

Contaminación lumínica



Contaminación lumínica y astronomía

Sin cielos oscuros, los astrónomos no podrían recibir las débiles señales lumínicas provenientes de objetos distantes en el espacio exterior. Estos cielos son un recurso científico crítico para entender los misterios del universo. Los cielos oscuros también son parte importante de la herencia cultural y natural de todas las civilizaciones.

Muchos observatorios astronómicos están contruidos en ubicaciones remotas en un esfuerzo por escapar de la luz de ciudades y pueblos. Aun así, estos observatorios están amenzados por la contaminación lumínica. Por ejemplo, la parte inferior de esta página muestra las luces de la ciudad conquistando la cima del volcán Mauna Kea en Hawái. El Observatorio Mauna es uno de los mejores lugares para la astronomía en el mundo. Poner límites legales a la iluminación es una herramienta importante para proteger estos sitios de la contaminación.

Estrellas, las Pléyades y Venus sobre los telescopios más grandes del mundo – Observatorio Keck y Telescopio Subaru en la cima de Hawái. (Créditos: Dr. Hideaki Fujiwara - Telescopio Subaru, Observatorio Astronómico Nacional de Japón - NAOJ)



La Unión Astronómica Internacional y los guardianes de los cielos oscuros

La Unión Astronómica Internacional (UAI) reúne a más de 10.000 astrónomos profesionales de casi 100 países. Su misión es promover y proteger todos los aspectos de la ciencia astronómica a través de cooperación internacional.

Esta publicación es una compilación de hallazgos importantes de expertos alrededor del mundo en el área de contaminación lumínica. Esta información se recolectó bajo el programa Luz Cósmica (Cosmic Light), organizado por la UAI durante el Año Internacional de la Luz 2015. El propósito de este folleto es llamar la atención sobre avances recientes en nuestra comprensión de la contaminación lumínica, particularmente el uso de LEDs, para apoyar a la comunidad astronómica a generar mayor conciencia pública sobre la investigación de este tema.

Resplandor celeste

La contaminación lumínica es causada por el uso inapropiado de iluminación exterior, lo cual puede generar efectos negativos en el ambiente. La luz de fuentes artificiales que se desperdicia hacia arriba (en ángulos horizontales y más allá) es dispersada por aerosoles como nubes y niebla o partículas pequeñas, como contaminantes en la atmósfera. Esta dispersión forma un resplandor difuso que se puede observar desde muy lejos. Tal resplandor celeste, es la forma más conocida de contaminación lumínica.

Una fuente de luz apartada tiene un impacto mayor en el resplandor celeste de áreas rurales que de las ciudades debido a la dispersión secundaria. Según Martin Aube, 10% del resplandor celeste de las ciudades y 50% de este fenómeno en áreas rurales son el resultado de reflexión secundaria.

Estrellas y resplandor celeste sobre Salzburgo, Austria
(Créditos: Andreas Max Böckle)

Intrusión lumínica

La intrusión lumínica es otro problema común que puede afectar incluso nuestra salud. En la noche, luces indeseadas pueden filtrarse por las ventanas de casas y apartamentos, lo que causa desórdenes del sueño debidos a sobreexposición a la luz.



Créditos: Ducky Tse / Amigos de la Tierra (HK)

Brillo

La luminosidad excesiva en la noche causa un alto contraste y reduce la visibilidad, generando incomodidad o, en casos extremos, un efecto cegador. Las personas mayores con problemas en los ojos y cataratas son los que más lo sufren.

Créditos: E. Hanlon



MUY MALA



MALA



MEJOR



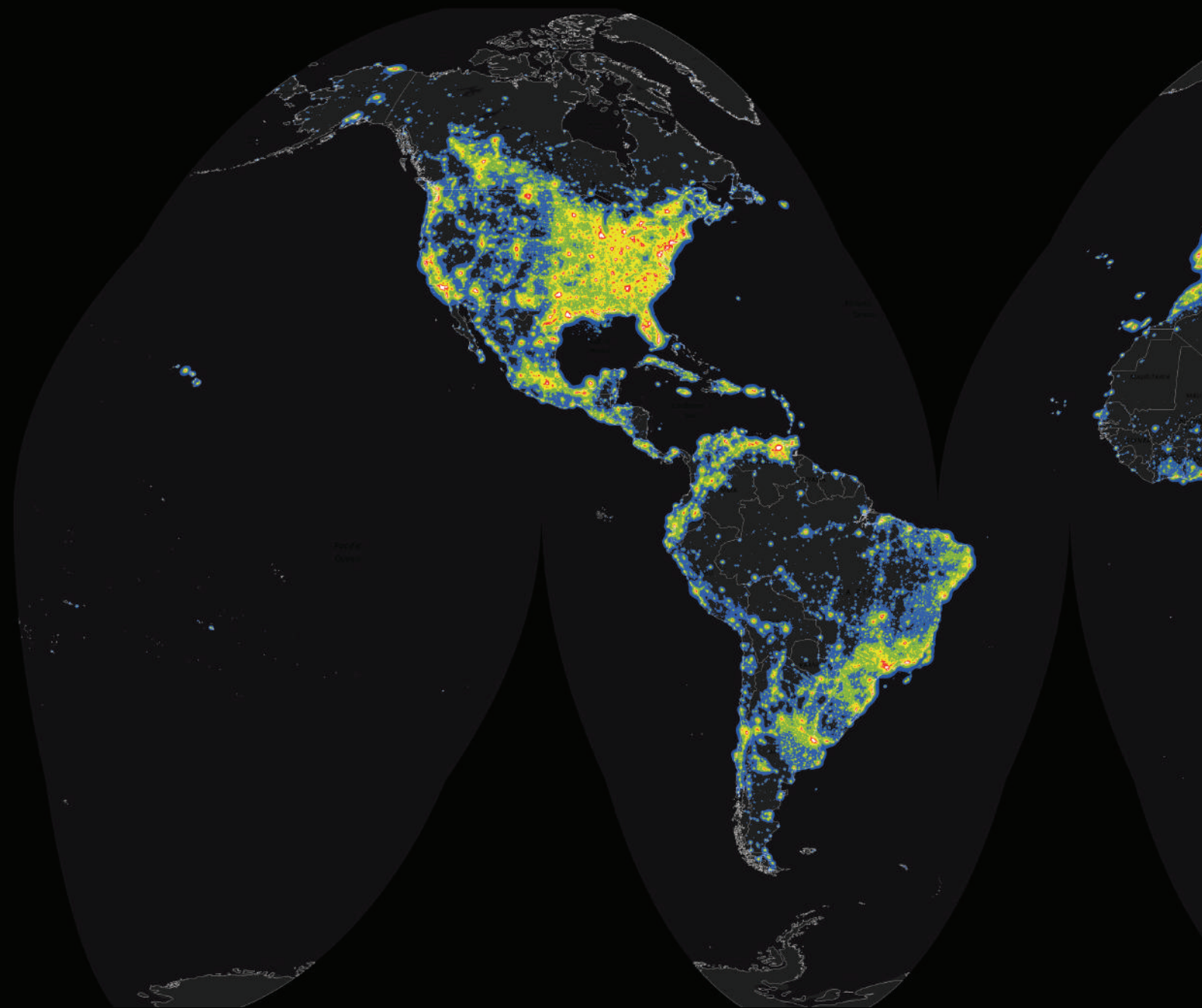
LA MEJOR

Solución

Una solución que se recomienda para minimizar el brillo celeste es cubrir completamente las lámparas públicas para que su luz sea visible sobre el suelo y no su fuente a la distancia. La asociación internacional Dark-Sky estima que por lo menos 30% de la iluminación en exteriores en Estados Unidos se desperdicia, en su mayoría por luces que no están cubiertas. La luz descubierta que brilla hacia el cielo y se puede ver desde el espacio es, en su mayoría, energía desperdiciada. Otra estrategia para minimizar las ubicaciones y número de horas que las luces están encendidas es usarlas solo donde y cuando se necesitan. Estas soluciones también reducirían la intrusión lumínica y el brillo. Plantar más árboles también puede ayudar a evitar que la luz secundaria reflejada brille hacia arriba.



Mapa mundial de conta

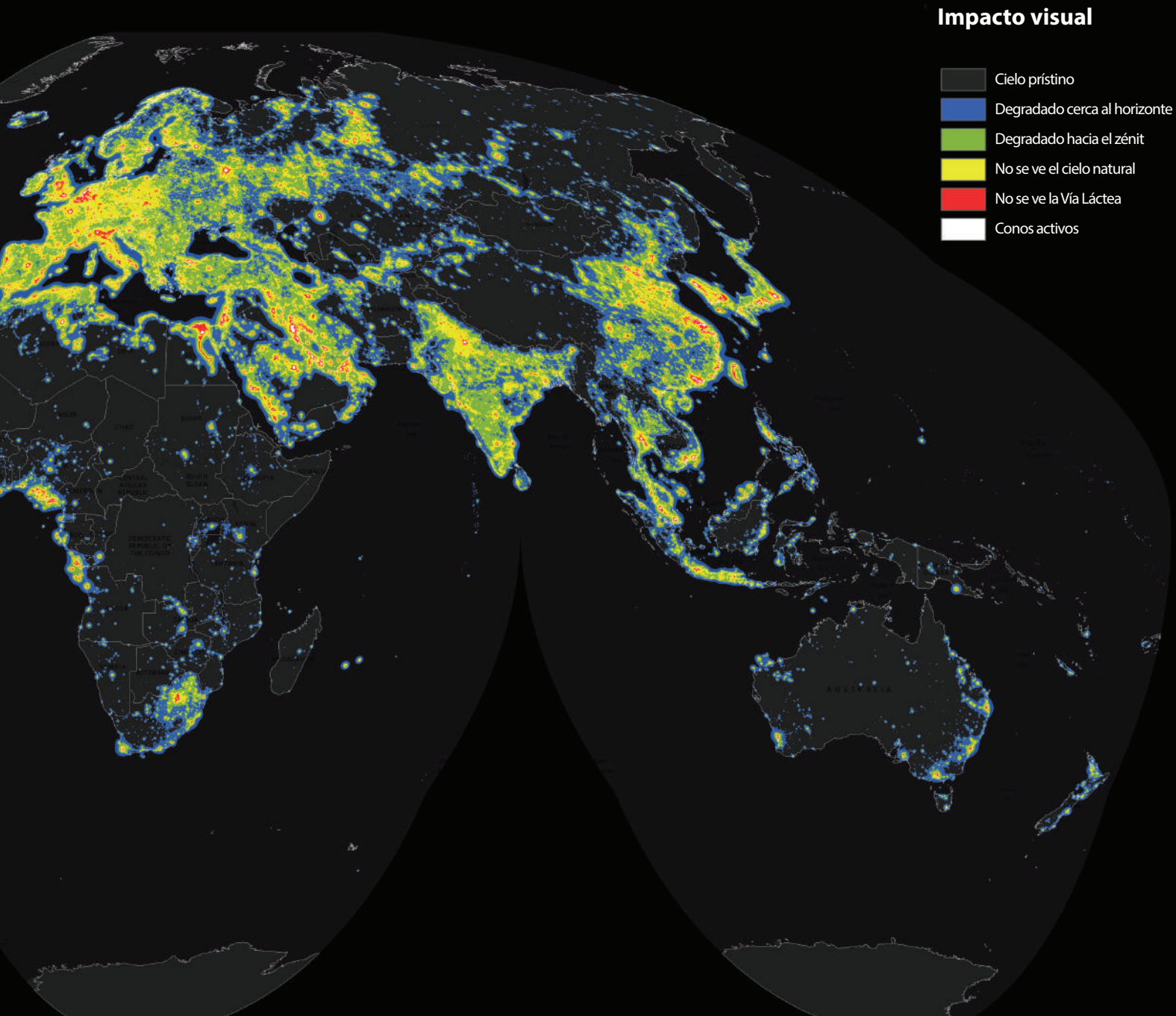


En 2016, Fabio Falchi et al. publicaron el mapa mundial de contaminación lumínica más reciente.

Los colores del mapa indican diferentes niveles de contaminación lumínica: negro para un cielo prístino, seguido de azul, verde, amarillo y rojo para especificar progresivamente los niveles de contaminación. Los lugares blancos en el mapa corresponden a ciudades de «conos activos», donde la contaminación es peor.

La retina de un ojo humano está compuesta por células llamadas conos y bastones. Son fotorreceptores

Contaminación lumínica 2016



responsables de transmitir las señales lumínicas a nuestro cerebro. Los conos son responsables de la información de los colores, pero solo se activan cuando la iluminación es suficientemente brillante. Es por esta razón que en ambientes oscuros vemos colores apagados o no los vemos. Cuando miramos un telescopio, no podemos ver los objetos en el cielo profundo tan hermosos y coloridos como en las imágenes de Internet por la misma razón: los conos no se activan cuando miramos a través del lente de un telescopio. Las imágenes del Telescopio Espacial Hubble, por ejemplo, requieren horas de integración, a diferencia de lo que nuestros ojos pueden ver. Algunas veces también son imágenes mejoradas con la técnica de falso color.



Transición de lámparas de sodio a LED en Calgary, Canadá. (Créditos: NASA)

¿Revolución LED?

La foto arriba muestra el cambio de iluminación a LEDs en Calgary, Canada. El azul intenso de las luces LED es claramente visible. Los LEDs, o diodos emisores de luz, son conocidos gracias a su bajo costo, larga vida útil, menor consumo energético, y porque son ecológicos y fáciles de regular. Por ende, se están produciendo en masa y se usan ampliamente. El alumbrado público ha comenzado a reemplazar lámparas tradicionales por LEDs más ecológicos.

Estudios recientes indican que las luces LED ahorradoras no ayudan a reducir la contaminación lumínica. Las personas tienden a gastar el dinero ahorrado en los LEDs de bajo costo en la instalación de más iluminación, haciendo de esta forma que los lugares sean más brillantes. Los LEDs también tienen otros problemas importantes relacionados con el fuerte componente azul en su espectro, el cual se dispersa fácilmente y afecta nuestros ecosistemas y salud pública.

Espectro de una lámpara de sodio de baja presión



Espectro de una lámpara de sodio de alta presión

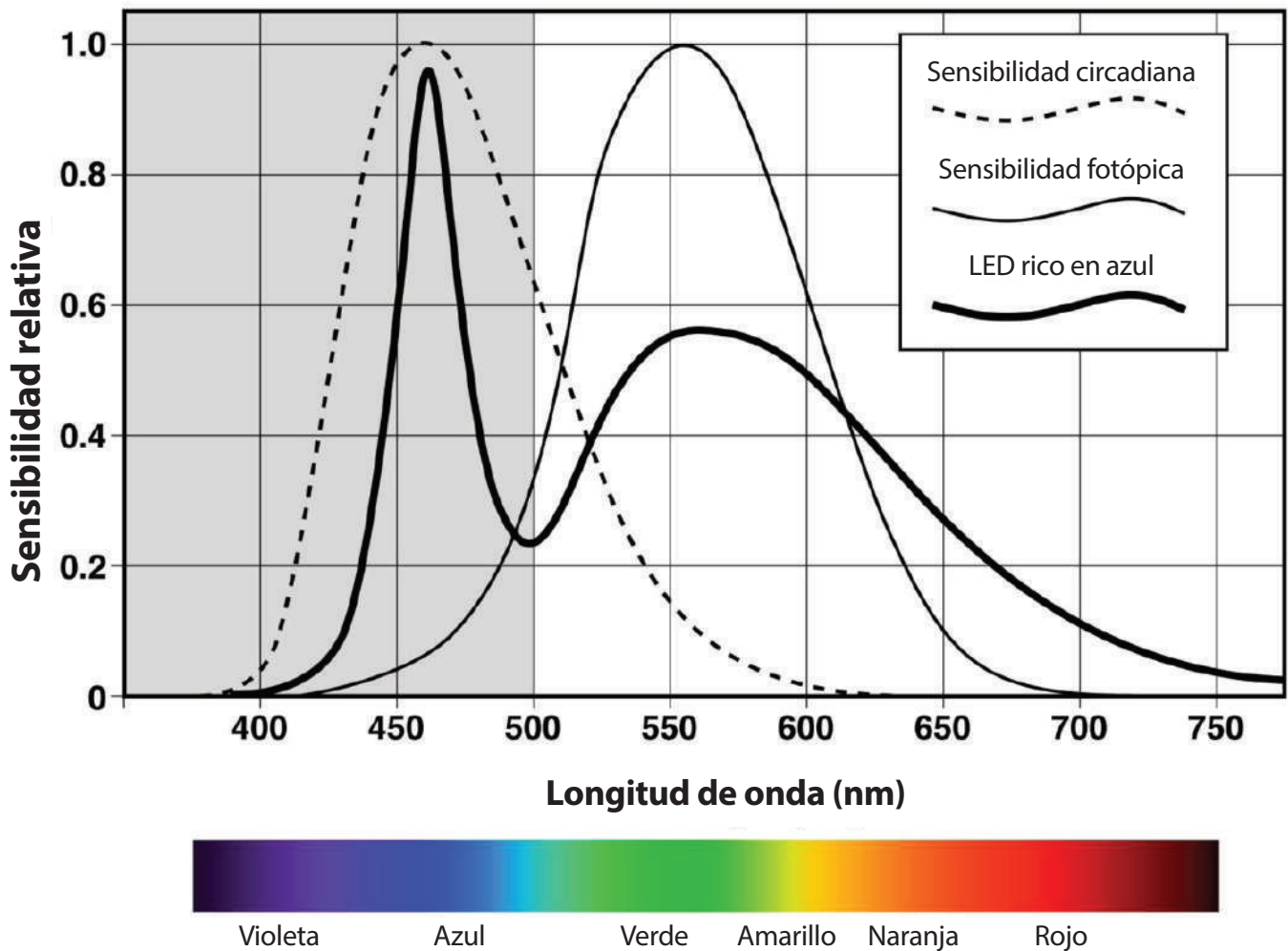


Espectro de un LED de 4100k



Comprendiendo el espectro LED

La iluminación tradicional, como las lámparas de sodio a baja y alta presión (SBP y SAP, respectivamente) tienen espectros con bandas relativamente estrechas que se pueden filtrar durante observaciones astronómicas. Sin embargo, los LEDs normalmente tienen un espectro amplio, que no es fácil de filtrar. Los LEDs de banda estrecha como los LEDs ámbar de fósforo convertido están saliendo al mercado y podrían eventualmente demostrar ser una opción aceptable en términos de filtrado, eficiencia energética, e incluso reproducción de color.



Créditos: International Dark-Sky Association

En 2014, el Premio Nobel en física reconoció «la invención de eficientes diodos emisores de luz azul, que ha permitido tener fuentes de luz brillantes y ahorradoras de energía». Esta declaración revela una característica importante de los LEDs blancos de hoy en día: estos LEDs de bajo costo que ahorran energía son básicamente ricos en azul (ver la línea gruesa en la imagen).

La línea continua delgada en la figura arriba indica la sensibilidad de nuestros ojos en condiciones de buena iluminación. La línea punteada indica la sensibilidad de nuestro cuerpo al ritmo circadiano, el ciclo de día y noche.

Las longitudes de onda de los LEDs ricos en luz azul se cruzan con la sensibilidad circadiana de nuestros cuerpos, ejerciendo así una influencia significativa en nuestra conducta del sueño.




La luz azul afecta el sueño

En la década de 1990, los científicos descubrieron un tercer tipo de células sensibles a la luz en el ojo humano, aparte de los conos y bastones ya conocidos. Esta tercera clase de células contienen «melanopsina», un tipo de fotorpigmento que tiene la función de identificar y seguir el ciclo día-noche. La melanopsina mostró un pico de sensibilidad hacia la luz azul.

Este fotorpigmento controla la producción de «melatonina», una hormona que te produce sueño. Cuando las células con melanopsina detectan la luz (normalmente durante el día), la producción de melatonina se suspende, lo que te hace sentir más despierto. Cuando está oscuro y las células con melanopsina no detectan luz, te sientes cansado por la melatonina producida. Cuando te expones a una luz azul de noche por largos periodos de tiempo, esta te mantiene despierto.

Células nerviosas de la retina ocular (Créditos: Wei Li, National Eye Institute, National Institutes of Health)



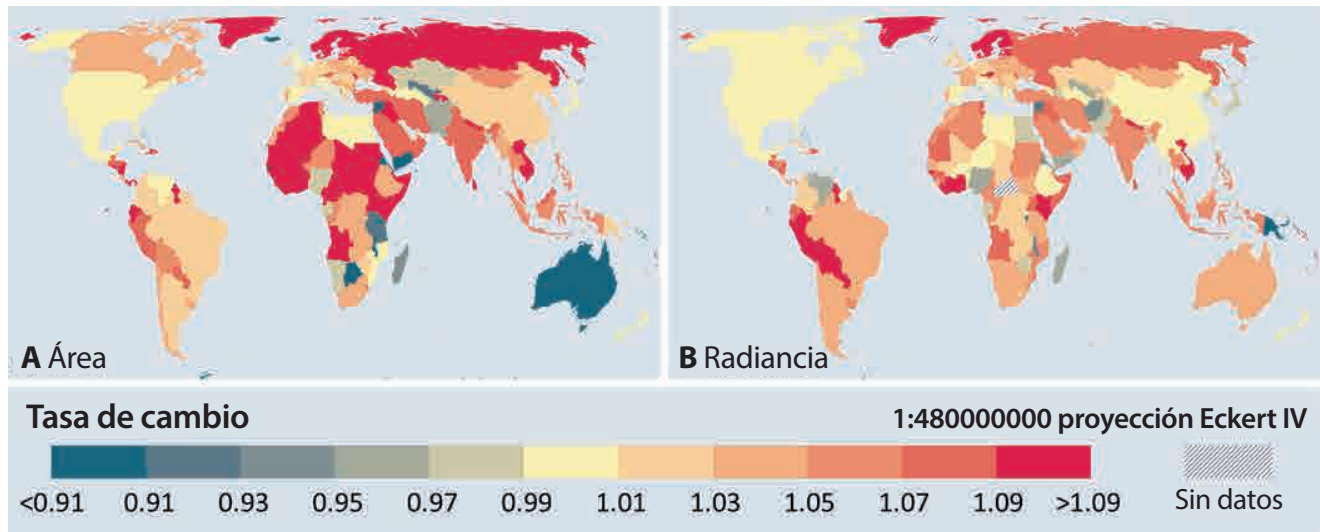
La contaminación lumínica y nuestra salud

La melatonina también es un antioxidante que beneficia nuestro cuerpo en otros aspectos aparte del sueño: ayuda a reparar nuestro cuerpo y regula hormonas relacionadas con procesos de corrección del cáncer. Los LEDs son ricos en luz azul y, por ende, tienen un fuerte efecto en la suspensión de la producción de melatonina.

La Asociación Médica Americana (AMA) aprobó una resolución en 2009 que especifica que «la intrusión lumínica ha estado implicada en la perturbación de los ritmos circadianos animales y humanos, y se sospecha que es una causa médica de la producción suprimida de melatonina, sistemas inmunes deprimidos y un incremento en los índices de cánceres como los de mama». En el 2016, la AMA oficialmente emitió una política sobre los LEDs, que explica que «las lámparas blancas de LED tienen un impacto cinco veces mayor en los ritmos circadianos del sueño que las lámparas de la calle».

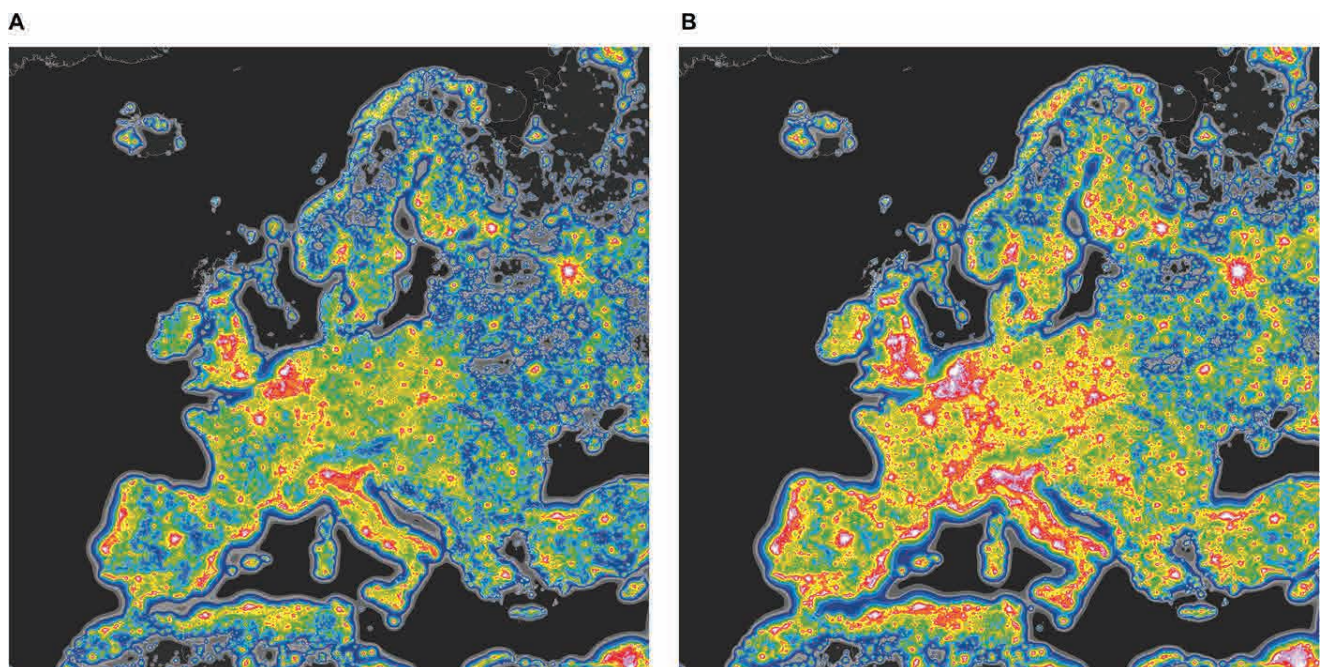
Los LEDs empeoran la contaminación lumínica

Los LEDs no solo no combaten la contaminación lumínica, la empeoran. Un estudio de Christopher C. M. Kyba et al. en el que usaron datos satelitales indica que nuestro mundo se volvió 9.1% más brillante de 2012 a 2016.



Créditos: Christopher C. M. Kyba et al. Sci Adv 2017

Los mapas arriba muestran la tasa anual de cambio de iluminación artificial en términos de incremento/reducción de área (A) y luminosidad (B). La mayor parte del mundo muestra un incremento en la luminosidad, con algunas excepciones que muestran una reducción, incluyendo algunos países que están en guerra (Yemen y Siria, por ejemplo).



Créditos: Fabio Falchi et al. Sci Adv 2016

La luz de los LEDs ricos en azul se dispersa fácilmente y crea una huella de contaminación lumínica mayor. Los mapas arriba muestran la luminosidad artificial del cielo europeo comparada con la del cielo natural. La imagen de la izquierda (A) muestra el nivel actual de contaminación lumínica. El mapa de la derecha (B) muestra la proyección de la luminosidad celeste percibida si toda la iluminación se cambia por LEDs de 4.000K.



Cambios entre 2012 y 2016 en India y el área circundante.
(Créditos: Observatorio Terráqueo de la NASA, imágenes de Joshua Stevens
usando datos del Suomi NPP VIIRS de Miguel Román en el Goddard Space
Flight Center de la NASA)

¿Qué color deberíamos usar?

La luz azul tiene otro efecto en la astronomía: se disipa inmediatamente (por eso nuestro cielo es azul) y la información de muchas estrellas y galaxias recién nacidas tienen su pico en el azul. Además, considerando el impacto que tiene en los ecosistemas y la salud pública, no se recomienda usar luz azul.

La luz roja tiene la mejor capacidad de propagación directa, creando un brillo artificial a las distancias más grandes. Entonces, la luz roja tampoco se recomienda.

Recomendamos específicamente luces ámbar o amarillas con el rango de energía más estrecho posible, lo cual es consistente con los requerimientos de reproducción de color.



Créditos: Rémi Boucher / Mont-Mégantic International Dark Sky Reserve

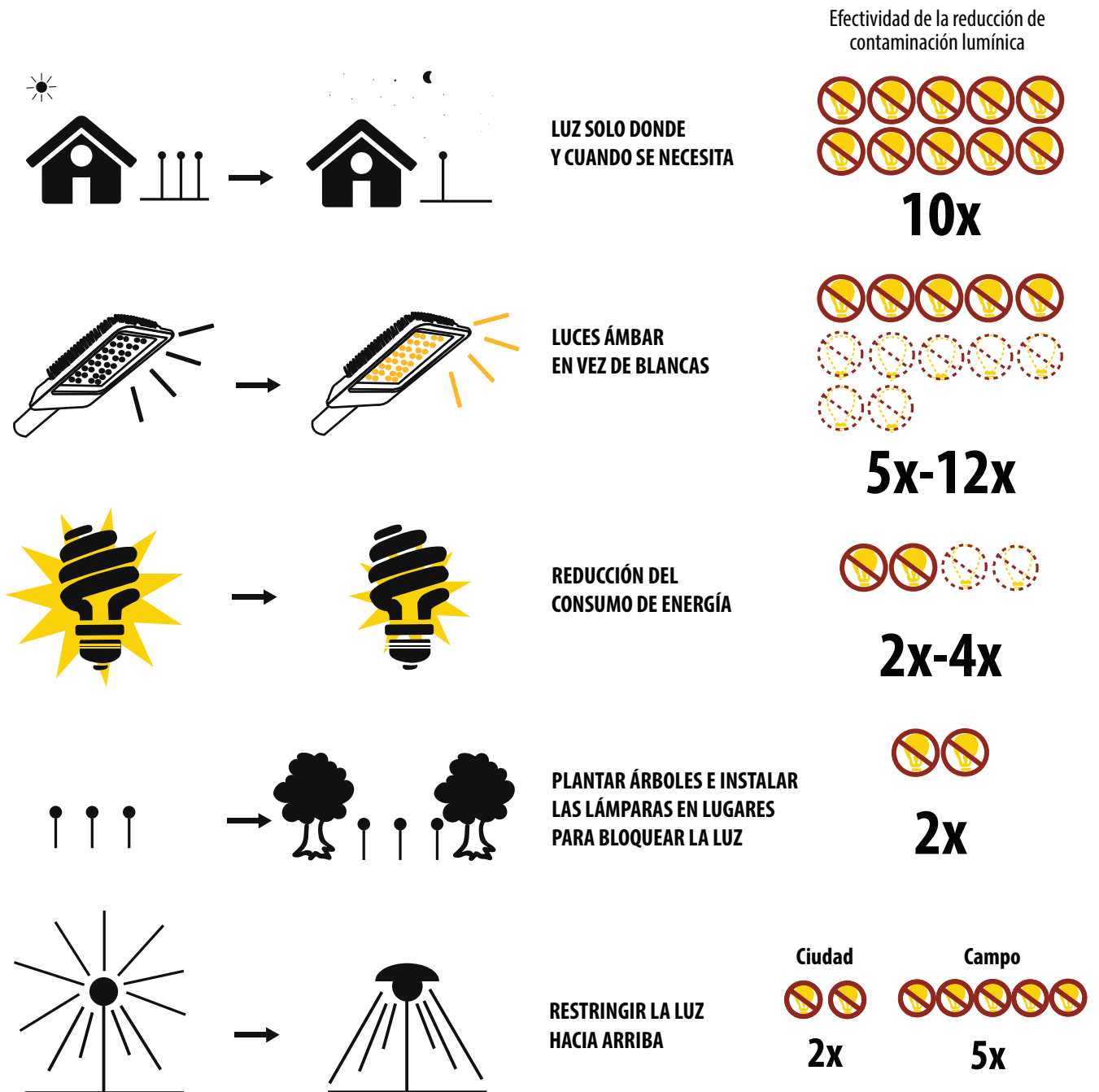
LEDs ecológicos y convenientes para la astronomía

Dado que los LEDs ricos en azul tienen un efecto poderoso sobre la salud humana y el ambiente, la industria está desarrollando nuevas tecnologías para crear LEDs ecológicos. Hace unos años se desarrollaron LEDs realmente ámbar con una amplitud de onda muy estrecha, similar a la de una lámpara SBP, la cual presenta el menor impacto ecológico y astronómico. A pesar de esto, ya que la eficiencia de los LEDs realmente ámbar es baja, no son un producto comercial ideal.

Los LEDs ámbar de fósforo convertido (PC) son una tecnología desarrollada en años recientes. Aunque tienen un espectro más amplio y un impacto ecológico mayor que los LEDs realmente ámbar, reproducen mejor el color y tienen el doble de la eficacia que los LEDs realmente ámbar, lo cual los hace un punto intermedio razonable.

Las fotos arriba muestran el cambio en el campus de Bishop's University en Sherbrooke, Canadá, antes y después de la transición de LEDs blancos de 4.000K a LEDs PC ámbar, reduciendo también la energía del LED a la mitad usando los mismos parámetros ópticos. Los cálculos de Martin Aubé et al. muestran que este cambio redujo el brillo celeste percibido por el ojo humano a 20% de lo que causan los LEDs blancos de 4.000 K, y también redujo la supresión de melatonina a 4% del nivel original. Esta es una enorme disminución. Para lograr esta reducción, simplemente disminuye la eficacia luminosa y cambia el color de los LEDs de blanco a ámbar.

¿Cómo podemos reducir efectivamente los efectos de la contaminación lumínica?



Fuente de los datos: Martin Aubé (Cégep de Sherbrooke).
 Ilustración: Elian Abril Diaz Rosas (IAU, Office for Astronomy Outreach)

Este diagrama resume la efectividad de varias formas de reducir la contaminación lumínica. La más efectiva es simplemente apagar o reducir la cantidad de iluminación. El cambio de blanco a amarillo también hace la diferencia. Podemos plantar más árboles para reducir los reflejos secundarios. Usar lámparas totalmente cubiertas para evitar que la luz brille hacia arriba también ayuda. Los reflejos secundarios tienen un papel más importante en áreas rurales que en las ciudades. Por lo tanto, las soluciones que describimos antes tienen un impacto más significativo en las primeras.

¿Cómo te puedes unir a programas internacionales para apoyar la prevención de la contaminación lumínica?

Los siguientes programas educativos de organizaciones internacionales te pueden ayudar a promover la educación sobre iluminación en escuelas y comunidades.



Globe at Night

Esta es una campaña ciudadano-científica internacional para concienciar sobre el impacto de la contaminación lumínica que invita a ciudadanos-científicos a medir el brillo del cielo nocturno y subir sus observaciones.

www.globeatnight.org



Kit educativo sobre calidad de la iluminación

Este kit se desarrolló para el Año Internacional de la Luz. Ofrece seis actividades «basadas en problemas» que usan la calidad de la luz para resolver situaciones relacionadas con los efectos de la contaminación lumínica en la vida salvaje, el cielo nocturno, nuestros ojos, el consumo de energía, la seguridad y la invasión lumínica en nuestros edificios.

www.noao.edu/education/qltkit.php



Vigilantes de los cielos oscuros

Este programa educa a los estudiantes en cómo identificar iluminación ineficiente, proporciona alternativas y herramientas para reducir el consumo, controlar los costos de la energía y ayuda a las comunidades a recobrar y proteger un recurso precioso: cielos nocturnos oscuros.

www.globeatnight.org/dsr/



Recursos de la International Dark-Sky Association

La misión de la International Dark-Sky Association (IDA) es preservar y proteger el ambiente nocturno y nuestro patrimonio de cielos oscuros a través de iluminación de exteriores ambientalmente responsable. La siguiente es una lista de recursos producidos por la IDA.

www.darksky.org/resources/

Editor
Sze-leung Cheung

Consultor editorial
Constance Walker

Diseño
Sze-leung Cheung

Revisores
Hannah Harris
Yolande McLean

Traducción al español:
Mario Palacio Pulgarín

Adaptación:
Andrés Torres Cañas
Frank Vélez Penagos

Fecha de publicación:
Abril 2018

Fecha de traducción al español:
Mayo 2018

References

Aubé, Martin. (2015). Physical behaviour of anthropogenic light propagation into the nocturnal environment. *Philosophical Transactions of The Royal Society B Biological Sciences*. 370. 10.1098/rstb.2015.0143.

Aubé, Martin. (2016). The LED outdoor lighting revolution: Opportunities, threats and mitigation for urban and rural citizens.

Falchi, Fabio et al. (2016) The New World Atlas of Artificial Night Sky Brightness. *Science Advances* 10 Jun 2016 : e1600377

Kyba, Christopher et al. (2017). Artificially Lit Surface of Earth at Night Increasing in Radiance and Extent. *Science Advances* 22 Nov 2017 : e1701528

AMA Adopts Guidance to Reduce Harm from High Intensity Street Lights

American Medical Association Press Releases
<https://www.ama-assn.org/ama-adopts-guidance-reduce-harm-high-intensity-street-lights>



Esta obra está bajo una licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International.

Un mundo sin estrellas sería como
un mundo sin flores.

– Silvia Torres-Peimbert
Presidente de la Unión Astronómica
Internacional

en la ceremonia de clausura del Año Internacional
de la Luz 2015.

Luces nocturnas y estrellas vistas desde la
Estación Espacial Internacional. (Créditos: NASA)



International Astronomical Union
Office for Astronomy Outreach

www.iau.org/public

En colaboración con la
Comisión C.B7 de la IAU,
Protección de Sitios de
Observación Existentes
y Potenciales



International
Day of Light

Traducción al español:



Institución Universitaria
Acreditada en Alta Calidad