

# Sensibilización Ciudadana

Contaminación Lumínica

GEOPARQUE



GRANADA



unesco

Geoparque mundial





## ¿TE GUSTARÍA SABER QUÉ ES LO QUE TE IMPIDE CONTEMPLAR EL CIELO ESTRELLADO DESDE TU PUEBLO O CIUDAD?

Que no podamos observar un precioso cielo cuajado de estrellas parece algo normal en la actualidad, pero no siempre ha sido así. Sin ir más lejos, si les preguntas a tus abuelos seguramente te digan que de jóvenes podían ver la Vía Láctea desde sus localidades de origen, algo imposible en nuestros días.

Ya desde la antigüedad el cielo nos ha inspirado a preguntarnos por nuestros orígenes, cosa que en la actualidad seguimos haciendo, buscando respuestas más allá de nuestro planeta. Una parte del territorio en el que vivimos es tan particular como para haber recibido la denominación de **Geoparque de la Unesco**. El cielo nocturno que podemos observar desde buena parte de la extensión del **Geoparque de Granada**, y en general desde el sureste peninsular, es de tan excepcional calidad como para que se hayan establecido diferentes observatorios e instituciones dedicadas al estudio de la astronomía. Todos nosotros disponemos del privilegio de poder salir de casa, y sin tener que realizar un trayecto de decenas o centenares de kilómetros, contemplar a ojo desnudo un cielo nocturno excepcional.

Desafortunadamente el privilegiado patrimonio inmaterial del cielo nocturno se encuentra en peligro debido a la contaminación lumínica. **En las siguientes páginas te contamos en detalle la situación actual y cuáles son los recursos con los que contamos para poder ganar la batalla a la contaminación lumínica.**



**“Culturas como la Maya o la China también dedicaban grandes esfuerzos a la observación astronómica y fueron capaces de elaborar calendarios y predecir eclipses”**

**Desde** el principio de los tiempos, los seres humanos de todas las culturas nos hemos sentido fascinados con el cielo estrellado. No sólo por su imponente belleza sino también porque el entendimiento del movimiento de esos puntos brillantes en la oscuridad del cielo ha jugado un papel fundamental en el desarrollo de las civilizaciones.

Por ejemplo, en el antiguo Egipto la observación de la estrella Sirio indicaba la época idónea para la siembra de cultivos, cuestión de gran relevancia ya que de esto dependía que obtuvieran el alimento para su subsistencia. Culturas como la Maya o la China también dedicaban grandes esfuerzos a la observación astronómica y fueron capaces de elaborar calendarios y predecir eclipses. Sin ir más lejos, la cultura árabe, además de hacer grandes avances en astronomía, matemática y numerosas ciencias, eran grandes observadores del cielo ya que es indispensable conocer la hora del día para la práctica de los rezos. Por último, observar las estrellas para identificar los puntos cardinales ha sido primordial en actividades tan fundamentales como la navegación, en épocas donde no existían los GPS (Sistema de Posicionamiento Global).

Además de los aspectos prácticos que ofrece el conocimiento astronómico, no se puede dejar de lado que la astronomía nos conecta con inquietudes profundas que siempre la humanidad ha querido responder: ¿Cómo se formó la Tierra y el Universo? ¿Tendrán un final? ¿Cómo se originó la vida de la tierra, o vino de otra parte del cosmos? ¿Tiene algún propósito nuestra existencia? Algunas de estas cuestiones nos llevan a lugares comunes entre ciencia y filosofía, y aunque en la actualidad las consideramos como disciplinas independientes, en la antigua Grecia estaban íntimamente relacionadas.





Imagen 1. Dolmen del conjunto megalítico ubicado en las inmediaciones del río Gor



Imagen 2. Observatorio Astronómico de Calar Alto

Esta búsqueda profunda a la cual nos arrastra la contemplación del firmamento nocturno se puede ver reflejada en las costumbres de los **habitantes del Geoparque** hace miles de años. En todo el territorio del **Geoparque** encontramos varias zonas con restos megalíticos. La mayoría de los dólmenes construidos en el entorno del río Gor tienen una orientación sur-sureste que coincide con la salida del Sol. Esto demuestra que los habitantes de la zona ya realizaban observaciones y estudios continuados del Sol y las estrellas desde tiempos remotos.

Es curioso notar que este interés en comprender lo que sucede allí fuera en el universo, no se ha perdido a lo largo de la historia de la humanidad. Tal vez sea una característica de los humanos hacernos preguntas y romper barreras para intentar responderlas.

En la actualidad, con un desarrollo tecnológico sin precedentes, invertimos mucho tiempo y esfuerzo en construir instrumentales que nos ayudan a encontrar ciertas respuestas. El instrumento que revolucionó la astronomía y permitió un avance sin igual ha sido el telescopio. Entre las provincias de Granada y Almería tenemos el privilegio de tener la mayor concentración de observatorios astronómicos del continente europeo. En la Puebla de Don Fadrique, dentro de la **zona del Geoparque**, **está ubicado el observatorio de la Sagra**, el cual se utiliza para fines científicos y divulgativos. En Sierra Nevada, provincia de Granada, se encuentra el **Observatorio de Sierra Nevada (OSN)** y el

**radiotelescopio del Instituto de radioastronomía milimétrica**. Y como si fuera poco, en Almería encontramos el **mayor telescopio óptico de Europa continental en el Observatorio Astronómico de Calar Alto**.

La razón principal de que contemos en esta región de Andalucía con infraestructuras científicas de estas características es que contamos con condiciones excepcionales para realizar astronomía del más alto nivel. En diversas regiones contamos con un clima con baja humedad, un relieve propicio para ubicar observatorios a varios miles de metros sobre el nivel del mar, y cielos lo suficientemente oscuros.

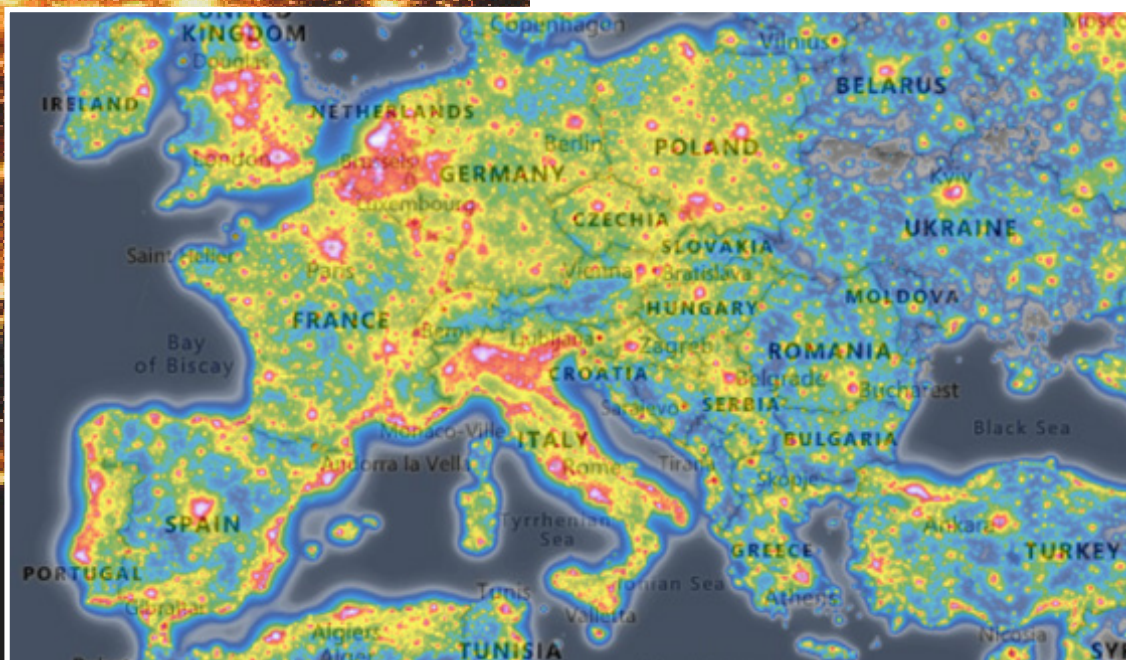
“ *Entre las provincias de Granada y Almería tenemos el privilegio de tener la mayor concentración de observatorios astronómicos del continente europeo* ”



“ El 99 % de los ciudadanos europeos viven bajo cielos nocturnos contaminados y el 60% no puede ver la Vía Láctea ”

Desafortunadamente, esta última cualidad, imprescindible para la astronomía, está peligrando debido a un crecimiento desmedido de la contaminación lumínica. Una prueba de ello es que la mayor parte de la población mundial está perdiendo el contacto con el cielo estrellado y la oscuridad nocturna, por vivir en ciudades y pueblos desde los cuales es imposible observar más que un par de las estrellas más brillantes del cielo. Según un estudio desarrollado por un grupo científico encabezado por el italiano Fabio Falchi, **el 99 % de los ciudadanos europeos viven bajo cielos nocturnos contaminados y el 60% no puede ver la Vía Láctea.**

El cielo estrellado no es sólo algo que nos deleita observar, sino que es un recurso natural, cultural y científico que nos permite desarrollar ciencia, tecnología, turismo y fomentar fuentes de trabajo de calidad.



**Imagen 3.** Mapa de contaminación lumínica de Europa. Créditos: Jurij Stare, [www.lightpollutionmap.info](http://www.lightpollutionmap.info) (v2.8.0). World atlas 2015 - Falchi, Fabio; Cinzano, Pierantonio; Duriscoe, Dan; Kyba, Christopher C. M.; Elvidge, Christopher D.; Baugh, Kimberly; Portnov, Boris; Rybnikova,

Pero, ¿qué es esto de la contaminación lumínica? Y ¿por qué es una amenaza? Según la Comisión Internacional de la Iluminación (CIE) la contaminación lumínica es un término genérico que indica la suma de todos los efectos adversos de la luz artificial. En otras palabras, es toda la luz que malgastamos enviándola a zonas que no necesitamos iluminar, como por ejemplo, espacios naturales. Aunque en primera instancia tal vez no es fácil imaginar efectos adversos de la luz, ésta tiene muchos, en especial cuando no es usada adecuadamente.

Hasta hace relativamente poco tiempo no se tenían en cuenta estos efectos adversos que puede presentar el uso indiscriminado de la luz. La tendencia marcaba que cuanto más iluminación mejor. En la última década se han incrementado de forma vertiginosa tanto la intensidad de las luces instaladas como las regiones iluminadas.



Pero la luz, como cualquier otro recurso, hay que usarla con inteligencia y eficiencia, porque cada vatio utilizado implica un gasto energético obtenido, a día de hoy, principalmente de combustibles fósiles y, afortunadamente, también de una cantidad creciente de energías renovables.


Cuando una luminaria emite luz hacia el cielo, o en la horizontal, esta luz se dispersa en la atmósfera y puede llegar a incrementar el brillo del cielo a cientos de kilómetros de distancia perturbando el ecosistema natural e impidiendo actividades tanto de astronomía científica como de astroturismo.

Actualmente existen numerosos estudios que explican los efectos de la contaminación lumínica en el ecosistema y en la salud humana. La luz artificial dispersada en zonas naturales afecta a diversas especies animales. Los seres vivos, tanto del reino vegetal, animal o humano, están adaptados a los ciclos de luz durante el día, y oscuridad durante la noche, lo cual es imprescindible para sus ciclos de reproducción, descanso y alimentación, entre otros. Además existe un enorme número de especies del planeta que son nocturnas las cuales se ven gravemente afectadas por la falta de oscuridad. Por ejemplo, numerosas especies de reptiles y mamíferos cazan en la oscuridad, bien para esconderse de la presa o de otros depredadores. Se ha medido que un incremento de la luz

reduce sus posibilidades de alimentación con su consiguiente dificultad en la supervivencia y reproducción.

Por otra parte, el efecto de la contaminación lumínica sobre los insectos es mortal, ya que tienen una actividad principalmente nocturna y necesitan de oscuridad total. El efecto de la contaminación lumínica se suma a los efectos nocivos de pesticidas y otros factores, lo que ha producido una disminución de entre el 50 y el 80 % de la masa de insectos voladores dependiendo la zona de Europa. Incluso existen muchas especies de insectos en peligro de extinción. Podríamos pensar que los insectos no son una parte muy relevante de toda la naturaleza, pero se trata más bien de todo lo contrario. Los insectos son la fuente principal de biomasa y proteínas de los ecosistemas naturales terrestres. Son la base de la cadena trófica, o cadena alimenticia, por lo tanto de ellos depende la alimentación de muchísimas otras especies de animales.

Otro ejemplo del efecto negativo de la contaminación lumínica sobre la fauna es el caso de las aves migratorias que se desorientan o chocan contra edificios iluminados. Unos 100 millones de aves mueren al año en EE.UU. y Canadá principalmente por estos efectos. Por otro lado, reptiles como las tortugas marinas mueren debido a que nacen en playas y confunden el resplandor del mar con luces artificiales.



***“ Actualmente existen numerosos estudios que explican los efectos de la contaminación lumínica en el ecosistema y en la salud humana ”***



**“En el año 2019 se calculó que España gasta cerca de 950 millones de euros anuales en alumbrado público”**

En el caso de mamíferos y de los humanos el primer efecto nocivo de la contaminación lumínica se hace notar en la variación del ciclo circadiano. Este ciclo modifica nuestra actividad en función de si es de día o de noche, lo cual significa, entre otras cosas, la regulación de las hormonas que nos inducen a la actividad (por ejemplo cortisol) o las que nos inducen a descansar y recuperarnos (melatonina). Cabe destacar que la regulación hormonal es de fundamental importancia en el funcionamiento de todo nuestro organismo. Regula desde el sueño, la fertilidad, el peso, los estados de ánimo, la presión sanguínea y un largo número de distintos procesos. Si alguna vez has sufrido de insomnio o no has podido dormir bien, te puedes hacer una idea de cómo un desequilibrio en alguno de estos procesos puede afectar negativamente a todo el organismo. Esto se debe a que los ritmos de cada hormona y proceso en nuestro cuerpo están relacionados entre sí.

Numerosos estudios han probado que dependiendo de la especie de ser vivo se tiene mayor sensibilidad a determinadas longitudes de onda, es decir, a un color de la luz. En el caso de humanos y numerosos animales se ha medido que longitudes de onda corta, en el rango de los 460-480 nm, es decir, la luz azul, es la que produce mayor inhibición de la secreción de melatonina. Esta hormona no solo nos dice cuándo ir a dormir sino que también es un agente antioxidante, inmunestimulante e inhibe el desarrollo de ciertos tipos de cáncer. Por lo tanto la falta de secreción de la misma tiene efectos mucho más complejos que solo el hecho de

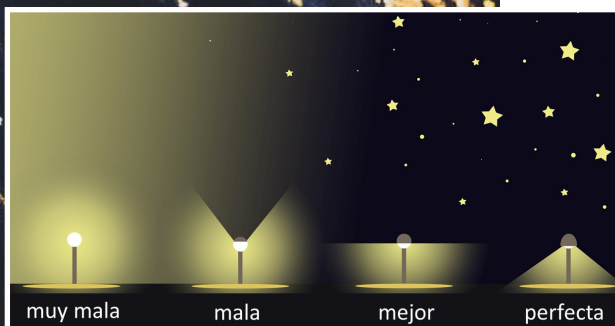
que nos cueste ir a dormir temprano. Las pantallas de móviles, ordenadores, televisores y luz de LED, emiten principalmente en luz azul. Por lo tanto, para poder descansar adecuadamente, se aconseja suprimir el uso de dispositivos electrónicos unas horas antes de ir a dormir.

Por otra parte, si analizamos el tema de la contaminación lumínica sólo desde un punto de vista económico también se puede comprobar la problemática. La contaminación lumínica implica que enviamos luz a zonas que no la necesitan, como entornos naturales o el cielo nocturno. Esto es un derroche de luz, energía y por ende de dinero. Este derroche de energía, en general, lo pagamos todos con nuestros impuestos, ya que una importante fuente de contaminación lumínica es el alumbrado público de plazas, monumentos y calles. También hay una componente menor de esta contaminación proveniente del sector privado en carteles publicitarios y alumbrados de edificios. Por esta razón desde las administraciones ya se están haciendo esfuerzos para evitar este derroche, y es muy importante que la sociedad esté informada de esta problemática y apoye todas las actuaciones que se puedan hacer para evitarla. Para tener una idea del gasto que esto supone, en el año 2019 se calculó que España gasta cerca de 950 millones de euros anuales en alumbrado público. Esto no sólo es un gasto que en gran medida se puede reducir, sino que además produce gases de efecto invernadero (en la generación de dicha energía) innecesarios y que muestran que este problema es de nivel internacional.





**Imagen 4.** De la Paz, F.; Sanhueza, P. y Díaz, J. (2010): *Guía práctica de iluminación de exteriores. Alumbrado eficiente y control de la contaminación lumínica*, Oficinas de la Protección de la Calidad del Cielo de Chile y Canarias, Tenerife-Anfagasta.



**Imagen 5.** Contaminación lumínica producida por diferentes tipos de luminarias

La buena noticia es que con las investigaciones al respecto de los efectos adversos, también se han realizado estudios sobre cómo resolver estos problemas. En este sentido hay numerosas medidas que se pueden tener en cuenta.

La principal acción está relacionada con la luminaria que se instala para alumbrar la vía pública. : En la **imagen 4** se puede ver una típica luminaria de alumbrado público. Como se puede observar, de todo el flujo emitido solo hay una parte que es útil, la parte emitida por debajo de los 65° desde la vertical. El flujo lumínico emitido por encima de dicha altura puede producir deslumbramientos en conductores y peatones disminuyendo su seguridad. Además, el flujo emitido en dirección horizontal y hacia el hemisferio superior es inútil y muy contaminante debido a que la luz puede dispersarse hasta cientos de kilómetros desde la fuente emisora.

Es claro observar, que una medida primordial para disminuir la contaminación lumínica es usar luminarias que iluminen solo la zona de interés, apantallando el flujo luminoso restante. En particular, la luz debe dirigirse en sentido descendente siempre que sea posible y utilizar luminarias con valores mínimos de emisión por encima del plano horizontal. Un ejemplo de esto se puede ver en la **imagen 5**, donde claramente se puede observar cómo las distintas estructuras de las luminarias evitan la emisión de luz en direcciones que no son necesarias.

Otro aspecto fundamental es el espectro de emisión o color en el cual emite una lámpara. La dispersión de la luz en la atmósfera es ma-

yor mientras menor es la longitud de onda de la luz emitida, es decir, mientras más azul sea la luz. Los distintos tipos de luminarias emiten en distintos rangos de estos colores. Por ejemplo las lámparas de vapor de sodio emiten más proporción de su luz en longitudes de onda largas (colores cálidos, rojizos) que las de vapor de mercurio las cuales tienen su pico de emisión en colores más azulados, produciendo mayor dispersión luminosa. Algo parecido sucede con la mayoría de los LEDs, que emiten una luz blanco-azulada. Afortunadamente, gracias a los desarrollos tecnológicos enfocados a evitar la contaminación lumínica, ya existen en el mercado luminarias tipo LED, llamadas PC ámbar (del inglés Phosphor-Converted Amber), que emiten principalmente en colores cálidos. Este tipo de tecnología parece de las mejores opciones para reducir el consumo eléctrico respetando el entorno natural.

“ **Una medida primordial para disminuir la contaminación lumínica es usar luminarias que iluminen solo la zona de interés** ”





*“ Es un despropósito  
mantener toda la  
iluminación encendida  
durante la noche en zonas  
donde no hay tránsito de  
personas ”*

Además del color, es fundamental también usar una intensidad adecuada. Durante mucho tiempo se ha iluminado indiscriminadamente sin tener en cuenta los efectos adversos de esta actividad. Gracias a los estudios sobre contaminación lumínica esta visión está empezando a cambiar. La intensidad de iluminación debe ser acorde a la zona que se está iluminando. En la mayoría de los casos se necesita una intensidad suficiente para ver los objetos del entorno, pero no es necesario que sea tan intensa como para leer la letra pequeña de un prospecto de medicamentos. Además, se tiene la sensación de que un lugar más iluminado es más seguro, pero diversos estudios han demostrado que esta correlación es, al menos, dudosa. Ajustar la intensidad al uso adecuado es primordial para reducir el uso innecesario y exagerado.

Adicionalmente, es un despropósito mantener toda la iluminación encendida durante la noche en zonas donde no hay tránsito de personas. Por esto se pueden utilizar reductores del flujo lumínico y sensores de movimiento que permitan apagar luminarias cuando no son necesarias. Esto afecta también a la iluminación de monumentos y edifi-

cios que luego de cierta hora nocturna, por ejemplo medianoche, no son útiles y se pueden apagar.

La contaminación lumínica es una problemática relativamente nueva, pero ya bastante bien instalada principalmente en los países más desarrollados. De momento no existe una legislación nacional en España que regule específicamente esta situación a excepción de la Ley del Cielo aprobada en 1988 para proteger la oscuridad del cielo en el entorno del Observatorio del Roque de los Muchachos en la isla de La Palma. España fue pionera en este ámbito ya que con la creación de la mencionada ley se convirtió en el primer país del mundo en crear una ley para la protección del cielo nocturno de la contaminación lumínica. A pesar de esto, a nivel nacional de momento solo se cuenta con el Reglamento de Eficiencia Energética en las Instalaciones de Alumbrado Exterior (R.D. 1890/2008), pero éste tiene como objetivo principal controlar el consumo de energía eléctrica, más que reducir la contaminación lumínica. El consumo energético y la contaminación lumínica pueden estar relacionados pero no siempre de la forma que podría esperarse. Por ejemplo, hay lámparas como los LEDs que tienen

un bajo consumo eléctrico pero los que emiten en colores blanco-azulado generan una alta contaminación lumínica. En línea con este reglamento, y con una tendencia a nivel Europeo de buscar reducir los procesos contaminantes para los seres vivos, las comunidades autónomas han empezado a estar conscientes de esta problemática y en muchas de ellas se están preparando leyes que regulen la instalación de luminarias para que sean respetuosas con la salud de la población y del medio ambiente. Sin ir más lejos, en Andalucía se está preparando un proyecto de Reglamento para proteger el cielo nocturno de la contaminación lumínica. Para esto se proponen criterios para la instalación de alumbrado público que tengan en consideración principalmente los niveles de intensidad de la luz, el rango espectral utilizado (color de la luz) y la direccionalidad. El territorio se dividirá en zonas con diferente nivel de protección. Los entornos de los observatorios astronómicos tendrán una alta protección, mientras que en las zonas urbanas los valores permitidos de iluminación buscarán una compatibilidad entre la protección del cielo y las necesidades de iluminación de la población.



Los beneficios del cuidado del cielo nocturno son más que numerosos. Por un lado es un beneficio para la diversidad de los ecosistemas, del cual el humano también forma parte. La protección del equilibrio establecido entre plantas, insectos y animales en general nos asegura seguir teniendo fuentes de alimento. Sin los insectos polinizadores el alimento de incontables especies estaría en peligro. Sumado a esto, realizar una iluminación inteligente permitirá ahorrar cantidades de energía y por lo tanto reducir los gases de efecto invernadero que se generan en la producción de dicha energía. Esto último por supuesto implica una reducción significativa en el gasto público lo cual se puede invertir en otros servicios que beneficien a la comunidad.

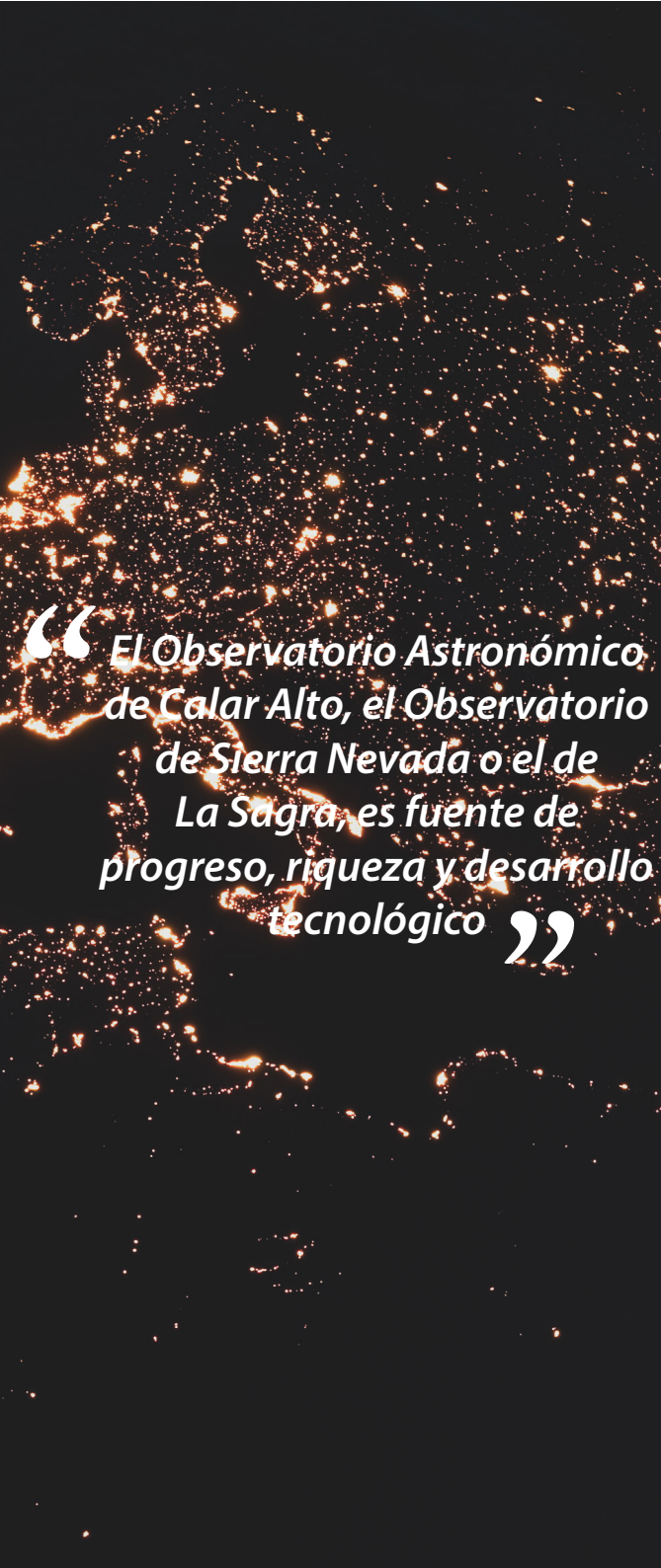
Por supuesto otro beneficio relevante repercute sobre la salud humana. El momento del descanso, o de dormir por la noche, es cuando nuestro cuerpo se recupera, por lo tanto es fundamental un buen dormir para un funcionamiento de todo el organismo. Numerosos estudios científicos han mostrado que se necesita una profunda oscuridad para descansar adecuadamente. Por esta razón instalar luminarias con niveles de intensidad que no sean excesivos y que estén bien direccionadas asegura que las personas puedan descansar adecuadamente sin intromisión de luz por sus ventanas. Sumado a esto, una iluminación excesiva puede provocar deslumbramientos en conductores aumentando la posibilidad de generar accidentes lo cual se puede resolver direccionando las luminarias adecuadamente.

Sumado a todo lo anterior, el cielo estrellado ha sido declarado patrimonio de la humanidad por la Unesco en 2008 por lo cual es una responsabilidad de toda la sociedad ayudar a conservarlo. Dicho patrimonio es también un recurso natural el cual

puede ser una fuente de trabajo y actividad económica, si se hace un uso responsable del mismo. Un ejemplo de esto son las actividades de turismo astronómico, que no solo involucran la observación de estrellas, sino que en la mayoría de los casos implica también la pernocta de turistas en la zona de interés. Además, teniendo en cuenta las condiciones excepcionales que se dan en Andalucía para la observación astronómica, explotar científicamente los cielos a través de instalaciones científicas de alto nivel, como pueden ser el **Observatorio Astronómico de Calar Alto, el Observatorio de Sierra Nevada o el de La Sagra**, es fuente de progreso, riqueza y desarrollo tecnológico.

Es fundamental que la sociedad en general, y los habitantes del **Geoparque** en particular, conozcan los beneficios de proteger la oscuridad nocturna para que la valoren y protejan. Entornos naturales como los del **Geoparque** cuya singularidad geológica es de relevancia internacional y que además cuentan con cielos oscuros y despejados una gran parte del año son dignos de ser cuidados para beneficio nuestro y de las futuras generaciones.

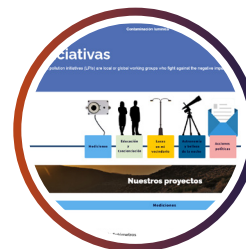
A través de acciones puntuales y sencillas podemos ayudar a conservar nuestro **Geoparque**. La primera acción es la que ya estás realizando, informarte acerca de las características únicas del entorno en el que vives. Además, puedes apoyar proyectos de instalación de luminarias respetuosas con el medio ambiente, así como también denunciar el uso inadecuado de fuentes luminosas. También puedes participar de proyectos de ciencia ciudadana que colaboran en medir y reducir los niveles de contaminación lumínica. A continuación te dejamos algunos enlaces donde encontrarás proyectos súper interesantes en los cuales puedes participar. Entre todos es posible devolver la oscuridad a un entorno tan singular como es el **Geoparque de Granada**.



*“El Observatorio Astronómico de Calar Alto, el Observatorio de Sierra Nevada o el de La Sagra, es fuente de progreso, riqueza y desarrollo tecnológico”*



# Proyectos de CIENCIA CIUDADANA sobre contaminación lumínica



**Iniciativas – Stars4All**



**Mapas – Cities at night**



**Pybossa-nuxt**

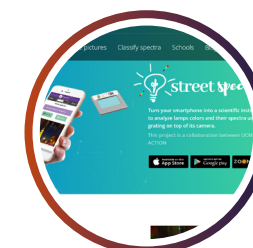


**Globe at Night**

Haz clic en las imágenes para acceder a la web



**Zooniverse**



**Actionproject**



**Identificación de asteroides  
cercanos a la Tierra**



**Proyecto Servet**

# Proyectos de CIENCIA CIUDADANA sobre astronomía



# Geoparque mundial de la UNESCO

Un territorio único en el mundo,  
donde el paisaje solo es el principio.



[www.geoparquedegranada.com](http://www.geoparquedegranada.com)

Síguenos

