201 de iluminación de carreteras, y si el índice de reproducción de los colores es menor a 20 deben incrementarse los niveles a la categoría superior al tipo de calle o vía que se va a iluminar.

Con la luz blanca en la actualidad podemos dar respuesta a tener ambientes seguros y atractivos mediante una luz ecológica y eficiente. Una luz blanca con una buena reproducción de los colores nos proporcionará una mejor percepción de los objetos: señales, indicaciones y estado de la calle o vía y un adecuado confort por el reconociendo de caras y objetos en las calles, y por tanto una sensación de mayor seguridad y a la vez nuestro alrededor se presenta como un ambiente atractivo.

Por otro lado, si valoramos el ahorro energético, no nos queda duda que las soluciones que se pueden ofrecer actualmente con luminarias equipadas con LED especialmente diseñadas para el alumbrado público son una solución más que atractiva a la hora de realizar este tipo de proyectos. Sirva como ejemplo la instalación con LED de las fotos adjuntas, en el que el ahorro es del 74% y la capacidad de visión mucho mayor. ■



31W NW MSO
H:6m, S:21m, Ancho 3m
Ehmed 11lux, Uo =0.6 Ra 70
IRC: 70; Tc 4000K

Testimonio de los vecinos de esa calle:

Se ve tan bien o mejor que antes y la impresión de los colores es muy buena. El ahorro energético es estupendo y hace falta que toda la ciudad se cambie.



SON100W PC (120W medidos)
H:6m, S:21m, Ancho 3m
Ehmed 19lux, Uo =0.3 Ra 20
IRC: 25; Tc 2100K

74%
ahorro
energético

Mar Gandolfo es licenciada en Ciencias Físicas y directora de Philips Lighting Academy.



– Calle Mayor de Puentes la Reina antes y después del cambio de luminarias. En la imagen de la derecha se está utilizando la mitad de la potencia que en la de la izquierda, ya que toda la luz de las farolas se dirige hacia la calle. También se han eliminado luminarias redundantes situadas a la altura de los aleros. Nótese la disminución de luz en las fachadas de las viviendas y la uniformidad conseguida en la calzada

EL NUEVO ALUMBRADO DE PUENTES LA REINA-GARES: PARTICIPACIÓN Y COMPROMISO SOCIAL EN EL ÁMBITO DE LA GESTIÓN MUNICIPAL

Piensa globalmente. Actúa localmente. Esta máxima del ecologismo internacional muestra su utilidad en el ámbito de la lucha contra la contaminación lumínica de manera diáfana.

En el año 2007 Álvaro Baraibar, concejal de la localidad Navarra de Puentes la Reina-Gares, se dirige a la asociación Cielo Oscuro para solicitar asesoramiento para la revisión y posible reforma del sistema de alumbrado de su municipio. Unos meses antes, durante la campaña electoral de las elecciones municipales de 2007 se había comprometido con Juan José Salamero, vecino de la localidad, a promover un estudio integral del sistema de alumbrado si lograba formar parte del equipo de gobierno del ayuntamiento puentesino.

En enero de 2008 organizamos una conferencia sobre generalidades de la contaminación lumínica caracterizada con ejemplos de las instalaciones de Puentes la Reina. En la charla posterior —cómo no, en torno a una mesa— se trazaron las bases de la actuación y los objetivos de la misma. El Ayuntamiento incluye este proyecto entre las propuestas que

presenta al Foro de Agenda Local 21 de Puentes la Reina para el año 2008. Por lo tanto, es un proyecto en el que se resaltan los valores de respeto al medio ambiente y participación ciudadana. Los objetivos eran tres:

- Reducir la contaminación lumínica
- Mejorar la eficiencia energética del alumbrado público
- Mejorar la calidad del alumbrado

Para nuestra asociación la iniciativa es una oportunidad de materializar en un caso concreto las soluciones que defendemos desde hace años.

Desarrollo del proyecto

Primavera 2007

Primer contacto en una charla informal

Otoño 2007

Contactos con representantes de Cielo Oscuro

Enero 2008

Charla informativa (F. Jáuregui)

Invierno 2008

Foro de Agenda 21 para proyectos de 2008

Primavera 2008

Solicitud de subvenciones a Agenda 21

22/09/2008

Apoyo unánime del Pleno al proyecto

Verano 2008

Estudio integral del alumbrado (Martorell, S.L.L.)

Otoño 2008

Primeras actuaciones en calles Mayor, Crucifijo y Paseo

Diciembre 2008

Evaluación de las actuaciones con vecinos y corporación

Año 2009

Segunda actuación, se incide en el Centro Histórico

28 enero 2010

Aprobación por unanimidad de la Ordenanza Municipal

2º semestre 2010

Se termina el Centro Histórico y se inician cambios en barrios

Año 2011

Acometida de la iluminación ornamental (Puentes románico, Ayuntamiento)

Año 2012

Sustitución de las últimas luminarias

Años 2013-2014

Revisión y actualización de los cambios realizados. Actuaciones sobre las instalaciones cercanas no dependientes del municipio

La iniciativa es una oportunidad de materializar en un caso concreto las soluciones que defendemos desde hace años

El nuevo alumbrado de Puente la Reina-Gares: Participación y compromiso social en el ámbito de la gestión municipal



→ El puente románico del siglo XI que da nombre a la localidad. La imagen es de diciembre de 2007, antes de que comenzaran las reformas en el alumbrado. Se hace necesaria una intervención en las luminarias de la carretera de Artazu (a la izquierda en la fotografía) y en los focos que iluminan el puente desde más de 100 metros de distancia sobre el río Arga

Actuaciones

Las soluciones aportadas en Puente la Reina se basan en luminarias con FHSinst = 0% es decir, sin emisión de luz por encima del plano horizontal. Esto ha permitido una reducción significativa en la potencia instalada manteniendo niveles de iluminancia adecuados en las calles. El estudio ha significado al mismo tiempo una reordenación del número, tipo y posición de las luminarias existentes, detectando y corrigiendo en la medida de lo posible tanto los lugares con exceso de iluminación, como aquellos en los que ésta era claramente insuficiente. No obstante, ha contado con una limitación presupuestaria que ha impedido redefinir los lugares en los que se hallan las luminarias, lo cual ha supuesto ciertos límites a la uniformidad en ciertas zonas. Un proyecto de alumbrado totalmente nuevo se descartó desde el principio porque su coste haría inviable su ejecución.

Las medidas más significativas adoptadas en este municipio son:

a) Sustitución de luminarias:

- Faroles con vidrios difusores laterales por otros con lámpara alojada en la parte superior, cierre plano, posición de instalación horizontal y sin cristales en las caras laterales de la luminaria.
- Globos y otros elementos altamente ineficientes: sustitución por luminarias hemisféricas con cierre inferior plano y horizontal

b) Sustitución de lámparas de VSAP

de 150 W por otras de VSAP y 70 W.
c) Instalación y puesta a punto de nuevos sistemas reductores/estabilizadores de flujo para proceder a la reducción de potencia a partir de la entrada del horario nocturno.
d) Revisión del alumbrado ornamental de la ciudad.

El proyecto en cifras

<u>Presupuesto global (en euros de 2008)</u>	235.000 euros
<u>Ejecutado en 2008, 2009 y 2010</u>	150.000 euros
<u>Financiación propia (hasta la fecha)</u>	60.000 euros
<u>Ayudas Agenda 21</u>	56.000 euros
<u>Otras ayudas (eficiencia energética Gob. Navarra)</u>	34.000 euros
<u>Ahorro en consumo (al final del proyecto)</u>	55,5 kW (36,26%)
<u>Ahorro económico (fin proyecto en euros de 2008)</u>	15.000 euros/año

Paralelamente se redactó una Ordenanza Municipal para regular el alumbrado, acorde a los principios y a las recomendaciones del estudio realizado. La Ordenanza se aprobó por unanimidad en Pleno el 29 de septiembre del mismo año (Boletín Oficial de Navarra n.º 141, 19/11/2010). A destacar en esta ordenanza la prohibición de emitir flujo luminoso por encima de la horizontal en toda la localidad.

Inicialmente las luminarias instaladas causaron cierta sorpresa entre los vecinos, acostumbrados a que la luz de las farolas se esparciera en todas las direcciones. Pero al cabo de solo unos meses,

fueron conscientes de la mejora que significaba limitar la luz a las calles tanto en lo que se refiere a evitar los problemas de intrusión lumínica, como en el hecho de que, con las nuevas luminarias, el presupuesto para iluminación se reducía considerablemente. En la actualidad, la nueva iluminación de la localidad cuenta con un apoyo prácticamente unánime por parte de la población.

La ordenanza establece la prohibición de emitir flujo luminoso por encima de la horizontal en toda la localidad

Iluminación ornamental

El monumento que da nombre a la localidad es un precioso puente románico del siglo XI que cruza el río Arga. En la actualidad está iluminado por cuatro potentes focos dobles que se sitúan en el puente de la antigua carretera a Estella a 115 metros. Es la forma más sencilla de iluminar el puente y también la más cara, la menos eficiente y la más dañina para el medio ambiente, ya que ese tramo del río recibe tanta luz de los focos que puede verse el fondo en plena noche. Iluminar adecuadamente esa joya de la arquitectura es una de las tareas pendientes aunque, dado su valor patrimonial, es competencia de la Institución Príncipe de Viana, el organismo del Departamento de Cultura del Gobierno de Navarra encargado de velar por el patrimonio histórico. Desde el punto de vista de la luminotecnica, conseguir una iluminación del puente que no afecte al río ni al entorno y que sea además eficiente y adecuada para el monumento, es uno de los retos más estimulantes que puede presentarse a un profesional. Preparar esa actuación es nuestro próximo objetivo. ■

Fernando Jáuregui es astrofísico en el Planetario de Pamplona y miembro de Cielo Oscuro, Asociación contra la Contaminación Lumínica.



CONTAMINACIÓN LUMÍNICA Y CONCIENCIACIÓN CIUDADANA

Pocos problemas relativos a la contaminación del medio ambiente tienen una relación tan inmediata y directa con la vida cotidiana de nuestros barrios y pueblos como la contaminación lumínica. La extensión de los sistemas de alumbrado público ha sido uno de los avances fundamentales para el desarrollo de las sociedades urbanas a partir de mediados del siglo XIX y desde sus inicios ha sido percibida por la ciudadanía en clave esencialmente liberadora. El reverso de la moneda es que un innecesario mal uso de este recurso ha desembocado en un problema ambiental de gravedad cada vez mayor.

Esta dimensión cultural del problema es a la vez una amenaza y una oportunidad. Amenaza porque las concepciones culturales tienden a reproducirse a sí mismas a lo largo del tiempo de forma persistente, incluso cuando los factores que las originaron han desaparecido. Pero oportunidad también, porque esas mismas concepciones pueden ser transformadas mediante el diálogo, la sensibilización y la concienciación ciudadana. Actuar en esa línea en contacto y estrecha cooperación con las entidades que conforman la sociedad civil de nuestros barrios y pueblos es una perspec-

tiva estratégica con razonables posibilidades de éxito. Una intervención cercana, desde dentro y respetuosa con las expectativas y ritmos de nuestras comunidades locales, contando, entre otras, con aportaciones de la física, la educación ambiental y la pedagogía social. En el horizonte: una nueva cultura de la luz.

Existen algunos factores que en la actualidad dificultan un abordaje eficaz de esta cuestión. Tenemos en nuestros barrios un problema de valores (percepción positiva de niveles excesivos de iluminación

como signo de progreso, bienestar y calidad de vida), un problema de falta de información (sobre los efectos verificables de la contaminación lumínica, sobre sus causas y también sobre las soluciones técnicas disponibles) y un problema de preconceptos (entre otros, sobre la relación entre iluminación y seguridad ciudadana o sobre los resultados esperables de las medidas correctoras). Actuando en conjunto, estos factores agravan de forma directa un problema preexistente que condiciona gran parte de las actuaciones municipales en este

No existe ninguna razón objetiva para contaminar lumínicamente nuestro entorno

La contaminación lumínica tiene una marcada dimensión cultural



ámbito: la mayor parte de las personas con responsabilidades políticas o técnicas en la administración local tienden a actuar como si compartiesen esos valores, desinformación y preconceptos; con el resultado previsible de que las políticas públicas de alumbrado son en muchos casos parte del problema en vez de ser parte de la solución. Cerrando el círculo, la acción de gobierno es también acción peda-

gógica: la sobreiluminación e iluminación suntuaria de monumentos y elementos singulares del paisaje urbano refuerza la conciencia ciudadana sobre el valor positivo del exceso de luz.

Es necesario romper ese círculo. Una de las prioridades más importantes desde el punto de vista estratégico es la sensibilización y concienciación de la población, a nivel individual y de sus asociaciones, para que no sólo no se oponga a las medidas que se puedan arbitrar para reducir los actuales niveles de contaminación lumínica, sino que actúe decididamente como principal promotora y apoyo de las mismas. Una intervención concienciadora que debe tener en cuenta las dimensiones cognitiva y afecti-

va del problema, pero que también debe apostar por la puesta en valor del cielo nocturno como factor generador de riqueza, a fin de asegurar la sostenibilidad de sus niveles de oscuridad a largo plazo. Una intervención, finalmente, que debe ser realizada desde y con las entidades de la sociedad civil, mediante nuestra participación activa como científicos (como físicos y físicas, en particular) pero sobre todo como ciudadanos y ciudadanas presentes en la vida cotidiana de nuestros barrios y pueblos. ■

Salvador Bará es doctor en Física y profesor titular del Área de Óptica de la Universidad de Santiago de Compostela y coordina el programa Astronomía na beirarrúa. Dositeo Veiga es físico y responsable de divulgación científica de Altega, S.L.

ALTEGA GESTIÓN DE OCIO es una empresa que trabaja en el sector de la educación no formal. Integramos la astronomía en multitud de actividades, como campamentos y excursiones escolares. Pero también organizamos y colaboramos con asociaciones de nuestro entorno para realizar, sobre todo, observaciones públicas. El lugar que escogemos siempre se basa en que sea céntrico y que haya circulación de personas; es decir, plazas públicas, calles peatonales, parques concurridos... no importa la calidad del cielo. Ya buscaremos la mejor fecha según se pueda ver sólo la Luna, algún planeta o, incluso, algún cúmulo brillante. Al poner uno o varios telescopios en los lugares de paso o de encuentro ahorramos por completo las tareas de publicidad y la espera de «a ver si viene mucha gente». La gente —salvo excepciones— no va a esta actividad, se da de bruces con los telescopios. Y la concienciación sobre el problema de la contaminación lumínica ya está hecha. Sólo hace falta mirar con ellos al cielo a simple vista, o por el telescopio (y ver el cielo más blanco que negro), para que podamos ahorrarnos gran parte del discurso. Allí mismo, seguro que encontramos ejemplos de mala iluminación que podremos señalar. En Altega, a través de nuestra escuela de for-



→ Presentación pública de AstroGalicia 2010 en Marín (Pontevedra). Las presentaciones itinerantes con observaciones públicas divulgan la astronomía y potencian el conocimiento del evento por todo el país. Sandra Pesqueira

mación de monitores de actividades de tiempo libre, también ofrecemos a los jóvenes que formamos unas ideas mínimas de astronomía y de educación ambiental, en las que la concienciación sobre la contaminación lumínica surge de forma natural.



ASTRONOMÍA NA BEIRRARRÚA es una acción promovida desde la Universidad de Santiago de Compostela (USC) en colaboración con el Club de Astronomía «Vega» para disfrutar del cielo nocturno en las calles y plazas de los barrios de Galicia, en estrecha cooperación con las entidades asociativas vecinales. Su misión es colaborar con las comunidades locales mediante actividades de divulgación científica para construir barrios más activos y socialmente estructurados en los que el cielo nocturno —libre de contaminación lumínica— sea parte integral del paisaje urbano. Además de las actividades en los barrios, desde *Astronomía na beirarrúa* se desarrolla un intenso programa de formación de estudiantes universitarios como agentes de difusión social de la ciencia desde una perspectiva socio-comunitaria.

Guía de recursos

ORGANISMOS DE GESTIÓN:

- Ministerio de Industria, Turismo y Comercio (MITYC)
www.mityc.es
- Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino (MARM)
www.marm.es
- Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE)
www.idae.es
- Asociación de Agencias Españolas de Gestión de la Energía (EnerAgen)
www.eneragen.org
- Oficina Técnica para la Protección de la Calidad del Cielo (OTPC) del Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC)
www.iac.es
- Oficina para la Prevención de la Contaminación Luminosa (OPCL) de la Generalidad de Cataluña
www.gencat.cat
- Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía
www.juntadeandalucia.es/medioambiente
- Servicio Devesa-Albufera del Ayuntamiento de Valencia
www.albuferadevalencia.com/ecollum

ORGANISMOS DE I+D+i:

- Centro Astronómico Hispano Alemán (CAHA)
www.caha.es
- Departamento de Astrofísica y Ciencias de la Atmósfera de la UCM
www.ucm.es/info/Astrof/users/jaz/CL
- Área de Óptica del Departamento de Física Aplicada de la USC
www.usc.es/gl/departamentos/fisaplgl
- Instituto Cavanilles de Biodiversidad y Biología Evolutiva de la UV
www.uv.es/~biodiver
- Estación Biológica de Doñana (EDB) del CSIC
www.ebd.csic.es
- Laboratorio de Cronobiología de la UM
www.um.es/cronobio
- Equipo de Estudios Luminotécnicos del Departamento de Proyectos de Ingeniería de la UPC
senna.upc.es

ORGANIZACIONES EMPRESARIALES:

- Asociación Española de Fabricantes de Iluminación (ANFALUM)
www.anfalum.com
- Asociación de Fabricantes de Material Eléctrico (AFME)
www.afme.es
- Asociación Española de Empresarios de Rótulos Luminosos e Industrias Afines (ASERLUZ)
www.aserluz.org
- Asociación para el Reciclaje de Lámparas (AMBILAMP)
www.ambilamp.es

- Fundación para el Reciclaje de Residuos de Luminarias y Regeneración del Medio Ambiente (ECOLUM)
www.ecolum.es

OTRAS ORGANIZACIONES ESPECIALIZADAS:

- Comité Español de Iluminación (CEI)
www.ceisp.com
- Asociación Profesional de Diseñadores de Iluminación (APDI)
www.a-pdi.org
- Sociedad Española de Astronomía (SEA)
www.sea-astronomia.es
- Cielo Oscuro, Asociación contra la Contaminación Lumínica
www.celfosc.org
- Investigación y Acción sobre Cielo Oscuro (IACO)
www.iaco.es
- Grupo de Protección del Cielo (GPC)
www.gpc-cl.org
- Astronomía na Beirarrúa
astronabeira.blogspot.com
- Planetario de Pamplona
www.pamplonetario.org

ORGANIZACIONES EUROPEAS:

- Simposios Europeos para la Protección del Cielo Nocturno
www.celfosc.org/simposios.htm
- CieloBuiro - Coordinamento per la Protezione del Cielo Notturmo
www.cielobuiro.org
- The British Astronomical Association's Campaign for Dark Skies (CfDS)
www.britastro.org/dark-skies
- Association Nationale pour la Protection du Ciel et de l'Environnement Nocturnes (ANPCEN)
www.anpcen.fr
- Initiative gegen Lichtverschmutzung
www.lichtverschmutzung.de
- Federación de Asociaciones Nacionales de Fabricantes de Luminarias y Componentes Electrotécnicos para Luminarias en la Unión Europea (CELMA)
www.celma.org

ORGANIZACIONES INTERNACIONALES:

- Comisión Internacional de la Iluminación (CIE)
www.cie.co.at
- Unión Astronómica Internacional (IAU)
www.iau.org/public/light_pollution
- International Dark-Sky Association (IDA)
www.darksky.org
- Fundación Starlight
www.starlight2007.net
- Dark Skies Advisory Group (DSAG)
www.darkskeyparks.org
- Astrónomos sin Fronteras (AWB)
www.astronomerswithoutborders.org



EL COLEGIO DE FÍSICOS ENTREGA SUS PRIMEROS DIEZ DIPLOMAS DE EXCELENCIA PROFESIONAL

En 2010 el Colegio Oficial de Físicos (COFIS) presentó su nueva Red de Innovación y Excelencia Profesional en Ciencias y Tecnologías Físicas en el marco del 10º Congreso Nacional del Medio Ambiente en Madrid.

Tras su **aceptación formal** por parte de la Comisión de Excelencia, los primeros integrantes de esta red fueron distinguidos en un acto público, en el que se expusieron las trayectorias más destacadas en el ejercicio de la profesión de Físico. Para ello se contó con la presencia de Lourdes Arana, directora general de la Fundación

Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT), entidad que apoya la creación de esta red, así como de Gonzalo Echagüe, presidente del Colegio Oficial de Físicos, y de los propios galardonados, quienes tuvieron la oportunidad de relatar sus trayectorias y sus perspectivas en torno a la profesión de Físico. (páginas 50 y 51) ⇒

EL COFIS ANTE EL RETO DEL EMPLEO

En un contexto de mercado laboral tan difícil como en el que nos encontramos actualmente, el Colegio Oficial de Físicos no se puede mostrar ajeno a esta situación y trabaja de forma continuada, tanto para ofrecer información y formación a sus colegiados como para dar a conocer al entorno empresarial actual lo que los físicos son capaces de ofrecer.

Desde la **creación** de su Agencia de Colocación, el Colegio ofrece una labor personalizada de apoyo a la búsqueda y mejora de empleo de los colegiados y distribuye de forma regular una multitud de ofertas de trabajo en las que los titulados en Física responden al perfil solicitado. A modo de

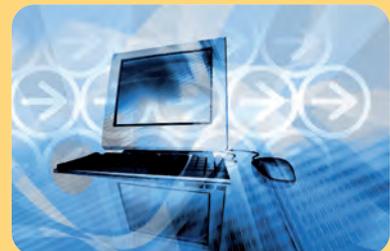
ejemplo, durante el año 2010, más de 500 ofertas fueron trasladadas a los colegiados, entre los que un porcentaje algo inferior al 5% está en situación de desempleo, lo que puede ser indicativo de que nuestra titulación no es una de las más afectadas por la situación actual. (página 48) ⇒



Ahora, más que nunca: diez ediciones de Conama (página 48)



Cursos de formación del COFIS (página 49)



Los físicos se encuentran en LinkedIn (página 50)



En marcha una nueva ley para la Ciencia (página 53)

(viene de la página 47) ⇒



En este entorno se hace necesario conocer los factores que determinan la empleabilidad y la identificación de nuevas fuentes y generadores de empleo. Por ese motivo, por segundo año consecutivo, el Colegio ha sido entidad colaboradora del Servicio

Regional de Empleo de la Comunidad de Madrid en el programa OPEA (Orientación Profesional para el Empleo y Asistencia para el Autoempleo), atendiendo a más de 150 desempleados a los que se ha prestado esta labor de asesoramien-

to. Como complemento, se celebró un seminario específico de orientación laboral para titulados en Física. En dicha sesión, estructurada en tres áreas, se mostró un análisis del mercado de trabajo actual, cómo se debe de enfocar la búsqueda de empleo y cuáles son los sectores con mayor presencia de físicos.

Sin olvidar a los que dentro de poco serán los nuevos titulados en Física, el Colegio ha acudido también este último año a diversas universidades para mostrar a los estudiantes de los últimos años de carrera la perspectiva que dentro de poco tendrán por delante y las diferentes salidas profesionales que su formación les ofrecerá. El COFIS ha estado presente así en las Universidades de Madrid (UCM y UAM), Barcelona (UB y UAB), País Vasco, Córdoba y Sevilla.

Convenio de colaboración con La Mutua de los Ingenieros

La Mutua de los Ingenieros y el Colegio Oficial de Físicos han formalizado un convenio marco de colaboración mediante el cual la Mutua ofrecerá y prestará sus servicios a los colegiados.

Mediante este acuerdo, la Mutua pone a disposición de los miembros del Colegio la correduría de seguros con condiciones ventajosas. Tanto los seguros a nivel profesional, personal y patrimonial (la responsabilidad civil entre ellos) como la agencia de valores y los servicios de agencia de viajes, serán puestos a disposición de nuestro colectivo, incluyendo el asesoramiento en el ámbito de la previsión social.



PLANES DE ACCIÓN CONTRA LOS DECIBELIOS

Los Mapas Estratégicos de Ruido elaborados en 19 núcleos urbanos (con una población de 12,2 millones de personas) muestran que el 67% de los ciudadanos están expuestos a niveles de ruido por encima de los 55 decibelios.

El Congreso Nacional del Medio Ambiente (Conama) celebró a finales de 2010 su décima edición con gran éxito de asistencia y temas. El ya veterano grupo de trabajo sobre contaminación acústica de Conama, coordinado por Jerónimo Vida en representación del Colegio Oficial de Físicos y la Universidad de

Granada, se concentró en esta ocasión en el análisis de uno de los requisitos normativos más complejos que debe acometerse tras la realización de los Mapas Estratégicos de Ruido: la elaboración de Planes de Acción contra el Ruido.

Más información en: www.conama10.es > Fondo documental > GT-15



LA DIVULGACIÓN EN EL COFIS

Entre los objetivos del Colegio de Físicos está el incremento del nivel de la cultura científica y técnica de la sociedad española. Para ello organiza o colabora en múltiples ciclos de conferencias, jornadas y otras iniciativas.

Destacan las charlas en el Ámbito Cultural de El Corte Inglés, tanto en Zaragoza —los ya tradicionales «Encuentros con la Ciencia»— como en Madrid. En ellas, físicos y otros expertos difunden para todo tipo de público el papel de la ciencia en temas de actualidad como la energía, la salud o la contaminación ambiental, y exponen los temas científicos más punteros.

Además, los colegiados y sus familias han podido visitar este año gratuitamente los museos científicos CosmoCaixa Madrid y CosmoCaixa Barcelona. El Paseo por la Ciencia de Córdoba o el Campus de Profundización Científica para Estudiantes en Jaca son otras de las actividades que han contado con apoyo y presencia del COFIS.



VIDA COLEGIAL

Las visitas guiadas a diversos centros de referencia son ocasiones para refrescar conocimientos o aprender de otros campos ajenos al nuestro. También para poner cara a los representantes del Colegio y otros colegas de profesión.

Son muchos los colegiados que han podido visitar el Centro de Información del Consejo de Seguridad Nuclear, en Madrid; la Red de Vigilancia de la Calidad del Aire del País Vasco, en Bilbao; el Centro Demostrador del Hogar Digital en Madrid; el Centro Nacional de

Supercomputación en Barcelona; y el Laboratorio Nacional de Fusión, también en Madrid. Estos son los centros elegidos en 2010 y 2011 para conocer los últimos desarrollos en algunas áreas de interés para nuestra profesión, a menudo de la mano de sus responsables más directos.

CURSOS DE FORMACIÓN 2010-2011

Otra de las apuestas a largo plazo del Colegio de Físicos es la «formación a formadores», como transmisores del conocimiento científico a la sociedad.

En esta línea de trabajo se han convocado nuevas ediciones de cursos propios del COFIS, especialmente para el profesorado de todos los niveles. La matrícula se ofrece en condiciones muy ventajosas para los colegiados y están abiertos también a otros profesionales:

- **Curso de formación en el Área de la Meteorología.** Impartido en colaboración con la Agencia Estatal de Meteorología (ediciones X y XI).
- **Fundamentos de la tecnología de los equipos electromédicos: Servicios técnicos y marketing.** En convenio con la Facultad de Física de la Universidad de Sevilla.
- **Energía: Retos y futuro.** Organizado con Red Eléctrica de España (REE) y la Facultad de Ciencias Físicas de la Universidad Complutense de Madrid.

El Colegio mantiene acuerdos con otras entidades para facilitar a todos los colegiados, mediante descuentos o becas, la formación de especialización o de postgrado. La gestión ambiental o de la innovación, las energías renovables, la seguridad o la simulación son algunas de las materias en las que los colegiados pueden beneficiarse de descuentos de hasta el 50%.

Más información en:
www.cofis.es > Oferta formativa



RED DE INNOVACIÓN Y EXCELENCIA PROFESIONAL EN CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS FÍSICAS

El Reconocimiento a la Innovación y Excelencia Profesional es un reconocimiento colegial que nace en el año 2010 para distinguir a los profesionales de la Física que han contribuido a la incorporación de forma exitosa de la cultura de la innovación o el emprendimiento en su actividad, en entidades donde prestan servicio o en sus propias iniciativas empresariales, de forma que su talento y creatividad sea puesto en valor y que constituya un germen para la creación de una red que a través de la formación colabore en el desarrollo de un nuevo modelo productivo.

La Red de Innovación y Excelencia Profesional se plantea como una estructura estable en su presencia dentro del Colegio para la difusión de las iniciativas innovadoras y de emprendimiento de estos Profesionales de Excelencia, dándolas a conocer a estudiantes, profesores y orientadores universitarios de Ciencias; profesionales en ejercicio en distintas áreas empresariales y organizativas; así como al resto de la sociedad en su conjunto.

Se pretende así contribuir a dinamizar sectores tradicionales, consolidar una labor y fomentar el impulso de nuevos sectores que aprendan de la experiencia de estos profesionales. En este sentido se pretende acometer una red

temática específica dedicada a medio ambiente de forma que se identifiquen a aquellos profesionales que dentro del mundo de la Física contribuyen en esta área, para ser referente del sector y de todos aquellos que quieran contribuir a la mejora económica mediante la generación de riqueza y bienestar de forma sostenible en el entorno medioambiental.

Además, se pretende que la Red constituya una vía de comunicación entre estos Profesionales de Excelencia y el resto del colectivo de físicos y profesionales de Ciencia actuando como germen de actividades de colaboración, formación e iniciativas emprendedoras.

Proyecto financiado por la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT) - Ministerio de Ciencia e Innovación (MICINN)



Físicos en la industria... en LinkedIn

El grupo «Físicos en la industria» de la red profesional en Internet LinkedIn agrupa a una comunidad de físicos cuya actividad profesional se encuentra vinculada a la industria, la empresa o los servicios y ha sido uno de los elementos inspiradores para la puesta en marcha de la Red de Excelencia Profesional en Física.

Promovido por F. Javier del Álamo y administrado por Juan Antolín, el grupo se puso en marcha en febrero de 2009 y ya cuenta con unos 350 físicos. Además de establecer relaciones profesionales y ofrecer un canal para el análisis de temas de interés para nuestra profesión, se pretende prestigiar al profesional titulado en Física en el mundo de la empresa y la industria, poniendo en valor sus competencias profesionales.

Conscientes de que una de las cuestiones más valiosas en las redes sociales son los grupos independientes, desde el Colegio de Físicos se valora que espontáneamente haya surgido un grupo en las redes profesionales para cohesionar a los físicos que trabajan en la industria. Por eso participamos en él para contribuir a los debates, pero también para escuchar en directo las preocupaciones, problemas, cuestiones que importan... Porque este grupo es fundamentalmente un ágil mecanismo de comunicación bidireccional y de participación. Si te interesa la combinación de físicos e industria anime y únete al grupo.

Más información en: www.linkedin.com



ENTREGA DE LOS PRIMEROS PREMIOS A LA EXCELENCIA EN FÍSICA

El COFIS hizo entrega, en el marco de Conama 10, de los diez reconocimientos a la Excelencia Profesional con los que distinguió destacadas trayectorias profesionales

El acto se inició con las intervenciones de Alberto Virto, vicepresidente del Colegio, y José Aguilera, representante de la Comisión de Excelencia, y a continuación se hizo entrega de los diplomas a cada uno de los galardonados. Tras unas palabras de reconocimiento del presidente del COFIS, Gonzalo Echagüe, los premiados explicaron su experiencia profesional y trayectoria vital, en la que, comenzando con su formación en Ciencias Físicas, fueron des-

granando cada uno de los caminos recorridos en los más diversos sectores donde la Física está presente y donde el espíritu emprendedor se pone a disposición de la investigación, el desarrollo, la formación o la innovación.

El broche final correspondió a Lourdes Arana, directora general de la FECYT, que destacó como uno de los objetivos principales el acercamiento de la ciencia a la sociedad. «Lo que no se valora, lo

que no se percibe, no se quiere y lo que no se quiere no se defiende», afirmó. Con acciones de esta índole, esperamos contribuir a mejorar la percepción que la sociedad tiene de la ciencia, y en particular de la Física, difundiendo lo que un físico es capaz de realizar y lo que puede aportar para construir un mejor futuro.

Más información en: www.conama10.es > Fondo documental > AE-18

Físicos de Excelencia 2010



Juan Ignacio Álvarez González

Técnico especialista en urbanismo, evaluación ambiental, acústica, instalaciones eléctricas e instalaciones contra incendios. Actualmente ejerce al frente de su propia empresa, Física y Urbanismo.



Josep Baró Casanovas

Vinculado siempre a la protección radiológica, creó hace 20 años en Barcelona la empresa de servicios ACPRO, que en la actualidad cuenta con 25 empleados (18 de ellos físicos).



Juan Antonio Elías Castells

Fundador de la empresa IPB de ingeniería y arquitectura, compañía líder en el mercado español en diseño de plantas farmacéuticas y cuyo Consejo de Administración preside.



Juan José González de la Rosa

Profesor titular de la Universidad de Cádiz y responsable del grupo de investigación en Instrumentación Computacional y Electrónica Industrial del Plan Andaluz de Investigación.



Pedro Larraz Alonso

Siempre ligado a la formación, desde enseñanzas medias a la universidad, desempeña actualmente la Dirección de Investigación, Transferencia e Innovación de la Universidad San Jorge.



Julio Vicente Mestre Sancho

Profesional con 35 años de experiencia de ejercicio en el área de la acústica, control de ruido y vibraciones en García-BBM, S.L., con más de 1.300 proyectos realizados.



Jorge Mira Pérez

Profesor titular de Electromagnetismo y director del Departamento de Física Aplicada de la Universidad de Santiago de Compostela, coordina el Programa ConCiencia de divulgación científica.



Javier Piay Pombo

Desarrolla su actividad en Altran, en el campo de la energía solar, ocupando puestos de dirección técnica, comercial y de desarrollo de negocio internacional y ejerciendo como profesional independiente.



Miguel Ángel Sabadell Melado

Editor de ciencia de *Muy Interesante* y director científico del museo Art Natura Málaga, ha participado en múltiples iniciativas de comunicación científica y en numerosos medios impresos y audiovisuales.



María Lourdes Vega Fernández

Directora de Investigación y Desarrollo de la empresa Carburos Metálicos, es también directora general de MATCAS, alianza entre Carburos Metálicos, el CSIC y la Universidad Autónoma de Barcelona.

LA REFORMA DEL MARCO NORMATIVO PROFESIONAL EN MARCHA

El Gobierno de España ha venido anunciando en distintos foros que el proyecto de *Ley de Servicios Profesionales* se remitirá este verano al Congreso de los Diputados. Poco se conoce en realidad de este proyecto que pretende, por ejemplo, eliminar la obligatoriedad de colegiación para los profesionales.



La idea sería que la colegiación sea voluntaria, excepto en los casos de los servicios sanitarios y jurídicos. El Gobierno pretende además, con esta ley, reducir las profesiones que tienen reservas de actividad, es decir, aquellas que sólo pueden desempeñarse por parte de quien tiene una determinada cualificación académica. Una revisión, en sentido liberalizador, de las reservas de actividad en

áreas técnicas contaría en principio con el apoyo de los colegios profesionales de ciencias (Físicos, Químicos, Biólogos y Geólogos).

El Colegio de Físicos defiende el reconocimiento por parte de la administración de todas las competencias que un profesional pueda adquirir en base a su formación —ya sea de grado, postgrado u otras— y también

a su experiencia profesional, de forma que los físicos y otros profesionales de ciencias puedan ejercer en régimen de libre competencia con ingenierías, arquitectura y otras profesiones en todas aquellas áreas en las que acrediten formación y/o experiencia profesional.

Esta ley sería la última fase de un intenso proceso de reforma de las profesiones y los colegios oficiales que arrancó en otoño de 2009 con la transposición de la Directiva Europea de servicios a nuestro ordenamiento jurídico mediante las conocidas como «Ley Paraguas» y «Ley Ómnibus». Estas normativas han impulsado la reforma y modernización del sector colegial con la actualización del código deontológico, la publicación de la memoria anual, la implantación de la ventanilla única, el desarrollo del servicio de atención a consumidores y usuarios, etc.

PROMOCIÓN Y DEFENSA DE LA PROFESIÓN DE FÍSICO: UNA LABOR DE TODOS

El Colegio Oficial de Físicos agrupa a profesionales que desean impulsar nuestra actividad. El Colegio actúa de oficio cuando un colegiado o grupo de colegiados informa de que está encontrando impedimentos para ejercer la profesión.



El Colegio presta apoyo específico a las compañeras y compañeros que lo necesiten (orientación profesional, asesoramiento jurídico, etc.) y también se pronuncia públicamente o ante las distintas administraciones. Durante el presente año ha sido necesario llevar a cabo actuaciones de este tipo en distintas líneas, entre las que cabe destacar las siguientes:

- Defensa de la competencia del Físico en el ámbito de las instalaciones eléctricas, licencias de actividad y proyectos de seguridad ante comunidades autónomas, bajo solicitud del colegiado proyectista y la propia administración.
- Alegaciones a normativas autonómicas sobre medio ambiente y otras por petición de las administraciones.

- Pronunciamientos sobre la inclusión de nuestra titulación en convocatorias de empleo público autonómicas por solicitud de colegiados.
- Propuestas para la futura ley de servicios profesionales elaborada en colaboración con los demás Colegios de Ciencias.

Para poder realizar adecuadamente esta labor es imprescindible que todos los colegiados informen al colegio cuando tengan conocimiento o se encuentren con situaciones en sus áreas y provincias de ejercicio en las que puedan ser convenientes estas acciones.

LEY DE LA CIENCIA, LA TECNOLOGÍA Y LA INNOVACIÓN

El pasado 12 de mayo, el Pleno del Congreso de los Diputados aprobó, con carácter definitivo, la Ley de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación. Esta ley sustituirá a la Ley de Ciencia de 1986, adaptando así la legislación al gran progreso experimentado por el sistema científico español en los últimos años.

Incluye una carrera científica estable, basada en méritos, capaz de retener y atraer talento y que facilite la movilidad de los investigadores, al tiempo que promueve la innovación y la transferencia de conocimiento al sector empresarial y a la sociedad en general. La nueva ley establece también la creación de una Agencia Estatal de Investigación, que garantizará una mayor eficacia del gasto público en I+D.

Es previsible afirmar que esta ley durará muchos años y extenderá sus beneficios con independencia

de los posibles ciclos políticos. «Los ciudadanos comienzan a convencerse de que la ciencia puede ser una señal de identidad de España», ha afirmado Cristina Garmendia, ministra de Ciencia e Innovación, al tiempo que ha subrayado que con la nueva forma habrá «más posibilidades para una nueva generación de investigadores, emprendedores y profesionales de la innovación».

Nos encontramos muy lejos de aquellas contradicciones que hemos vivido. Por un lado, Unamuno con su «que investiguen ellos» y Menéndez

Pelayo con «inventamos nosotros». Pese a estas afirmaciones, un tanto anacrónicas, lo cierto es que España, comparada con países de nuestro entorno, ha quedado detrás en lo que a desarrollo científico se refiere. Pero los tiempos han demostrado que la ciencia no es una actividad, sin mayores consecuencias, de unos pocos. Hoy la ciencia es la base de la tecnología y de la innovación y representa, en muchos aspectos, el desarrollo económico.

*Alberto Miguel Arruti
Profesor Emérito de la Universidad CEU San Pablo*



ENTREGADOS LOS PREMIOS DE FÍSICA 2010

La Real Sociedad Española de Física (RSEF) y la Fundación BBVA reconocen con estos premios, dotados con 50.000 euros distribuidos en ocho categorías, los logros más relevantes de la investigación en Física en España.

Este año la Medalla de la RSEF ha recaído en Maximino San Miguel. En la categoría de Innovación y Tecnología el ganador ha sido Manuel J. Tello. Entre los premiados en otras categorías figuran Agustín Sánchez Lavega (Mejor artículo sobre Física), Carlos Escudero (Investigador Novel Física Teórica) y Amelia Barreiro

(Investigador Novel Física Experimental). En la modalidad Enseñanza Universitaria de la Física se premia a Enrique A. Maciá y en Enseñanza de la Física en Educación Secundaria el ganador ha sido José F. Romero. El premio al Mejor artículo sobre Enseñanza ha correspondido a Antonio Gallego.

Premio José María Savirón de divulgación científica

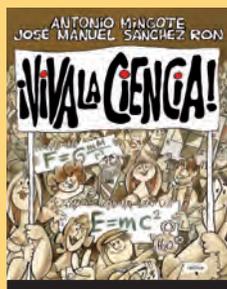
Este premio se concede en Aragón a quienes realizan una meritoria labor para acercar la cultura científica y tecnológica a la sociedad. Es convocado anualmente por el Colegio Oficial de Físicos, la RSEF y otros colegios de ciencias y entidades académicas y científicas aragonesas.

En su sexta edición, el premio en modalidad nacional se ha concedido ex aequo al colegiado Jorge Mira, director del Departamento de Física Aplicada de la Universidad de Santiago de Compostela, y a Ana Montserrat, responsable del programa Tres14 de La2 de TVE. En la modalidad aragonesa el premio ha sido para Fernando Corbalán, divulgador de las Matemáticas. Los premios no tienen dotación económica, entregándose Diploma acreditativo y un Motivo Conmemorativo.



bibliografía

NOTA: precios de venta al público consultados en la Agencia Española del ISBN para la fecha de edición de la revista.



José M. Sánchez Ron y Antonio Mingote

¡VIVA LA CIENCIA!

Editorial Crítica. Barcelona, 2008 y 2010
ISBN: 978-84-8432-916-9/
978-84-7423-878-5
272 pág. PVP: 29 euros/19,50 euros

Cuando la docta erudición que, de la Ciencia, atesora el profesor Sánchez Ron es aliñada con la deliciosa salsa humorística de las viñetas de Mingote, el resultado no puede ser otro que este libro que comentamos. Ameno y de lectura fácil, sin menoscabar el rigor científico, y recomendable a lectores de todas las edades que, con unos moderados conocimientos, se verán incitados a imbuirse dentro del mundo de la Ciencia y deleitarse con las peripecias y logros de sus directos hacedores.

A través de cinco sorprendentes capítulos podemos pasear desde la explicación sencilla de los más elementales conocimientos matemáticos y físicos, a la suave ascensión que debemos superar para obtener una visión cosmológica de la vida y el universo, hasta introducimos en el intrincado bosque del genoma humano y del futuro que ya ha comenzado. Para rematar tan considerable abanico, la obra termina dedicando un apéndice, bastante completo, a los «40 Principales de la Ciencia».

Marcos Galiana



José M.^a Dorado Gutiérrez

INTA Y EL ESPACIO

Historia astronáutica del INTA, vol. 1
Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial, 2008
ISBN: 978-84-930056-4-1
364 pág. PVP: 45 euros

Al amparo de medio siglo de historia espacial, veía la luz este primer tomo de una ambiciosa crónica destinada a documentar y divulgar los esfuerzos en la investigación y aprovechamiento del espacio por parte del Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA). El autor, al mismo tiempo protagonista y estudioso de esta etapa irreplicable, no duda en remontarse a olvidados pioneros españoles como Gómez Arias, Herrera y otros antes de detallar los orígenes del instituto, sus éxitos y sus tribulaciones hasta nuestros días.

Cohetes, satélites, estaciones de seguimiento, grupos científicos, instalaciones de ensayo y colaboraciones con la industria, la NASA o la ESA desfilan por las páginas de esta obra de gran formato y prolijamente ilustrada. Se han editado después otros dos pequeños volúmenes de distintos autores que amplían esta rica historia de España en la astronáutica, si bien en ediciones más limitadas y menos lujosas debido a las restricciones presupuestarias.

Carlos Herranz



Roger Penrose

CICLOS DEL TIEMPO

Editorial Debate. Barcelona, 2010
ISBN: 978-84-8306-922-9
304 pág. PVP: 21,90 euros

Este libro necesita que el lector posea conocimientos de física y de matemáticas. El autor, profesor emérito en la Universidad de Cambridge, presenta un espectacular entramado intelectual con base en la Segunda Ley de la Termodinámica, que establece la medida del desorden de un sistema, o sea, la entropía, que crece con el tiempo. Penrose es crítico con determinadas ideas. Por ejemplo, no siente el menor entusiasmo por la inflación cósmica y considera desafortunados los nombres aplicados a lo que conocemos como materia y energía «oscuras».

Penrose se hizo célebre cuando negó la posibilidad de la inteligencia artificial, y frente al teorema de Kurt Gödel afirma que existen enunciados que podemos ver que son ciertos, aunque no podamos asignarles categoría de «verdaderos». Y afirma que «la noción de verdad matemática va más allá del concepto global de formalismo. Hay algo absoluto e infuso en la verdad matemática, que va más allá de las simples construcciones matemáticas».

Alberto Miguel Arruti



Jorge Mira Pérez

LA CIENCIA EN EL PUNTO DE MIRA

Auga Editora. Santiago de Compostela, 2011
ISBN: 978-84-938253-6-2
200 pág. PVP: 16 euros

Agotadas dos ediciones en gallego, se publica en castellano la primera aventura editorial de este catedrático de Electromagnetismo acostumbrado a comunicar ciencia al gran público desde los medios audiovisuales. No en vano, Jorge Mira es uno de los ganadores del premio José M.^a Savirón de divulgación científica de este año.

En 63 capitulitos independientes, de apenas tres o cuatro páginas cada uno, Mira entretiene y enseña por igual, y nos quita la excusa de la falta de tiempo para leer. Con provocativos títulos como «¿Pesa más 1 kg de hierro o 1 kg de paja?», «King Kong no existe», «Los chimpancés las prefieren maduras» o «Cómo funcionan las malas lenguas», nos conduce de forma desenfadada por recientes descubrimientos de científicos de todos los campos, muchos de ellos sorprendentes y que el lector querrá comentar en la próxima tertulia. Los más motivados encontrarán las citas a los artículos originales al final de cada sección.

Carlos Herranz

Gracias al acuerdo con la Mutua de los Ingenieros, **todos los colegiados** pueden acceder a las ventajas y valores diferenciales de la Mutua.

MÁS PRESTACIONES - MEJORES PRECIOS

COBERTURA INTEGRAL DEL

100x100

DE LOS RIESGOS

- AUTOS • HOGAR • COMUNIDADES • COMERCIO •
- RESPONSABILIDAD CIVIL • EMPRESAS • PYMES • VIDA •
- ACCIDENTES • SALUD • AHORRO • PENSIONES • JUBILACIÓN •

Acuerdos y elección de las mejores opciones del mercado asegurador para cubrir los bienes materiales con las máximas garantías y al mejor precio.

Ejemplo: estudio comparativo de las mejores ofertas del mercado

OFERTA DE SEGURO DE AUTOMÓVIL

CONDUCTOR: Hombre - 57 años - antigüedad del carné de conducir: 36 años

VEHÍCULO: SAAB LINEAR SP 1.9TID 120 - 4 puertas - año 2006

ENTIDADES/ COBERTURAS/ PRIMAS TOTALES

COMBINACIÓN DE GARANTÍAS	COMPAÑÍAS ASEGURADORAS			
	Allianz	AVA	Reale	ZURICH
Terceros + cristales	269,80 €	---	521,95 €	443,80 €
Terceros ampliado	354,87 €	323,69 €	537,85 €	493,20 €
Terceros ampliado + pérdida total	429,87 €	---	---	523,19 €
Todo riesgo sin franquicia	813,56 €	731,25 €	1.261,36 €	1.051,54 €
Todo riesgo con franquicia 300 €	---	502,24 €	---	707,04 €
Todo riesgo con franquicia 450 €	488,70 € Frg: 350 €	479,45 €	---	689,94 €
Todo riesgo con franquicia 600 €	---	459,51 €	---	659,04 €
Todo riesgo con franquicia 1.200 €	---	---	---	---

Ejemplo con un 50% de bonificación

Seguros intermediados por Segrepro, Correduría de Seguros S.A., correduría vinculada a la Mutua de los Ingenieros, con domicilio en Via Laietana 39, 2º de Barcelona y con CIF A-58852518. Inscrita en el Reg. Mercantil de Barcelona, tomo 10.882, libro 9822, folio 1, hoja 127.830. Concertados seguros de Responsabilidad Civil y Caución e inscrita con el nº J00609 en el Registro Administrativo Especial de Medidores de Seguros conforme a la Ley 26/2006.


la mutua
de los ingenieros

Via Laietana, 39, 2.º 08003 Barcelona Tel. 902 789 887 - 935 522 750 Fax 933 100 638
correo@mutua-ingenieros.com www.mutua-ingenieros.com

**Infórmese
ahora**
902 789 887
935 522 750
sólo con una
llamada



Cuando piense en LED, piense en Philips

Soluciones de alumbrado LED de Philips

PHILIPS
sense and simplicity